

BEITRÄGE ZUR ARBEITS-, BERUFS- UND WIRTSCHAFTSPÄDAGOGIK

GEGRÜNDET VON PROF. DR. rer. oec. GERHARD P. BUNK †

HERAUSGEGEBEN VON PROF. DR. phil. ANDREAS SCHELTEN

ALFRED RIEDL

VERLAUFSUNTERSUCHUNG EINES HANDLUNGSORIENTIERTEN ELEKTROPNEUMATIK- UNTERRICHTS UND ANALYSE EINER HANDLUNGSAUFGABE

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Riedl, Alfred:

Verlaufsuntersuchung eines handlungsorientierten
Elektropneumatikunterrichts und Analyse einer
Handlungsaufgabe / Alfred Riedl. - Frankfurt am Main ; Berlin ;
Bern ; New York ; Paris ; Wien : Lang, 1998
(Beiträge zur Arbeits-, Berufs- und Wirtschaftspädagogik ;
Bd. 17)
Zugl.: München, Techn. Univ., Diss., 1998
ISBN 3-631-33330-7

Gedruckt auf alterungsbeständigem,
säurefreiem Papier.

D 91

ISSN 0721-2917

ISBN 3-631-33330-7

© Peter Lang GmbH

Europäischer Verlag der Wissenschaften

Frankfurt am Main 1998

Alle Rechte vorbehalten.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich
geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des
Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages
unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für
Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die
Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Printed in Germany 1 2 3 4 6 7

Fakultät für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
der Technischen Universität München
Lehrstuhl für Pädagogik

Verlaufsuntersuchung eines handlungs- orientierten Elektropneumatikunterrichts und Analyse einer Handlungsaufgabe

Alfred Riedl

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Philosophie

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. Edgar Grande

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. Andreas Schelten
2. Univ.-Prof. Dr. Peter F. E. Sloane
Ludwig-Maximilians-Universität München

Die Dissertation wurde am 23.10.1997 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften am 19.11.1997 angenommen.

Vorwort

Zum Gelingen der vorliegenden Forschungsarbeit haben verschiedene Personen und Institutionen beigetragen, die ich nachfolgend würdigen will. Mein besonderer Dank gilt an erster Stelle dem Doktorvater dieser Arbeit, Prof. Dr. phil. habil. Andreas Schelten, der mich in jeder Hinsicht hilfreich unterstützte. Insbesondere danke ich auch den Mitarbeitern des Lehrstuhls für Pädagogik der Technischen Universität München für informative und kritische Rückmeldungen. Diese sind namentlich Karlheinz Bauer, Hans-Peter Dang, Dr. Josef Fröhlich, Dr. Karl Glöggler, Dr. Herbert Rösch und Dr. Ralf Tenberg.

Während der Datenerhebungen wurden mir durch die Staatliche Berufsschule Weilheim und besonders durch StD Klaus Kipp die für eine unmittelbare Unterrichtsforschung dringend benötigten Freiräume gewährt und erforderliche schulorganisatorische Veränderungen ermöglicht. Für diese hervorragende Zusammenarbeit und entgegenkommende Unterstützung bedanke ich mich. Ebenso gebührt mein Dank den in diese Forschungsarbeit einbezogenen Schülern für ihr aufgeschlossenes und bereitwilliges Mitwirken. In diesem Zusammenhang danke ich weiter der Staatlichen Dr.-Georg-Schäfer-Berufsschule in Schweinfurt für die Leihgabe der zur Datenerhebung eingesetzten Elektropneumatik-Biegeanlage.

Die Gewinnung, Aufbereitung und Auswertung der beinahe erdrückenden Datenmenge hätte in der hier dokumentierten Form nicht ohne die tatkräftige Unterstützung zahlreicher Kommilitonen erfolgen können. Für die Mithilfe bei der Verlaufsuntersuchung des Unterrichts bedanke ich mich bei Manfred Schauhuber und bei Martin Siegert. Bei der Untersuchung zur Handlungsaufgabe standen mir Uwe Buchalik, Thomas Heinrich, Peter Schlosser, Johann Stückle und Helmut Walcher hilfreich zur Seite. Ebenso danke ich allen weiteren Studierenden für das Lehramt an beruflichen Schulen, die im Umfeld dieser Arbeit wissenschaftliche Hausarbeiten verfaßten und die mir bei ihrer Betreuung viele interessante Impulse für meine Arbeit geben konnten.

Mein besonderer Dank richtet sich auch an Brigitte Scholz für ihre unverzichtbare Hilfe beim Lektorat dieser Arbeit. Schließlich danke ich meiner Familie und meinem Freundeskreis für alle Hilfe, Unterstützung und Verständnis.

München, im Oktober 1997

Alfred Riedl

Inhaltsübersicht

- 1 Ausgangspunkt der Untersuchung**
- 2 Aktueller Forschungsstand und Forschungsansatz**
 - 2.1 Aktuelle empirische Forschungslage zu handlungsorientierten Unterrichtskonzepten
 - 2.2 Blickrichtung der vorliegenden Untersuchung
 - 2.3 Forschungsinteresse und Fragestellungen
 - 2.4 Vorgehensweise der Untersuchung
- 3 Theoretische Grundlagen**
 - 3.1 Begründungsansätze für ein handlungsorientiertes Lernen
 - 3.2 Theorieaspekte zum Wissenserwerb
 - 3.3 Kennzeichen und Merkmale eines handlungsorientierten Unterrichts
 - 3.4 Abwägende Betrachtungen
- 4 Modellversuch `Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule´**
 - 4.1 Ausgangslage, Zielstellung und Durchführung des Modellversuchs
 - 4.2 Wissenschaftliche Begleitung des Modellversuchs durch den Lehrstuhl für Pädagogik der Technischen Universität München
 - 4.3 Ergebnisse des Modellversuchs im Überblick
- 5 Organisation und Konzeption des beobachteten Unterrichts**
 - 5.1 Organisation des fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichts an der Staatlichen Berufsschule Weilheim
 - 5.2 Konzeption des Steuerungstechnikunterrichts
- 6 Forschungsmethodischer Ansatz**
 - 6.1 Methodologischer Hintergrund und methodische Grundüberlegungen
 - 6.2 Methodische Vorgehensweise der Untersuchung
 - 6.3 Aspekte qualitativer Gütekriterien
- 7 Verlaufsuntersuchung eines handlungsorientierten Unterrichts**
 - 7.1 Datenerhebung
 - 7.2 Datentransformation und Datenaufbereitung
 - 7.3 Datenauswertung
 - 7.4 Methodenreflexion
- 8 Untersuchung zum Lösungsvorgehen von Schülern bei einer Handlungsaufgabe**
 - 8.1 Untersuchungsinstrument `Handlungsaufgabe´
 - 8.2 Datenerhebung
 - 8.3 Datentransformation und Datenaufbereitung
 - 8.4 Datenauswertung
 - 8.5 Methodenreflexion
- 9 Darstellung der Ergebnisse**
 - 9.1 Ergebnisse der Verlaufsuntersuchung eines handlungsorientierten Unterrichts
 - 9.2 Ergebnisse der Untersuchung zum Lösungsvorgehen von Schülern bei einer Handlungsaufgabe
- 10 Beurteilung der Ergebnisse**
 - 10.1 Beurteilung der inhaltlich-organisatorischen Merkmale der Unterrichtskonzeption
 - 10.2 Beurteilung des Lernverlaufs im Unterricht
 - 10.3 Beurteilung des Lösungsvorgehens von Schülern bei einer Handlungsaufgabe
 - 10.4 Übergreifende Beurteilung
- 11 Bezüge zur Forschungssituation**
 - 11.1 Bezüge zu vorliegenden Ergebnissen anderer Forschungsvorhaben
 - 11.2 Weiterer Untersuchungsbedarf im Bezugfeld der vorliegenden Forschungsarbeit
- 12 Folgerungen für einen handlungsorientierten Unterricht**
- 13 Ausblick**
- 14 Zusammenfassung**

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangspunkt der Untersuchung	1
2	Forschungsstand und Forschungsfragen	4
2.1	Aktuelle empirische Forschungslage zu handlungsorientierten Unterrichtskonzepten	4
2.1.1	Allgemeine Situation der Forschungsrichtung	4
2.1.2	Inhaltsähnliche Forschung im deutschsprachigen Raum	5
2.1.2.1	Untersuchungen in gewerblich-technischen Berufsfeldern	6
2.1.2.2	Untersuchungen im Berufsfeld `Wirtschaft und Verwaltung´	10
2.1.3	Empirische Untersuchungen zum Modellversuch `Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule´	14
2.1.3.1	Schülerurteile und Verlaufsuntersuchung über einen handlungsorientierten Metalltechnikunterricht	14
2.1.3.2	Handlungsorientierter Unterricht im Berufsfeld Elektrotechnik - Untersuchung einer Konzeption in der Berufsschule und Ermittlung der Veränderung expliziten Handlungswissens	18
2.1.3.3	Gesamtevaluation des Modellversuchs	21
2.1.3.4	Zusammenfassung der Forschungsarbeiten des Modellversuchs	25
2.2	Blickrichtung der vorliegenden Untersuchung	26
2.3	Forschungsinteresse und Fragestellungen	27
2.3.1	Forschungsanliegen der Untersuchung	28
2.3.2	Forschungsfragen zum Untersuchungsschwerpunkt `Verlaufsuntersuchung eines handlungsorientierten Unterrichts´	29
2.3.3	Forschungsfragen zum Untersuchungsschwerpunkt `Lösungsvorgehen von Schülern bei einer Handlungsaufgabe´	30
2.4	Vorgehen der Untersuchung	30
3	Theoretische Grundlagen	32
3.1	Begründungsansätze für ein handlungsorientiertes Lernen	32
3.1.1	Anforderungen aus einer modernen Arbeitswelt	32
3.1.2	Bedürfnisse der Auszubildenden	34
3.1.3	Lerntheoretische Erfordernisse	36
3.2	Theorieaspekte zum Wissenserwerb	39
3.2.1	Zum Begriff des Wissens	39
3.2.2	Probleme der Wissensanwendung	41
3.2.3	Allgemeine lerntheoretische Aspekte des Wissenserwerbs	42
3.2.4	Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive	44
3.2.5	Grundüberlegungen zur Gestaltung von Lernumgebungen	47
3.3	Kennzeichen und Merkmale eines handlungsorientierten Unterrichts	51

3.3.1	Ziele eines handlungsorientierten Unterrichts	51
3.3.2	Prozeßmerkmale aus konstruktivistischer Sicht	52
3.3.3	Inhaltlich-organisatorische Merkmale	54
3.4	Abwägende Betrachtungen	59
4	Modellversuch `Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule´	61
4.1	Ausgangslage, Zielstellung und Durchführung des Modellversuchs	61
4.1.1	Ausgangslage des Modellversuchs	62
4.1.2	Ziele des Modellversuchs	64
4.1.3	Durchführung des Modellversuchs	64
4.2	Wissenschaftliche Begleitung des Modellversuchs durch den Lehrstuhl für Pädagogik der Technischen Universität München	66
4.2.1	Ziele der wissenschaftlichen Begleitung der TU München	66
4.2.2	Forschungsfeld und Vorgehensweise der wissenschaftlichen Begleitung der TU München	67
4.3	Ergebnisse des Modellversuchs	69
5	Organisation und Konzeption des beobachteten Unterrichts	72
5.1	Organisation des fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichts an der Staatlichen Berufsschule Weilheim	72
5.2	Konzeption des Steuerungstechnikunterrichts	76
5.2.1	Lernziele im Lerngebiet Steuerungstechnik	76
5.2.2	Unterrichtssteuerung durch Leittexte	80
5.2.3	Sozialform des Unterrichts	81
5.2.4	Differenzierung im Unterricht	82
5.2.5	Leistungsbeurteilung	82
6	Forschungsmethodischer Ansatz	83
6.1	Methodologischer Hintergrund und methodische Grundüberlegungen	83
6.1.1	Qualitative Forschung	83
6.1.2	Einordnung des Forschungsansatzes	85
6.2	Methodische Vorgehensweise der Untersuchung	89
6.2.1	Vorüberlegungen	89
6.2.2	Datengewinnung	90
6.2.2.1	Basismethode `Beobachten´	90
6.2.2.2	Fokussiertes Interview	93
6.2.2.3	Ergänzende Datengewinnung	94
6.2.3	Transkription der Daten	95
6.2.4	Auswertung und Interpretation	96
6.3	Aspekte qualitativer Gütekriterien	97

7	Verlaufsuntersuchung eines handlungsorientierten Unterrichts	102
7.1	Datenerhebung	103
7.1.1	Rahmendaten der beobachteten Klasse	103
7.1.2	Videoaufzeichnung der Unterrichtssituation	104
7.1.3	Handschriftliches Begleitprotokoll zum Unterricht	107
7.1.4	Schülerunterlagen, Arbeitsdokumentationen und Tests	107
7.2	Datentransformation und Datenaufbereitung	107
7.3	Datenauswertung	110
7.3.1	Verlaufsbeschreibung des Unterrichts	110
7.3.2	Inhalts- und ablauforientierte Unterrichtsanalyse	111
7.3.3	Kriterienorientierte Lernprozeßanalyse	113
7.4	Methodenreflexion	115
7.4.1	Methodenreflexion zur Erhebungssituation	116
7.4.2	Methodenreflexion zur Datentransformation	117
7.4.3	Methodenreflexion zur Datenauswertung	118
8	Untersuchung zum Lösungsvorgehen von Schülern bei einer Handlungsaufgabe	119
8.1	Untersuchungsinstrument `Handlungsaufgabe´	121
8.1.1	Zielstellung und Ausgangslage	121
8.1.2	Aufbau und Funktionsweise der Biegevorrichtung	122
8.1.3	Aufgabenstellung zur Biegevorrichtung	124
8.1.3.1	Vorüberlegungen und Vorbedingungen	124
8.1.3.2	Entwicklungsverlauf und Erprobung der Aufgabenstellung	125
8.1.3.3	Aufgabenstellung	125
8.2	Datenerhebung	132
8.2.1	Rahmendaten der untersuchten Schülergruppen	132
8.2.2	Videoaufzeichnung der Aufgabebearbeitung	133
8.2.3	Handschriftliches Begleitprotokoll zur Aufgabebearbeitung	135
8.2.4	Schülerunterlagen und Arbeitsdokumentation	136
8.2.5	Videodokumentation des abschließenden Fachgesprächs	136
8.3	Datentransformation und Datenaufbereitung	137
8.4	Datenauswertung	140
8.4.1	Inhaltlich-symbolische Bearbeitungsdarstellung	141
8.4.2	Erklärend-kommentierende Bearbeitungsdarstellung	149
8.4.3	Expertenbeurteilung der Bearbeitung	153
8.5	Methodenreflexion	155
8.5.1	Methodenreflexion zur Aufgabenstellung	155
8.5.2	Methodenreflexion zur Erhebungssituation	156
8.5.3	Methodenreflexion zur Datentransformation	157
8.5.4	Methodenreflexion zur Datenauswertung	158

9	Darstellung der Ergebnisse	160
9.1	Ergebnisse der Verlaufsuntersuchung eines handlungsorientierten Unterrichts	160
9.1.1	Exemplarische Verlaufsbeschreibung eines Unterrichtstages	160
9.1.2	Ergebnisse der inhalts- und ablauforientierten Unterrichtsanalyse	163
9.1.2.1	Sequenzenbezogene Analyse	163
9.1.2.2	Übergreifende Analyse	186
9.1.3	Ergebnisse der kriterienorientierten Lernprozeßanalyse	189
9.2	Ergebnisse der Untersuchung zum Lösungsvorgehen von Schülern bei einer Handlungsaufgabe	196
9.2.1	Ergebnisse einer Expertenbearbeitung	196
9.2.2	Ergebnisse der einzelnen Gruppen	200
9.2.3	Ergebnisse der Gruppen im Überblick	219
10	Beurteilung der Ergebnisse	223
10.1	Beurteilung der inhaltlich-organisatorischen Merkmale der Unterrichtskonzeption	223
10.2	Beurteilung des Lernverlaufs im Unterricht	230
10.3	Beurteilung des Lösungsvorgehens von Schülern bei einer Handlungsaufgabe	233
10.3.1	Beurteilung des Bearbeitungserfolges	234
10.3.2	Beurteilung des Bearbeitungsvorgehens	235
10.4	Übergreifende Beurteilung	237
11	Bezüge zur Forschungssituation	242
11.1	Bezüge zu vorliegenden Ergebnissen anderer Forschungsvorhaben	242
11.2	Weiterer Untersuchungsbedarf im Bezugsfeld der vorliegenden Forschungsarbeit	245
12	Folgerungen für einen handlungsorientierten Unterricht	248
13	Ausblick	253
14	Zusammenfassung	256
	Literaturverzeichnis	260
	Anhang (siehe gesondertes Inhaltsverzeichnis)	271

1 Ausgangspunkt der Untersuchung

Der rasche technische Wandel in vielen Bereichen von Industrie und Handwerk sowie veränderte Organisationsstrukturen und neue Technologien führen in vielen Berufsfeldern zu einer Veränderung von Berufsbildern. Im Zuge der Neuordnung von Ausbildungsberufen seit dem Jahre 1987 hat sich der Begriff der beruflichen Handlungskompetenz zur Leitidee beruflicher Bildung entwickelt und ist zum Mittelpunkt in der Diskussion um Bildungsziele der letzten Jahre geworden.

Für die Entwicklung der angestrebten Berufsfähigkeit formulieren die `Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe´ eine klare Zielperspektive. Ihr hoher Stellenwert für die Berufsausbildung ergibt sich aus den Vorgaben und Anregungen für die Entwicklung von Rahmenlehrplänen. Dementsprechend hat eine Vermittlung von Berufsfähigkeit zum Ziel, Fachkompetenz mit allgemeinen Fähigkeiten humaner und sozialer Art zu verbinden. Berufsfähigkeit will berufliche Flexibilität zur Bewältigung der sich wandelnden Anforderungen in der Arbeitswelt und Gesellschaft auch im Hinblick auf das Zusammenwachsen Europas entwickeln, die Bereitschaft zur beruflichen Fort- und Weiterbildung wecken und die Fähigkeit und Bereitschaft fördern, bei der individuellen Lebensgestaltung und im öffentlichen Leben verantwortungsbewußt zu handeln (vgl. SEKRETARIAT DER STÄNDIGEN KONFERENZ DER KULTUSMINISTER DER LÄNDER IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND 1996, S. 14).

Die Berufsschule erfüllt in der dualen Berufsausbildung zusammen mit dem Ausbildungsbetrieb diesen Bildungsauftrag. Der Stellenwert der Berufsschule, vor allem ihr zeitlicher Anteil an der Berufsausbildung wird in der allgemeinen bildungspolitischen Diskussion derzeit jedoch kritisch hinterfragt. In der gegenwärtigen Situation des Umbruchs und der Neuorientierung des dualen Bildungsgefüges (vgl. zur Bestandsaufnahme dieser Modernisierungsdebatte EULER, SLOANE 1997) muß sie ihren Beitrag dazu leisten, den Schülern über berufsbezogene Fachkenntnisse hinaus die geforderte Handlungskompetenz zu vermitteln. SCHELLEN (1997) beleuchtet für die Berufsschule Aspekte ihres Bildungsauftrages gegenüber den betrieblichen Ausbildungsschwerpunkten näher. Er stellt in seinem Beitrag zu einer modernen Theorie der Berufsschule heraus, welchen Stellenwert sie bei immer ähnlicher werdenden Ausbildungsinhalten bezogen auf die fachliche Erstausbildung einnimmt. Demnach hebt sich die berufsschulische Ausbildung von der betrieblichen Seite durch eine umfassende qualitative Förderung und Ausprägung aller Wissensarten ab. Sie soll bei den dort stattfindenden Lernprozessen in konkreten Handlungsvollzügen zu einem Erlernen von Fakten, Verfahrensweisen und besonders Begründungszusammenhängen führen. Ein Verknüpfen der verschiedenen Wissensbereiche durch ein übergeordnetes Zugriffs- oder Einsatzwissen wird dadurch zusätzlich gefördert. Die Betriebe vertiefen entsprechend ihren Zielsetzungen insbesondere quantitativ Kenntnisse und Fertigkeiten zu Verfahrensweisen und dafür benötigte Faktengrundlagen. Begründungszusammenhänge werden nicht so nachdrücklich wie in der Berufsschule verfolgt. Beide Partner der dualen beruflichen Erstausbildung leisten jedoch entsprechend den ihnen zugeordneten Aufgabenschwerpunkten einen wichtigen, spezifischen Beitrag zur Vermittlung von beruflicher Handlungskompetenz.

Handlungskompetenz verkörpert die Bereitschaft und Fähigkeit des einzelnen, sich in gesellschaftlichen, beruflichen und privaten Situationen sachgerecht, durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten. Handlungskompetenz offenbart sich in den Dimensionen Fachkompetenz, Human- oder Personalkompetenz und Sozialkompetenz. Dabei umspannt Fachkompetenz die Bereitschaft und Fähigkeit, auf der Basis von fachlichem Wissen und Können Aufgaben und Probleme sachgerecht, methodengeleitet, zielorientiert und selbständig zu lösen und das Ergebnis zu beurteilen. Human- oder Personalkompetenz zeigt sich in der Bereitschaft und Fähigkeit, die Entwicklungsmöglichkeiten, Erfordernisse und Einschränkungen in öffentlichem Leben, Familie und Beruf durchdacht zu beurteilen, eigene Begabungen zu entfalten, Lebenspläne zu fassen und fortzuentwickeln. Dazu zählen personale Eigenschaften wie Selbstvertrauen, Selbständigkeit, Zuverlässigkeit, Kritikfähigkeit, Verantwortungs- und Pflichtbewußtsein sowie die Entwicklung durchdachter Wertvorstellungen und eines selbstbestimmten Wertegefüges. Sozialkompetenz bezieht sich auf die Bereitschaft und Fähigkeit, soziale Beziehungen zu leben und zu gestalten, soziale Verantwortung und Solidarität zu entwickeln, Zuwendungen und Spannungen zu erfassen, zu verstehen sowie sich mit anderen verantwortungsbewußt auseinanderzusetzen und zu verständigen (vgl. SEKRETARIAT DER STÄNDIGEN KONFERENZ DER KULTUSMINISTER DER LÄNDER IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND 1996, S. 16). Methodenkompetenz und Lernkompetenz erwachsen als weitere Kompetenzen aus einer ausgewogenen Entwicklung der vorausgehend genannten drei Dimensionen. Ergänzend ist nach BADER (1989, S. 75f.) eine Sprachkompetenz bedeutsam, die mit der Entwicklung der angeführten Kompetenzausprägungen einhergeht. Aufgrund der in unserem Zeitalter immens hohen Bedeutung von Kommunikation und Informationsaustausch ist ein Weiterentwickeln der eigenen Handlungsmöglichkeiten sowie von selbständigem Denken und Handeln ohne entsprechende sprachliche Fähigkeiten kaum möglich.

Zum Erreichen dieser Ziele muß die Berufsschule "den Unterricht an einer für ihre Aufgabe spezifischen Pädagogik ausrichten, die Handlungsorientierung betont; unter Berücksichtigung notwendiger beruflicher Spezialisierung berufs- und berufsfeldübergreifende Qualifikationen vermitteln; ein differenziertes und flexibles Bildungsangebot gewährleisten, um unterschiedlichen Fähigkeiten und Begabungen sowie den jeweiligen Erfordernissen der Arbeitswelt und Gesellschaft gerecht zu werden; im Rahmen ihrer Möglichkeiten Behinderte und Benachteiligte umfassend stützen und fördern; auf die mit Berufsausübung und privater Lebensführung verbundenen Umweltbedrohungen hinweisen und Möglichkeiten zu ihrer Vermeidung bzw. Verminderung aufzeigen" (SEKRETARIAT DER STÄNDIGEN KONFERENZ DER KULTUSMINISTER DER LÄNDER IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND 1996, S. 15). Darüber hinaus soll im allgemeinbildenden Unterricht und soweit im berufsbezogenen Unterricht möglich, auf Kernprobleme unserer Zeit, wie z.B. Arbeitslosigkeit, Weltfrieden, Umwelt oder Menschenrechte eingegangen werden.

Empfehlungen der Kultusministerkonferenz zur Erarbeitung von Rahmenlehrplänen (ebd. S. 17) weisen auf didaktische Grundsätze einer auf die Aufgaben der Berufsschule zugeschnittenen Pädagogik hin. Da die Berufsschule ihre Schüler zu selbständigem Planen, Durchführen und Kontrollieren von Arbeitsaufgaben befähigen soll, muß sich Lernen in der Berufsschule grundsätzlich auf berufliches Handeln beziehen. Erstrebenswert sind Unterrichtssituationen, die für die Berufsausübung bedeutsam sind und bei denen der Lernende möglichst selbst handelt oder Arbeitshandlungen gedanklich nachvollzieht. Die Lernhandlungen sollen selbständig geplant,

ausgeführt, kontrolliert, gegebenenfalls korrigiert und bewertet werden. Ein ganzheitliches Erfassen der beruflichen Wirklichkeit soll gefördert und technische, sicherheitsrelevante, ökonomische, rechtliche, ökologische und soziale Aspekte einbezogen werden. Hierbei müssen die Erfahrungen der Lernenden berücksichtigt und die Auswirkungen ihrer Tätigkeit auf gesellschaftliche Bereiche reflektiert werden. Lernen soll in einem Umfeld erfolgen, in dem auch eine Vertretung eigener Interessen oder Konfliktbewältigungen erforderlich sind.

Für eine Bewältigung der Aufgaben im Berufsalltag bedarf es einer beruflichen Handlungskompetenz, bei der neben situationsbezogenen Fähigkeiten und Fertigkeiten vor allem auch übergreifende Qualifikationen, sogenannte Schlüsselqualifikationen zu Tage treten. Dabei muß zwischen den Begriffen `Kompetenz´ und `Qualifikation´ unterschieden werden. Kompetenz bezeichnet die Befähigung und somit den Lernerfolg des einzelnen zu eigenverantwortlichem Handeln in privaten, beruflichen und gesellschaftlichen Situationen. Kompetenz bezieht sich daher auf den Lernenden selbst. Davon unterscheidet sich der Begriff einer Qualifikation. Darunter wird die Verwertbarkeit eines Lernerfolges und somit die Eignung einer Person in privaten, beruflichen und gesellschaftlichen Situationen bedingt durch eine Nachfrage verstanden. Beide Begriffe können sich jedoch stark aneinander annähern. Dies wird insbesondere bei der Betrachtung überfachlicher Qualifikationen, sogenannter Schlüsselqualifikationen deutlich.

Schlüsselqualifikationen als Qualifikationen hoher Reichweite verkörpern nicht auf Einzelberufe oder Berufsfelder zugeschnittene konkrete Kenntnisse oder Fertigkeiten, sondern lassen aufgrund ihres berufsübergreifenden, außer- oder überfachlichen Charakters auf eine erforderliche Mobilität und Flexibilität bei verschiedenen beruflichen Anforderungen hoffen (vgl. z.B. HÜFNER 1992). Der Schlüsselqualifikationsbegriff wurde auch im Hinblick auf seine pädagogische Umsetzung zwischenzeitlich äußerst kontrovers diskutiert. Auf die unterschiedlichen Ausprägungen dieser Diskussionen kann hier nicht näher eingegangen werden. Die Kontroversen trugen bisher jedoch kaum zu einer Konkretisierung der doch relativ unscharfen Qualifikationsumschreibung und einer eindeutigen Begriffsdefinition bei. Vielmehr wurden immer neue und unterschiedlich akzentuierte Listen von Schlüsselqualifikationen vorgelegt. Eine bildungstheoretische Systematisierung, bei der nach materialen, formalen, personalen und sozialen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten unterschieden wird, liefert z.B. SCHELTEN (1994a, S. 147 u. 275).

Zahlreiche Forschungsvorhaben beschäftigten sich bisher mit pädagogischen Konzepten, die einer Vermittlung von Schlüsselqualifikationen entgegenkommen (siehe Kapitel 2.1). Der handlungsorientierte Unterricht scheint ein geeigneter Weg zu sein, Berufsschüler auf die veränderten Anforderungen in ihrem Beruf vorzubereiten. So verfolgte auch der Modellversuch `Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule´ in Bayern die Frage (siehe Kapitel 4), in welcher Weise Formen und Wege berufsschulischen Unterrichts weiterentwickelt werden müssen, um den Erwerb überfachlicher Qualifikationen zu fördern. Die vorliegende Forschungsarbeit will im Rahmen dieses Modellversuchs einen Beitrag dazu leisten, handlungsorientierten Unterricht im Hinblick auf die Vermittlung von berufsrelevanten Qualifikationen anhand eines konkreten Unterrichtsvorhabens näher zu beleuchten.

2 Forschungsstand und Forschungsfragen

Das nachfolgende Kapitel gibt in einem ersten Abschnitt einen Überblick über die aktuelle empirische Forschungslage zu handlungsorientiertem Lernen. Nach dieser Bestandsaufnahme werden in weiteren Abschnitten der Ausgangspunkt, das Forschungsinteresse und die Fragestellungen dieser Untersuchung sowie das Vorgehen innerhalb dieser Arbeit vorgestellt.

2.1 Aktuelle empirische Forschungslage zu handlungsorientierten Unterrichtskonzepten

Das Bezugsfeld für die hier dargestellten inhaltsähnlichen Forschungsansätze zu handlungsorientiertem Lernen in komplexen Lehr-Lern-Situationen umspannt schwerpunktartig die berufliche Bildung im deutschsprachigen Raum. Der handlungsorientierte Lernansatz ist zwar nicht auf den Bereich der Berufsbildung beschränkt - an allgemeinbildenden Schulen findet er z.B. im Projektunterricht (vgl. FREY 1993) seine Verwirklichung - er nimmt hier jedoch eine Sonderstellung ein, da er primär auf berufliches Handeln abzielt und den Erwerb beruflicher Handlungskompetenz anstrebt. Über dieses Bezugsfeld hinaus werden richtungsähnliche Forschungsansätze anderer Länder nicht näher betrachtet, da sich hier die Berufsbildung meist deutlich von der im deutschsprachigen Raum unterscheidet und somit Bezüge nur schwer herzustellen wären. Diese Beschränkung des Bezugsrahmens vermeidet eine zu große Ausweitung des betrachteten Feldes und ermöglicht eine tiefergehende Betrachtung artverwandter Ansätze.

Das nachfolgende Kapitel skizziert in einem ersten Abschnitt die allgemeine Situation der Forschungsrichtung. Danach werden einige zu handlungsorientiertem Unterricht in der Berufsschule inhaltsverwandte Forschungsansätze im deutschsprachigen Raum vorgestellt. Ein weiterer Abschnitt skizziert die empirischen Untersuchungen zum Modellversuch 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule', in dem sich auch die vorliegende Arbeit bewegt.

2.1.1 Allgemeine Situation der Forschungsrichtung

Bei ihrer Bestandsaufnahme zur Handlungsorientierung in der Berufsbildung beklagen CZYCHOLL, EBNER (1995, S. 46f.) zurecht ein großes Forschungsdefizit bei der Evaluation von handlungsorientiertem Lernen. Sie stellen fest, daß "der publizistischen Aufbereitung von Postulaten" viel mehr Aufmerksamkeit und Arbeitseinsatz gewidmet wird als der Frage, "ob bzw. inwieweit die vielseitigen Zielsetzungen und Versprechungen, mit denen handlungsorientierte didaktische Konzepte bestückt sind, erreicht bzw. eingelöst werden" (ebd. S. 46).

Diesbezügliche Evaluationsstudien unterschiedlicher Güte finden vorwiegend in Modellversuchen statt. SLOANE (1992) stellt ausführlich die Orientierung dieser Forschungsdomäne und ihre Umsetzung im wirtschaftspädagogischen Bereich dar. Hierbei zeigt er die thematische und methodische Orientierung für Wirtschaftsmodellversuche auf (ebd. S. 9ff.). Weiter stellt er die

konzeptionelle Orientierung dieser Forschungsrichtung mit ihren Zugängen zum Forschungsgegenstand vor (ebd. S. 55ff.). Daraus werden Grundsätze für ein eigenes Forschungsprogramm abgeleitet, das sich weitgehend im Paradigma der interpretativen Sozialforschung bewegt und mit seiner didaktischen Ausrichtung auf die Umsetzung fachdisziplinärer Überlegungen zielt (ebd. S. 123ff.). Anschließend wird dieses Forschungsprogramm auf einen konkreten Anwendungsfall übertragen und an diesem explorativen Fall aufgearbeitet (ebd. S. 195ff.). Die sich daran anschließende Analyse und Gesamtevaluation (ebd. S. 305ff.) fassen die hierbei gewonnenen methodologischen Erfahrungen zu einer Theorie der Modellversuchsforschung zusammen.

CZYCHOLL, EBNER (1995) hinterfragen in Anlehnung an SCHMIDT-HACKENBERG (1989) kritisch den Anspruch einer Modellversuchsforschung. Sie stellen in diesem Zusammenhang fest, daß einmal innerhalb von Modellversuchen eine kritische Analyse oftmals aus bildungspolitischen Gründen erschwert ist, da negative Auswirkungen auf die Organisationsentwicklung vermieden werden sollen und die Versuche daher 'erfolgreich sein müssen'. Weiter tritt als Schwierigkeit hervor, daß die häufig sehr komplexen Zielsetzungen der Modellvorhaben, wie z.B. die Entwicklung von Teamfähigkeit, für nicht überprüfbar gehalten werden. Darüber hinaus "ist erkennbar, daß forschungsmethodisch anspruchsvolle Studien in diesem Bereich eher die Ausnahme bilden". Hinzu kommt, "daß die oftmals in der sog. wissenschaftlichen Begleitung formierte Personalunion von Konstrukteuren und Evaluatoren der Erkenntnisgewinnung nicht immer dienlich ist" (CZYCHOLL, EBNER 1995, S. 46).

Probleme über die Evaluationsansätze in den Modellversuchen hinaus sind nach CZYCHOLL, EBNER (ebd.) weiter ein teilweise vorhandenes Desinteresse an der inhaltlichen Seite des Unterrichts, eine Überprüfung der Erhebungsinstrumente hinsichtlich ihrer Tauglichkeit, mangelnde Signifikanztests, eine Überinterpretation der Ergebnisse oder ein teilweise zu geringes Eingehen auf Hinweise, die sich in den gewonnenen Daten abzeichnen. Zusammenfassend läßt sich derzeit für die Situation der Forschungsrichtung zur Handlungsorientierung in der Berufsbildung feststellen, daß viele postulierte Ziele und damit der Lernerfolg und die Lerneffizienz dieses Unterrichtsansatzes noch einer umfassenden wissenschaftlichen Untersuchung bedürfen und zahlreiche Antworten auf bestehende Fragen noch offen sind.

2.1.2 Inhaltsähnliche Forschung im deutschsprachigen Raum

Wie bereits festgestellt finden Forschungsvorhaben zu einem handlungsorientierten Lernen bisher vorwiegend innerhalb von Modellversuchen statt. Dabei ist gegenwärtig die Zahl dieser Forschungsansätze aufgrund knapper werdender Fördermittel und einer tendenziellen Schwerpunktverlagerung der Forschungsinteressen hin z.B. zu multimedialen Lernarrangements deutlich zurückgegangen. Das nachfolgende Kapitel bezieht sich auf inhaltlich und thematisch verwandte Forschungsvorhaben im deutschsprachigen Raum und kennzeichnet ihre jeweiligen Grundaussprägungen. Dabei können ausschließlich publizierte Forschungsansätze thematisiert werden. Hieraus werden relevante Ergebnisse im Ergebnis- und Interpretationsteil dieser Arbeit an geeigneter Stelle aufgegriffen und an den dort dargestellten Erkenntnissen gespiegelt. Nachfolgend werden die Forschungsvorhaben dem gewerblich-technischen Bereich und dem Berufsfeld Wirtschaft und Verwaltung zugeordnet. Die Reihenfolge ihrer Darstellung orientiert sich an der Aktualität der Veröffentlichungen.

2.1.2.1 Untersuchungen in gewerblich-technischen Berufsfeldern

Aktuelle und umfangreiche Forschungsergebnisse aus den Berufsfeldern Metall- und Elektrotechnik liegen von ARNOLD, CRONAUER, MIETHIG, MÜLLER, OTT, WUNN u.a. (1996) zum Modellversuch **‘Ganzheitliches Lernen in Fachklassen der Berufsschule’ (GALEB)** aus dem Bundesland Rheinland-Pfalz vor. Jeweils drei Ausbildungsberufe, davon zwei aus der Industrie (im Metallbereich Industriemechaniker, Werkzeugmechaniker), einer aus dem Handwerk (im Metallbereich Maschinenbaumechaniker), waren an insgesamt vier Schulstandorten mit unterschiedlichen organisatorischen Voraussetzungen in zwei Schuljahren bei 34 teilnehmenden Klassen in den Modellversuch einbezogen.

Zielsetzung des Modellvorhabens war, Maßnahmen zum Erwerb beruflicher Handlungsfähigkeit, die über die Vermittlung kognitiven Wissens hinausgehen, zu erforschen. Dazu verfolgten die Forscher drei Teilbereiche: Einmal wurden konkrete didaktisch-methodische und organisatorische Neuansätze zur Förderung von Schlüsselqualifikationen durch ganzheitliches Lernen unterrichtspraktisch erprobt. Angelehnt an das Konzept eines handlungsorientierten und selbstgesteuerten Lernens sollten hierzu zum zweiten Selbstlernmaterialien entwickelt und den Lehrern zum Unterrichtseinsatz an die Hand gegeben werden. Ein dritter Bereich betraf die gezielte didaktisch-methodische Qualifizierung der Lehrer für diesen Unterricht. Die Evaluation des Modellvorhabens erfolgte durch schriftliche und mündliche Befragungen von Lehrern und Schülern sowie Unterrichtsbeobachtungen und detaillierte Stundenprotokolle. Diese Erhebungsinstrumente führten zu Bewertungen und Einschätzungen der beteiligten Schüler und Lehrer hinsichtlich unterschiedlichster Frageinteressen und Merkmale.

Die Ergebnisse dieses Modellversuchs zeigen folgendes: Übereinstimmend beurteilen Lehrer und Schüler, wenn auch mit verschieden starker Betonung, daß sich durch ganzheitlich-handlungsorientierten Unterricht die Eigenschaften und Fähigkeiten eines eigenverantwortlichen Handelns, eines systematischen Vorgehens und die Fähigkeit zur Zusammenarbeit bei den Schülern besonders stark verbessert haben. Dabei werden die vorherrschenden Unterrichtsbedingungen von den Lehrern als eher hinderlich für diese Form des Unterrichts empfunden und eine differenzierte Unterrichtung der Schüler als kaum durchführbar herausgestellt. Die im Modellversuch befragten Schüler äußern sich bezüglich ihrer primären Erwartung an die Ausbildung in der Berufsschule, daß diese im Beruf sofort brauchbares Wissen vermitteln solle. Entsprechend differenziert, teilweise auch ablehnend wird der ganzheitlich-handlungsorientierte Unterricht beurteilt. Vorzüge in dieser Unterrichtsform sehen die Schüler allerdings für spätere Berufschancen, in der betrieblichen Ausbildung, der eigenen Persönlichkeit und der eigenen Entwicklung.

Das Modellvorhaben initiierte eine positive Bewegung in allen beteiligten Schulen, die eine generelle Umgestaltung des Unterrichts im Hinblick auf die heutigen Bedürfnisse der Lehrer und Schüler hinsichtlich sich wandelnder Qualifikationsanforderungen befürwortet. Die Ergebnisse weisen jedoch darauf hin, daß dieser Prozeß durch geeignete Maßnahmen zu unterstützen ist. Dazu müssen die erarbeiteten Materialien fortentwickelt und den Lehrern Hilfestellungen bei der Erstellung von Arbeitsplänen gegeben werden. Weiter ist die Lehrerfortbildung zu forcieren.

Aus diesen Erkenntnissen leiten sich nachfolgende Konsequenzen zur Förderung von Schlüsselqualifikationen ab: Erforderlich ist die Anwendung geeigneter Arbeitsformen und realitätsnaher Arbeitsaufträge, die einen Einsatz außerfachlicher Kompetenzen hervorrufen. Hierzu ist eine teilweise inhaltliche und formale Umgestaltung der Lehrpläne nötig. Schlüsselqualifikationen

müssen systematisch strukturiert vermittelt werden und dürfen nicht den Zufälligkeiten der jeweiligen Unterrichtssituation überantwortet bleiben. Vor diesem Hintergrund muß aufgrund der stark heterogenen Eingangsvoraussetzungen der Schüler besonderes Augenmerk auf eine innere Differenzierung gelegt werden. Die angestrebten Qualifikationen sind fächerübergreifend zu vermitteln. Hinsichtlich des Einsatzes der Lernmaterialien benötigen Lehrer dort Hilfen, wo es um die Umsetzung geforderter Schlüsselqualifikationen in Arbeitsanweisungen und um den gezielten Einsatz von Sozialformen geht. Weiter müssen eine verstärkte Akzeptanz und Einsicht zur Förderung von Schlüsselqualifikationen geschaffen werden und bisher vorherrschende Orientierungen auf Prüfungsrelevanz von Lerninhalten zurückgedrängt werden. Für die Lehrerfortbildung ergab der Modellversuch die Notwendigkeit einer gebündelten Fortbildungsmaßnahme, die zeitlich verdichtet didaktische und methodische Innovationen weitergibt.

Der eben vorgestellte Modellversuch verfolgte das Ziel, "realistische und praktikable Strategien einer inneren Schulreform zu entwickeln und zu erproben, wobei - wie dargelegt - der Entwicklung von Selbstlernmaterialien und der Lehrerfortbildung eine grundlegende Bedeutung zukam" (ebd. S. 16). Neben den skizzierten Ergebnissen zeigt sich, daß für eine didaktisch-methodisch zeitgemäße Weiterentwicklung der Berufsschule eine "zuständige Stelle" (ebd. S. 17) erforderlich ist, die den Innovationstransfer steuert und koordiniert, um eine dauerhafte didaktische Veränderung und einen Wandel im Lehrerverhalten herbeizuführen.

Der Freistaat Sachsen griff im Modellversuch **Übertragung von Ergebnissen aus dem Modellversuch - Handlungslernen in der Versorgungstechnik - der Hansestadt Bremen auf berufliche Bildungseinrichtungen in Sachsen bei besonderer Beachtung der Entwicklungsbedingungen** den weiter unten skizzierten Bremer Ansatz zum Handlungslernen in der Versorgungstechnik auf (vgl. FREISTAAT SACHSEN 1995). Eine wissenschaftliche Begleitung durch ein Bremer Institut nahm in erster Linie beratende Aufgaben wahr. Die vorwiegend qualitativen Ergebnisse des Modellversuchs beziehen sich auf die Schwerpunkte zur berufsschulischen Themenauswahl aus der Sicht der arbeitsweltlichen Realität im versorgungstechnischen Umfeld, bei der versorgungstechnische Innovationen, ökologische Erfordernisse und Wandlungen aufgrund beruflicher Anforderungen beachtet werden. Weiter thematisieren sie eine offene Unterrichtsgestaltung und Mitgestaltung der Aneignung durch die Lernenden durch Freiräume, Handlungsorientierung und ein Handlungslernen im Zusammenhang mit Lehr- und Lerngewohnheiten. Zudem weisen sie auf das fächerübergreifende, thematische Planen und Führen des Unterrichts im Hinblick auf Thementypen und Beiträge der einzelnen Fächer zu Aneignungszielen und auf die jeweilige Systematik des Lernfachs bezogen auf berufsfeldübergreifende Konzepte mit ihren Perspektiven und Grenzen hin.

Seit November 1994 läuft in Nordrhein-Westfalen voraussichtlich bis Oktober 1998 der Modellversuch **Differenzierung und Individualisierung in der Berufsschule** (MODI) (vgl. BADER, LAUFENBERG, KIRCHHOF, SCHÄFER, WEBER, 1995). Das Modellvorhaben richtet sein Augenmerk insbesondere auf sogenannte Splitterberufe, die nur einen sehr geringen Teil der Auszubildenden ausmachen. Die über 90 berücksichtigten gewerblich-technischen Ausbildungsberufe sind gekennzeichnet durch heterogene Eingangsvoraussetzungen der Auszubildenden, inhaltlich z.T. hohe Affinität, geringe oder rückläufige Absolventenzahlen und mangelnde Berücksichtigung durch Neuordnungsverfahren. Dabei zielt der Modellversuch auf die fachliche, innere und äußere Differenzierung und Individualisierung der umfaßten Ausbildungsberufe und der Entwicklung und Darstellung von Bildungsgangmodellen für diese Berufe

in der Berufsschule. Berührungspunkte zur hier dargestellten Forschungsarbeit ergeben sich durch ein handlungsorientiertes Unterrichtsvorgehen und der Erstellung und Erprobung didaktisch-methodischer Arrangements für die Individualisierung des Lernens. Nähere Ergebnisse liegen jedoch bisher nicht vor.

Die Gewerbeschule III in Lübeck erprobte über einen Zeitraum von ca. 160 Schulstunden das Unterrichtsprojekt **‘Werkstattlabor’ (WELA)** (vgl. HALFPAP, MARWEDE 1994, FRICKE 1994) mit dem Ziel, Schlüsselqualifikationen wie z.B. Entscheidungsfähigkeit, Qualitätsbewußtsein, Auffinden von Informationsquellen, arbeitsteiliges Verhalten und mündliches Ausdrucksvermögen zu fördern. Die Organisationsstruktur des hierzu konzipierten Metalltechnik-Unterrichts umfaßte die Elemente • Planen, Durchführen, Bewerten, • Werkstück, • Plenum, • Team, • Fertigungsinsel, • Betriebserkundung (vgl. FRICKE 1994, S. 102f.). Eine Herstellung von Zentrierspitzen und Schneidwerkzeugen erfolgte in Gruppen an sogenannten Fertigungsinseln nach dem Prinzip von Planen, Durchführen und Bewerten. Neben theoretischen und praktischen Phasen und Plenumsgesprächen wurde der Unterricht durch selbständige Betriebsexkursionen der Schüler ergänzt. Die Einschätzung des Unterrichts von Seiten der Durchführenden weisen diesen Unterricht als sehr erfolgreich für die genannten Ziele aus. Die Ergebnisse liefern an einem Beispiel Gestaltungshinweise für einen Unterricht, der Lernen lernbar macht, Wissen und Zusammenhänge vermittelt und ein Lernen des Umgangs mit anderen Menschen fördert.

Im Bundesland Baden-Württemberg wurde ab 1991 der Unterrichtsversuch **‘Förderung von Schlüsselqualifikationen im Unterricht der Berufsschule/Berufsfachschule in den Berufsfeldern Metalltechnik und Elektrotechnik’** (vgl. WALZ 1994) durch das Landesinstitut für Erziehung und Unterricht, Abteilung III, Berufliche Schulen, unter Federführung des Ministeriums für Kultus und Sport in Baden-Württemberg durchgeführt. Das Vorhaben will Unterrichtskonzepte und -methoden beschreiben, die als besonders geeignet gelten, übergreifende Erziehungs- und Bildungsziele zu vermitteln. Eine Hauptzielsetzung besteht darin, selbständiges Lernen, die Fähigkeit zum Transfer des Gelernten, das Arbeiten im Team und selbstverantwortetes und -bewertetes Handeln zu fördern. Das Forschungsvorhaben berührt dabei Ansätze der Handlungsforschung. Es gewann seine Daten durch Beobachtungen, Berichte und Fragebögen. Reflexionen sowohl unter den durchführenden Lehrkräften einzelner Projekte als auch übergreifend zwischen den jeweiligen Projektleitern führten zu Erkenntnissen bezüglich einer notwendigen Veränderung der methodisch-pädagogischen Kompetenzen der Lehrer und deren verbesserte Zusammenarbeit sowie der Befähigung der Schüler zur Selbständigkeit und Teamarbeit und deren veränderte Einstellung zum Unterricht. Die Forschungsergebnisse weisen darauf hin, daß handlungsorientierter Berufsschulunterricht Schlüsselqualifikationen am besten nicht isoliert im fachlichen Unterricht, sondern immer unter Einbeziehung der allgemeinbildenden Fächer fördern soll, da sich bestimmte Werthaltungen und Einstellungen nur ganzheitlich vermitteln lassen. Diese Unterrichtsform bedingt einen Lehrer mit einer umfassenden fachlichen, pädagogischen und persönlichen Eignung.

Der Modellversuch **‘Fächerübergreifende Lernorganisation im Konzept Handlungsorientierung der Metall- und Elektroberufe des Landes NRW am Beispiel des Methodenkonzepts Lernträger’** (vgl. ALLENDORF, 1994) berücksichtigte die Aspekte Lernhandeln, Lernorganisation und Leistungsbewertung. Das Lernhandeln in dieser Unterrichtsform erfolgte i.d.R. an einer komplexen, berufsbezogenen Aufgabenstellung, der nach Möglichkeit konkrete Produkte mit Gebrauchswert entspringen sollten. In einem solchen Unterricht sind verschiedene

Unterrichtsformen integriert. Die Lernenden haben die Möglichkeit, darbietende Lernsequenzen abzurufen, bevorzugt werden sozial-kooperative Unterrichtsformen. Die Lernorganisation verlangt einen offenen Unterricht mit flexibler Zeitstruktur. Lehrer in Teams übernehmen bei hohen dispositiven Freiheiten die Betreuung der Lernenden in integrierten Fachunterrichtsräumen. Leistungsbewertungen erfolgen fächerübergreifend, wobei weniger ein erreichtes Ziel, sondern vielmehr die gezeigte Handlungskompetenz beurteilt wird. Das Modellvorhaben zeigt, daß sich Lernträger als praktikable Konzeption bei der Umsetzung und Ausgestaltung von handlungsorientierten Ansätzen in der Schulpraxis erweisen. Handlungsorientierung ist dabei nicht alleine ein methodisches Konzept. Die veränderte Lernorganisation verlangt offene Raum- und Organisationsstrukturen als Voraussetzung für eine effektive Realisierung bei gleichzeitiger materieller, curricularer und verwaltungstechnischer Unterstützung sowie geeigneten Lehrerfortbildungsmaßnahmen. Entsprechend sind Leistungsdiagnose- und Leistungsbewertungsinstrumente zu entwickeln, die dem Unterrichtsvorgehen entgegenkommen. Soziale und humane Kompetenzen der Lernenden offenbaren sich vor allem in Gruppenleistungen.

Der Modellversuch **‘Regionale Erprobung eines Aus- und Weiterbildungskonzeptes für werkstatorientierte rechnergestützte Fertigungsverfahren’ (RAWK)** von 1989 bis 1993 in Nordrhein-Westfalen zielte neben der Entwicklung und Erprobung abgestimmter Aus- und Weiterbildungskonzepte zwischen Schule und Betrieben und der Weiterentwicklung ihrer Kooperation auch auf die Entwicklung und Erprobung neuer Lehr- und Lernformen (vgl. GESCHÄFTSSTELLE FÜR MODELLVERSUCHE BEI DER BEZIRKSREGIERUNG DETMOLD 1994). Hierbei wurden im Modellversuch ganzheitliche, fächerübergreifende Konzepte realisiert, die anhand mehrdimensionaler Problemstellungen ein selbständiges Planen, Durchführen und Kontrollieren der Bearbeitungsabläufe umfaßten. Gewonnene Ergebnisse weisen auf eine erforderliche Methodenvielfalt bei am besten aktiv erfolgreichem, handlungsorientiertem Lernen hin. Sinnvollerweise strukturieren hierbei Lerngebiete oder Handlungsfelder den Unterricht, der sich vom traditionellen, lehrgangsartigen Fächerkanon abwenden muß, um ein Lernen und Arbeiten in größeren Zusammenhängen zu ermöglichen. Dieses muß in integrierten Fachräumen mit einem breiten Spektrum didaktischer Medien erfolgen. Fachliche Schwerpunktsetzungen der Lehrer und Ausbilder entlasten bei der Vorbereitung durch zunehmende Routine, ermöglichen die Optimierung von Lernprozessen durch steigende Erfahrung und umfassendere Evaluationsmöglichkeiten und gewährleisten weiter eine optimale Nutzung der Fachräume.

Im Bundesland Bremen lief der Modellversuch **‘Ausbildung beruflicher Kompetenz am Lernort Berufsschule - unter Berücksichtigung von Anforderungen aus der neuen Ausbildungsordnung im Handwerk und vor dem Hintergrund baustellenbezogener Konzepte’** im Bereich Versorgungstechnik (vgl. UNIVERSITÄT BREMEN, INSTITUT TECHNIK UND BILDUNG, 1993). Die Studien der wissenschaftlichen Begleituntersuchung durch das Institut für Technik und Bildung der Universität Bremen beziehen sich auf die Modifikation von Lehrbüchern sowie eine mögliche Öffentlichkeitsarbeit als Lern- und Betätigungsfeld, um berufliche Handlungskompetenz und handlungsorientierte Ausbildung in der Versorgungstechnik umzusetzen. Weiter befaßte sich die wissenschaftliche Begleitung mit Befragungen betroffener Organe am Ort des Modellversuchs. Zusammen mit Betrieben, Innungen, Grossisten, Herstellern und Berufsschulen wurde versucht, über Befragungen die Aufgabenänderungen in Berufen des Bereichs **‘Sanitär-Heizung-Klima’** und die dadurch erforderlichen Modifikationen der Qualifikationsprofile der Auszubildenden festzustellen. Die gewonnenen Ergebnisse stehen in erster Linie

im Zusammenhang mit den individuellen Interessen der unterschiedlichen Organe. Daraus ergibt sich die Forderung nach differenzierten Anforderungs- und Qualifikationsprofilen versorgungstechnischer Berufe, bezogen auf die berufliche Erstausbildung und Weiterbildung sowie auf die davon betroffenen Organe.

Einige der vorgestellten Forschungsvorhaben liefern nur sehr eingeschränkt wissenschaftliche Ergebnisse, da eine Evaluierung durch eine wissenschaftliche Begleitung nicht oder nur in sehr eingeschränktem Umfang stattfand. Der Schwerpunkt dieser Arbeiten lag meist auf der Gestaltung und praktischen Erprobung von konkreten Unterrichtsvorhaben. Neben den hier insbesondere für das Berufsfeld Metalltechnik skizzierten Untersuchungen gibt GLÖGGLER (1997, S. 13ff.) einen knappen Überblick über weitere Forschungsvorhaben im Berufsfeld Elektrotechnik, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann.

2.1.2.2 Untersuchungen im Berufsfeld 'Wirtschaft und Verwaltung'

Mit Beginn des Jahres 1994 richtete die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) ein sechsjähriges Schwerpunktprogramm ein, das einzelne Forschungsvorhaben an unterschiedlichen Standorten fördert, die sich thematisch mit Qualifizierungsprozessen von Anfängern im kaufmännisch-verwaltenden Berufsfeld befassen. Die zehn unter diesem Dach vereinten Projekte lassen sich den drei inhaltlichen Schwerpunkten 'Struktur, Aufbau und Erwerb wirtschaftskundlichen Wissens', 'Motivation und Interesse in kaufmännisch qualifizierenden Lernprozessen' und 'Dimensionen wirtschaftsberuflicher Interaktions- und Entscheidungskompetenzen' zuordnen. Im Zentrum dieser Arbeiten stehen vorwiegend differenzierte, mikrostrukturelle Basisanalysen des Lehr-Lern-Geschehens in ihren besonderen inhaltlichen und institutionellen Umgebungen. Nach zweijähriger Arbeit stellt das Beiheft 13 der ZEITSCHRIFT FÜR BERUFS- UND WIRTSCHAFTSPÄDAGOGIK (1996) erste Ergebnisse dieser Forschungsvorhaben vor. Die für die vorliegende Forschungsarbeit interessanten Ergebnisse zu Struktur, Aufbau und Erwerb wirtschaftskundlichen Wissens werden nachfolgend kurz skizziert.

Unter Verwendung des Unternehmensplanspiels 'Jeansfabrik' untersuchen STARK, GRUBER, GRAF, RENKL und MANDL (1996) **komplexes Lernen in der kaufmännischen Erstausbildung mit Blick auf kognitive und motivationale Aspekte**. Betrachtet wird die **Förderung von Handlungskompetenz durch geleitetes Problemlösen und multiple Lernkontexte** (vgl. STARK, GRAF, RENKL, MANDL, GRUBER 1995). Hierbei werden Auswirkungen von geleitetem und nicht geleitetem Problemlösen sowie von uniformen und multiplen Lernkontexten auf den Erwerb von Handlungskompetenz bei Berufsschülern festgestellt. Das simulative Unternehmen 'Jeans-Fabrik' ist hierbei durch die Variablen 'Produktionsmenge', 'Angebotspreis', 'Werbung' und 'Kapazitätserweiterung' direkt beeinflussbar. Übergeordnetes Spielziel ist dabei die Exploration der Lernumgebung 'Jeansfabrik', bei der die Schüler für ein erfolgreiches ökonomisches Handeln wichtige Variablen und Zusammenhänge kennenlernen sollen. Die Gewinnmaximierung ist diesem Ziel nachgeordnet. Verschiedene Aspekte der Handlungskompetenz werden hierbei fokussiert: Als Indiz für die Anwendung naher Analogien oder automatisierter Handlungsrountinen wird die Steuerungsleistung erhoben, die sich aus den durchschnittlich erzielten Monatsgewinnen bestimmt. Als Hinweis auf die Qualität konzeptueller mentaler Modelle wird festgestellt, inwieweit von den Schülern zu erstellende Prognosen über den Verlauf verschiedener Variablen tatsächlich eintreffen. Erhebungen zu handlungsrelevantem Sachwissen erfolgen anhand eines Tests, der 15 Items zu handlungsrelevantem, konkretem

Sachwissen aus dem Bereich Ökonomie umfaßt. Die bisher gewonnenen Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Eine höhere Komplexität in multiplen Lernkontexten bei fehlender Anleitung zum Problemlösen (ungeleitetes Problemlösen) erweist sich in bezug auf alle drei betrachteten Aspekte der Handlungskompetenz als ungünstig. Durch geleitetes Problemlösen und uniforme Lernkontexte lassen sich die Aspekte `Sachwissen´ und `Qualität der mentalen Modelle´ am stärksten positiv beeinflussen. Für den Aspekt `Anwendung naher Analogien´ zeigt sich ein multipel-geleitetes Lernarrangement als besonders vorteilhaft. Überraschend gut bezüglich der Aspekte `Sachwissen´ und `Anwendung naher Analogien´ schneiden Schüler ab, die in uniformen Lernkontexten ungeleitet arbeiten. Zusammenfassend zeigt sich geleitetes Problemlösen günstiger als multiple Lernkontexte ohne Unterstützung.

BLOECH, KAUER, und ORTH (1996) stellen **Untersuchungen zum Wissenserwerb anhand von Unternehmensplanspielen in der kaufmännischen Erstausbildung** an. Bei ihrem Ansatz gehen sie davon aus, daß die Auszubildenden zur Bewältigung beruflicher Anforderungen verstärkt aktiv und handlungsorientiert ihre Kenntnisse in realitätsnahen Problemsituationen üben und anwenden sollen. Der Einsatz eines Unternehmensplanspiels bietet sich ihrer Meinung nach hierbei an, wobei die Komplexität dieses Lehr-Lern-Arrangements ein bestimmender Faktor für den Lernerfolg ist. Dieses Forschungsvorhaben untersucht daher, wie ein Planspiel gestaltet sein soll, um für die beabsichtigte Kompetenzvermittlung möglichst effizient zu sein. Konkrete Hypothesen fragen, ob eine Planspieldurchführung, die zu festgelegten Zeitpunkten eine Komplexitätssteigerung aufweist, bessere Effekte erzielt als ein Planspiel, das mit konstanter Komplexität durchlaufen wird. Der Lernfortschritt der unterschiedlichen Lernerguppen wird anhand der Übertragbarkeit und des erfolgreichen Einsatzes ihres Wissens in neuen, möglichst konkreten, komplexen und realitätsnahen Anwendungssituationen erhoben. Erste Ergebnisse dieser Studie auf einer relativ geringen Datenbasis weisen darauf hin, daß sich durch ein im Lernverlauf komplexitätsgesteigertes Planspiel größere Fortschritte beim Wissen um betriebliche Abläufe und Zusammenhänge ergeben. Diese Aussage ist jedoch im Hinblick auf die Größenordnung des Zuwachses zu relativieren. Nur mäßige Erfolge bei der Lösung einer Transferaufgabe konnten die hierfür erwarteten Effekte durch den Planspieleinsatz nicht bestätigen. Sie werden dahingehend interpretiert, daß die Komplexitätssteigerung an die individuellen Fortschritte der Planspielteilnehmer anzupassen ist.

Im Forschungsprojekt `Arbeitsanaloge Lernaufgaben´ beschäftigen sich HOFER, NIEGEMANN, ECKERT und RINN (1996) mit **pädagogischen Hilfen für interaktive selbstgesteuerte Lernprozesse und der Konstruktion eines neuen Verfahrens zur Wissensdiagnose**. Sie wollen dabei überprüfen, inwieweit der Aufbau strukturellen Wissens durch die computerunterstützte Bearbeitung fallstudienartiger Lernaufgaben gefördert werden kann. Hierbei müssen Lernende zur Lösung einer übergeordneten Lernaufgabe verschiedene Einzelberechnungen durchführen. Über ein auf Bildschirm graphisch dargestelltes virtuelles Büro sind erforderliche Informationen, Arbeitsmittel und Formulare zugänglich. Das Forschungsinteresse richtet sich auf die Nutzung verschiedener Hilfesysteme der Software, die den Aufbau von strukturellem Wissen unterstützen sollen. Erste Ergebnisse mit einer geringen Anzahl von Probanden weisen darauf hin, daß die verschiedenen Hilfevarianten als notwendige Bedingung für ein weitgehend selbstkontrolliertes computerunterstütztes Lernen überwiegend von den Untersuchungsteilnehmern akzeptiert und positiv beurteilt werden, das Ausmaß ihrer Nutzung jedoch weitgehend hinter den Erwartungen zurückbleibt.

Eine weitere Untersuchung aus diesem Forschungsforum zu Struktur, Aufbau und Erwerb wirtschaftskundlichen Wissens stellt ihre Entwicklungsperspektiven, aber noch keine Evaluationsergebnisse vor. Weitere Forschungsvorhaben zu Motivation und Interesse in kaufmännisch qualifizierenden Lernprozessen und zu Dimensionen wirtschaftsberuflicher Interaktions- und Entscheidungskompetenzen berühren den Forschungsansatz der hier vorliegenden Arbeit kaum. Auf sie wird daher nicht näher eingegangen (vgl. ZEITSCHRIFT FÜR BERUFS- UND WIRTSCHAFTSPÄDAGOGIK, Beiheft 13 1996).

Bereits vor dem von der DFG unterstützten Schwerpunktprogramm zur empirischen Analyse von Lehr-Lern-Prozessen in der kaufmännischen Erstausbildung beschäftigte sich eine Göttinger Forschergruppe in einem Forschungsvorhaben mit **‘Lernen, Denken, Handeln in komplexen ökonomischen Situationen - unter Nutzung neuer Technologien in der kaufmännischen Berufsausbildung’** (vgl. ACHTENHAGEN, JOHN 1992). Hierzu wurden umfassende empirische Untersuchungen zu mehrdimensionalen Lehr-Lern-Arrangements durchgeführt. Das Göttinger Forschungsprojekt, das sich über einen Zeitraum von mehreren Jahren erstreckte und in das eine Vielzahl von Forschern eingebunden waren, bediente sich verschiedenster Untersuchungsinstrumente, deckte eine große Breite an unterschiedlichsten Zugängen ab und gelangte zu einer Vielzahl von Ergebnissen. Nachfolgend werden Beispiele kurz skizziert. Weitere Forschungsansätze aus diesem Untersuchungsfeld dokumentieren ACHTENHAGEN, JOHN (ebd. S. 39ff.).

FÜRSTENAU (1994) untersuchte **komplexes Problemlösen im betriebswirtschaftlichen Unterricht**, insbesondere interaktives Problemlöseverhalten von Schülern. Zwei Klassen einer berufsbildenden Schule wurden hierzu während des gesamten Unterrichtszeitraums audiovisuell aufgezeichnet. Die anschließend zu Diskussionsprotokollen transkribierten Daten zweier Planspielgruppen wurden interaktionsanalytisch ausgewertet und einer propositionalen Erfassung der von den Schülern geäußerten Inhalte zugeführt. Bei dieser exploratorisch-hypothesengenerierenden Analyse von Problemlösefähigkeit steht der Lernprozeß gegenüber den Lernergebnissen im Vordergrund. Die prozeßbezogene Problemlösefähigkeit wird sowohl über einen inhaltlichen als auch über einen strategischen Aspekt operationalisiert. Aufschlüsse über die Erweiterung von mentalen Modellen und Verbesserungen im Hinblick auf die Handlungssicherheit der Schüler, die sich vorwiegend in Routinisierungseffekten äußern, gehen daraus hervor. Das computerunterstützte Unterrichtsplanspiel ‘Jeansfabrik’ findet seinen Anspruch im Hinblick auf die Vermittlung ‘höherer’ Qualifikationen bestätigt. Weiter liefert die Arbeit Hinweise auf Schwierigkeiten von schwächeren Schülern.

Eine Untersuchung von WEBER (1994) führte eine **struktur- und inhaltsanalytische Studie zum Vorwissen in der betriebswirtschaftlichen Ausbildung** durch. Ihr liegt ebenfalls das computergestützte Unternehmensplanspiel ‘Jeans-Fabrik’ zugrunde. Zur Steuerung des simulierten Unternehmens im Hinblick auf eine Gewinnmaximierung waren zunächst die Variablen ‘Produktionsmenge’ und ‘Angebotspreis’ später zusätzlich die Variablen ‘Werbung’ und ‘Kapazitätserweiterung’ durch die Schüler direkt beeinflussbar. Die Forschungsarbeit erhob mit Hilfe verschiedener Strukturlegetechniken bestehende Vorwissensstrukturen und ihre Veränderung. Konzepte und Relationen, die in direktem Zusammenhang mit dem Planspielunterricht stehen, wurden in einer Voruntersuchung über offene Schüleraussagen gewonnen. Anschließend ordneten Schüler anderer Gruppierungen diese Konzepte und Relationen zuerst vor, dann nach dem Unterricht bei gleichbleibender Aufgabenstellung mit Hilfe von Kärtchen an. Eine Vergleichsgruppe erhielt die entsprechenden Inhalte in herkömmlichem Unterricht vermittelt. Sie wurde parallel dazu mit dem gleichen Vor- und Nachtest konfrontiert. Im Unterrichtsverlauf wurden

zusätzlich Zwischenstände erhoben, um über den jeweiligen Auflösungsgrad des dargestellten Wissens festzustellen, auf welcher gedanklichen Ebene sich die Schüler mit den entsprechenden Konzepten auseinandersetzen. Dieser Forschungsansatz bildet begriffliche Entwicklungsverläufe hinsichtlich des Umfangs, der Struktur des Inhaltes und der Stabilität kognitiver Strukturen ab und gelangt somit zu verdichteten Aussagen über die Veränderung von Vorwissen innerhalb einer komplexen Lehr-Lern-Situation. Hierbei wird eine Verbesserung des ökonomischen Zusammenhangswissens durch den Einsatz des Planspiels festgestellt. Dabei bleibt der Umfang und die Dichte der Netzwerkstruktur annähernd konstant. Ergebnisse der Untersuchung weisen auf ein Aufbrechen von bestehenden Vorwissensstrukturen und deren positive Veränderung in Form eines höheren Grades an Zusammenhang und Integrativität hin. Über die komplette Vergleichsgruppe zeigen sich dabei keine signifikanten Veränderungen und klassenspezifische Unterschiede. Feststellen läßt sich jedoch, daß fehlerhafte Vorwissensstrukturen im herkömmlichen Unterricht eine größere Resistenz aufweisen.

Das Computerplanspiel 'Jeansfabrik' des Göttinger Forschungsprojekts wurde im Zuge weiterer Studien zu verschiedenen Untersuchungen aus Sicht konstruktivistischer Ansätze verwendet. Für **Prozesse der Wissensanwendung beim komplexen Problem-Lösen in einer kooperativen Situation** (vgl. MANDL, GRUBER, RENKL 1992) wurde über einen Assoziationsstest das Vorwissen der Schüler erhoben. Für die Steuerung der 'Jeans-Fabrik' zur Gewinnmaximierung waren anschließend die beiden Variablen 'Produktionsmenge' und 'Angebotspreis' direkt beeinflussbar. Zentrales Forschungsinteresse hierbei war, den Steuerungsprozeß zu erheben und festzustellen, inwiefern das vorhandene Vorwissen dabei zur Anwendung kommt bzw. unberücksichtigt bleibt. Daneben wurden die Vorgehensweisen der Schüler untereinander und mit der eines Experten verglichen. Die Ergebnisse zeigen, daß die Schüler im Gegensatz zu einem Experten keine domänenspezifische Strategien verwenden, relativ irrelevante Unterziele verfolgen und sich mit einer suboptimalen Zielerreichung zufrieden geben. Bezüglich des Vorwissens der Schüler offenbaren sich erhebliche Defizite. Darüberhinaus wird vorhandenes Wissen teilweise nicht angewendet, sondern durch fehlerhafte, naive Konzepte ersetzt.

Wie bereits weiter oben angeführt und begründet, beschränkt sich die vorliegende Forschungsarbeit bei der Darstellung inhaltsähnlicher Forschungsvorhaben ausschließlich auf den deutschsprachigen Raum. Zwar stellen die Theorieüberlegungen dieser Arbeit (siehe Kapitel 3.2) einen Bezug zur nordamerikanischen, konstruktivistischen Forschungsrichtung her. Auf empirische Ergebnisse dieser Forschungsdomäne (von der Forschergruppe 'Komplexes Lernen' um MANDL intensiv rezipiert) kann aber im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht näher eingegangen werden.

Zusammenfassend betrachtet suchen die vorgestellten Forschungsvorhaben einen breiten und methodisch vielfältigen Zugang zu handlungsorientiertem Lernen und einem Wissenserwerb in komplexen Lehr-Lern-Situationen. Ihre Ergebnisse weisen auf vielfältige Effekte und Erfordernisse von Lernumgebungen hin, die übergreifende Qualifikationen im Sinne von Schlüsselqualifikationen anbahnen und zu beruflicher Handlungskompetenz führen wollen. Die vorliegende Forschungsarbeit will durch eine differenzierte Unterrichtsanalyse und der Analyse einer Aufgabenbearbeitung im Anschluß an diesen Unterricht weitere Ergebnisse gewinnen, sie an denen der vorgestellten Untersuchungen reflektieren und diese gegebenenfalls erweitern und untermauern. Dadurch soll ein Beitrag geleistet werden, das von CZYCHOLL, EBNER (1995, S. 46f.) bei ihrer Bestandsaufnahme zur Handlungsorientierung in der Berufsbildung beklage Forschungsdefizit bei der Evaluation von handlungsorientiertem Lernen zu verringern.

2.1.3 Empirische Untersuchungen zum Modellversuch `Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule`

Der Modellversuch `Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule` in Bayern (nähere Angaben zu diesem Modellversuch siehe Kapitel 4) wurde auf breiter Ebene empirisch untersucht. Die wissenschaftliche Begleitung dieses Modellversuchs führten zwei verschiedene Institutionen durch. In der Abteilung Allgemeine Wissenschaften des bayerischen Staatsinstituts für Schulpädagogik und Bildungsforschung (ISB) beschäftigten sich HÜFNER und MÜLLER mit einer empirischen Gesamtevaluation aller am Modellversuch beteiligter Schulen (HÜFNER, MÜLLER 1994; HÜFNER 1996b).

Am Lehrstuhl für Pädagogik der Technischen Universität (TU) München entstanden mehrere Forschungsarbeiten der wissenschaftlichen Begleitung, die sich im Rahmen von Arbeitsberichten mit verschiedenen Unterrichtskonzeptionen befassen. SCHELTEN, GLÖGGLER (1992) zeigen erste Erkenntnisse auf und skizzieren verschiedene Unterrichtskonzepte aus dem Schuljahr 1990/91 im Überblick. SCHELTEN, TENBERG, GLÖGGLER, WILLNECKER-BAUER, DANG, RIETZLER (1993) und SCHELTEN, RIEDL, TENBERG, LAUTENSCHLAGER, GLÖGGLER (1994) widmen sich ausführlich einem Metalltechnik-Unterricht zur CNC-Technik. Diese an der Berufsschule Altötting im Schuljahr 1991/92 durchgeführten Vorstudien münden in zwei weitere Arbeitsberichte (SCHELTEN, GLÖGGLER, TENBERG, RIEDL 1994 und SCHELTEN, RIEDL, TENBERG, SCHAUHUBER, SIEGERT 1995), die sich in den Schuljahren 1992/93 und 1993/94 tiefgehend mit Unterrichtskonzeptionen zur Steuerungstechnik (Berufsfeld Elektrotechnik), Kraftübertragungstechnik und Elektropneumatik (Berufsfeld Metalltechnik) beschäftigen. Die empirische Forschungsarbeit des Lehrstuhls für Pädagogik der TU München präsentiert ihre Ergebnisse neben der vorliegenden Arbeit in zwei weiteren Dissertationen durch TENBERG (1997) und GLÖGGLER (1997), auf die nachfolgend besonders eingegangen werden soll.

Kapitel 2.1.3.1 beschreibt die Untersuchung von TENBERG (1997), der im Berufsfeld Metalltechnik ein Forschungsvorhaben durchführte, bei dem er einen handlungsorientierten Metalltechnikunterricht anhand von Schülerurteilen und einer Verlaufsuntersuchung betrachtete. Anschließend wird die Untersuchung von GLÖGGLER (1997) in Kapitel 2.1.3.2 vorgestellt, der im Berufsfeld Elektrotechnik eine handlungsorientierte Unterrichtskonzeption analysierte und die Veränderungen von explizitem Handlungswissen der teilnehmenden Schüler erhob. Nach diesen Forschungsarbeiten am Lehrstuhl für Pädagogik der TU München werden die Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung des Staatsinstituts für Schulpädagogik und Bildungsforschung durch HÜFNER und MÜLLER in Kapitel 2.1.3.3 vorgestellt. Kapitel 2.1.3.4 faßt die Forschungsansätze zum Modellversuch kurz zusammen.

2.1.3.1 Schülerurteile und Verlaufsuntersuchung über einen handlungsorientierten Metalltechnikunterricht

Die in diesem Kapitel vorgestellte Forschungsarbeit `Schülerurteile und Verlaufsuntersuchung über einen handlungsorientierten Metalltechnikunterricht` geht aus der wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs `Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule` am Lehrstuhl für Pädagogik der TU München hervor. TENBERG (1997) untersucht hier ein handlungsorien-

tiertes Unterrichtsvorhaben aus dem Lerngebiet 'Kraftübertragungstechnik' des Berufsfeldes Metalltechnik. Sein forschungsmethodischer Ansatz mit einer grundsätzlich qualitativen Ausrichtung folgt einem pädagogisch-kasuistischem und explorativem Vorgehen. Im einzelnen enthält die Untersuchung drei unterschiedliche Methodenstränge: Eine Expertenanalyse zur Unterrichtskonzeption begutachtet das Unterrichtsvorhaben anhand der bestehenden Materialien und Unterlagen. In einer Verlaufsuntersuchung wird der Unterrichtsablauf audiovisuell dokumentiert, schrittweise verschriftet und bezüglich bestimmter Prozeßmerkmale analysiert. Im Anschluß an den Unterricht werden Stellungnahmen von den teilnehmenden Schülern zum Unterricht durch Einzelinterviews gewonnen.

Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit ist eine Unterrichtskonzeption der zwölften Jahrgangsstufe aus dem Berufsfeld Metalltechnik zum Lerngebiet 'Kraftübertragungstechnik' an der Dr.-Georg-Schäfer-Schule in Schweinfurt. Der Berufsschulunterricht ist hier im Untersuchungszeitraum im Gegensatz zum Blockunterricht in Einzeltagesform organisiert. Das Unterrichtsvorhaben umfaßte 36 Unterrichtsstunden, gleichmäßig verteilt auf sechs Schultage. Ein Praxis- und ein Theorielehrer unterrichteten gemeinsam Auszubildende der Berufe Industriemechaniker, Maschinen- und Systemtechnik und Maschinenbaumechaniker. TENBERG begleitete das Unterrichtsvorhaben, das in der Frühphase des Modellversuchs konzipiert wurde über zwei Schuljahre hinweg.

Dieser Forschungsarbeit liegt ein theoretisches Begründungsfeld für ein Lernen in Verbindung mit Handeln zugrunde. Dabei werden Aspekte aus den Bereichen gesellschaftlich-technologische Veränderungen, Wissenserwerb und Wissensanwendung gegenübergestellt. Der Autor kommt letztendlich zu der Feststellung, daß eine erweiterte Handlungskompetenz nicht über den herkömmlichen Unterricht vermittelt werden könne. Als Bewertungsmaßstab für die eigentliche Untersuchung skizziert er Strukturzüge eines handlungsorientierten Unterrichts, die er in grundlegende Prinzipien der inhaltlichen und organisatorischen Planung, in Prozeßmerkmale und Zielsetzungen eines handlungsorientierten Unterrichts aufteilt.

Angelehnt an den Forschungsansatz einer Fallstudie gewinnt TENBERG audiovisuell unterstützt und in offener Weise eine umfassende Datenmenge über diesen Unterricht, die er in zwei Schritten auswertet. In einem ersten Schritt, der Expertenanalyse der Unterrichtskonzeption in Form von Kurzgutachten, werden dem verschrifteten Datenmaterial thematisch geschlossene Einzelsequenzen entnommen. Diese Sequenzen umfassen die Bearbeitung einzelner Teilaufgabenstellungen. Um die Handlungen zu identifizieren, die mit der Aufgabenbearbeitung zusammenhängen, legt TENBERG verschiedene Beobachtungsschwerpunkte fest, "erstens die Interaktionsprozesse, zweitens die einzelnen Handlungen und drittens die daraus hervorgehenden Ergebnisse" (1997, S. 123). Aus diesen sachlogischen Beurteilungen der Aufgabenbearbeitung entstanden vorläufige, interpretierende Kurzgutachten über die jeweiligen Unterrichtssequenzen. Damit stellt der Autor dar, "- warum welche Schritte durchgeführt werden, - zu welchen Wirkungen sie warum führen und - unter welchen äußeren Umständen (Raum, Medien, Interaktion) sie stattfinden" (ebd.).

TENBERG präzisiert für die Verlaufsuntersuchung als komplexe Auswertung einer Unterrichtssituation die vorausgehenden, eher globalen Aussagen der Kurzgutachten anhand einer kriterienorientierten Beurteilung in einem zweiten Schritt. Er wendet sich dabei schüler- und lehrerbezogenen Einzelfragestellungen zu. Die schülerbezogenen Aspekte betrachten den Wis-

senserwerbprozeß unter situativen, aktiven, konstruktiven, selbstgesteuerten und sozialen Merkmalen, die auf einen `Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive´ (vgl. z.B. REINMANN-ROTHMEIER, MANDL 1994) zurückgehen. Die lehrerbezogene Betrachtung richtet ihren Blick auf die veränderte Lehrerrolle in diesem Unterricht und lehnt sich dabei an den `cognitive-apprenticeship-Ansatz´ (vgl. z.B. STARK, GRAF, RENKL, MANDL, GRUBER 1995) an. Da sich die Untersuchung über zwei Schuljahre erstreckte, werden zudem Modifikationen aufgezeigt, die innerhalb des Erhebungszeitraums von den unterrichtenden Lehrern vorgenommen wurden.

Die Ergebnisse, die aus diesem Forschungszugang hervorgehen, zeigen, daß der untersuchte Unterricht noch nicht als optimal eingestuft werden kann. Trotz dem Fehlen einer handlungssystematischen Planung als entscheidendem Mangel in diesem Unterricht fanden sich eine Vielzahl von interessanten und richtungsweisenden Planungsaspekten. Die Unterrichtsbeobachtung stellte umfassende fachliche und soziale Interaktion der Schüler sowie ein neues Rollenverständnis der Lehrer fest. Die fachlich-inhaltliche Vorgehensweise stimmte gut mit den gesetzten Kriterien überein. Defizite zeigten sich hingegen im sozialen Bereich. Die Lehrer fanden sich größtenteils gut in ihre neue Rolle ein. Tenberg sieht diesen Vorgang der Identifizierung mit einem völlig neuen Unterricht als langjährigen Prozeß und für den von ihm beobachteten Unterricht als am Anfang befindlich.

TENBERG diskutiert die Güte dieses Untersuchungsvorgehens anhand der Gütekriterien qualitativer Forschung nach HUSCHKE-RHEIN (1993). Der Darstellung seiner Ergebnisse zur Verlaufsuntersuchung folgt eine umfangreiche Methodenreflexion, die Probleme innerhalb der Datengewinnung, Datentransformation und Datenauswertung aufzeigt und zur Diskussion stellt. Weiter nimmt er hier zum Erschließungsgehalt der von ihm für die Unterrichtsanalyse angewandten Prozeßmerkmale Stellung.

Neben der Gesamtbeurteilung des Unterrichts wendet sich TENBERG auch der emotionalen Befindlichkeit der an diesem Unterricht teilnehmenden Schüler durch die Erhebung von Stellungnahmen zum Unterricht durch Einzelinterviews zu. Mit zehn Fragen z.B. zur Interessantheit des Unterrichts, zu Lernmöglichkeiten aus Sicht der Schüler oder zum Umgang untereinander (vgl. 1997, S. 87f.) erhebt er die Meinungen von 26 Schülern. Die Auswertung der auf Tonband aufgezeichneten Gespräche erfolgt nach deren Transkription anhand einer strukturellen Inhaltsanalyse. Dabei wird die grammatikalisch-inhaltliche Auflösung der Schülerantworten in binäre Propositionen in Netzdiagrammen dargestellt. In einem ersten Zugriff zerlegt TENBERG die Einzelaussagen in Konzepte und Relationen. Daraus gehen parallel Listen von Vor- und Nachkonzepten, Relationen und den entsprechenden Propositionen hervor. Nach mehreren weiteren Verarbeitungsschritten erstellt er aus diesen Daten fokussierte Netze, die den Kern der nachfolgenden Beurteilung darstellen. Neben den modalen Netzen einzelner Schüler und spezifischen Baumstrukturen zu den einzelnen Fragekonzepten bildet ein Gesamtnetz alle gehäuft auftretenden Propositionen ab. Die Netze beinhalten, neben der Angabe ihrer Ausgangsdaten und Abbildungsleistungen, die aus den Schüleraussagen erhobenen qualitativen, quantitativen und strukturellen Informationen.

Bei der Auswertung dieser Netze stellt TENBERG (vgl. 1997, S. 190ff.) fest, daß die Mehrheit der Schüler den erlebten Unterricht insgesamt als angenehm empfand. Sie bewerteten vor allem das freie und selbständige Arbeiten positiv und fanden das Lehr-Lern-Arrangement insgesamt

abwechslungsreich. Die Schüler wiesen jedoch auch auf organisatorische Probleme hin. Ihre häufigsten Aussagen galten den Aspekten Gruppen- und Zusammenarbeit. Dabei beurteilten sie ihren gegenseitigen Umgang insgesamt sehr positiv. Ebenso wie die Möglichkeit, schülerintern kommunizieren zu können. Die Schüler fühlten sich vor allem innerhalb ihrer Gruppen und in Situationen, in denen Aufgaben zur Lösung kommen, wohl. Das Fehlen der Lehrer empfanden sie ebenso als unangenehm, wie deren Überpräsenz. Als besonders angenehm bewerteten sie die praktischen Unterrichtsanteile, insbesondere wenn diese Theorie und Praxis verbanden. Wenn die Schüler Aufgaben nicht lösen konnten, hemmte dies nach ihren Aussagen Interesse und Aktivität. Lernerfolge nahmen sie sowohl in der Theorie als auch in der Praxis wahr. Zudem kamen sie zur Einschätzung, Gruppenarbeit gelernt zu haben.

Das Forschungsvorgehen in diesem Untersuchungsstrang wird transparent durch eine umfangreiche und präzise Darstellung der einzelnen Schritte im Forschungsprozeß. Dabei bezieht sich eine ausführliche Methodenreflexion auf die Konzeption der Interviewfragen, auf die Interviewdurchführung, ihrer Transkription mit der anschließenden Inhaltsanalyse sowie dem Erschließungsgehalt der Interviewfragen.

TENBERG führt die Einzelergebnisse seiner Untersuchungsstränge zusammen und kommt bezüglich eines handlungsorientierten Unterrichts zu folgenden übergreifenden Feststellungen (1996 S. 198ff.): Handlungsorientierter Unterricht im gewerblich-technischen Bereich müsse immer anhand einer Handlungssystematik geplant, konzipiert und durchgeführt werden. Dabei sei es für den unterrichtenden Lehrer empfehlenswert, die theoretischen sowie praktischen Aufgabenstellungen vorher gründlich und unterrichtsreal zu bearbeiten. Vom Lehrer werde ein hohes Maß an Umstellungswillen und -fähigkeit sowie fachliche und persönliche Kompetenz für seine insgesamt neue Rolle gefordert. Hierbei berühre dies neben der Konzeption vor allem die Durchführung des Unterrichts, insbesondere beim Teamteaching. Weiter stellt TENBERG fest, daß im Zentrum handlungsorientierten Lernens eine zugängliche, anregende und herausfordernde Problemstellung aus der beruflichen Realität stehen müsse, die auch bei unterschiedlichen individuellen Leistungsniveaus selbständig bearbeitet werden könne. Für seine Untersuchung kommt er weiter zu dem Ergebnis, daß Schülergruppen nur in Ausnahmefällen mehr als drei Personen aufweisen und auf freiwilliger Basis gebildet werden sollen. Je leistungshomogener die Gruppe, desto wahrscheinlicher sei, daß jedes Gruppenmitglied einen individualisierten Lernprozeß erlebe. Schüler sollten jedoch auf eigenen Wunsch auch individuell ohne Gruppenbindung arbeiten können. Tenberg fordert weiter eine exakte und umfassende Dokumentation der Lernarbeit durch die Schüler. Zudem müsse ihr Lernfortschritt angemessen und regelmäßig festgestellt und für die Schüler transparent sein. Dabei solle bei allen praktischen Tätigkeiten auf die fachgerechte Ausführung ebenso wie auf die Beachtung aller Unfallverhütungsvorschriften geachtet werden.

Bezüglich des beobachteten und evaluierten Unterrichts stellt TENBERG (ebd. S. 224) zusammenfassend fest, "daß dieser einen guten Ansatz für zukünftige Konzeptionen handlungsorientierter Lehr-Lern-Situationen im metalltechnischen Bereich darstellt. Insbesondere wird hier klar, daß handlungsorientierter Unterricht nicht unbedingt über einen großen Zeitraum angelegt sein muß, sondern sich auch über eine relativ geringe Stundenzahl sinnvoll durchführen läßt. Besonders schlüssig erscheint der Einsatz eines handlungsorientierten Lehr-Lern-Arrangements zur Vertiefung und Situierung eines vorher fachsystematisch erworbenen Wissens, gerade

im Hinblick auf die gewonnenen Erkenntnisse bezüglich der Defizite im Bereich des Grundlagenwissens. Optimierungen sind in vielerlei Hinsicht notwendig, um von einem Experimentalkonzept zu einem effektiven und für Schüler und Lehrer befriedigenden Realkonzept zu gelangen".

Zusammenfassung: Die von TENBERG (1997) durchgeführte qualitativ-empirische Untersuchung gibt einen umfassenden und detaillierten Einblick in ein handlungsorientiertes Unterrichtsvorhaben aus dem Berufsfeld Metalltechnik. Sie arbeitet dabei differenziert die Stärken und Schwächen dieses Unterrichts heraus und begründet sie auf breiter theoretischer Grundlage. Weiter zeigt die Forschungsarbeit anhand von Netzdarstellungen subjektive Befindlichkeiten von Schülern zu diesem Unterricht. Dies erfolgt anhand von beispielhaften Netzen für einzelne Schüler, anhand eines Gesamtnetzes für die Klasse und anhand von Baumstrukturen für einzelne Fragenkomplexe. Aus den Untersuchungsergebnissen und ihrer Interpretation gehen differenzierte Bewertungen zum Unterricht und weitreichende Empfehlungen zur Gestaltung handlungsorientierter Unterrichtsvorhaben mit ihren möglichen Zielbereichen hervor.

2.1.3.2 Handlungsorientierter Unterricht im Berufsfeld Elektrotechnik - Untersuchung einer Konzeption in der Berufsschule und Ermittlung der Veränderung expliziten Handlungswissens

Die nachfolgend vorgestellte Forschungsarbeit 'Handlungsorientierter Unterricht im Berufsfeld Elektrotechnik - Untersuchung einer Konzeption in der Berufsschule und Ermittlung der Veränderung expliziten Handlungswissens' entstand ebenfalls am Lehrstuhl für Pädagogik der TU München im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule'. GLÖGGLER (1997) untersucht hier ein handlungsorientiertes Unterrichtsvorhaben aus dem Lerngebiet 'Steuerungstechnik' des Berufsfeldes Elektrotechnik. Die Arbeit wendet sich dabei zwei Untersuchungsschwerpunkten zu: Einmal dem fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichtsvorhaben mit seiner Konzeption und Durchführung in einer Verlaufsuntersuchung. Weiter der Veränderung von explizitem Handlungswissen von Schülern in Bezug zu diesem Unterricht. Die empirische Forschungsarbeit geht dabei in beiden Teiluntersuchungen qualitativ vor.

Im Mittelpunkt der Untersuchung steht ein Unterrichtsvorhaben zur Steuerungstechnik für Elektroinstallateure im dritten Ausbildungsjahr, das während eines dreiwöchigen Unterrichtsblocks am Berufsbildungszentrum für Elektrotechnik in München stattfand. In einem integrierten Fachunterrichtsraum standen hierzu drei Arbeitsbereiche zur Verfügung. Ein Theoriebereich diente der theoretischen Bearbeitung von Aufgabenstellungen. In einem Laborbereich konnten entwickelte Schaltungen aufgebaut und überprüft werden. Ein PC-Bereich bot die Möglichkeit, schriftliche Unterlagen und Pläne zu erstellen sowie Programme für speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) zu entwickeln, zu simulieren und auf ein Automatisierungsgerät zu übertragen. Die Schüler sollten als Ziel der gesamten Unterrichtseinheit in der dritten Unterrichtswoche eine komplette steuerungstechnische Anlage für eine Zuckerrübenverladestation erstellen. Die erforderlichen Kenntnisse hierfür erarbeiteten sie sich in den ersten beiden Unterrichtswochen in verschiedenen Lerneinheiten, in denen sie leittextgesteuert und selbständig arbeiteten. In dieser Phase konnten die Schüler selbst bestimmen, in welcher Sozialform (Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit) sie zusammenarbeiten wollten. In der dritten Unterrichtswoche waren die Schüler in sogenannten Übungsfirmen in Gruppen von vier bis fünf Personen ohne Fremdsteuerung tätig.

Im ersten Untersuchungsschwerpunkt versucht GLÖGGLER, die beobachtete Unterrichtsrealität möglichst genau zu erfassen und zu dokumentieren. Die Verlaufsuntersuchung erhob dabei die erste und dritte Unterrichtswoche, die zweite Unterrichtswoche wurde nicht beobachtet. Begründet wird dies mit der starken Ähnlichkeit der ersten und zweiten Unterrichtswoche, während sich der Unterricht der dritten Woche wiederum stark vom Unterricht der ersten beiden Wochen abhob.

Die Datengewinnung erfolgt anhand einer offenen, teilnehmenden Beobachtung. In der ersten Unterrichtswoche nahm der Forscher dabei als zusätzlicher Lehrer am Unterricht teil. Er protokollierte handschriftlich das von ihm beobachtete Unterrichtsgeschehen und ergänzte diese Mitschrift im Anschluß an den Unterricht des jeweiligen Tages durch seine Erinnerungen. Der Protokollierung lag ein wenig strukturierter Leitfaden mit grobrastrigen Kriterien zur Beobachtung zugrunde. Dadurch konnte eine hohe Vorstrukturierung und die damit verbundene Gefahr, wesentliche Aspekte nicht zu erfassen, vermieden werden. Die Unterrichtsprotokolle der ersten Unterrichtswoche wurden als Fließtext weiter verschriftet und mit den Lehrern der Klasse kommunikativ validiert. Als Ergebnis entstand eine Verlaufsbeschreibung der ersten Unterrichtswoche.

In der dritten Unterrichtswoche zeichnete GLÖGGLER eine Schülergruppe und damit die von ihnen verkörperte Übungsfirma videot technisch auf. Die erhaltenen Videobänder wurden von einer weiteren Person in einen Fließtext transkribiert und im Anschluß daran von Glöggl er überprüft. In dieser Arbeit wurde besonders der erste Unterrichtstag der dritten Woche detailliert dargestellt, während die weiteren Tage stärker zusammengefaßt wurden. Eine dritte Person überprüfte die Verlaufsbeschreibung anhand der Videoaufzeichnungen erneut auf Stimmigkeit. Glöggl er diskutiert die Güteansprüche dieses Untersuchungsstranges anhand der Gütekriterien qualitativer Forschung nach MAYRING (1996a, S. 115ff.).

Mit der detaillierten und ungeschönten Verlaufsbeschreibung des Unterrichtsvorhabens will GLÖGGLER z.B. Lehrern einen differenzierten Einblick in einen solchen Unterricht ermöglichen. Weiter soll die Unterrichtsdokumentation zu Reflexionen innerhalb von Lehrerfortbildungsmaßnahmen eingesetzt werden. Der Autor beurteilt auf der Grundlage dieser Verlaufsbeschreibung das beobachtete Unterrichtskonzept hinsichtlich der Einlösung von Kennzeichen eines handlungsorientierten Unterrichts aus seiner Sicht. Er bezieht sich dabei auf inhaltliche, schülerspezifische, organisatorische und lehrerspezifische Kennzeichen eines handlungsorientierten Unterrichts (vgl. SCHELTEN, GLÖGGLER 1992, S. 11) und führt diese Merkmale als sein theoretisches Vorverständnis für die Untersuchung an. Die Ergebnisdarstellung gestattet jedoch dem Leser auch, eigene Interpretationen vorzunehmen.

GLÖGGLER (1997, S. 259ff.) kommt bei seiner Interpretation zu dem Ergebnis, daß der beobachtete Unterricht den Anforderungen an einen handlungsorientierten Unterricht insgesamt in hohem Maße gerecht wird. In den drei Unterrichtswochen werden alle von GLÖGGLER vorausgestellten theoretischen Kennzeichen eines solchen Unterrichts eingelöst. Vor allem aber für die erste Woche entwickelt der Untersuchungsansatz Verbesserungsvorschläge für die Unterrichtsdurchführung und für Unterrichtsmaterialien. Aufgrund der wertungsfreien Beschreibung des Unterrichts kann jedoch auch eine Unterrichtsbeurteilung erfolgen, die von einem anderen theoretischen Standpunkt ausgeht und aus anderen Blickwinkeln erfolgt.

Der zweite Untersuchungsschwerpunkt dieser Arbeit widmet sich der Wirkung des beobachteten Unterrichts im Hinblick auf das explizite Handlungswissen von Berufsschülern. Dabei soll ermittelt werden, wie sich das explizite Handlungswissen der Berufsschüler zum Erstellen einer steuerungstechnischen Anlage durch das genannte Unterrichtsvorhaben verändert. In die Untersuchung gehen 16 Schüler einer Klasse ein, die zu Beginn und am Ende des Unterrichtsvorhabens schriftlich und offen durch folgende Aufgabe befragt wurden: "Schreiben Sie nun möglichst genau und in allen Einzelheiten die Arbeits- und Gedankenschritte nieder, die Ihrer Meinung nach bei der Erstellung einer Steuerungsanlage ablaufen. Stellen Sie sie in eine Reihenfolge, in der sie normalerweise auftreten" (GLÖGGLER 1997, S. 166). Das so erhaltene verbale Datenmaterial repräsentiert das von den Schülern in Planungsphasen aktivierbare Wissen als explizites Handlungswissen.

Die theoretische Basis für diesen Untersuchungsstrang bildet die Handlungstheorie nach AEBLI (1980 u. 1981) und der Begriff des Handlungswissens. AEBLI wendet sich zum einen gegen eine dualistische Sichtweise von Denken und Handeln und legt dieser Untersuchung eine Darstellungsform von Handlungswissen zugrunde, die einen "besonders pragmatischen Ansatz" (GLÖGGLER 1997, S. 139) für diese Untersuchung bietet. Die Beschreibung des expliziten Handlungswissens der Schüler erfolgt in Anlehnung an die Darstellung als sprachliches und graphisches Netzwerk auf zwei Zugangsebenen.

Die Feststellung der intraindividuellen Veränderungen expliziten Handlungswissens nimmt GLÖGGLER für die Vor- und Nachtests von zwei ausgewählten Schülern vor, für die er insgesamt vier Einzelnetze erstellt. Bei diesem Auswertungszugang erfolgt eine regelgeleitete Aufarbeitung des Textrohmaterials über die Netzwerkdarstellungen des expliziten Handlungswissens einzelner Schüler.

In einem zweiten Auswertungszugang werden die Aussagen aller Schüler zu je einem Gesamtnetz für den Vor- und Nachtest aggregiert. Das Textrohmaterial der Schülerantworten wird hierfür einer qualitativen Inhaltsanalyse unterzogen. Zur Entwicklung eines Kategoriensystems für die qualitative Inhaltsanalyse paraphrasiert GLÖGGLER alle Schüleraussagen und faßt inhaltsgleiche Paraphrasen zu einer Kategorie zusammen. Anschließend gliedert er das Kategoriensystem nach übergeordneten Gesichtspunkten. Er erhält damit ein Kategoriensystem, das aus einer geordneten Sammlung von Paraphrasen besteht und ihm ermöglicht, alle von den 16 Schülern genannten Handlungseinheiten in je einem Netz für den Vortest und den Nachtest abzubilden.

Bei diesen Netzdarstellungen berücksichtigt GLÖGGLER für die spätere Interpretation den Aspekt, daß die Schüler ihre Aussagen zum Teil gliedern. Da die Reihenfolge, in der die genannten Handlungseinheiten üblicherweise auftreten, in einem Gesamtnetz nicht anschaulich darstellbar ist, erstellt er auch hierfür separate Abbildungen. Er entwickelt dazu ein Verfahren, das die Transitivitätseigenschaft von anzuordnenden Relationen ausnutzt und so eine Rekonstruktion der Reihenfolgen erlaubt. Für die formale Beurteilung der Einzel- und Gesamtnetze definiert er zusätzlich Indizes, die zusammen mit einer inhaltlichen Beurteilung Rückschlüsse auf die Qualität des erhobenen Handlungswissens erlauben.

Aus der Interpretation der Untersuchungsergebnisse leitet GLÖGGLER (1997, S. 268ff.) ab, daß sich das Handlungswissen der Berufsschüler über die Erstellung einer steuerungstechnischen Anlage in weiten Teilen erheblich verbessert hat. Darüber hinaus wird das Handlungswissen der

Berufsschüler im interindividuellen Vergleich homogener. Er folgert daraus, daß in bezug auf diesen Teilaspekt der untersuchte handlungsorientierte Unterricht eine Förderung beruflicher Handlungskompetenz erbracht habe. GLÖGGLER führt an, daß wichtige Begriffe und Handlungseinheiten im Nachtest stärker in den Vordergrund treten und der Umfang der Netze erheblich ansteigt. Weiter zeigte sich, daß die Schüler im Nachtest wesentlich stärker auf die Möglichkeit einer Gliederung ihrer Aussagen zurückgriffen. Neben diesen inhaltlichen Erkenntnissen muß als ein weiteres Ergebnis dieser Forschungsarbeit das entwickelte forschungsmethodische Auswertungsverfahren für diese Teiluntersuchung gesehen werden.

Hierfür relevante Gütekriterien diskutiert GLÖGGLER auch hier anhand der Gütekriterien qualitativer Forschung nach MAYRING (1996a, S. 115ff.). Zusätzlich führt er für die qualitative Inhaltsanalyse eine Expertenvalidierung durch einen Lehrer der untersuchten Klasse und eine Überprüfung der Intercoderreliabilität durch. Dabei weist er nach, daß seine Inhaltsanalyse hoch valide ist. Für das entwickelte Untersuchungsinstrumentarium stellt er eine zufallsbereinigte Intercoderreliabilität von 0,956 fest und weist somit nach, daß sein methodisches Vorgehen hoch reliabel ist.

Aus den Ergebnissen dieser Untersuchung und ihrer Interpretation leitet GLÖGGLER (1997, S. 279ff.) Folgerungen und Anregungen in bezug auf die Übertragung der untersuchten Konzeption auf andere Schulen und die Planung eines handlungsorientierten Unterrichts ab. Er spricht dabei Bedingungen für die Übertragbarkeit des untersuchten Unterrichts auf andere Schulen an und weist auf wichtige Aspekte und Voraussetzungen für eine erfolgreiche Durchführung von handlungsorientierten Unterrichtsvorhaben hin. Zudem stellt er die vielschichtigen Erfahrungen vor, die durch den unmittelbaren Kontakt mit dem Untersuchungsfeld und den darin agierenden Personen gewonnen wurden. Daneben weist er kurz auf den weiteren empirischen Forschungsbedarf in dem sich derzeit erst öffnenden Feld handlungsorientierter Unterrichtskonzeptionen hin.

Zusammenfassung: Die von GLÖGGLER (1997) durchgeführte empirische Untersuchung gibt einen umfassenden und detaillierten Einblick in ein handlungsorientiertes Unterrichtsvorhaben aus dem Berufsfeld Elektrotechnik. Sie beschreibt mit variierendem Tiefgang charakteristische Strecken dieses Unterrichts und bewertet ihn differenziert auf theoretischer Grundlage. Weiter zeigt die Forschungsarbeit anhand von Netzwerkdarstellungen zu einem Vor- und Nachtest, wie sich das explizite Handlungswissen der Schüler anhand dieses Unterrichts verändert. Dies erfolgt einmal interindividuell für die gesamte Klasse, außerdem intraindividuell für zwei ausgewählte Schüler. Aus den Untersuchungsergebnissen und ihrer Interpretation gehen differenzierte Bewertungen des Unterrichts und wichtige Empfehlungen für die Gestaltung von handlungsorientierten Unterrichtsvorhaben hervor.

2.1.3.3 Gesamtevaluation des Modellversuchs

Die Abteilung `Allgemeine Wissenschaften` des Bayerischen Staatsinstituts für Schulpädagogik und Bildungsforschung (ISB) unterzog als Teil der wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs `Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule` alle am Modellversuch beteiligten Schulen und die von ihnen durchgeführten Unterrichtsvorhaben einer Evaluationsstudie. HÜFNER und MÜLLER (1994) dokumentieren in einem Zwischenbericht zum Stand des

Modellvorhabens im Schuljahr 1992/93 alle 15 zu diesem Zeitpunkt teilnehmenden gewerblichen Schulen mit ihren Unterrichtsvorhaben. Weiter legt HÜFNER (1996b) die Gesamtevaluation aller Schulen offen, die am Modellvorhaben in den Schuljahren 1993/94 und 1994/95 beteiligt waren. Das nachfolgende Kapitel bezieht sich auf diese abschließenden Ergebnisse zur Gesamtevaluation des Modellversuchs.

Die hier beschriebene Gesamtevaluation (vgl. HÜFNER 1996b) umfaßt 23 Schulen, die in den letzten beiden Schuljahren 1993/94 und 1994/95 am Modellversuch mit fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichtsvorhaben teilnahmen. 22 Schulen waren mit jeweils einem Berufsfeld beteiligt, eine weitere Schule mit drei Berufsfeldern. Das Berufsfeld Metalltechnik war an sechs, das Berufsfeld Elektrotechnik an neun, das Berufsfeld Chemie/Biologie/Physik an zwei und das Berufsfeld Wirtschaft und Verwaltung an acht Berufsschulen im Modellversuch integriert. Für die Evaluationsstudie wurden fünf Erhebungsinstrumente eingesetzt:

Ein Lehrerfragebogen (vgl. HEIMERER, SCHELTEN, SCHIEßL 1996, S. 238 - 252) erfaßte einmal organisatorische, räumliche und personelle Rahmenbedingungen des Unterrichtsvorhabens. Zudem erfragte er in vorwiegend offener Form benutzte schriftliche Lernmaterialien, Medien und sachliche Ausstattung. Ein weiterer Fragenkomplex erfaßte vorwiegend anhand gebundener Fragen die Unterrichtskonzeption und den Unterrichtsablauf. Die Ergebnisse des Unterrichts aus Lehrersicht sollten anhand einer siebenteiligen Schätzsкала von +3 (sehr gut) über 0 bis -3 (sehr schlecht), bezogen auf 18 vorgegebene Items, von den Lehrern bewertet werden. Außerdem wurden Schwierigkeiten bei der Planung und Durchführung des Unterrichtskonzepts in offener Form erhoben.

Auf einem Schülerdatenblatt (ebd. S. 253) schätzten die Lehrkräfte den Lernstand jedes Auszubildenden in ihren Modellversuchsklassen zu Beginn und am Ende der Unterrichtseinheit ebenfalls anhand einer siebenteiligen Schätzsкала ein. Die Items bezogen sich sowohl auf die fachliche wie die überfachliche Dimension des Lernprozesses.

Auf dem Schülerfragebogen (ebd. S. 254 - 259) gaben die Auszubildenden über ihre Wahrnehmung zum fächerübergreifenden Unterricht, zur Gruppenarbeit, zu den Unterrichtsmaterialien und zum Unterrichtsverlauf Auskunft. Ihre Einschätzungen zu den vorformulierten Statements erfolgten anhand einer siebenteiligen Skala. Ergänzende offene Fragen erweiterten die Antwortmöglichkeiten. Zusätzlich ordneten sie die aus ihrer Sicht erreichten Lernergebnisse zu zwölf Items ebenfalls anhand einer siebenteiligen Schätzsкала ein. Weiter wurden Daten zur Ausbildung und zur Person eines jeden Schülers erhoben.

Neben den eben angeführten wesentlichen Erhebungsinstrumenten erweiterten und vertieften Einzel- und Gruppengespräche mit Lehrkräften und Jugendlichen in Form einer offenen Befragung die erhobenen Informationen.

Zusätzlich ergänzten Unterrichtsbeobachtungen mit entsprechenden Rückmeldungen an die Lehrkräfte die Erhebungen.

Vor den beiden Befragungszeiträumen war an allen Versuchsschulen mindestens eine Unterrichtseinheit erarbeitet und bereits einmal erprobt worden, so daß die organisatorischen, personellen und sachlichen Probleme beim Erstellen und erstmaligen Durchführen einer Unterrichtseinheit bei den meisten Schulen als weitgehend überwunden gelten konnten. Die in den Schuljahren 1993/94 und 1994/95 gewonnenen Daten wurden in der Gesamtevaluation zusam-

menfassend ausgewertet, um eine breitere Datenbasis zu erhalten. Die schriftlich erhobenen Daten aus beiden Schuljahren umfassen 63 Lehrerfragebogen und 1581 Schülerfragebogen aus insgesamt 87 Klassen. Weiter liegen 998 Einschätzungen zum Lernstand von Schülern vor und nach dem Unterricht vor. Ihre statistische Verteilung nach Berufsfeldern, Klassen und Unterrichtseinheiten zeigt HÜFNER (1996b, S. 136 - 138).

Die Auswertung der Daten dieser Studie bedient sich hauptsächlich der Methoden der deskriptiven Statistik. Ihr Hauptaugenmerk bei der Aufbereitung und Darstellung der Daten liegt auf den spezifischen Realisierungsbedingungen und der Einschätzung der Probleme und Effekte innerhalb der jeweiligen Berufsfelder. Hierzu werden in den Ausführungen die vier beteiligten Berufsfelder nebeneinander gestellt und die Mittelwertsunterschiede betrachtet. Die so festgestellten Differenzen zeigen jedoch nur zu den auf Fakten bezogenen Fragen (z.B. Schulabschluß) reale Unterschiede in den Sachverhalten auf. Der Großteil der Fragen zu subjektiven Einschätzungen kann jedoch nur als realer Unterschied in den Einschätzungen dieser Sachverhalte durch die befragten Personen gesehen werden, da sich die zugrunde gelegten Daten auf subjektive Wahrnehmungen und Bewertungsmaßstäbe der befragten Personen beziehen.

Die Evaluationsstudie dokumentiert umfassend auf der Grundlage einer breiten Datenbasis alle im Erhebungszeitraum im Modellversuch integrierten Schulen und die an ihnen verwirklichten Unterrichtskonzepte. Dabei werden die Eingangsvoraussetzungen von allen 1554 teilnehmenden Schülern bezüglich Geschlecht, Staatsangehörigkeit, Betriebszugehörigkeit, betrieblicher Ausbildung und Schulabschluß je nach Berufsfeld vorgestellt. Zu den Rahmenbedingungen macht die Studie weiter Angaben zu Zeitstruktur, Unterrichtsorganisation, Unterrichtsräumen und Ausstattung, Lernmaterial und der Kooperation der Lehrkräfte. Zur Unterrichtskonzeption wurden Angaben zu fächerübergreifenden Elementen des Unterrichts, zum Grad der Handlungsorientierung, zu Berufsnähe und Komplexität, zu Mitgestaltungsmöglichkeiten der Schüler und ihrer Selbständigkeit, zu Gruppenarbeit, zur Rolle der Lehrkraft und zur Zusammenarbeit und Kooperation mit Betrieben erhoben und dargestellt.

Die Untersuchung legt damit das gesamte Feld der am Modellversuch 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' beteiligten Unterrichtsvorhaben offen und dokumentiert verschiedene Rahmenbedingungen und konzeptionelle Gestaltungsmerkmale der jeweiligen Unterrichtsvorhaben mit Aspekten zum Unterrichtsablauf. Damit bietet die Studie einen detaillierten Einblick in die vielfältigen Ausprägungsmöglichkeiten und Realisierungsformen fächerübergreifender und handlungsorientierter Unterrichtskonzeptionen vor dem Hintergrund schulorganisatorischer Eigenheiten und Vorgaben sowie vor eigenen Einschätzungen der Lehrer bezüglich des von ihnen entwickelten und durchgeführten Unterrichts.

Ergebnisse und Bewertungen des fächerübergreifenden Unterrichts werden jeweils getrennt aus der Sicht der Schüler und Lehrer aufbereitet. Zu den Ergebnissen aus Sicht der Schüler geben die Auszubildenden Auskunft darüber, was sie ihrer Meinung nach durch den fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht bezogen auf methodisches Vorgehen, Zusammenarbeit mit anderen und berufsrelevanten Qualifikationen gelernt haben. Die Lehrkräfte wurden gebeten, den Lernstand eines jeden Auszubildenden vor und nach der Unterrichtseinheit einzuschätzen und durch die Differenzbildung auf den Lernzuwachs zu schließen. Gegenstand ihrer Bewertung waren theoretische und mathematische Kenntnisse, berufspraktische Fertigkeiten, sprachliche Fähigkeiten, Selbständigkeit, Lerntechniken und berufsspezifische Handlungsstrategien, Lern-

motivation, Verantwortungsbereitschaft, die Fähigkeit, größere fachliche Zusammenhänge zu erkennen, das Gelernte in neuen Zusammenhängen anzuwenden und das Problembewußtsein der Schüler gegenüber dem Thema des Unterrichts.

Eine Einschätzung der Lerneffekte des Unterrichts, die durch Selbstauskünfte der Schüler und durch Einschätzungen der Lehrkräfte erfolgte, bedient sich bei ihrer schriftlichen Befragung einer siebenteiligen Schätzskala von +3 über 0 zu -3 zu vorgegebenen Items. Die so aufgenommenen subjektiven Einschätzungen der Schüler und der Lehrer zum Lernfortschritt werden über Mittelwerte verglichen. Obwohl dieses methodische Vorgehen für den hier betrachteten Untersuchungsgegenstand in Frage gestellt werden kann, liefern die damit gewonnenen Daten interessante Eindrücke zur Einschätzung, die Lehrer ihrem Unterricht und seiner Wirkung zuschreiben und zur Selbsteinschätzung der Schüler zu den in diesem Unterricht gelernten Inhalten.

Die Bewertungen zum fächerübergreifenden Unterricht aus Schülersicht bezogen sich im Wesentlichen auf die Fragen, wie ihnen dieser Unterricht gefallen hat, ob sie ihn interessant fanden und öfter in dieser Form unterrichtet werden wollten. Damit gibt die Studie einen breiten Einblick in die Einstellungen, Haltungen und Erwartungen, die Schüler nach einem fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht mit dieser Unterrichtsform verbinden.

Die Lehrerbewertungen zu ihrem Unterricht umfaßten Aspekte der Zufriedenheit mit dieser Unterrichtsform aus verschiedenen Blickwinkeln und den Arbeitsaufwand zur Vorbereitung und Durchführung des Unterrichts. Weiter liefert diese empirische Erhebung neben organisatorischen Hinweisen zahlreiche Aussagen von Lehrern zu verschiedensten Aspekten und Problembereichen bei der Vorbereitung, Organisation und Durchführung fächerübergreifender und handlungsorientierter Unterrichtsvorhaben.

Zusätzlich zur eben umrissenen Darstellung der Untersuchungsdaten erfolgte innerhalb dieser Gesamtevaluation des Modellversuchs eine gesonderte Auswertung für das Berufsfeld Wirtschaft und Verwaltung nach Unterrichtsform und Ausbildungsberuf (vgl. HÜFNER 1996b, S. 180ff.).

Neben einer umfassenden Dokumentation des beobachteten Untersuchungsfeldes gingen bereits während der Erhebungsphase differenzierte Optimierungsvorschläge und Anregungen für einzelne Unterrichtsvorhaben aus dieser Untersuchung hervor, die in der Regel rasch umgesetzt werden konnten.

Die Gesamtevaluation des Modellversuchs konnte und wollte eigenen Aussagen zur Folge keinen Vergleich zwischen herkömmlichem, fächergegliedertem Unterricht in der Berufsschule und dem zu erprobenden Konzept eines fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichts nach Effizienzgesichtspunkten liefern (vgl. HÜFNER 1996b, S. 134). Dies hätte ein experimentelles Forschungsdesign erfordert, bei dem die Eingangsvoraussetzungen der Schüler in den Vergleichsklassen hätten parallelisiert werden müssen und die Lehrkräfte mit ihrem persönlichen Unterrichtsstil sich ebenfalls zumindest hätten ähnlich sein müssen. Für eine offene, nur von prinzipiellen Leitideen geführte Entwicklung eines neuen Unterrichtskonzeptes, das an verschiedensten Schulen bei unterschiedlichsten Rahmenbedingungen umgesetzt werden sollte, war ein solcher Zugang nicht angemessen. Er hätte sich primär um eine einengende Kontrolle möglichst aller Unterrichtsbedingungen bemühen müssen, um bei einem Vergleich richtige

kausale Zuschreibungen der beobachteten Effekte sicherzustellen. Die beteiligten Schulen haben ihre Unterrichtsthemen selbst gewählt und sie in sehr unterschiedliche organisatorische und unterrichtsgestaltende Maßnahmen umgesetzt. Auch die Rahmenbedingungen an den Schulen waren sehr verschieden. Ein methodisch abgesicherter Vergleich hätte bedeutet, für jedes Unterrichtsvorhaben des Modellversuchs mindestens eine weitere Schule zu finden, in der jeweils genau dasselbe Thema in konventioneller Art behandelt worden wäre. Neben dem immensen zeitlichen und organisatorischen Aufwand wäre auch aus theoretischer Sicht ein Vergleich aufgrund der jeweils anders akzentuierten Zielsetzungen des herkömmlichen Unterrichts und des handlungsorientierten Ansatzes wenig sinnvoll gewesen.

Zusammenfassung: Die von HÜFNER durchgeführte und dokumentierte empirische Gesamtevaluation des Modellversuchs 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' gibt einen umfassenden und detaillierten Einblick in wichtige Aspekte von Unterrichtsvorhaben der an diesem Modellvorhaben beteiligten Schulen auf der Basis einer deskriptiv-statistischen Datenaufbereitung. Sie konzentriert sich dabei auf bildungstheoretische und didaktisch-methodische Aspekte der Versuchseinheiten und auf die Erhebung von strukturellen und schulorganisatorischen Rahmenbedingungen der Versuchsdurchführung. Hierzu wurden die Konzeptionen der Versuchseinheiten durch Fragebogen erforscht und analysiert sowie punktuelle Unterrichtsbeobachtungen vorgenommen.

2.1.3.4 Zusammenfassung der Forschungsarbeiten des Modellversuchs

Die Forschungsarbeiten der wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' beschäftigen sich empirisch mit Unterrichtsvorhaben in diesem Modellversuch. Der Lehrstuhl für Pädagogik der TU München entschied sich mit den Forschungsarbeiten von TENBERG, GLÖGGLER und der vorliegenden Arbeit für einen qualitativen Ansatz. Dabei wurden ausgewählte, wissenschaftlich begleitete Unterrichtsvorhaben ähnlich einer Fallstudie detaillierten Verlaufsuntersuchungen unterzogen. Der jeweils beobachtete Unterricht wird präzise dokumentiert, seine Stärken und Schwächen offengelegt und diese Ergebnisse einer ausführlichen Interpretation unterzogen. Die einzelnen Forschungsansätze der TU München verfolgen weiter ausgewählte Aspekte der Wirkung dieser Unterrichtsvorhaben. GLÖGGLER (1997) untersucht in seiner Arbeit neben einer Unterrichtsanalyse die Veränderung von explizitem Handlungswissen durch diesen Unterricht. TENBERG (1997) wendet sich zudem der motivationalen Befindlichkeit von Schülern in dem von ihm begleiteten Unterrichtskonzept zu. Die vorliegende Forschungsarbeit richtet neben einer Unterrichtsanalyse ihr Augenmerk auf Aspekte der Anwendung von Wissen an einer berufsnahen Handlungsaufgabe.

Die Untersuchungsansätze der TU München sind jeweils durch qualitative Forschungsansätze geprägt, die stark auf ein Verstehen der Vorgänge und Zusammenhänge im Untersuchungsfeld zielen. Anhand der geringen Anzahl von untersuchten Personen oder Fällen weisen diese Forschungsarbeiten einen starken Tiefgang auf. Dabei werden Wirkungen der erprobten Unterrichtsvorhaben offengelegt und zur Diskussion gestellt. Diese Forschungsarbeiten bewegen sich mit ihren zumindest in Teilen eigens entwickelten methodischen Ansätzen in einem bisher noch wenig bearbeiteten Feld der empirischen Unterrichtsforschung.

In der Abteilung Allgemeine Wissenschaften des bayerischen Staatsinstituts für Schulpädagogik und Bildungsforschung unterzog HÜFNER (1996b) alle am Modellversuch beteiligten Schulen einer Gesamtevaluation. Er legt dabei anhand eines deskriptiv-statistischen Forschungsansatzes verschiedenste strukturelle und schulorganisatorische Rahmenbedingungen des gesamten Modellversuchs empirisch offen. Weiter dokumentiert er, wie die beteiligten Lehrer ihren Unterricht und den damit erzielten Lernerfolg einschätzen und welche Probleme sie sehen. Dazu beschreibt diese Forschung Einschätzungen aller Schüler zu diesem Unterricht und ihrem Lerneffekt. Hüfners Evaluation umfaßt sämtliche in den letzten beiden Jahren am Modellversuch beteiligten Lehrer und Schüler. Er zeichnet daher mit diesem Untersuchungsansatz ein repräsentatives Gesamtbild zu den von ihm erhobenen Kriterien.

Beide Forschungsinstitute ergänzen sich ideal in der Art ihres methodischen Zugangs und ihrer Forschungsaufgaben. Für diesen Modellversuch konnten daher umfassende Ergebnisse unterschiedlichster Ausrichtung gewonnen, interpretiert und ausgewertet werden.

2.2 Blickrichtung der vorliegenden Untersuchung

Die vorliegende Forschungsarbeit am Lehrstuhl für Pädagogik der Technischen Universität (TU) München steht im Gesamtkontext des Modellversuchs 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' in Bayern. An diesem Modellversuch (siehe näher Kapitel 4) beteiligte sich der Lehrstuhl für Pädagogik der TU München als wissenschaftliche Begleitung. Zentrale Frage des Modellversuchs war:

"In welcher Weise müssen Formen und Wege berufsschulischen Unterrichts weiterentwickelt werden, um den Erwerb der überfachlichen Qualifikationen zu fördern?"

Das Forschungsinteresse des Lehrstuhls für Pädagogik der TU München (siehe hierzu näher Kapitel 4.2.1) richtete sich dabei in detaillierten Verlaufsuntersuchungen an ausgewählten Schulen auf die Strukturen und Wirkungen eines fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichts. Aus dieser wissenschaftlichen Begleitung gehen, eingebettet in mehrere Modellversuchsberichte, neben der vorliegenden Arbeit zwei weitere Forschungsarbeiten hervor (GLÖGGLER 1997 und TENBERG 1997). Ihr Vorgehen und ihre Ergebnisse sind in Kapitel 2.1.3 überblickartig skizziert. Eine grobe Zuordnung von Schwerpunkten dieser drei am Lehrstuhl für Pädagogik durchgeführten Forschungsarbeiten kann anhand der nachfolgenden Übersicht 2.1 auf der nächsten Seite aus WEIDENMANN (1990) erfolgen, die grundsätzlichen Überlegungen zu den Forschungsansätzen zugrunde lag. Hier sind "Lernpsychologische Vorzüge des learning by doing" in den drei Bereichen 'Wissenserwerb', 'Transfer' und 'Motivation' als lernpsychologische Begründung eines handlungsorientierten Lernens nebeneinandergestellt.

Die beiden Untersuchungen von GLÖGGLER (1997) und TENBERG (1997) analysieren jeweils einen fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht. GLÖGGLER wendet sich darüber hinaus Aspekten zum 'Wissenserwerb' zu. TENBERG widmet sich weiter dem Bereich 'Motivation' von Schülern in dem von ihm untersuchten Unterricht.

Lernpsychologische Vorzüge des learning by doing		
Wissenserwerb	Transfer	Motivation
<ul style="list-style-type: none"> - vielseitige und intensive Informationsverarbeitung - Informationen werden für Problemlösungen gebraucht, sind also sinnhaftig - Wissen wird im Rahmen einer strukturierten Handlung erworben, damit auch eher strukturiert gespeichert 	<ul style="list-style-type: none"> - handelndes Lernen vermittelt nicht nur deklaratives Wissen ("was"), sondern auch prozedurales ("wie") und Wissen über Prinzipien ("warum") 	<ul style="list-style-type: none"> - Regulation der Passung von Aufgabe und Können - hohe Lernerkontrolle über Ziele, Methoden und Zeiteinteilung - gute Chancen für Flow-Erleben - Handeln wird als selbstbelohnend erlebt - Sinn durch Praxisnähe

Übersicht 2.1: Lernpsychologische Vorzüge eines handlungsorientierten Unterrichts
(nach WEIDENMANN 1990, S. 10)

Die hier dokumentierte Forschungsarbeit hat ebenso wie die bereits oben angesprochenen Ansätze die Analyse einer fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichtskonzeption zum Gegenstand. Weiter betrachtet dieser Forschungsansatz das Vorgehen von Schülern bei der Bearbeitung einer Handlungsaufgabe. Hierbei sollen neben Betrachtungen zum Wissenserwerb auch Aspekte zur Wissensanwendung beleuchtet werden. Damit berührt der Forschungsansatz dieser Arbeit die Kategorie 'Transfer' der in der vorausgehenden Übersicht 2.1 von WEIDENMANN (1990) genannten Vorzüge eines "learning by doing".

2.3 Forschungsinteresse und Fragestellungen

Forschungsgegenstand dieser Untersuchung ist ein Unterrichtskonzept aus dem Bereich Elektropneumatik an der Staatlichen Berufsschule Weilheim. Hier liegt im Berufsfeld Metalltechnik im Lerngebiet Steuerungstechnik ein bereits seit einigen Jahren laufendes und im Rahmen des Modellversuchs 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' in Bayern entwickeltes Unterrichtskonzept vor (siehe näher zu diesem Unterrichtskonzept Kapitel 5). In einer praxisnahen Feldforschung wird dieses fächerübergreifende und handlungsorientierte Unterrichtskonzept einer Evaluation unterzogen. Neben der Analyse des Unterrichtsvorhabens steht die Bearbeitung

einer berufsnahen Handlungsaufgabe durch Schüler, die den beobachteten Unterricht durchlaufen haben, im Blickpunkt der Forschung (zum methodischen Vorgehen siehe Kapitel 6.2).

2.3.1 Forschungsanliegen der Untersuchung

Der Forschungsansatz der vorliegenden Arbeit versucht, Einblicke in ein fächerübergreifendes und handlungsorientiertes Unterrichtskonzept bezüglich seines inhaltlichen und prozessualen Ablaufs zu gewinnen. Dabei richtet sich das Forschungsinteresse auf die Qualität des Unterrichts mit Blick auf die Einlösung von handlungsorientierten Unterricht kennzeichnenden Merkmalen. Weiter soll betrachtet werden, wie Schüler im Anschluß an diesen Unterricht eine berufsnah Handlungsaufgabe lösen. Mit diesen beiden Zugangsrichtungen zum Forschungsgegenstand will die Arbeit das beobachtete Unterrichtsvorhaben einer umfassenden Analyse unterziehen.

Ein Forschungsschwerpunkt verfolgt hierzu mit einer Verlaufsuntersuchung das Ziel, den vorgefundenen und seit mehreren Jahren laufenden fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht präzise zu dokumentieren und ihn inhaltlich und prozessual nachzuzeichnen. Die exakte Verlaufsbeschreibung des Unterrichts ist dabei bereits ein eigenständiges Untersuchungsergebnis. Sie will einem interessierten Personenkreis einen möglichst objektiven Einblick in die Konzeption und Durchführung dieses Unterrichts eröffnen. Diese Unterrichtsdokumentation kann damit als Beispiel für die inhaltliche und konzeptuelle Gestaltung einer fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichtskonzeption stehen und Anregungen für die Entwicklung und Durchführung weiterer Unterrichtsvorhaben liefern.

Neben der präzisen Dokumentation soll das Unterrichtsvorhaben einer inhalts- und ablaufbezogenen Lernprozeßanalyse unterzogen werden. Der beobachtete Unterricht wird hierbei untersucht, wie weit er handlungsorientierten Unterricht kennzeichnende Merkmale einlöst. Das diesem Forschungsansatz zugrundeliegende Theorieverständnis stellt ausführlich Kapitel 3 dar. Ergebnisse der reflektierten Dokumentation und Auswertung der Unterrichtskonzeption liefern in einem ersten Zugriff Anregungen für die weitere Optimierung des beobachteten Unterrichts. Sie sollen aber auch allgemeiner gehaltene Hinweise auf die Gestaltung handlungsorientierter Lernstrecken und die Durchführung eines solchen Unterrichts geben. Dazu werden zusätzlich ausgewählte Ergebnisse vorausgehender Forschungsarbeiten aufgegriffen und an den Ergebnissen dieser Arbeit reflektiert.

Ein zweiter Forschungsschwerpunkt untersucht die Vorgehensweise von Schülern bei der Bearbeitung einer berufsnahen Handlungsaufgabe, nachdem sie den beobachteten, fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht durchlaufen haben. Diese Handlungsaufgabe ist in Anlehnung an den beobachteten Unterricht und im Hinblick auf eine mögliche Berufsrelevanz konstruiert. Die Schülervorgehensweise bei dieser Aufgabenstellung wird ebenfalls auf einer inhaltlichen und prozessualen Ebene beschrieben und analysiert.

Weiter sucht dieser Forschungsschwerpunkt nach Anlehnungen der Schüler bei ihrer Aufgabenbearbeitung an den vorher durchlaufenen Unterricht. Dabei sollen mögliche Zusammenhänge zwischen Lernstrecken des Unterrichts und der Anwendung und Übertragung darin gelernter Elemente auf die Bearbeitung der Handlungsaufgabe herausgefiltert werden. Hinter dieser Betrachtung und der übergreifenden Analyse ihrer Vorgehensweise stehen theoretische Aspekte zum Wissenserwerb (siehe Kapitel 3.2).

Die Ergebnisse des Forschungsschwerpunktes 'Lösungsvorgehen von Schülern bei einer Handlungsaufgabe' sollen Ergebnisse der Verlaufsuntersuchung des Unterrichts ergänzen und die Ergebnisse der Forschungsarbeit insgesamt erweitern. Möglicherweise erkennbare Zusammenhänge zwischen der Aufgabenbearbeitung und durchlaufenen Lerneinheiten innerhalb des Unterrichts können zusätzlich Schlußfolgerungen für die Qualität der entsprechenden Lernstrecken des Unterrichts liefern. Diese weitergehenden interpretativen Auswertungsschritte bedürfen einer äußerst vorsichtigen Handhabung. Sie können jedoch weitere Bewertungsmaßstäbe für dieses Unterrichtskonzept und gegebenenfalls Hinweise auf allgemeinere Empfehlungen zu einem handlungsorientierten Unterrichtsvorgehen liefern.

Die vorliegende Forschungsarbeit zielt mit ihren Ergebnissen auf einen praxisrelevanten Erkenntnisgewinn. Sie will für Wissenschaftler im Bereich der Unterrichtsforschung die Erfahrungen mit der für die durchgeführte Untersuchung entwickelten Vorgehensweise dokumentieren und reflektieren, um sie für weitere Untersuchungen als Anregungen bereitzustellen. Ergebnisse zu Theorieaspekten von handlungsorientiertem Lernen sollen diese breiter untermauern und sie vor dem Hintergrund von Aspekten zur Wissensanwendung diskutieren.

Für den Bereich der Unterrichtspraxis soll das dokumentierte Unterrichtsbeispiel Anregungen zur eigenen Gestaltung und Modifikation von Unterricht liefern. Hierzu sollen auch die an das Unterrichtsvorhaben herangetragenen theoretischen Überlegungen zum Konzept eines handlungsorientierten Lernens dienen, ebenso wie die auf dieser Grundlage durchgeführten Bewertungen. Dadurch soll eine Veranschaulichung pädagogischer Theorie verbunden mit einer stärkeren Verknüpfung mit der Unterrichtspraxis erfolgen. Der Relevanzbereich dieser Arbeit und ihrer Ergebnisse kann daher auch für den Bereich der Lehrerbildung und -fortbildung nutzbringend sein. Das eben allgemein formulierte Forschungsanliegen wird nun nachfolgend in konkreten Forschungsfragen präzisiert.

2.3.2 Forschungsfragen zum Untersuchungsschwerpunkt

'Verlaufsuntersuchung eines handlungsorientierten Unterrichts'

Die zentrale Forschungsfrage zur Unterrichtsevaluation richtet ihren Blick auf die zugrunde gelegten theoretischen Kennzeichen und Merkmale von handlungsorientiertem Unterricht und ihre Einlösung im beobachteten Unterrichtsvorhaben. Sie führt zu folgender übergeordneter Forschungsfrage:

Inwieweit löst der durchgeführte Unterricht Kennzeichen eines handlungsorientierten Unterrichts ein?

Unterfragen:

Ist der untersuchte Unterricht ein handlungsorientierter Unterricht? Wo löst er Kennzeichen eines handlungsorientierten Unterrichts ein, wo löst er sie nicht ein?

Welche Vorzüge und welche Schwächen offenbaren sich in diesem Unterricht?

Welche Optimierungsmöglichkeiten bieten sich in diesem Unterricht?

Welche Empfehlungen zum handlungsorientierten Unterricht in der gewerblich-technischen Berufsschule lassen sich aus den Erkenntnissen ableiten?

Zur Beantwortung dieser Fragen bilden die in Kapitel 3.3 dargestellten Kennzeichen eines handlungsorientierten Unterrichts als zugrundeliegendes Theorieverständnis des Autors die Basis. Bei der Bewertung des Unterrichts sollen sowohl Aspekte seiner Planung und Konzeption als auch seiner Durchführung beleuchtet werden.

2.3.3 Forschungsfragen zum Untersuchungsschwerpunkt `Lösungsvorgehen von Schülern bei einer Handlungsaufgabe`

Die zentrale Forschungsfrage zur Handlungsaufgabe orientiert sich am Schülervorgehen bei der Bearbeitung einer Aufgabenstellung. Sie führt zu folgender übergeordneter Frageformulierung:

Wie lösen Schüler nach einem handlungsorientierten Unterricht eine Handlungsaufgabe?

Unterfragen:

Sind die Schüler in der Lage, eine unterrichts- und berufsnahe Handlungsaufgabe zu lösen?

Gehen die Schüler bei der Aufgabenbearbeitung fachgerecht vor?

Lassen sich bei der Aufgabenbearbeitung gezeigte Wissens- und Handlungskomponenten in Zusammenhang zum durchlaufenen Unterricht und den dort gelernten Inhalten bringen?

Welche Schlüsse können gezogen werden, falls sich hier Zusammenhänge ergeben?

Um diese Fragen zu beantworten, soll das Lösungsvorgehen der Schüler genau beschrieben und zu einer besseren Visualisierung grafisch aufbereitet werden. Diese Darstellungen des Schülervorgehens bei der Aufgabenbearbeitung bilden die Grundlage für eine anschließende Analyse der gezeigten Vorgehensweisen anhand einer Expertenbeurteilung vor dem Hintergrund theoretischer Aspekte zu Wissen und Handeln (siehe hierzu Kapitel 3.2).

Die aus dem zweiten Forschungsschwerpunkt hervorgehenden Erkenntnisse stehen in engem Zusammenhang mit den Ergebnissen der ersten Forschungsfrage. Beide Erkenntnisbereiche sollen in einer Beurteilung der Ergebnisse miteinander verknüpft und aneinander gespiegelt werden, da die Ergebnisse zum zweiten Untersuchungsschwerpunkt rückwirken auf den im ersten Untersuchungsschwerpunkt analysierten Unterricht.

2.4 Vorgehen der Untersuchung

Nachdem die vorliegende Arbeit in Kapitel 1 zum Ausgangspunkt der Untersuchung Stellung genommen hat, greift sie in Kapitel 2 die aktuelle empirische Forschungslage im Bereich `handlungsorientierter Unterricht in der Berufsschule` auf. Sie geht dabei auf die allgemeine Situation dieser Forschungsrichtung, auf inhaltsähnliche Forschung im deutschsprachigen Raum und besonders auf empirische Untersuchungen innerhalb des Modellversuchs `Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule` in Bayern ein. Hier werden die bisherigen Forschungsarbeiten am Lehrstuhl für Pädagogik der TU München gesondert beleuchtet. Kapitel 2 skizziert außerdem die Blickrichtung und die Fragestellungen der Untersuchung.

Begründungsansätze für ein handlungsorientiertes Lernen, Theorieaspekte zum Wissenserwerb und theoretische Kennzeichen und Merkmale eines handlungsorientierten Unterrichts werden als Theoriegrundlagen dieser Arbeit in Kapitel 3 vorgestellt.

Kapitel 4 umreißt den Modellversuch 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' mit besonderem Schwerpunkt der Arbeit der wissenschaftlichen Begleitung durch den Lehrstuhl für Pädagogik der TU München, der als Hintergrund für die hier dokumentierte Untersuchung zu sehen ist.

Die organisatorischen Rahmenbedingungen und die Konzeption des fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichts an der Staatlichen Berufsschule Weilheim als Forschungsgegenstand dieser Untersuchung werden in Kapitel 5 vorgestellt.

Kapitel 6 umschreibt den forschungsmethodischen Ansatz dieser Forschungsarbeit. Dabei werden der methodologische Hintergrund und methodische Grundüberlegungen in bezug zur vorliegenden Arbeit skizziert. Anschließend folgt eine Erläuterung der methodischen Vorgehensweise der Untersuchung. Danach werden Aspekte qualitativer Gütekriterien zu dieser Untersuchung umrissen.

Die Kapitel 7 und 8 stellen die beiden Untersuchungsschwerpunkte 'Verlaufsuntersuchung eines handlungsorientierten Unterrichts' und 'Lösungsvorgehen von Schülern bei einer Handlungsaufgabe' vor. Dabei werden die einzelnen Phasen der Datenerhebung, der Datentransformation und -aufbereitung und der Datenauswertung beschrieben. Es folgt eine Methodenkritik mit Blick auf Güteaspekte des Vorgehens. Kapitel 8 stellt zusätzlich das Untersuchungsinstrument 'Handlungsaufgabe' vor.

Die Ergebnisse der Untersuchung präsentiert Kapitel 9. Dabei werden umfassend die verschiedenen Ergebnisteile der 'Verlaufsuntersuchung' und der 'Handlungsaufgabe' vorgestellt.

Die Beurteilung der Untersuchungsergebnisse und ihre Interpretation erfolgen in Kapitel 10. Dies wird zuerst getrennt nach den Ergebnissen zur Konzeption und Durchführung des beobachteten Unterrichts und zur Schülervorgehensweise beim Lösen der Handlungsaufgabe vorgenommen. Im Anschluß daran werden mögliche Bezüge zwischen Ergebnissen der Verlaufsuntersuchung und der Handlungsaufgabe herausgearbeitet und einer übergreifenden Interpretation unterzogen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit werden in Kapitel 11 in Bezug zu relevanten Forschungsergebnissen bereits vorliegender Arbeiten gebracht. Ein weiterer, daraus abgeleiteter Untersuchungsbedarf zukünftiger Forschungsvorhaben im beschrifteten Forschungsfeld wird mit Anregungen zur Untersuchungsdurchführung und zu möglichen Untersuchungsgegenständen aufgezeigt.

In Kapitel 12 schließen sich Folgerungen aus den gewonnenen Untersuchungsergebnissen für die Gestaltung eines handlungsorientierten Unterrichts an.

Ein Ausblick, bei dem das Konzept eines handlungsorientierten Unterrichts im Hinblick auf seine Bedeutung für die berufliche Bildung eingestuft wird, erfolgt in Kapitel 13.

Kapitel 14 faßt wesentliche Schritte und Ergebnisse dieser Forschungsarbeit zusammen.

Am Ende der einzelnen Kapitel oder umfangreicherer Unterkapitel werden in der Regel die wesentlichen Inhalte der vorausgehenden Textabschnitte in Zusammenfassungen zum Überblick verdichtet wiedergegeben.

3 Theoretische Grundlagen

Das folgende Kapitel legt den theoretischen Standpunkt dieser Arbeit dar. Die auf der Basis der aktuellen Diskussionslage aufgezeigten Zusammenhänge und Folgerungen dienen als theoretischer Hintergrund für die durchgeführte empirische Untersuchung. Einleitend werden in Kapitel 3.1 sozialisationstheoretische und anthropologisch-lernpsychologische Ansätze zu einem Begründungsfeld für ein berufliches Lernen verbunden mit Handeln aufgespannt, in dem unterschiedliche Blickrichtungen die verschiedenen Dimensionen zeigen. Das anschließende Kapitel 3.2 skizziert theoretische Überlegungen zum Wissenserwerb und zur Wissensanwendung. Handlungsorientierter Unterricht in der Berufsschule faßt vorliegende verwandte Konzepte didaktisch-methodisch unter einer leitenden Perspektive zusammen. Kennzeichen und Merkmale, die dieses Unterrichtskonzept näher beschreiben und anhand theoretischer Überlegungen begründen, stellt Kapitel 3.3 vor. Abwägende Betrachtungen in Kapitel 3.4 ordnen die vorausgehenden Theorieüberlegungen in einen wissenschaftlichen Gesamtrahmen ein.

3.1 Begründungsansätze für ein handlungsorientiertes Lernen

Sozialisationstheoretische Aspekte zeigen aus zwei unterschiedlichen Blickwinkeln die Erfordernisse eines handlungsorientierten Lernens. Hierzu greift Kapitel 3.1.1 die technischen und produktiven Veränderungen und die aus ihnen hervorgehenden veränderten Qualifikationsanforderungen einer modernen Arbeitswelt auf. Kapitel 3.1.2 umschreibt für die Adressaten einer beruflichen Bildung ihre veränderten Eingangsvoraussetzungen und Veränderungen in der Lebensumwelt. Beide Abschnitte münden in eine zweite, anthropologisch-lernpsychologische Betrachtungsebene, die in Kapitel 3.1.3 lerntheoretische Begründungsaspekte für ein Lernen in Verbindung mit Handeln vorstellt.

3.1.1 Anforderungen aus einer modernen Arbeitswelt

Ein massiver technischer Wandel in den achtziger Jahren führt insbesondere unter dem ständig zunehmenden Einfluß der Mikroelektronik und der Informations- und Kommunikationstechniken in nahezu allen Bereichen der Wirtschaft und des Arbeitsmarktes zu einem inhaltlich veränderten Anforderungsprofil an berufliche Facharbeit. Arbeitsaufgaben in Produktion, Dienstleistung und Verwaltung verändern sich durch eine immer stärker werdende Automatisierung, Rechnerunterstützung und Vernetzung. Im Produktionsbereich verlagern sich Transport- und Maschinenbedienungsaufgaben hin zu Leit-, Überwachungs-, Planungs- und Reparaturtätigkeiten. Viele meist hoch technisierte und automatisierte Arbeitsvorgänge werden immer weniger anschaulich und erlebbar. Hier läßt sich als Beispiel die spanende Bearbeitung von Werkstücken anführen, die bei modernen, CNC-gesteuerten Werkzeugmaschinen in einem hermetisch gekapselten Arbeitsraum erfolgt. Perzeptive Tätigkeiten, die gleichzeitig eine höhere Verantwortung mit sich bringen, nehmen dabei zu. Das mit einer Arbeitshandlung verbundene Erfolgserlebnis

verlagert sich vom konkreten, mit den Händen erfahrbaren Bereich auf eine nur abstrakt erfahrbare Ebene. Die Arbeitsanforderungen liegen zunehmend im kognitiven Bereich. Bei den Büro- und Verwaltungstätigkeiten entstehen durch die neuen Techniken multifunktionale Arbeitsplätze, an dem Bildschirmarbeit, Sachbearbeitung und Kommunikation integriert werden. Generalisierend läßt sich feststellen, daß die körperliche Belastung, die Belastung durch Umweltinflüsse und die Anforderungen an die manuelle Geschicklichkeit zwar sinken, die Komplexität und der Abstraktionsgrad eines Berufes mit den erforderlichen Kenntnissen und übertragenen Verantwortungen und damit die geistige Belastung jedoch erheblich wachsen. Das für die Erledigung eine Arbeitsaufgabe erforderliche Wissen steigt, von einer Verlagerungstendenz der Handarbeit zu vermehrter Kopfarbeit kann hier gesprochen werden. Eine stärkere psychisch-mentale Belastung der Arbeitnehmer ist die Folge.

Dem in den achziger Jahren einsetzenden technischen Wandel und den neuen Techniken, zu denen auch neue Werkstoffe, die Laser-, Sensor-, Bio- und Gentechnik zählen, folgte spätestens seit den neunziger Jahren ein produktiver Wandel. Die streng arbeitsteilige, tayloristische Arbeitsorganisation verliert an Bedeutung. Ganzheitliche Fertigungsstrategien, sogenannte schlanke Produktionslinien, treten in den Vordergrund. Sie sind gekennzeichnet durch eine produktionsgerechte Konstruktion, eine flexible Automatisierung und eine arbeitsgruppenorientierte Betriebsorganisation. Grund für diese Kehrtwende war die sich zunehmend durchsetzende Erkenntnis, daß eine tayloristisch zergliederte Arbeit nur vordergründig eine hohe Produktivität ermöglicht. Nachteile sind der hohe Aufwand zur Arbeitsvorbereitung und Logistik, eine hohe Systemträgheit mit langen Reaktionszeiten bei auftretenden Problemen oder erforderlichen Modifikationen, hochspezialisierte Tätigkeitsprofile mit reduzierter Flexibilität und Mobilität um hier nur einige Beispiele zu nennen. Kennzeichnend für die 'schlanke Produktion' wurden Stichworte wie Dezentralisierung, Arbeitsinseln und Gruppenarbeit. Große, hierarchisch strukturierte Organisationen wurden in kleinere, relativ autonome und überschaubare organisatorische Einheiten aufgegliedert. Formale Strukturen treten nach SEMBILL (1992, S. 28f.) hinter 'organisationskulturellen' Werten und Normen zurück. Konzepte wie 'individualisierte Organisation', 'integriertes Management' und besonders 'Selbstorganisation', die er hier als oberste Entwicklungsstufe der Systembildung sieht, gewinnen an Bedeutung. Innerhalb dieser Entwicklung kommt insbesondere der Kommunikation eine Schlüsselstellung zu. Über die fachlichen Kompetenzen hinaus erweitert sich das Anforderungsprofil an den Facharbeiter um personale und soziale Fähigkeiten. Diese vom Mitarbeiter verlangten und geförderten humanen Befähigungen wie z.B. Selbständigkeit oder Teamfähigkeit gewinnen mehr und mehr an Bedeutung. Diese Entwicklung zu ganzheitlicheren Arbeitstätigkeiten trägt sicher zur Humanisierung der Arbeitswelt bei. Gleichzeitig verbindet sich damit jedoch auch der Gedanke an ein daraus entstehendes Rationalisierungspotential durch ein befriedigenderes, verantwortlicheres und effektiveres Arbeiten, mit dem jedoch gleichzeitig eine höhere Belastung des Arbeiters einhergeht.

Die neuen und zukünftigen beruflichen Aufgaben und Anforderungen im Zuge des technischen und produktiven Wandels lassen sich zusammenfassend folgendermaßen kennzeichnen (vgl. ZEDLER 1994):

- flexible Arbeitszeiten, Absprache im Team
- selbständige Planung der Arbeitsaufgaben
- Arbeitsaufteilung im Team
- selbständige Störungsanalyse und Reaktion

- verantwortliche Stoff- und Werkzeugdisposition
- verantwortliche Qualitätssicherung
- Terminverantwortung
- Beteiligung am Kostenmanagement

Die früher typischen Merkmale einer Arbeitstätigkeit beschränkten sich auf das Ausführen vorgegebener Planungen nach Anweisung. Heute kann als zusammenfassende Anforderung das selbständige Planen, Durchführen und Kontrollieren einer Arbeitshandlung gelten. Neben den steigenden inhaltlichen und fachlichen Voraussetzungen zur Bewältigung der neuen Anforderungen treten zunehmend dispositive Aufgaben in den Vordergrund, bei denen die personalen und sozialen Fähigkeiten immer stärker zum Tragen kommen. Extrafunktionale Qualifikationen, sogenannte Schlüsselqualifikationen (siehe Kapitel 1) gewinnen an Bedeutung, da ihre Reichweite über monoberufliche und berufsfeldweite Qualifikationen hinausgehen. Herkömmliche Qualifizierungskonzepte konnten diesen neuen Anforderungen nicht mehr gerecht werden. Ein Umdenken war erforderlich.

Die Neuordnung der Metall- und Elektroberufe ab 1987 kann als eine erste strukturelle Reaktion auf den Anforderungswandel einer hochwertigen Berufsqualifizierung gesehen werden. Das selbständige Planen, Durchführen und Kontrollieren einer Arbeitstätigkeit ist seither als übergeordnetes Ausbildungsziel in den Ausbildungsordnungen festgeschrieben. Die Persönlichkeitsbildung, die bisher traditionell nur am Rande der beruflichen Bildung vorfindbar war, gewinnt an Stellenwert. Berufsfeldübergreifende Fähigkeiten sollen stärker berücksichtigt werden. Durch neue Berufsinhalte, die besonders durch die Informations- und Kommunikationstechniken geprägt sind, finden sich in vielen Ausbildungsberufen vermehrt theoretische Ausbildungsinhalte. Die alte Aufteilung, im Betrieb gehe es um das "Was" und "Wie", in der Berufsschule hingegen um das "Warum" und "Wozu", läßt sich damit für eine moderne Berufsbildung nicht mehr aufrechterhalten. Vielmehr bedürfen im Betrieb vermittelte Kenntnisse und Fertigkeiten einer vermehrten theoretischen Durchdringung. Die in der Berufsschule zu vermittelnde, immer komplexer werdende Theorie kommt nicht ohne die unmittelbare handlungsgemäße Umsetzung aus, wenn sie vermittelbar bleiben will. Diese neuen inhaltlichen, methodischen und vor allem auch persönlichkeitsbildenden Lernziele erfordern ein Lernen in komplexen, betrieblichen Arbeitssituationen nahen Lernsituationen in einem sozialen Umfeld, die ein handlungsorientiertes Vorgehen nahelegen.

3.1.2 Bedürfnisse der Auszubildenden

Die im vorausgehenden Abschnitt ausschließlich von Seiten der Wirtschaft betrachteten und diskutierten Veränderungen in der Arbeitswelt und den daraus hervorgehenden neuen Anforderungen an die Ausbildung stehen veränderte Anforderungen auch von Seiten der Auszubildenden und späteren Arbeitnehmer gegenüber. Die Adressaten einer Berufsausbildung sind heute junge Erwachsene. Das Durchschnittsalter der Auszubildenden, die eine Berufsausbildung durchlaufen, beträgt derzeit bundesweit ca. 19 Jahre. Die Berufsschule hat sich von einer Jugendschule noch in den siebziger Jahren zu einer Schule für junge Erwachsene spätestens seit den neunziger Jahren gewandelt. Erwachsene erwarten ein selbstbestimmtes, selbstverantwortetes, sinnvolles und anwendungsgerechtes Lernen, dem die Bildungsinstitution Berufsschule durch

geeignete Unterrichtskonzepte nachkommen muß. Ein handlungsorientiertes Lernen an praxisorientierten Unterrichtsgegenständen entspricht diesen Erwartungen wohl am weitesten.

Zu dieser Entwicklung kommt ein tiefgreifender Wandel des kulturellen Aneignungsprozesses hinzu, bei dem ein Erfahrungsgewinn aus zweiter Hand ein unmittelbares Auseinandersetzen mit der Realität mehr und mehr überlagert. Dies hat sowohl Folgen für die Entwicklung der Persönlichkeit, als auch für den Aufbau kognitiver Strukturen. GUDJONS (1986, S. 11ff.) führt als Beleg für diese Veränderungen einmal demographische Befunde wie den Rückgang der Großfamilie und die zunehmende Verbreitung von Kleinhaushalten an. Zusätzlich hierzu führt die zunehmende Fülle moderner Lebenstechniken zu einem erheblichen Verlust an anregenden, sinnlich-unmittelbaren und auch sozialen Erfahrungen im tätigen Umgang mit Dingen und Menschen. Weiter zeigt er auf, daß sich Handlungsmöglichkeiten von Kindern mehr und mehr "auf für sie ausgegrenzte, pädagogisch angelegte Spezialräume" verlagern (ebd. S. 13), in denen selbständige Erfahrungsmöglichkeiten und selbstgesteuerte Eigentätigkeiten durch konsumierende Formen in der Aneignung von Kultur verdrängt werden. Das kindliche Raumerleben verliert an Ganzheitlichkeit. Verschiedene Inseln wie die 'Wohninsel' oder die 'Schulinsel' reduzieren ein 'Er-Fahren des Raumes', das durch ein 'panoramatisches Raumerleben' abgelöst wird. Einen herausragenden Veränderungsfaktor spielen für GUDJONS (ebd. S. 14ff.) das Fernsehen und die elektronischen Medien. Fernsehen führt demnach tendenziell zu einer symbolischen Vorstellung der Umwelt, dominiert durch eine ikonisch-bildhafte Aneignungsweise. Hier erzeugen "nicht die Erfahrung von Wirklichkeit sondern vorfabrizierte Deutungen und Botschaften (die oft nur noch konsumiert, nicht aber entschlüsselt, interpretiert, entdeckt oder gar kritisch analysiert werden wollen) ... eine Vorstellung davon, wie die Welt sei" (GUDJONS 1990, S. 50). Der Computer fördert zwar Denkprozesse, nicht aber zwangsläufig auch Kreativität. Insgesamt fördern die neuen Technologien die Tendenz, die ihnen immanente Logik als Realität zu betrachten. Zum Wandel in den äußeren Lebensbedingungen tritt der Verlust von sinnlicher Erfahrung in der Schule aufgrund einer häufig vorzufindenden 'Tafel-Kreide-Schwamm-Pädagogik' und einer "Krise fehlender zukunftsrelevanter Handlungsperspektiven und damit des Sinns von Schule" (GUDJONS 1986, S. 17) hinzu.

Die aus den eben angedeuteten Veränderungen resultierenden Probleme lassen sich verkürzt und thesenhaft durch ein möglicherweise aufkommendes Gefühl der Jugendlichen kennzeichnen, daß sie neben zunehmender Isolierung, Vereinsamung und Kontaktverlust überflüssig in einer entfremdeten Welt stehen, die sie weder beeinflussen noch verändern können. "Ihre Handlungsmöglichkeiten bewegen sich im Widerspruch zwischen Lernen als (angeblicher) Vorbereitung auf spätere Tätigkeiten ("Jetzt-noch-nicht-aber-später") und der Erwartung der Nicht-Realisierung eben jener Versprechungen in der individuellen und gesellschaftlichen Zukunft" (ebd. S. 16). Viele der hier angeschnittenen, defizitären Aneignungsbereiche von Wirklichkeit könnten abgemildert werden durch angemessenere, realitätsnähere Unterrichtsformen und -inhalte. GUDJONS sieht handlungsorientierte Unterrichtsformen dazu geeignet, "tätige Aneignung von Kultur in Form von pädagogisch organisierten Handlungsprozessen zu ermöglichen. Es geht darum, handelnd Denkstrukturen aufzubauen und den Zugang zur Welt nicht über ihre Abbilder und massenkulturellen Surrogate zu vereinseitigen, sondern durch unmittelbare Erfahrungen und Eigentätigkeit zu fördern" (1990, S. 51). Dies ist selbstverständlich auch für berufliche Lerninhalte und beruflichen Kompetenzerwerb von zentraler Bedeutung.

3.1.3 Lerntheoretische Erfordernisse

Die in den beiden vorausgehenden Abschnitten formulierten sozialisationstheoretischen Erfordernisse zur anforderungsgerechten Aneignung von Kenntnissen, Erfahrungen und Kompetenzen bedingen ein aktives Auseinandersetzen mit der Umwelt und ihren Lerngegenständen, bei der Eigentätigkeit ein Konsumieren ersetzt und ein Sammeln von Primärerfahrungen den Sekundärerfahrungen vorzuziehen ist. Lerntheoretische Begründungen für ein Lernen verbunden mit Handeln liefern verschiedene Ansätze, die nachfolgend kurz skizziert werden. Eine umfassende Diskussion der lern- und handlungspsychologischen Grundlagen kann hier nicht erfolgen. Einen umfassenderen Überblick über aneignungs- und handlungstheoretische Hintergründe zum handlungsorientierten Unterricht mit einer anschließenden pädagogischen Begründung liefert z.B. GUDJONS (1986, S. 35 - 53). HÜFNER (1996a, S. 20ff.) stellt theoretische Überlegungen zu Unterrichten durch Handeln an und begründet die didaktische Konzeption vor dem Hintergrund des in Kapitel 4 vorgestellten Modellversuchs 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule'.

Bereits seit den sechziger Jahren wird in den neueren Geistes- und Sozialwissenschaften das menschliche Handeln als zentrale Kategorie im Verhältnis Mensch - Umwelt herausgehoben. Damit verbundene Forderungen an die Pädagogik richten sich auf eine Handlungsorientierung des Lernens und Lehrens. Aneignungstheoretische Begründungsansätze verweisen in diesem Zusammenhang immer wieder auf die materialistische Aneignungstheorie, die sich auf die sowjetischen Psychologen Wygotski und Rubinstein, in ihrer pädagogischen Aufarbeitung auf Leontjew und Galperin stützt und bei der die Rolle der Tätigkeit bei der Bildung psychischer Erscheinungen betont wird. Grundlegend sind die Elemente 'Erkenntnis und Tätigkeit', 'Aneignung und Lernen' sowie die 'Pädagogische Lenkung des Aneignungsprozesses', wobei bei der russischen Lernpsychologie mit den Begriffen 'Aneignung' und 'Wiederspiegelung' die Repräsentanz der Wirklichkeit im Denken im Vordergrund steht.

HACKER (1986) und VOLPERT (1983) führen diese tätigkeitspsychologischen Überlegungen in handlungspsychologischer Perspektive fort und ermöglichen auf dieser Basis eine Begründung für ein Lernen in Verbindung mit Handeln. Sie zeigen, daß die Handlungsregulation von Tätigkeiten sowohl hierarchisch als auch sequentiell (heterarchisch) erfolgt. Regulationseinheiten sind zum einen hierarchisch verschachtelt, wobei übergeordnete Einheiten untergeordnete enthalten, die sie zur eigenen Entlastung determinieren und delegieren. Die untergeordneten Einheiten behalten eine Eigenständigkeit zur Bildung weiterer funktionaler Einheiten und haben rückwirkende Einflußmöglichkeiten. Die heterarchische Verschachtelung ermöglicht das gleichzeitige Verfolgen mehrerer Ziele auf unterschiedlichen Ebenen bezogen auf größere Regulationseinheiten. Daraus geht hervor, daß Handlungspläne auf Ebenen unterschiedlichen Abstraktionsniveaus und unterschiedlicher Bewußtseinspflicht zyklisch strukturiert sind und dementsprechend abgearbeitet werden. Jede Handlung ist in sich geschlossen und zielgerichtet. Ihr geht ein geistiges Probehandeln voraus, das an einem so entstandenen operativen Abbildsystem (OAS) den realen Handlungsvollzug mittels einer Vergleichs-Veränderungs-Rückkoppelungseinheit (vgl. HACKER 1986) mit seiner gedanklichen Vorwegnahme vergleicht und auf diesem Weg auf die Handlungsausführung zurückwirkt. HACKER lehnt sich dabei an die Idee der TOTE-Einheit (Test-Operate-Test-Exit) von Miller, Galanter, Primbram an, die mit ihrer Handlungstheorie grundlegend für die Weiterentwicklung der Kognitions- und Lernpsychologie wurden. Ein

Lernen, das ohne konkrete Handlungsvollzüge im geistigen Handeln verbleibt, ist somit handlungsfern und um diesen Rückkoppelungsprozeß verarmt.

Im Gegensatz zur sowjetischen Lernpsychologie betrachtet Piaget die Konstruktion von symbolischen Repräsentationen in der Subjekt-Umwelt-Interaktion in seiner genetischen Entwicklungspsychologie näher. Ein zentraler Begründungsansatz für handlungsorientiertes Lernen basiert auf dem von AEBLI im Anschluß an Piaget unter didaktischen Gesichtspunkten formulierten kognitions- und handlungstheoretischen Grundgedanken, daß zwischen dem Tun und Denken, zwischen Handlungen und Begriffen ein Kontinuum besteht. Seine fundamentale These lautet: "Denken geht aus dem Handeln hervor, und es trägt - als echtes, d. h. noch nicht dualistisch pervertiertes Denken - noch grundlegende Züge des Handelns, insbesondere seine Zielgerichtetheit und seine Konstruktivität" (1980, S. 26). Er verbindet damit, daß der schrittweise Aufbau von Kognition über die aktive Auseinandersetzung des Subjektes mit seiner Umwelt erfolgt. Aus spontanem Tun ergeben sich Interpretationen über Objekteigenschaften, Abhängigkeiten und Wirkungszusammenhänge, die gespeichert und später wieder eingesetzt werden können. So entstandene, konkrete Handlungskonzepte lassen sich für strukturell ähnliche Situationen zu Handlungsschemata abstrahieren. Für AEBLI ist der "Begriff" die innere Entsprechung eines Handlungsschemas (1983, S. 386). Er belegt, ausgehend von den grundlegenden Lernmechanismen Assimilation und Akkommodation, daß sich Denkstrukturen aus verinnerlichten Handlungen einer aktiven Interaktion des Subjekts mit seiner Umwelt entwickeln. Denken als "Metatätigkeit" (1980, S. 22) über das konkrete Handeln erfordert, daß Begriffsbildungsprozesse in konkreten Handlungsvollzügen stattfinden. Lernen muß daher diese konkreten Handlungsvollzüge ermöglichen, da Inhalte sonst nur abstrakt-assoziativ mitgeteilt, aber nicht aktiv verinnerlicht und mit bestehenden kognitiven Strukturen vernetzt werden können. Ein Lernkonzept wie der handlungsorientierte Unterricht mit seinem kurzphasigen Rhythmus 'Lernen-Handeln' ermöglicht dies im Gegensatz zum dualistischen Ansatz des Vorratslernens mit seinem langphasigen Rhythmus 'Wissenserwerb-Anwendung'.

Seit einigen Jahren wird in der pädagogischen Psychologie das Phänomen der fehlenden Wissensanwendung intensiv diskutiert (zum Überblick vgl. RENKL 1994). Ein typisches Beispiel hierfür ist ein in der Schule erworbenes theoretisches Wissen, das aber in einem außerschulischen Kontext oftmals nicht angewandt wird. Der Begriff 'träges Wissen' (vgl. ebd. und MANDL, GRUBER, RENKL 1993) deutet in diesem Zusammenhang darauf hin, daß Wissen zwar vorhanden ist, aber nicht zum Einsatz gebracht werden kann. Unterschiedliche Ansätze, die in Kapitel 3.2.2 kurz skizziert werden, suchen nach Erklärungen. Diese Problemlage war Ausgangspunkt für eine Entwicklung, die wesentliche, hierfür verantwortliche Ursachen in der Art des traditionellen Unterrichts sieht und zu einer konstruktivistischen Auffassung von Lernen führt. Obwohl bisher kein eindeutiger Konsens zu den Merkmalen für konstruktivistisches Lernen besteht und unterschiedliche Ausprägungen dieses neu entstehenden Paradigmas existieren ('radikaler' vs. 'gemäßigter' Konstruktivismus), kennzeichnet den konstruktivistischen Standpunkt, daß demnach Wissen immer situiert ist und durch das wahrnehmende Subjekt konstruiert wird. Dementsprechend sind Wissen und Handeln eng miteinander verbunden. Neuere Ansätze einer konstruktivistischen Schule haben Trainingsprogramme entwickelt, die das Problem 'träges Wissen' berücksichtigen und ein selbständiges, handelndes Lernen vorsehen (siehe Kapitel 3.2.5). REINMANN-ROTHMEIER und RENKL aus der Forschergruppe "Komplexes Lernen" an der Ludwig-Maximilians-Universität München greifen diese Ansätze auf und

beschäftigen sich mit der tatsächlichen Anwendbarkeit von Gelerntem. Auch ihre Folgerungen führen zu einem handlungsorientierten Vorgehen im Unterricht.

Die eben angeführten unterschiedlichen Begründungen für ein Lernen in Verbindung mit Handeln wie in einem handlungsorientierten Unterricht zeigen einen stark verkürzten Ausschnitt aus dem breiten Spektrum an Betrachtungsmöglichkeiten. Nicht näher verfolgt werden motivationale und emotionale Begründungsstränge. Eine umfassendere Darstellung kann an dieser Stelle nicht geleistet werden. Weiter unten werden in Kapitel 3.2 konstruktivistische Ansätze bei der Diskussion von Zusammenhängen zwischen Wissen und Handeln erneut aufgegriffen.

Zusammenfassung: Sozialisationstheoretische und anthropologisch-lernpsychologische Aspekte liefern Begründungen für ein handlungsorientiertes Lernen. Sozialisationstheoretisch begründet ein Lernen in Verbindung mit Handeln einmal der massive technische und produktive Wandel, der zu veränderten Qualifikationsanforderungen einer modernen Arbeitswelt und so zu veränderten Anforderungen an berufliche Bildung führt. Viele Berufe sind durch zunehmende und neue Inhalte und einem wachsenden Komplexitäts- und Abstraktionsgrad gekennzeichnet. Daneben werden methodische, soziale und personale Kompetenzen immer bedeutender, die ebenfalls soziale Anpassungsvorgänge erfordern. Aus einem zweiten sozialisationstheoretischen Blickwinkel bedingen veränderte Eingangsvoraussetzungen und Veränderungen in der Lebensumwelt bei den Adressaten beruflicher Bildung ein handlungsorientiertes Lernen. Auszubildende sind nicht mehr Jugendliche, sondern mehr und mehr junge Erwachsene, die verstärkt ein selbstbestimmtes, selbstverantwortetes, sinnvolles und anwendungsgerechtes Lernen erwarten. Ebenso macht ein tiefgreifender Wandel des kulturellen Aneignungsprozesses, bei dem ein Erfahrungsgewinn aus zweiter Hand ein unmittelbares Auseinandersetzen mit der Realität überlagert, realitätsnähere Unterrichtsformen und -inhalte notwendig. Unterrichtskonzepte, die ein Lernen in Verbindung mit Handeln vorsehen und so Möglichkeiten einer sinnlichen Erfahrung bieten, scheinen hier erfolversprechender als traditionelle Unterrichtsformen mit einer 'Tafel-Kreide-Schwamm-Pädagogik'. Anthropologisch-lernpsychologische Aspekte untermauern dies ebenfalls aus verschiedenen Blickwinkeln. Tätigkeitspsychologische Überlegungen zur Handlungsregulation durch HACKER und VOLPERT im Anschluß an die russische Tätigkeitspsychologie begründen ein Lernen in konkreten Handlungsvollzügen. AEBLI stellt umfassend die Zusammenhänge zwischen Lernen und Handeln dar und weist nach, daß sich Denkstrukturen aus verinnerlichteten Handlungen einer aktiven Interaktion des Subjekts mit seiner Umwelt entwickeln. Ebenso betont ein konstruktivistischer Standpunkt, nachdem Wissen immer situiert ist und vom Subjekt konstruiert wird, den engen Zusammenhang zwischen Wissen und Handeln und fordert ein Lernen in konkreten Handlungssituationen.

3.2 Theorieaspekte zum Wissenserwerb

Die vorliegende Forschungsarbeit richtet ihren Blick auf Wissenserwerbsprozesse in einem begleiteten handlungsorientierten Unterricht und in einer Handlungsaufgabe auf die Anwendung von Wissen. Kapitel 3.2 liefert für die Analyse der Untersuchungsergebnisse eine theoretische Grundlage. Die nachfolgend angestellten Überlegungen sollen Aspekte des Wissenserwerbs und der Anwendung von Wissen in konkreten Handlungssituationen beleuchten. Hierzu wird vorausgehend eine Modellvorstellung von 'Wissen' zugrunde gelegt und dabei einzelne Wissenskomponenten mit ihrem möglichen Zusammenwirken bei der Bildung von effektivem Handlungswissen vorgestellt. Die anschließenden Betrachtungen zu Problemen der Wissensanwendung ('Träges Wissen') zeigen unterschiedliche Erklärungsansätze, die auf den Prozeß des Wissenserwerbs rückwirken. Nachfolgende Kapitel skizzieren einige allgemeine Aspekte des Wissenserwerbs, weiter hierauf bezogene konstruktivistische Forderungen und Charakteristika von Lernumgebungen. Auf der Grundlage dieser Überlegungen werden später (siehe Kapitel 3.3) Kennzeichen und Merkmale für einen handlungsorientierten Unterricht in der Berufsschule und den Wissenserwerb in dieser Form des Lernarrangements aufgezeigt. Weiter fließen die Überlegungen in die Bewertung des beobachteten handlungsorientierten Unterrichts (siehe Kapitel 7 u. 9.1) und der Bearbeitung einer berufsnahen Handlungsaufgabe durch Schüler dieses Unterrichts (siehe Kapitel 8 u. 9.2) ein.

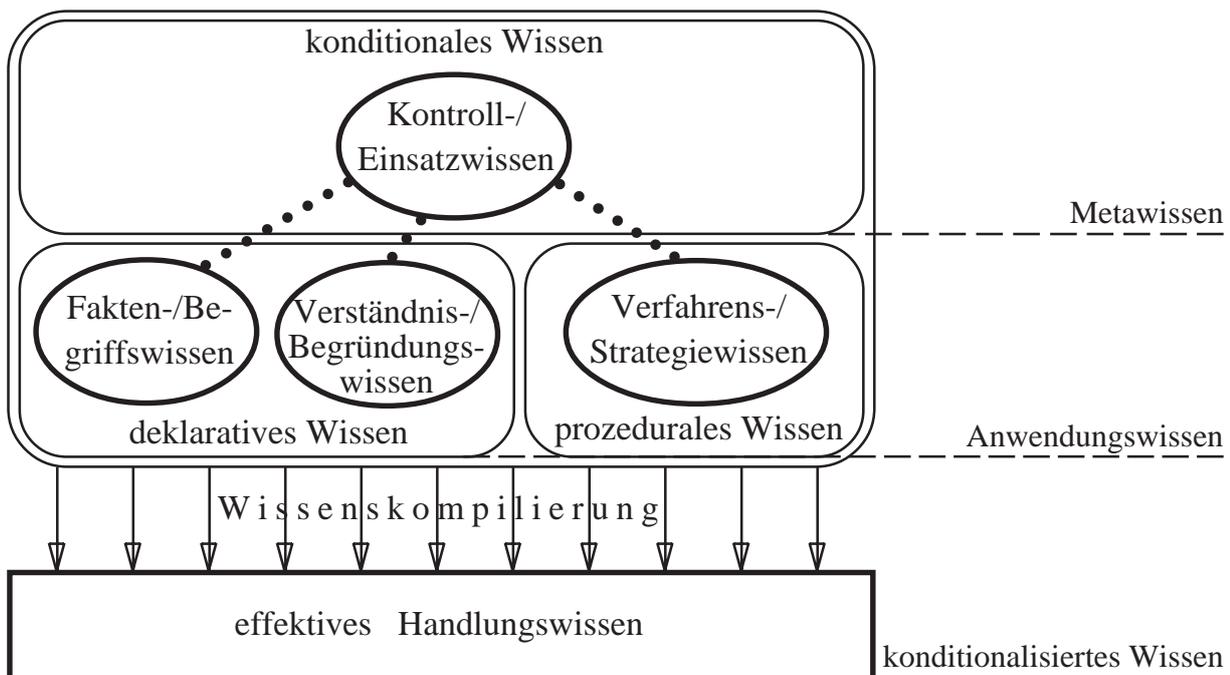
3.2.1 Zum Begriff des Wissens

Im bisher dominierenden kognitiven Paradigma ist Verhalten und Handeln als Funktion kognitiver Strukturen gekennzeichnet, bei denen situative oder soziale Gegebenheiten nur dann eine Rolle spielen, wenn sie symbolisch repräsentiert sind. Verschiedene handlungstheoretische Ansätze einer vorwiegend funktionalen Betrachtungsweise gehen von der handlungssteuernden Funktion des Wissens aus. Ihnen liegen unterschiedliche Konzeptualisierungen zugrunde (vgl. zum Überblick GERSTENMAIER, MANDL 1996, S. 26ff.). Neuere konstruktivistische Ansätze zur situierten Kognition (vgl. zum Überblick REINMANN-ROTHMEIER, MANDL 1996, S. 42ff.) weisen auf diese Vernachlässigung der situationalen und sozialen Dimensionen hin. Beide Paradigmen betonen jedoch den unmittelbaren Zusammenhang von Wissen und Handeln.

In einer allgemeinen Form bezeichnet Wissen die von einer Person gespeicherten und reproduzierbaren Fakten, Kenntnisse und Einsichten über Merkmale, Funktionen, Beziehungen, Zusammenhänge und Ursachen von Wirklichkeitsbereichen. Wissen steuert menschliches Handeln, das als Unterkategorie des Verhaltens zielgerichtet ist und einer ständigen Regulation bedarf. In der Wissenschaft wird "Wissen als ein Gedächtnisinhalt und als kognitives Phänomen aufgefaßt und in enger Verbindung mit den Konzepten Information und Repräsentation beschrieben (Wissen als mental repräsentierte Information), ohne daß der Wissensbegriff an sich explizit und einheitlich definiert wird" (ebd. S. 33f.).

Gängige Modellvorstellungen unterscheiden zwischen einem deklarativen Wissen, einem prozeduralen Wissen und einem diese Wissensbereiche verknüpfenden konditionalen Wissen (siehe Übersicht 3.1). Deklaratives Wissen enthält als Datenspeicher Beschreibungen von Fakten, Begriffen, Objekten oder Situationen und noch keine Angaben über Wissensprozesse. In zwei

deklarativen Wissensbereichen umfaßt einmal ein Fakten- und Begriffswissen die symbolische Beschreibung von Fakten und Konzepten und richtet sich somit auf ein `Was´ der Dinge. Ein zweiter Wissensbereich, das Verständnis- und Begründungswissen, umfaßt kausale Zusammenhänge und wechselseitig wirkende Beziehungen und zielt somit auf die Frage nach dem `Warum´. Prozedurales Wissen, auch als Verfahrens- oder Strategiewissen bezeichnet, richtet sich auf ein `Wie´ des Handelns. Es enthält Verfahrens- und Vorgehensmuster für die Ausführung einer Handlung. Den Vorstellungen nach besteht es aus einem `Wenn´-Teil, der Anwendungsbedingungen einer Prozedur spezifiziert und einem `Dann´-Teil, der die Handlung repräsentiert. Deklaratives und prozedurales Wissen sind als Anwendungswissen auf die unmittelbare Umsetzung gerichtet. Konditionales Wissen als ein Kontroll- oder Einsatzwissen steuert und kontrolliert die Aktivierung von deklarativen und/oder prozeduralen Wissensanteilen. Es entscheidet für auftretende Einsatzsituationen auf einer Metawissensebene das `Wann und Warum´ des Zugriffs auf das Anwendungswissen. Für jeweils spezifische Anwendungsbedingungen werden so in einem Schritt der Wissenskompilierung deklaratives und prozedurales Wissen zu einem effektiven Handlungswissen konditionalisiert.



Übersicht 3.1: Modellvorstellung zu Wissenskomponenten und ihrem Zusammenwirken

Die vorausgehende Übersicht 3.1 versucht, die große Breite der unterschiedlichen Modellvorstellungen und Erklärungsansätze zur Anlage von Wissen und zum Zusammenwirken seiner Komponenten zu berücksichtigen. Sie will nicht prozessuale Abläufe bei der Generierung von effektivem Handlungswissen postulieren, sondern lediglich einen Minimalkonsens derzeit gängiger Interpretationsversuche abbilden. Offen bleibt, wie die konkrete Umsetzung (Kompilierung) von anwendungsbezogenem Wissen auf das effektive Handlungswissen durch das Einwirken eines Metawissens erfolgt und welche Bedingungen sie beeinflussen (siehe Kapitel 3.2.2). Die Übersicht entspricht vor allem den Informationsverarbeitungstheorien, die von einer eher funktionalen Interpretation des Zusammenwirkens der Wissenskomponenten ausgehen. Konstruktionstheorien liefern hierfür bisher keine konkreteren Modelle. Sie betonen bei der Model-

lierung der Zusammenhänge zwischen Wissen und Handeln stärker intentional ihr Interdependenzverhältnis. Handlungen sind demnach über ihren intentionalen Kern definiert, kontextuelle Elemente sind zu berücksichtigen.

3.2.2 Probleme der Wissensanwendung

Das Phänomen einer ungenügenden Wissensanwendung in konkreten Handlungssituationen wird derzeit unter dem Schlagwort 'träges Wissen' diskutiert (vgl. MANDL, GRUBER, RENKL 1993 oder RENKL 1996). Drei unterschiedliche Erklärungsrichtungen liegen vor: Metaprozeß-erklärungen, Strukturdefiziterklärungen und Situiertheitserklärungen. Nachfolgend werden die einzelnen Erklärungsansätze in Anlehnung an RENKL (1996, S. 79ff.) kurz betrachtet, um aus ihnen Forderungen für Wissenserwerbsprozesse abzuleiten, die Einsatz und Anwendung von Wissen verbessern.

Verschiedene **Metaprozeßerklärungen** nehmen an, daß erforderliches Wissen zwar vorhanden ist, aber aufgrund defizitärer metakognitiver Steuerungsprozesse nicht zum Einsatz gebracht werden kann. Zum einen werden metakognitive Defizite der konditionalen Wissenseinheit, die den Zugriff auf vorhandenes Wissen steuert (siehe Übersicht 3.1), dafür verantwortlich gemacht, daß ein Produktionsdefizit von effektivem Handlungswissen entsteht. Ursachen dafür lassen sich in einem zu geringen Ansprechen dieser Wissenskomponente bei Lernvorgängen suchen. Ebenso können motivationale Faktoren wie Angst, mangelnde Selbstwirksamkeitserwartungen oder ein niedriges Selbstkonzept den Wissenseinsatz behindern. Weiter können dies Kosten-Nutzen-Abwägungen, die Unannehmlichkeiten befürchten lassen oder volitionale Defizite bei der Auswahl konkurrierender Motivationstendenzen sein. Auch dysfunktionale epistemologische Überzeugungen, die in Wissenserwerbsprozessen entstehen können, bei denen kein Bezug zwischen Lerninhalten und Anwendungssituation hergestellt wird (möglich z.B. bei Schulmathematik - Anwendung in der realen Welt) verhindern, daß Wissen zu den entsprechenden Handlungen führt. Dabei sind die einzelnen Erklärungsansätze eher als sich ergänzend und nicht in Konkurrenz zueinander zu betrachten, da zahlreiche Beziehungen zwischen den einzelnen Faktoren bestehen. RENKL (1996, S. 82) führt folgende gemeinsame Probleme dieser Erklärungen an: Relativ globale Modellannahmen verhindern, daß spezifische Prozesse expliziert werden können. Weiter liegt hier die Annahme zugrunde, daß Wissen in anwendungsgerechter Form vorliegen würde, obwohl davon nicht zwingend ausgegangen werden kann. Erklärungsansätze, die dies berücksichtigen, werden im nächsten Abschnitt vorgestellt.

Für **Strukturdefiziterklärungen** liegt das benötigte Wissen nicht in einer Form vor, die seine Anwendung erlaubt. Mangelndes Verständniswissen (siehe Übersicht 3.1) verhindert das Übertragen von z.B. Schulwissen auf außerschulische Situationen, da konzeptuelle mentale Simulationen nicht durchgeführt werden können und Wissen somit kontextgebunden bleibt. Eine erfolgreiche Wissenskompilierung kann auch dadurch verhindert werden, wenn Konditionalisierungsprozesse beim Erwerb von Anwendungswissen nicht stattfinden und die Anwendung von Wissen damit nicht gelernt wird. Ein weiterer Ansatz betrachtet implizites, handlungssteuerndes Wissen und explizites Wissen als getrennte Systeme, die unterschiedlichen Lerngesetzmäßigkeiten gehorchen und nicht bedeutsam miteinander korrelieren. Bei einem Ansatz, der eine Kompartimentalisierung von Wissen annimmt, werden Inhalte und Anwendungssituationen nicht miteinander in Verbindung gebracht. Wissen, das immer nur in bestimmten Kontexten kompiliert

wird, bleibt an diese gebunden. Auch Strukturdefiziterklärungen können sich gegenseitig ergänzen. Bei diesen Erklärungsansätzen entsteht jedoch bei der Betrachtung konkreter Fälle die Gefahr einer zirkulären Interpretation.

Situiertheitserklärungen stellen den traditionellen Wissens- und Transferbegriff der kognitiven Psychologie in Frage, die von einem vorhandenen Wissen ausgeht, das in Handlungssituationen angewendet wird. Ansätze zur situierten Kognition gehen vielmehr davon aus, daß Wissen prinzipiell situativ gebunden sei und von Person-Situation-Interaktionen und sozialen Aspekten bestimmt wird, die auch bei Wissensanwendungsproblemen berücksichtigt werden müssen. Diese Ansätze unterschiedlicher Ausformulierung und Radikalisierung (vgl. RENKL 1996, S. 84ff.) berücksichtigen zwar vernachlässigte situationale und soziale Dimensionen im kognitiven Paradigma, sind bisher aber zu wenig ausgearbeitet, konkret und empirisch erprobt. Sie stellen noch keine hinreichende Alternative zu den vorausgehend skizzierten Erklärungsansätzen dar.

Bei der Interpretation der Untersuchungsergebnisse (siehe Kapitel 10) werden Aspekte der eben angeführten Erklärungsansätze aufgegriffen und an der beobachteten Vorgehensweise der Schüler im Unterricht und bei der Bearbeitung einer Handlungsaufgabe gespiegelt.

3.2.3 Allgemeine lerntheoretische Aspekte des Wissenserwerbs

Die eben überblicksartig aufgezeigten Erklärungsversuche für eine defizitäre Wissensanwendung in Handlungssituationen gründen auf der Forderung, daß Lernende neue Inhalte verstehen und erworbene Kenntnisse und Fertigkeiten flexibel anwenden können. Es zeigt sich, daß herkömmliche Instruktionsansätze dies kaum leisten, da ein ganzheitliches Lernen, bei dem sowohl Meta- als auch Strukturierungsprozesse unterstützt werden, nicht stattfindet. GERSTENMAIER und MANDL (1995) fassen den aktuellen Diskussionsstand zusammen, der die traditionelle Art des Wissenserwerbs in der Schule und den daraus resultierenden, unzureichenden Anwendungsbezug, der zu `trägem Wissen´ führt, kritisiert. Wissen wird nicht in bestehendes Vorwissen integriert und zu wenig vernetzt und bleibt somit zusammenhanglos. Ursachen sehen die Kritiker in einer vorwiegend passiven Lernhaltung der Schüler und einem Mangel an authentischen Lernkontexten, die dem Wissen erst seine Bedeutung verleihen. `Neuere´ lerntheoretische Ansätze lassen starke Ähnlichkeiten zu den reformpädagogischen Ansätzen zu Beginn dieses Jahrhunderts erkennen. Nach WEINERT (1996, S. 4) sind derzeit drei grundlegende Prinzipien pädagogisch innovativer Konzepte mit jeweils eigenen Schwerpunkten erkennbar. Ihre Grundforderungen mit den entsprechenden Ausprägungen sind nachfolgend kurz aufgelistet.

(1) Entschulung des schulischen Lernens und Lehrens: Kritisiert wird die Abtrennung schulischer Lerninhalte vom Lebenskontext der Schüler und die künstliche Lernsituation im Klassenzimmer, die Selbstzweck anstatt zum Mittel für außerschulische Zwecke ist. Ein Lernen für und durch die Lebenswirklichkeit wie z.B. in der Projektmethode nach FREY (1993) und ein selbstbestimmtes und selbstreguliertes Lernen sollen dem entgegenreten.

(2) Lehrer und Lernen werden defunktionalisiert: Bisher dominieren den Unterricht nach wie vor lehrergelenkte Instruktionsmaßnahmen, die eine vorwiegend extrinsische Lernmotivation nach sich ziehen. Die lehrerunabhängige Lernmotivation soll verstärkt intrinsische Motivation hervorbringen. Die lehrerunabhängige Lerninstruktion soll durch selbstgesteuertes oder kooperatives Lernen ersetzt werden.

(3) Lernen wird deindividualisiert und entsystematisiert: Die bisherige Organisation schulischer Lernprozesse berücksichtigt kaum, daß Lernen im Alltag hauptsächlich in sozialer Interaktion an konkreten Anwendungsbezügen stattfindet. Lernen soll daher vermehrt vom individuellen zum kooperativen Lernen überführt werden, bei dem ein interaktiver Wissenserwerbsprozeß Inhalt und Methode vermittelt. Die Systematik des Symbolischen soll einer Pragmatik des situierten Lernens weichen, bei der die Untrennbarkeit von Kognition und soziokultureller Umwelt berücksichtigt wird.

Diese schlaglichtartig skizzierten Forderungen neuerer Lerntheorien sind komplementäre Ansätze, die sich gegenseitig bedingen. Derzeit treffen in der pädagogisch-psychologischen Forschung unterschiedliche Meinungen von Vertretern symbolischer und situierter Kognitionsmodelle aufeinander, die mit ihren Argumenten jeweils den eigenen Standpunkt zu untermauern versuchen. Den Kontroversen dieser Diskussion kann hier jedoch nicht näher nachgegangen werden. WEINERT (1996, S. 10) weist in diesem Zusammenhang auf zwei alte Erfahrungsregeln hin: "(a) Jede, aber auch jede Instruktionmethode hat Stärken und Schwächen, erwünschte und unerwünschte Effekte, wenn man verschiedene Schüler, variable Situationen und unterschiedliche Bewährungskriterien berücksichtigt; und (b) um multiple Lernziele zu erreichen, bedarf es notwendigerweise der Kombination verschiedener Lehr-Lernmodelle". Damit deutet er an, daß sich "moderne Entwicklungslinien pädagogisch-psychologischen Denkens ... - pluralistisch genutzt - als neue Wege, - puristisch verwendet - als mögliche Sackgassen" erweisen können (ebd.).

Bei einer ganzheitlichen Betrachtung des Lernprozesses sind Kognition, Motivation und Emotion untrennbar miteinander verbunden und bilden ein gemeinsames Wirkungsgefüge. Motivation und Emotion sind wesentliche Ursachen für das Verhalten und die Handlungsweise einer Person auch im Unterricht. Herkömmlicher Unterricht versucht daher, in einer eigenen Motivationsphase Interesse bei den Schülern am Stoff zu wecken. Dieses Interesse wird in frontalunterrichtlichen Formen mehr oder weniger künstlich über den gesamten Zeitraum vom Lehrer instrumentell aufrecht erhalten. EDELMANN (1994, S. 244) kennzeichnet ein intrinsisch motiviertes Lernen durch ein Interesse an der Sache selbst, bei dem nicht aufgrund äußerer Zwänge und Haltungen zur Mißerfolgsvermeidung gelernt wird. Ein 'Lernen aus Neugier' (ebd. S. 375ff.) als Idealfall für eine intrinsische Motivation geht ausschließlich vom lernenden Subjekt und dessen Neugierbedürfnis aus. Entscheidend ist, ein gerichtetes Neugierverhalten aufzubauen, das durch ein geeignetes kognitives Anforderungsniveau, die relative Neuheit und die Komplexität des Lerngegenstandes bestimmt wird. In einem handlungsorientierten Unterricht lassen sich reale Problemstellungen in einem lebensnahen Kontext verankern. Komplexität und Ungewißheit wecken gegenüber einem passiv-rezeptiven Unterricht das Bedürfnis, kognitive Konflikte durch Explorationsverhalten abzubauen und lassen sich über die Aufgabenstellung steuern. Motivation erstreckt sich verstärkt intrinsisch über den gesamten Lernprozeß. Das Interesse an der Sache wird nicht nur bei einzelnen, aufmerksamen, sondern bei allen agierenden Schülern aufgebaut und während des gesamten Zeitraumes des Unterrichts auf hohem Niveau gehalten. In einem handlungsarmen Unterricht sind die Schüler dem gegenüber gezwungen, Aufmerksamkeit und Interesse ständig herzustellen, anstatt sie zu erleben. Ein handelndes Lernen ermöglicht hingegen ein 'Fluß-' oder 'Flow-Erleben'. Für HECKHAUSEN (1989, S. 458) bedeutet 'intrinsisch' in diesem Zusammenhang eine "freudige Hingabe an die Sache, ein völliges Absorbiertwerden des Erlebens von der voranschreitenden Handlung".

STARK, GRAF, RENKL, MANDL, GRUBER (1995, S. 7ff.) weisen auf Motivation als Ziel und Grundlage für komplexes Lernen hin. Dabei stellen sie sich auf den Standpunkt einer domänen- und aufgabenspezifischen Charakteristik von Motivation, entgegen einem eigenschaftstheoretischen Modell, nach dem Motivation eher als stabiles Persönlichkeitsmerkmal aufgefaßt wird. Sie folgern (ebd. S. 8f.), daß "intrinsische Motivation und Interesse auch vom situationalen Kontext und der Art der zu bewältigen Aufgaben abhängen. Herausfordernde Aufgaben, die als bedeutsam und authentisch erlebt werden", beeinflussen die Tiefe der Informationsverarbeitung und das Selbstkonzept einer Person. Traditioneller Unterricht hat unter diesem Aspekt einen eher ungünstigen Einfluß auf die Motivationsentwicklung, wodurch sich die Anwendbarkeit von Wissen, das in einem solchen Unterricht erworben wird, verringert.

Die zentrale Rolle des Lehrers als Wissensvermittler in frontalen Unterrichtsformen bringt mit sich, daß von ihm häufig Disziplinierungen ausgehen und sich die Schülern oft einer ständigen Beurteilung unterzogen fühlen. Belohnungs- und Anerkennungsstreben sowie Mißerfolgsvermeidung als Faktoren einer extrinsischen Motivation werden dadurch zusätzlich gefördert. Ein handelnder Unterricht macht Disziplinierungsmaßnahmen weniger erforderlich, da die Schüler nicht mehr zu einer abstrakten Aufmerksamkeit in einer unnatürlichen Kommunikationssituation gezwungen sind, sondern vielmehr eine sich selbst tragende Arbeitshaltung einnehmen können. Leistungsbewertungen werden für den Schüler schlüssiger, da sie nicht mehr permanent der Unterrichtssituation zugeordnet sind, sondern in speziellen, erkenn- und absehbaren Situationen stattfinden können.

Frontalunterricht kann häufig zu inneren Blockadehaltungen führen, wenn Schüler Gefahr laufen, sich vor der gesamten Klasse lächerlich zu machen und sie ihre fehlgeschlagenen Aktivitäten als Abwertung und somit als Bedrohung empfinden. Rückzug und verstärkte Passivität sind die Folge. So empfundene Bedrohungen beeinträchtigen den Lernprozeß stark. Lernen hat den größten Bedeutungsgehalt, wenn es in unbedrohlichen Situationen erfolgt (vgl. GAGE, BERLINER 1986, S. 576). Handlungsorientierter Unterricht ermöglicht vor allem auch leistungsschwächeren Schülern, ihre speziellen Fähigkeiten in kleinen Gruppen gleichstarker Schüler einzubringen. Ihre Aktivitäten und Erfolgserlebnisse nehmen zu und verstärken Selbstwirksamkeitserwartungen. Das emotionale Befinden, das zusätzlich von positiv wahrgenommenen Sozialkontakten gestärkt wird, kann gegenüber einem Frontalunterricht bedeutend angenehmer empfunden werden und die Lernwirksamkeit verbessern.

3.2.4 Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive

Lernen in konstruktivistischen Lernumgebungen geht von einem situierten Kognitionsmodell aus. Dem steht ein traditionelles symbolisches Kognitionsmodell gegenüber. Trotz kritischer Anmerkungen (vgl. DUBS 1993, 1995, WEINERT 1996, siehe auch Kapitel 3.4) oder klarer Kritik (vgl. MINNAMEIER 1997) scheinen konstruktivistische Ansätze geeignet, defizitärer Wissensaneignung zu begegnen (zur Abwägung siehe auch Kapitel 3.4). Sie kennzeichnet, daß "Wissen keine Kopie der Wirklichkeit ist, sondern eine Konstruktion von Menschen" (MANDL, REINMANN-ROTHMEIER 1995, S. 33). Hierzu treten der Lernende und ablaufende Lernprozesse gegenüber der Instruktion in der traditionellen Unterrichtsphilosophie in den Vordergrund. Ein Lernen unter konstruktivistischer Perspektive ist eng mit der Annahme von `situated

cognition´ verbunden. Die Grundüberlegungen, die dahinter stehen, umschreiben MANDL, REINMANN-ROTHMEIER (1995, S. 35) folgendermaßen: "Das Denken und Handeln eines Individuums läßt sich nur im Kontext verstehen. Lernen ist stets situiert. Wissen wird durch das wahrnehmende Subjekt konstruiert. Das Wissen in einer Gesellschaft stellt immer `geteiltes Wissen´ dar", das von den Beteiligten im Rahmen sozialer Prozesse gemeinsam konstruiert wird. In der Instruktionspsychologie haben diese Einflüsse zu Grundannahmen für die Gestaltung von Lernumgebungen geführt, die sich wie folgend zusammenfassen lassen (vgl. GERSTENMAIER, MANDL 1995, S. 874f.):

- Wissen wird von Lernenden durch die Interpretation wahrnehmungsbedingter Erfahrungen konstruiert, abhängig von Vorwissen, mentalen Strukturen und bestehenden Überzeugungen.
- Wissen stammt nicht aus einer externen Quelle sondern wird vom Individuum generiert.
- Das soziale Aushandeln von Bedeutungen, bei dem jeder Lernende eigene Ergebnisinterpretationen vornimmt, ist zentral für den Wissenserwerb.
- Information ist dann besonders bedeutsam, wenn ein Bezug zu einem realen Kontext existiert.
- Zur Reflexion und Kontrolle eigener Lernhandlungen sind metakognitive Fertigkeiten wichtig.

Unterricht in der Berufsschule soll berufliche Handlungskompetenz fördern. Dazu darf er sich nicht darauf beschränken, reproduzierbares Faktenwissen zu vermitteln. Er muß darüber hinaus fächerübergreifende Fähigkeiten im Sinne von Schlüsselqualifikationen (siehe Kapitel 1) ebenso wie verantwortungsbewußtes Denken und Handeln in der Gesellschaft vor dem Hintergrund von Wertvorstellungen fördern. Um solche Ziele zu erreichen, müssen Lehrende nach MANDL, REINMANN-ROTHMEIER (1995, S. 50) dafür sorgen, "daß die Lernenden das, womit sie sich beschäftigen, auch verstehen und sinnvoll in ihr Vorwissen einbauen, daß sie Zusammenhänge zwischen verschiedenen Wissensinhalten herstellen, daß sie das Gelernte in realen Situationen anwenden und daß sie sich letztlich zu Personen entwickeln, die selbständig sowohl allein als auch zusammen mit anderen anstehende Probleme lösen können".

MANDL und REINMANN-ROTHMEIER als Vertreter einer gemäßigten konstruktivistischen Sichtweise stellen im Anschluß daran die These auf, daß "Lernen vor dem Hintergrund dieser Forderungen aktiv, selbstgesteuert, konstruktiv, situativ und sozial sein muß" (ebd., siehe auch Kapitel 3.3.2). Aus fünf von ihnen postulierten Prozeßmerkmalen für eine dementsprechende Unterrichtsphilosophie (vgl. ebd. S. 51) leiten sich die nachfolgenden Forderungen für die Gestaltung von Lernumgebungen ab:

- (1) Lernen muß durch die aktive Beteiligung der Lernenden erfolgen, die motiviert sind und an dem, was oder wie sie es tun, Interesse haben oder entwickeln.
- (2) Die Lernenden müssen ihre Lernprozesse immer auch selbst steuern und kontrollieren können, der Ausprägungsgrad kann je nach Lernsituation variieren.
- (3) Lernen erfolgt konstruktiv, dazu müssen immer der Erfahrungs- und Wissenshintergrund der Lernenden berücksichtigt werden und Interpretationen stattfinden können.
- (4) Lernen ist situativ, da es stets in einem spezifischen Kontext abläuft.
- (5) Lernen ist ein sozialer Prozeß, daher muß es als interaktives Geschehen stattfinden und den soziokulturellen Hintergrund der Lernenden berücksichtigen.

DUBS (1995, S. 890f.) umschreibt in Anlehnung an weitere Autoren konstruktivistischen Unterricht in allgemeiner Form mit sieben Merkmalen, die sich weitgehend mit den obenstehenden decken und diese teilweise erweitern:

- (1) Inhaltlich ist die Realität unstrukturierter Probleme, die nicht reduktionistisch vereinfacht sind, zugrunde zu legen. Lebens- und berufsnahe, ganzheitlich zu betrachtende Problembereiche bilden "eine komplexe (starke) Lernumgebung" (ebd. S. 890) in der Lernende in multiplen Kontexten und unter multiplen Perspektiven individuelle Erfahrungen gewinnen und in ihr Vorwissen einbauen.
- (2) Lernen als aktiver Prozeß greift auf individuell vorhandenes Wissen und Können zurück. Es konstruiert aus neuen Erfahrungen, die sich auf das eigene Interpretieren und Verstehen ausrichten, durch anspruchsvolles Denken im Kontext Wissen neu.
- (3) Kollektives Lernen führt zur Diskussion individueller Interpretationen, bei der die eigene Sinngebung überdacht wird. Dadurch lassen sich gewonnene Erkenntnisse anders und somit besser strukturieren. Die Lernenden regulieren und halten ihr Lernen selbst in Gang.
- (4) Fehler sind bedeutsam. Sie müssen besprochen und korrigiert werden, da Auseinandersetzungen mit Fehlerüberlegungen verständnisfördernd wirken und zur besseren Konstruktion von Wissen beitragen.
- (5) Die Lernbereiche müssen sich an Vorerfahrungen und Interessen der Lernenden ausrichten, da Lerninhalte am herausforderndsten sind, wenn sie sich "auf den realen Erfahrungsschatz" (ebd. S. 891) der Lernenden beziehen.
- (6) Neben kognitiven Aspekten des Lernens sind Gefühle wie Freuden und Ängste sowie die persönliche Identifikation mit dem Lerngegenstand bedeutsam.
- (7) Die eigene Wissenskonstruktion richtet sich auf Fortschritte im Lernprozeß und nicht vorwiegend auf Lernprodukte. Daher sind herkömmliche Prüfungsverfahren nicht sinnvoll. Geeigneter ist die Selbstevaluation, mit der individuelle Lernfortschritte und Verbesserungen der eigenen Lernstrategien beurteilt werden können.

GERSTENMAIER und MANDL (1995, S. 879) leiten aus verschiedenen konstruktivistischen Instruktionsansätzen (siehe Beispiele in Kapitel 3.2.5) grundlegende Aspekte für die Gestaltung konstruktivistischer Lernumgebungen ab. Sie müssen mit realistischen Problemen, situiert in authentischen Situationen einen Rahmen und Anwendungskontext für den Wissenserwerb bereitstellen. Multiple Kontexte und multiple Perspektiven sollen zu variierenden Standpunkten beim Betrachten von Problemen führen und sicherstellen, daß Wissen flexibel auf andere Problemstellungen übertragen werden kann. Ein soziales Lernumfeld soll kooperatives und gruppenorientiertes Lernen und Arbeiten fördern. Die positiven Wirkungen so gestalteter Lernumgebungen fordern folgende Bedingungen: Neue Lerninhalte dürfen nicht als fertiges Erkenntnissystem präsentiert werden. Sie erfordern vielmehr tatsächliche Freiheitsgrade, um eigene Wissenskonstruktionen, Interpretationen und Erfahrungen zuzulassen. Die geforderten Freiheitsgrade müssen vom Lernenden erkannt werden können. Der bestehende Handlungsspielraum muß auch tatsächlich genutzt werden.

3.2.5 Grundüberlegungen zur Gestaltung von Lernumgebungen

Lernumgebungen orientieren sich an unterschiedlichen didaktischen Grundorientierungen, die mit ihrer Ausrichtung verschiedene Vermittlungsaspekte hervorheben. Das nachfolgende Kapitel stellt Ausprägungsarten teils mit Beispielen kurz vor. Zusätzlich wird die Rolle des Lehrers in einer konstruktivistischen Lernumgebung skizziert. Unter Lernumgebung werden die verwendeten Methoden und Techniken mit dem eingesetzten Lernmaterial und den Unterrichtsmedien in ihrem soziokulturellen Kontext und der aktuellen Lernsituation verstanden. Dabei lassen sich nach REINMANN-ROTHMEIER und MANDL (1994, S. 35ff.) drei unterschiedliche Grundorientierungen von Lernumgebungen zur Förderung des Wissenserwerbs voneinander abheben:

Systemvermittelnde Lernumgebungen kennzeichnen eine rezeptive Auffassung vom Lernen, bei dem die Lernenden weitgehend passiv sind und vor allem Faktenwissen unter starker, direkter Anleitung und Kontrolle von außen vermittelt bekommen. Sie basieren auf der objektivistischen Grundannahme, daß jede Form von Wissenserwerb systematisch planbar, von außen anzuleiten und steuerbar ist. Die zu lernenden Inhalte sind in ihrer Entwicklung abgeschlossene Wissenssysteme eines Fachgebietes mit einer spezifischen Struktur, die zur Instruktion entsprechend systematisch organisiert werden. Die Lernsituationen werden vom Lehrenden rational geplant und systematisch durchgestaltet. Er wählt geeignetes Unterrichtsmaterial aus, um es in sorgfältig organisierten Unterrichtsstunden möglichst optimal zu präsentieren. Lernerfolgskontrollen sind von der Instruktion getrennte Einheiten, weitgehend statistisch ausgerichtet und testen das Erreichen vorher spezifizierter Lehrziele. Problematisch sind die passiv-rezeptive Lernhaltung und das Fehlen von Lernkontexten. Hauptkritikpunkte vor dem theoretischen Hintergrund eigener Wissenskonstruktionen richten sich zum einen auf ein reduktionistisches Vorgehen, bei dem Ganzheiten in elementare Teile zerlegt und getrennt voneinander vermittelt werden, obwohl aufgrund gestaltungspsychologischer Erkenntnisse das Ganze etwas anderes ist als die Summe der Einzelteile. Weiter wird die Vorhersagbarkeit der Wirkung einzelner Methoden kritisiert, die vorausgesetzte Wiederholbarkeit der Effekte von Instruktionsmaßnahmen, die alleinige Verantwortung des Lehrenden und seiner Instruktion für den Lernerfolg und die nicht angestrebte Eigenverantwortlichkeit beim Lernenden. Trotzdem können systemvermittelnde Lernumgebungen unter Berücksichtigung der Lerninhalte und -ziele und dem Vorwissen der Lernenden durchaus sinnvoll sein. So kann nach REINMANN-ROTHMEIER und MANDL (1994, S. 44f.) bei einem umfangreichen Vorwissen und Fähigkeiten zur selbständigen Wissensaneignung ein systemvermittelndes Vorgehen ausreichen und einen ökonomischen Wissenserwerb ermöglichen, um Informationen zu einem Spezialgebiet zu vermitteln, in dem sich der Lernende bereits auskennt. Weiter können mit diesem Ansatz Lernende mit wenig Vorerfahrung einen ersten systematischen Überblick über ein neues Gebiet erhalten und Anfangsschwierigkeiten durch Lenkung und Unterstützung von außen überwunden werden.

Problemorientierte Lernumgebungen gehen von einer konstruktiven, mentalen Aktivität des Lernenden aus und berücksichtigen die in systemvermittelnden Lernumgebungen vernachlässigte Einbettung von Wissen in einen realen Kontext um Anwendungs- und Transferproblemen zu begegnen. Ziel ist das Verstehen neuer Inhalte, das flexible Anwenden von neuem Wissen und die Entwicklung von Problemlösefähigkeit und anderer kognitiver Strukturen. Dabei sollen sich die Lernenden aktiv und explorativ mit Problemen beschäftigen, eigenständige Erfahrungen sammeln und dadurch neue Einsichten in komplexe Konzepte, Inhalte und Prinzipien gewinnen.

Offene Lernumgebungen, mit möglichst wenig Steuerung von außen werden bevorzugt. Entsprechend ist Lernen eine vom Lernenden selbst verursachte und gesteuerte kognitive Aktivität, die allein vom Individuum abhängt. Lernumgebungen haben daraus gefolgert die Aufgabe, in authentischen Aufgaben und Situationen Angebote zum Wissenserwerb und Herausforderungen zum Handeln und Problemlösen zu bieten. Eine Lernbeurteilung bezieht sich immer auch auf den Lernprozeß. Lernevaluation wird zu einem integralen Bestandteil an dem die Lernenden beteiligt werden. Sie soll sowohl Lernenden als auch Lehrenden ein unmittelbar umsetzbares Feedback liefern. Ansatzpunkte zur Kritik problemorientierter Lernumgebungen liefern die Zeitintensität explorativen Lernens, das bei größeren Stoffmengen unökonomisch werden kann. Alternativ entwickelte Kompetenzen wie Problemlösefähigkeit, die den Zeitaufwand rechtfertigen sollen, sind nicht eindeutig gesichert und empirisch nachgewiesen. Eine extrem konstruktivistische Sichtweise wie z.B. die der *situated cognition*-Ansätze führt zu der Schlußfolgerung, daß es keine objektiv vermittelbare Realität gibt, was generell Instruktion beim Wissenserwerb in Frage stellen würde. Weiter kann bei offenen, problemorientierten Lernumgebungen eine zu geringe Unterstützung der Lernenden bei Schwierigkeiten in komplexen Problemsituationen mit sehr vielen Freiheitsgraden den Lernerfolg schmälern. Diese Form der offenen Lernumgebung eignet sich nach REINMANN-ROTHMEIER und MANDL (1994, S. 53) jedoch für Lernende mit fortgeschrittenem Niveau und damit vielen Anknüpfungspunkten für neue Informationen sowie Lernerfahrenen, die eine entsprechende Problemlöse- und Selbststeuerungsfähigkeit mitbringen. Bei Lernenden, die noch keine Vorstellung vom Lerngegenstand besitzen, können Interesse, Neugierde und damit die Motivation geweckt werden. Weiter fördert exploratives Lernen ein tiefes Durchdringen und Verstehen der entdeckten Inhalte.

Aus konstruktivistischen Einflüssen auf die Instruktionspsychologie gingen Instruktionsansätze hervor, die sich mit unterschiedlicher Ausgestaltung an unterschiedliche Adressatengruppen richten (vgl. näher MANDL, REINMANN-ROTHMEIER 1995, S. 37ff.). Das nachfolgende Beispiel stellt eine problemorientierte Lernumgebung vor. Für den Ansatz der *'anchored instruction'* (konzipiert von der Cognition and Technology Group at Vanderbilt, vgl. näher REINMANN-ROTHMEIER, MANDL 1994, S. 48ff.) ist ein narrativer Anker kennzeichnend, der beim Lernenden Interesse erzeugt und die Aufmerksamkeit auf das Wahrnehmen und Verstehen der vorgestellten Probleme lenkt. Lerner erhalten hier video- und computerunterstützt vielfältige Informationen, z.B. in Abenteuergeschichten verpackt, präsentiert. Realitätsnahe Probleme und Situationen liefern die Grundlage für ein eigenständiges und exploratives Erkennen und Definieren von Problemen, die der Lernende anschließend selbständig zu lösen hat. Die angebotenen, unterschiedlichen Problemstellungen und Anwendungskontexte zu einem Lerngegenstand unterstützen einen explorativen und selbständigen Erwerb von neuem Wissen und neuer Fähigkeiten. Die Anwendbarkeit des Wissens soll dadurch gefördert werden, daß es durch multiple Perspektiven dekontextualisiert und die Flexibilität von Wissen somit erhöht wird.

Adaptive Lernumgebungen leiten sich aus der Kritik problemorientierter Lernansätze und der damit verbundenen Forderung ab, daß Lernende auf der einen Seite genügend Freiraum, auf der anderen Seite aber auch abhängig von ihren Voraussetzungen Unterstützung zur konstruktiven Lernaktivität benötigen. Damit sollen mögliche Gefahren wie Orientierungslosigkeit oder Überforderung kompensiert und vielfältige Möglichkeiten einer gezielten Unterstützung angeboten werden. Instruktionale Maßnahmen orientieren sich individuell an den aktuellen Erfordernissen der Lernenden. Die Rolle des Lehrers ist unterstützender und lenkender als in problemorien-

tierten, aber nicht so direktiv und lenkend wie in systemvermittelnden Lernumgebungen. Adaptive Lernumgebungen verfolgen das Ziel, "sowohl flexibel anwendbares (domänenspezifisches) Wissen zu vermitteln als auch kognitive und metakognitive Fertigkeiten und Strategien zu fördern" (ebd. S. 54), und dabei den Lernenden durch Rückmeldungen beim Wissenserwerb zu unterstützen. Dabei spielen "neben der Anpassung der Methoden an den einzelnen Lernenden der Gegenstandsbereich, der Kontext und soziale Interaktionen eine zunehmend wichtige Rolle" (ebd. S. 58). Diese Form der Lernumgebung berücksichtigt, daß sowohl der Lernende, die Instruktionsform und darüber hinaus auch der Lerngegenstand und sein Kontext den Prozeß und das Ergebnis des Lernens beeinflussen. Konstruktivistisch geprägte, adaptive Lernumgebungen bieten daher sowohl Information als auch Unterstützung an, bei der ein Dialog zwischen Lernenden sowie zwischen Lernenden und Lehrenden von besonderer Bedeutung ist.

Für den konstruktivistischen Instruktionsansatz 'cognitive apprenticeship' (konzipiert von Collins, Brown, Newman, vgl. näher REINMANN-ROTHMEIER, MANDL 1994, S. 58ff.) als Repräsentant einer adaptiven Lernumgebung steht das anwendungsorientierte Lernen der traditionellen Handwerkslehre zum Vorbild. Hierbei stehen jedoch nicht manuelle, sondern vorwiegend kognitive Fertigkeiten im Vordergrund. Lehrende als Experten externalisieren bezüglich eines komplexen Problems in kognitiven Domänen ihr Vorgehen, indem sie dabei die bei ihnen ablaufenden Prozesse und Aktivitäten verbalisieren. Nach diesem kognitiven Modellieren befaßt sich der Lernende selbst mit dem vorliegenden Problem und wird dabei vom Experten bei Bedarf gezielt unterstützt. Explizite Anleitungen und somit instruktionale Methoden kennzeichnen diesen Ansatz als zentrales Prinzip. Die Unterstützungen werden mit zunehmendem Können der Lernenden ständig zurückgefahren, um ihn unabhängig und selbständig zu machen. Der Erwerb strategischer Fertigkeiten wird durch die vom Lernenden verlangte Artikulation, Reflexion und Exploration der Vorgehensweise gefördert, die auch mit der anderer Lernender und dem Experten verglichen wird. Eine Flexibilisierung und Dekontextualisierung des Wissens erfolgt durch Problembetrachtungen aus unterschiedlichen Blickwinkeln und in verschiedenen Problemsituationen. Durch kooperatives Lernen auch gemeinsam mit Experten werden die Lernenden so in eine Expertenkultur eingebunden.

Forschungsergebnisse (siehe Kapitel 2.1) weisen darauf hin, daß sich durch ein geleitetes Problemlösen, wie in diesem Ansatz vorgestellt, Handlungskompetenz verstärkt fördern läßt. Unter diesem Blick scheinen adaptive Lernumgebungen als Orientierungsrahmen besonders geeignet, um als leitende Perspektive für einen handlungsorientierten Unterricht in der Berufsschule zu dienen. In dieser Art der Wissensvermittlung können Lernende in offenen Lernsituationen, unterstützt durch geeignete Hilfsmittel und Hilfestellungen der Lehrpersonen effektiv neue Kenntnisse und Fertigkeiten erwerben.

Die Rolle des Lehrers in konstruktivistischen Lernumgebungen: Unterrichtssteuerung kann nach DUBS (1995, S. 899ff.) durch ein direktes, indirektes und beratendes Verhalten des Lehrers erfolgen (zur Klassifizierung und Indikation vgl. ebd.). Lernprozesse, die selbstgesteuert und in kollektiver Form konstruktivistisches Lernen ermöglichen, erfordern gegenüber dem traditionellen Lehrerverständnis eine neue, veränderte Lehrerrolle hin zum Berater und Initiator von Lernvorgängen mit hohen Freiheitsgraden. Hierbei ist ihre wichtigste Aufgabe, eine 'starke' Lernumgebung zu schaffen. DUBS (1995 S. 893f.) kennzeichnet konstruktivistische Lehrpersonen durch folgende Merkmale:

- Eigenständigkeit und Initiative der Lernenden werden durch sie gefördert.
- Zentral für sie ist eine starke Lernumgebung, in der sich die Lernenden entfalten können.
- Den Lernenden wird ermöglicht, den Ablauf der Lernprozesse zu verändern und zu beeinflussen.
- Die Unterrichtsgestaltung richtet sich auf die Vorstellungs- und Erfahrungswelt und auf kognitive Strukturen der Schüler und nicht auf die eigenen.
- In einem verstärkten Dialog zwischen und mit den Schülern werden Fehler und Widersprüche diskutiert und Wahrheiten in Frage gestellt, ohne jedoch fertige Lösungen zu präsentieren.

Im Gegensatz zu einer radikal konstruktivistischen Auffassung, die ausschließlich ein selbstgesteuertes, kollektives Lernen propagiert, ist die eben skizzierte gemäßigte Haltung von einer Idee geleitet, bei dem Lehrende ein offenes, selbstgesteuertes Lernen beratend durch Informationen oder Demonstrationen unterstützen und den Dialog im Lernerverband fördern und mitgestalten. Ein solches Rollenverständnis, das die eben angeführten Aspekte berücksichtigt, führt zu effektivem Lernen und kann als Leitbild in einem handlungsorientierten Unterricht in der Berufsschule betrachtet werden.

Die vorausgehenden theoretischen Überlegungen zur Gestaltung von Unterricht, der einem `trägen Wissen´ entgegenwirken und weitreichende Kompetenzen vermitteln will, werden im folgenden Kapitel zu konkreten Kennzeichen und Merkmalen ausformuliert, denen ein handlungsorientierter Unterricht in der Berufsschule entsprechen soll.

Zusammenfassung: Wissen wird in verschiedenen Handlungsregulationstheorien als wichtige Steuerungseinheit für menschliches Handeln gesehen. Probleme der Wissensanwendung im Handlungskontext lassen sich auf den unterschiedlichen Erklärungsebenen der Metaprozeßklärungen, Strukturdefiziterklärungen und Situiertheitserklärungen diskutieren. Zur Behebung dieser Probleme, und um eine berufliche Handlungskompetenz anzubahnen, müssen Lerninhalte verstanden und sinnvoll in bestehendes Vorwissen eingebaut werden, damit Zusammenhänge zwischen verschiedenen Wissensinhalten entstehen und Gelerntes in realen Situationen anwendbar wird. Dies führt zur Forderung nach einem ganzheitlichen Lernen. Konstruktivistische Ansätze scheinen hier geeignet und fordern dies in einer starken Lernumgebung in einem aktiven, selbstgesteuerten, konstruktiven, situativen und sozialen Prozeß, bei dem Fehler bedeutsam sind und Vorerfahrungen der Lernenden beachtet werden. Eine Berücksichtigung motivationaler und emotionaler Befindlichkeiten der Lernenden hilft zusätzlich die gewünschten Kompetenzen fördern und ein `träges Wissen´ verhindern. Bei der Gestaltung von Lernumgebungen beschreiten adaptive Formen, die sowohl den Lernenden, die Instruktionsform und den Lerngegenstand berücksichtigen, einen geeigneten Mittelweg zwischen systemvermittelnden und offenen, problemorientierten Lernumgebungen. Hierbei wird aus konstruktivistischer Sicht eine neue Rolle des Lehrers gefordert.

3.3 Kennzeichen und Merkmale eines handlungsorientierten Unterrichts

Berufliche Qualifizierung soll, wie bereits weiter oben ausgeführt, flexibel einsetzbare Kompetenzen entwickeln und fördern, um veränderten und den zukünftigen Arbeitsanforderungen besser entgegenzukommen. Fragwürdig geworden sind sowohl die traditionelle betriebliche als auch die herkömmliche berufsschulische Ausbildung. Moderne Ausbildungskonzepte orientieren sich an einer 'Handlungsorientierung' des Lernens. Dieser Begriffs ist jedoch weder in der wissenschaftlichen noch in der didaktischen Diskussion eindeutig und unumstritten, da bisher ein einheitliches Begriffsverständnis nicht vorzufinden ist. Die vorliegende Arbeit kann darauf nicht näher eingehen. Einen Überblick über die aktuelle Diskussionslage und die Spannweite des Begriffs der Handlungsorientierung in der Berufsbildung geben CZYCHOLL, EBNER (1995, S. 39ff.). BADER (1997) skizziert verschiedene Ausprägungen von Handlungsorientierung. Ziel dieser Arbeit ist im nachfolgenden Kapitel, konkrete Kennzeichen und Merkmale eines handlungsorientierten Unterrichts als Lernarrangement in der Berufsschule näher zu umschreiben. In einem solchen Unterricht fließen verschiedene methodische Ansätze und didaktische Konzepte zu einer leitenden Perspektive zusammen, die als eigenes Konzept von Unterricht bestimmten Kategorien, Elementen und Merkmalen entspricht. Hierzu werden in einem einleitenden Kapitel die Ziele eines handlungsorientierten Unterrichts umrissen. Ein weiteres Kapitel stellt Prozeßmerkmale eines Unterrichts aus konstruktivistischer Sicht und Charakteristika einer entsprechenden Lernumgebung vor. Daraus und aus den theoretischen Ausführungen in Kapitel 3.2 leiten sich konkrete inhaltlich-organisatorische Merkmale für dieses Unterrichtskonzept ab. An diesen skizzierten Merkmalen mit ihrem Theoriehintergrund orientiert sich die später folgende Analyse des begleiteten Unterrichtsvorhabens.

3.3.1 Ziele eines handlungsorientierten Unterrichts

Berufsbildung und damit auch Unterricht in der Berufsschule soll zu beruflicher Handlungskompetenz führen (siehe Kapitel 1), die sich in einem professionellen Handeln offenbart und über fachbezogene Qualifikationen hinaus über überfachliche, sogenannte Schlüsselqualifikationen verfügt (siehe Kapitel 1). Dabei steht im Zentrum berufskompetenten Tuns ein sich selbstbestimmendes Individuum, das reflektiert, eigenverantwortlich und gemeinschaftsorientiert handelt und bereit ist, sich weiterzuentwickeln. Berufspädagogische Kategorien, die für die Konzipierung, Gestaltung und Umsetzung beruflicher Bildung in diesem Sinne von zentraler Bedeutung sind, lassen sich aus der Perspektive einer handlungsorientierten Didaktik ableiten (vgl. ARNOLD, LIPSMEIER 1995, S. 9 u. S. 13ff.).

Handlungsorientierter Unterricht ist ein Konzept von Unterricht und noch keine Unterrichtsmethode. Er rückt die Vermittlung von theoretischen Voraussetzungen für das Handeln-Können in der beruflichen Praxis in den Mittelpunkt. Durch handlungsorientierten Unterricht soll in der Berufsschule aber auch ein Handeln selbst erlernt werden. Besonders wichtig hierbei ist, daß Theorie entlang der Lösung komplexer beruflicher Aufgaben erarbeitet wird. Die Bewältigung konkreter beruflicher Aufgabenstellungen durch ihre Planung und Realisierung führt zu einem Lernen in vollständigen Handlungen. Aus den konkreten Handlungen führen rückschließende

Fragen auf die Theorie. Ein Unterricht, der sich anwendungsorientiert auf eine Berufsarbeit außerhalb der Schule bezieht, verbleibt im Wahrnehmen und Denken. Handlungsorientierter Unterricht aber gewährleistet ein Lernen in vollständigen Handlungen, da Wahrnehmen und Denken erweitert werden und in ein Tun münden. Während Wahrnehmen und Denken das Tun erklären und steuern, wirkt das Tun in einer Rückkopplung auf Wahrnehmen und Denken zurück, indem es beide verändert und erweitert. Die Trias Wahrnehmen - Denken - Tun wird in einem handlungsorientierten Unterricht in vielfachen Zyklen, die ineinander verschachtelt sind, immer wieder durchlaufen (vgl. SCHELTEN 1994b, S. 5ff. u. 1995b, S. 7ff.).

Handlungsorientierter Unterricht in der Berufsschule richtet sein Ziel dabei auf eine möglichst umfassende Verknüpfung aller Wissensbereiche (siehe Übersicht 3.1). Komplexe berufliche Aufgabenstellungen sollen ein Fakten- und Begriffswissen und ein Verfahrens- oder Strategiewissen ebenso fördern wie ein besonders betontes Verständnis- und Begründungswissen (vgl. SCHELTEN 1997, S. 608ff.). Durch die Verknüpfung aller drei Bereiche des Anwendungswissens wird zusätzlich das Kontroll- oder Einsatzwissen als Metawissen verstärkt ausgebildet.

Handlungsorientierter Unterricht erfordert bei einem Lernen in vollständigen Handlungen eine Integration der Fächer, so daß für einen solchen Unterricht in der Berufsschule fächerübergreifend vorgegangen werden muß. Hierbei rückt ein komplexes, zeitlich längerfristig zu bearbeitendes Lernthema in den Mittelpunkt. Von diesem Lernthema ausgehend wird gefragt, welchen Beitrag die einzelnen Fächer zur Bewältigung des Themas leisten können. Verschiedene fachliche Zugangsweisen bezogen auf den komplexen Lerngegenstand werden zusammengeführt. Dadurch soll eine komplexe Betrachtung der Lerngegenstände aus multiplen Perspektiven erfolgen.

3.3.2 Prozeßmerkmale aus konstruktivistischer Sicht

Konstruktivismus als Perspektive bietet einen vielversprechenden Rahmen für die Förderung von Wissenserwerbsprozessen (siehe Kapitel 3.2.4). Da die Festlegung von Lernzielen und -inhalten bei der Vermittlung beruflicher Handlungskompetenz nicht genügt, kommt vielmehr dem eigentlichen Lernprozeß, dem Weg zum Erreichen der Ziele, die zentrale Bedeutung zu. Handlungsorientierter Unterricht als eine Lernumgebung mit konstruktivistischer Ausrichtung muß daher die nachfolgenden, in Anlehnung an MANDL, REINMANN-ROTHMEIER (1995, S. 8ff.) und DUBS (1995, S. 890f.) skizzierten Prozeßmerkmale eines aktiven, selbstgesteuerten, konstruktiven, situativen und sozialen Lernens, das Fehler aufgreift und individuelle Bedürfnisse der Beteiligten beachtet, berücksichtigen.

Aktive Beteiligung der Lernenden: Lernende müssen sich am Lernprozeß aktiv beteiligen, damit sie berufsbezogene Lerninhalte verstehen, Gelerntes sinnvoll in bestehendes Vorwissen einbauen und ein Verständnis für übergreifende Zusammenhänge entwickeln. Dadurch können sie ihr Wissen in neuen, berufsspezifischen Situationen anwenden. Hierzu ist eine Lernumgebung erforderlich, die ein entsprechendes Motivationspotential besitzt und Interesse an berufstypischen Lerngegenständen weckt. Ansatzpunkte zur Förderung intrinsischer Motivation sind z.B. positive, informative Rückmeldungen durch den Lehrer als Experten und ein geeignetes Anforderungsniveau, das Kompetenz- und Autonomieerfahrungen der Lernenden ermöglicht. Weiter eine Umgebung, in der sich die Lernenden sozial eingebunden fühlen und realistische Kompe-

tenzerwartungen entwickeln, um selbstbestimmt aktiv werden zu können. Dies steht keineswegs im Widerspruch zu möglichen äußeren Anleitungen, die an geeigneter Stelle ein Weiteres zur Förderung intrinsischer Motivation beitragen können. Intrinsische Motivation als wichtige Aktivierungskomponente (siehe Kapitel 3.2.3) ist interessensbestimmt. Es ist daher im Unterricht entscheidend, daß Lernende gegenstandsbezogen an berufstypischen, ganzheitlichen Problembe- reichen ihr Wissen erweitern können und bestehende Interessen und Gefühle berücksichtigt werden. Interessante Lerngegenstände wecken neues Interesse und Neugierde. Positive emotio- nale Erlebnisse können zu einem Flowerleben führen (siehe Kapitel 3.2.3), das besonders dann auftritt, wenn Anforderungs- und Leistungsniveau zu einer optimalen Kapazitätsauslastung der Lernenden führen und Angst und Mißerfolgserwartungen vermieden werden.

Selbststeuerung und Selbstkontrolle: Die Lernenden müssen bei Vorbereitung, Durchfüh- rung und Bewertung sowie zur Aufrechterhaltung ihrer Konzentration und Motivation ihre Lernprozesse immer auch selbst steuern und kontrollieren können, da Auswirkungen auf kognitive, affektive und motivationale Konzepte entstehen. Wie bereits weiter oben angespro- chen spielen motivationale Aspekte, Folgerwartungen und Zielüberzeugungen eine wichtige Rolle für die Selbststeuerung. Selbstbestimmtes Lernen führt zu kognitiven Fähigkeiten der Selbstbeobachtung, Selbstbewertung und Selbstverstärkung. Darüber hinaus nimmt der Lernen- de eigene Kompetenzen wahr, bildet Selbstwirksamkeitserwartungen aus und hält sein Selbst- wertgefühl aufrecht. Metakognitives Wissen und sein kontrollierender Zugriff auf z.B. vorhan- denes Wissen, vorhandene Strategien werden unterstützt und trainiert. Die Forderung nach Selbststeuerungsfähigkeit und verfügbaren Kontrollstrategien führt als methodische Folgerung zu einer Unterrichtsgestaltung, bei der die Schüler anhand von präzisen Leitfragen und - hinweisen einen Lernprozeß möglichst eigenständig durchlaufen und so wenig wie möglich direktiv gesteuert agieren. Hierbei können sie bestehende Vorerfahrungen und Vorwissen effektiv in ihr Lernhandeln einbringen.

Konstruktives Lernen: Ein konstruktives Lernen impliziert ein aktives und selbstgesteuertes Vorgehen. Die Lernenden bauen so neue Wissensstrukturen auf, vernetzen diese und bereits bestehende miteinander und wenden sie immer wieder in unterschiedlichen Situationen an und verbinden sie mit neuen Kontexten. Konstruktivem Lernen liegt die Annahme zugrunde (siehe Kapitel 3.2.4), daß Wissen nie als fertige Kopie der Wirklichkeit vorliegt, sondern immer erst durch Konstruktion im Handlungskontext emergiert. Für die Wissenskonstruktion sind bestehen- de Wissensstrukturen bedeutsam, da sie wahrnehmungsbedingte Eindrücke abhängig von beste- hendem Vorwissen interpretieren. Für die Gestaltung von Lernumgebungen bedeutet dies, daß möglichst authentische, berufsnahe Lernkontexte anzubieten sind, da sich Wissen in ihnen manifestiert. Weiter leitet sich die Forderung ab, komplexe Lerngegenstände ohne unangemes- sene Vereinfachungen vorzusehen, in denen die Lernenden eigene Erfahrungen machen, beste- hende einbringen und veränderte oder neu entstandene Wissensstrukturen zum Einsatz bringen können. Fehler, die besprochen und korrigiert werden, können verständnisfördernd wirken und zur besseren Konstruktion von Wissen beitragen. Ebenso ist die Selbstevaluation und -beurtei- lung geeigneter Arbeitsmethodiken ein weiterer Aspekt, der die Wissenskonstruktion erfolgreich unterstützen kann.

Situatives Lernen: Um Lernen situativ zu gestalten, müssen Wissen und Fertigkeiten in Kontexten erworben werden, die realen Anwendungsmöglichkeiten des Gelernten entsprechen oder zumindest nahekommen. Darin erfahren die Lernenden die Bedeutung und den Anwen-

dungsbezug der erworbenen Kenntnisse. Damit diese jedoch nicht nur kontextbezogen vorliegen, müssen verschiedene Beispiele und unterschiedliche Perspektiven der beruflichen Praxis das erworbene Wissen dekontextualisieren und einer breiten Anwendbarkeit zuführen. Ein Unterricht, der die Realität stark vereinfacht und abstrahiert, vermittelt kaum anwendbares Wissen. Eine reduzierte Komplexität und hohe Abstraktion bringt eine reduzierte Bedeutsamkeit der Lerngegenstände mit sich. Die Übertragbarkeit des erworbenen Wissens auf neue, unbekanntere Situationen verringert sich erheblich.

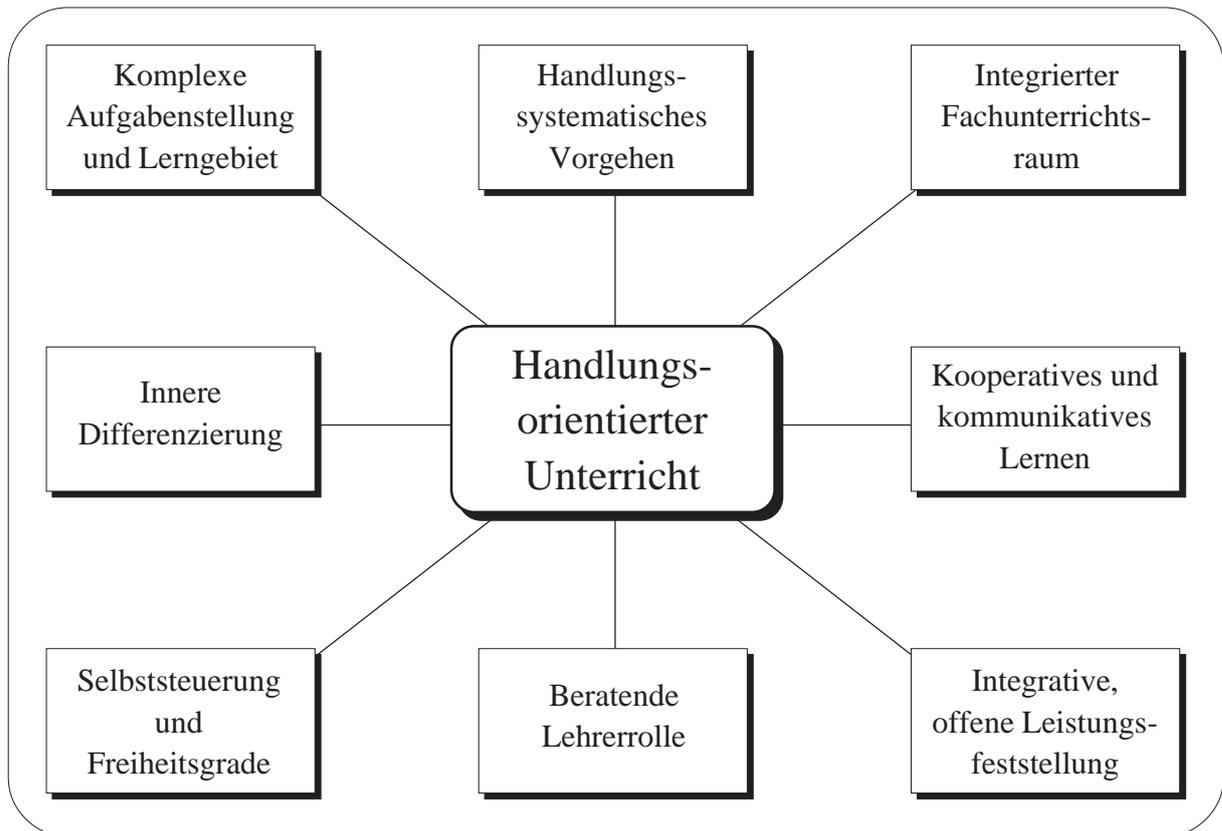
Soziales Lernen: Lernen ist immer ein sozialer Prozeß, da nicht nur das Individuum sondern die Gesellschaft als Ganzes Realität konstruiert und Bedeutungen sozial aushandelt und vermittelt. Dies bedeutet, daß Lernumgebungen den soziokulturellen und beruflichen Hintergrund der Lernenden berücksichtigen und eine Enkulturation der Lerner in der Gesellschaft wie auch in ihrem beruflichen Umfeld ermöglichen sollen. Lerninhalte müssen in kooperativer Form erworben werden. Kooperatives Lernen führt durch positive Kontaktbedingungen zu sozialer Kompetenz und verbessert Motivation und Selbstwertgefühl. Die Interaktion in einer Lernergruppe erfordert die Artikulation eigener und das Aufnehmen anderer Gedanken. Dadurch entstehen kognitive Effekte, die den Aufbau und die Veränderung von Wissensstrukturen positiv beeinflussen können. Die Schüler lernen verschiedene Perspektiven kennen, ihre bisherigen Annahmen überprüfen und gelangen dadurch häufig zu neuen Ideen. Die Entwicklung von Fehlkonzepten kann vermieden werden. Lernumgebungen sollen für die wichtigen verbalen Austauschprozesse Möglichkeiten, Anreize und Anleitungen bieten. Daher müssen Aufgaben und Problemstellungen so beschaffen sein, daß sie Kooperation und Kommunikation erforderlich machen. Verbaler Austausch findet optimal statt, wenn sich die Interagierenden als gleichberechtigte Partner betrachten. Dies bezieht sowohl die Schüler als auch den Lehrer mit ein, der dadurch ein neues Rollenverständnis erhält (siehe Kapitel 3.2.5).

Die eben skizzierten Prozeßmerkmale eines handlungsorientierten Unterrichts mit konstruktivistischer Ausrichtung überlappen und bedingen sich größtenteils gegenseitig. Aus ihnen werden nun nachfolgend konkrete inhaltlich-organisatorische Merkmale für einen handlungsorientierten Unterricht im Bereich der gewerblich-technischen Berufsschule abgeleitet.

3.3.3 Inhaltlich-organisatorische Merkmale

Ein handlungsorientierter Unterricht will wie jede Form von Unterricht ein Behalten, Verstehen und aktives Anwenden von Wissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten gewährleisten. Trotzdem unterscheidet er sich erheblich von traditionellen Unterrichtsformen. Der inhaltliche und organisatorische Ablauf unterliegt gegenüber herkömmlichem Unterricht anderen Grundvoraussetzungen. Eine Vielzahl eigener Bestimmungsgrößen (siehe Übersicht 3.2 auf der folgenden Seite) bedingen dieses Konzept von Unterricht (vgl. auch SCHELTEN 1994a, S. 291f., AUERBACH, HERTLE 1995 und HÜFNER 1996a). Inhaltlich gesehen erfordert ein handlungsorientierter Unterricht in der Berufsschule ein Lernen an einer berufsbezogenen, komplexen und problemhaltigen Aufgabenstellung, an der die Schüler in praktischer Tätigkeit umfassende Theorieaspekte erarbeiten. Schülerspezifisch geht es darum, besonders die Interessen und Erfahrungen der Schüler zu berücksichtigen sowie Kooperation und Kommunikation zu betonen. Organisatorisch steht die Selbstorganisation des Lernprozesses durch die Lernenden im Vordergrund. Hierbei stehen ihnen Möglichkeiten zur Beeinflussung des Arbeitsprozesses offen. Lehrerspezifisch

heißt dies u.a. zum Fachberater des Lernvorgangs der Schüler zu werden und sie an geeigneter Stelle zu unterstützen. Leistungskontrollen sollen in entsprechender, integrativer Formen stattfinden. Die Ergebnisse des Modellversuchs 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' weisen auf fünf Bestimmungsgrößen für einen fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht hin (vgl. SCHELTEN, RIEDL 1997). Diese werden hier aufgegriffen und erläutert und um weitere wichtige Elemente ergänzt.

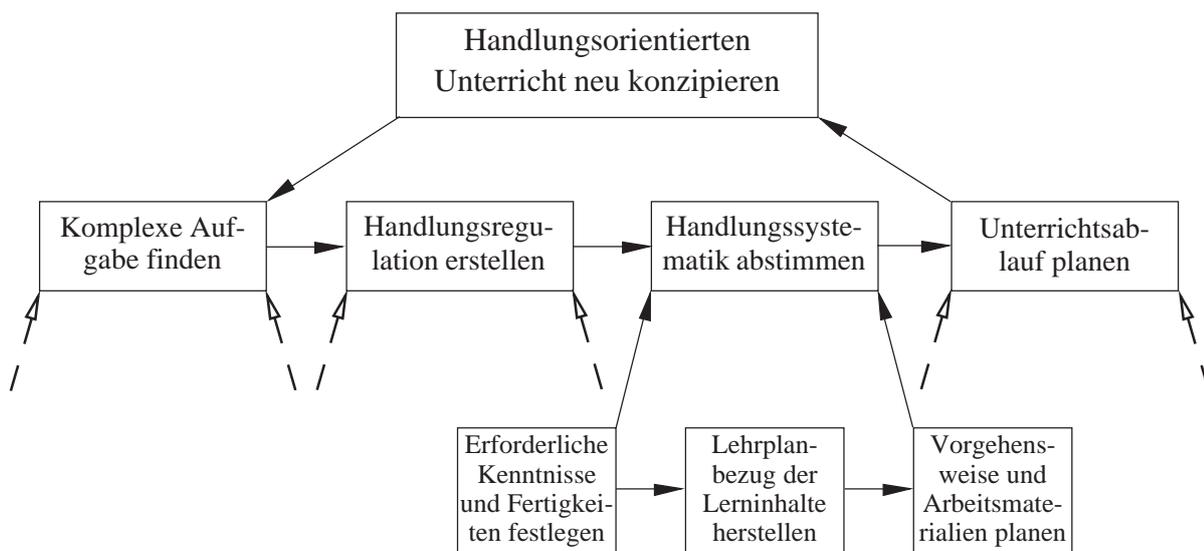


Übersicht 3.2: Bestimmungsgrößen eines handlungsorientierten Unterrichts

Komplexe Aufgabenstellung und Lerngebiet: Handlungsorientierter Unterricht richtet sich an vielschichtigen und viele verschiedene Aspekte umfassenden Aufgabenstellungen mit deutlichem Praxisbezug für die Schüler aus. Ein zentraler Lerngegenstand bündelt in einem Lerngebiet eine Reihe von Lernzielen aus den Fächern Fachtheorie, Fachrechnen, Fachzeichnen und/oder Praktische Fachkunde. Darüber hinaus können Lernziele aus allgemeinbildenden Fächern wie Deutsch und Sozialkunde hinzukommen. Die Aufgabenstellungen decken zeitlich langfristig ein Lerngebiet, z.B. die Steuerungstechnik oder CNC-Technik für eine oder mehrere Wochen im Blockunterricht oder mehrere Wochen im Einzeltagesunterricht ab. Für die Schüler werden damit abstrakte Lerninhalte, die im fachsystematisch organisierten Unterricht häufig willkürlich erscheinen, konkret und sachbezogen. Über die Grenzen bisheriger Unterrichtsfächer hinaus wird ein Denken in Zusammenhängen gefördert. Problemstellungen mit angemessenem Komplexitäts- und Schwierigkeitsgrad verorten Lerninhalte in typischen Berufssituation der Lernenden. Ein entsprechender Komplexitätsgrad der Aufgaben, der jedoch nicht bis zur Überforderung gehen darf, rechtfertigt einen Planungsaufwand der Schüler. Der Erwerb von Wissen erfolgt über aktiv handelnde Problemlöseversuche in vollständigen Handlungen, bei denen auch übergreifende methodische Qualifikationen erlernt werden. Die Problemstellungen sollen die Erfahrungen

und Interessen der Schüler berücksichtigen und dadurch ihre Identifikation mit der Aufgabenstellung unterstützen.

Handlungssystematisches Vorgehen: Handlungsorientierter Unterricht erfordert eine handlungssystematische Unterrichtsplanung, die sich an der Handlungslogik der zugrundeliegenden Aufgabe ausrichtet. Vorgesehene Lernziele und -inhalte müssen dabei entlang einer voraussichtlichen Bearbeitung der im Mittelpunkt stehenden Arbeitsaufgabe gruppiert und sinnvoll in den Bearbeitungsablauf integriert werden. Ein Erarbeiten theoretischer Lerninhalte erfolgt an einer theoriehaltigen Problemstellung auf die Erfordernisse der Praxis ausgerichtet. Im Gegensatz dazu ordnet ein fachsystematisch gegliederter Unterricht die Lerninhalte angelehnt an die Struktur der zu ihm in Beziehung stehenden fachwissenschaftlichen Gliederung an (zur Gegenüberstellung vgl. SCHELTEN 1994a, S. 278f.). Zur Konzeptionierung des geplanten Unterrichtsverlaufs ist es sinnvoll, die Bearbeitung der geplanten Aufgabenstellungen in einem Handlungsregulationsschema darzustellen. Entsprechend dem Modell der hierarchisch-sequentuellen Handlungsorganisation nach VOLPERT (1983) lassen sich auf diesem Wege komplexe Handlungen mit ineinander verschachtelten Handlungsüber- und -untereinheiten auf verschiedenen Hierarchieebenen abbilden. Übersicht 3.3 stellt dies in Ausschnitten am Beispiel der Gesamthandlung 'Neukonzeption eines handlungsorientierten Unterrichts' vor (als Beispiel vgl. auch KIPP 1994a, S. 10f.).



Übersicht 3.3: Ausschnitt aus einem Handlungsregulationsschema

Das Handlungsregulationsschema skizziert die Gesamthandlung mit allen Teilhandlungen bis hin zu einzelnen Arbeitsschritten der praktischen Durchführung. Diese Grundlage für die Unterrichtsplanung bildet sowohl den Gesamtzusammenhang der Arbeitsaufgabe, Einzelschritte und wichtige Details ab. Anhand dieses Schemas lassen sich erforderliche Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Durchführung der Teilhandlungen erkennen und die Lehrplaninhalte, die durch die Aufgabe vermittelt werden sollen, spiegeln. Weiter gibt das Handlungsregulationsschema Hinweise zu den Erfordernissen der Lernumgebung, wie z.B. benötigte Geräte oder bereitzustellendes Arbeits- und Informationsmaterial. In einem weiteren Schritt bildet es für die konkrete Vorbereitung des Unterrichtsablaufs den Leitfaden zur Gestaltung der unterrichtssteuernden Selbstlernmaterialien mit entsprechenden Leitfragen und -hinweisen.

Integrierter Fachunterrichtsraum: Handlungsorientierter Unterricht fordert eine Lernumgebung, die ständig theoretische Überlegungen mit ihrer praktischen Umsetzung an experimentellen Einrichtungen, Maschinen oder Geräten verbindet. Der integrierte Fachunterrichtsraum (IFU) bildet die vorbereitete Umgebung, die ein fächerübergreifender und handlungsorientierter Unterricht zwingend erfordert. Für den gewerblich-technischen Bereich müssen fachbereichs-, berufsgruppen- und lerngebietspezifische Besonderheiten berücksichtigt und ein solcher Raum dementsprechend ausgestattet werden. Hierbei ist ein Optimum zwischen realitätsnaher Praxis- und störungsarmer Theoriearbeit unter Berücksichtigung der Klassengröße erstrebenswert. Geräteaufwand und Medienausstattung sollen sich generell an berufstypischen Realsituationen, Standardkomponenten und Herstellerunterlagen orientieren und über didaktisch reduzierte Modelle, Geräte und schriftliche Unterlagen hinausweisen. Lernfelder wie z.B. die CNC-Technik oder die Abgasprüfung am KFZ, in denen größere Geräuscentwicklungen oder andere Emissionen durch Realmaschinen und laufende Motoren auftreten, erfordern Maßnahmen wie z.B. Glastrennwände oder getrennte Räumlichkeiten, die eine ruhige Gruppenarbeit und somit ein Nebeneinander von Theorieerarbeitung und praktischer Durchführung erlauben.

Innere Differenzierung: Die Lernenden können gemäß ihrer eigenen Lerngeschwindigkeit unabhängig vom Lehrer vorgehen. Leistungsstarke Schüler werden nicht unterfordert oder gebremst. Der Lehrer kann einzelne Schüler individuell fördern und sich besonders leistungsschwachen Schülern zuwenden. Jedem einzelnen Schüler sollte sowohl innerhalb seiner Gruppe als auch im Verhältnis zu anderen Gruppen ein individueller Lernprozeß möglich sein. Hierfür müssen geeignete Aufgabenstellungen ein abgestuftes Schwierigkeits- und Abstraktionsniveau anbieten, um die individuellen Grundlagen der Schüler, wie unterschiedliches Vorwissen, verschiedene Lern- und Aufnahmefähigkeiten oder Motivations- und Interessenschwankungen, zu berücksichtigen.

Kooperatives und kommunikatives Lernen: Der Klassenverband ist in einem handlungsorientierten Unterricht größtenteils aufgelöst. Die Schüler arbeiten vorwiegend in Teams, aber auch Einzelarbeit ist möglich. Die Gruppenzusammensetzung soll auf freiwilliger Basis erfolgen, in die der Lehrer zur Optimierung im weiteren Unterrichtsverlauf regulierend eingreifen kann. Leistungshomogene Gruppen führen zur gleichmäßigeren Verteilung der Aufgaben und Lernarbeit in der Gruppe. Einer vorwiegend passiven Haltung einzelner, meist schwächerer Gruppenmitglieder wird eher entgegengewirkt. Leistungsheterogene Gruppen ermöglichen den Einsatz von leistungsstarken Schülern als 'Hilfslehrer'. Die Aufgabenbearbeitung und Informationsbeschaffung soll die Zusammenarbeit der Schüler und den gegenseitigen Austausch betonen. Anstehende Arbeitsaufgaben sollen in der Gruppe in sozialer und sachbezogener Interaktion eigenverantwortlich verteilt, übernommenen und koordiniert werden.

Selbststeuerung und Freiheitsgrade: Bei ihrer Lernarbeit sollen die Schüler so wenig wie möglich durch direktive Vorgaben der Leittexte und Leitfragen, die den Lernverlauf zum Teil inhaltlich als auch ablaufspezifisch vorstrukturieren oder durch Einschränkungen der Aufgabenstellung und der Arbeitsumgebung eingeengt werden. Sie sollen ihren Lernprozeß weitgehend eigenverantwortlich organisieren, gestalten und Entscheidungssituationen durchlaufen, in denen sie ihre individuellen Bearbeitungswege festlegen. Aufgabenlösungen und Handlungsziele sollen dabei über verschiedene Wege mit verschiedenen Hilfsmitteln erreichbar sein. Diese Freiheitsgrade und Handlungsspielräume liegen jedoch nur dann wirklich vor, wenn sie vom Schüler wahrgenommen werden können und offensichtlich erkennbar sind.

Beratende Lehrerrolle: Der Lehrer organisiert Selbstlernformen für seine Schüler wie z.B. Leittexte und Arbeitsanweisungen. Er gestaltet die Lernumgebung, indem er Geräte und Ausstattung bereitstellt und umfangreiches Arbeitsmaterial wie z.B. Herstellerkataloge, Produktbeschreibungen, Fachbücher oder Informationsblätter organisiert und vorbereitet. Im Lernprozeß tritt er in den Hintergrund, da er nicht mehr die Rolle des zentralen Wissensvermittlers übernimmt. Er wird zum Organisator, Initiator sowie hauptsächlich Berater im Unterricht. Bisherige Aufgaben der Beaufsichtigung und Leistungskontrolle bleiben bestehen. Entstehende zeitliche Freiräume können für die intensivere Zuwendung zu leistungsschwachen Schülern oder Gruppen genutzt werden. Die Unterrichtsplanung verschiebt sich dadurch von der Ebene unterrichtsbezogener Kommunikation und dabei explizierbarer Lernziele und -inhalte auf die einer Lernumgebung. Der Unterricht ist nicht mehr exakt inhaltlich und zeitlich planbar. Die Steuerung des Unterrichts erfolgt nicht mehr allein durch den Lehrer, sondern wird von den Schülern entscheidend mitbestimmt. Der Lehrer muß flexibel auf nicht vorhersehbare, detaillierte Fragen, Situationen und Probleme reagieren und sich eindenken können. Er vermeidet die Präsentation vorgefertigter Lösungen, begleitet beratend den gesamten Lernprozeß und versucht, die Schüler in die Lage zu versetzen, eigene Lösungswege zu finden. Fachgespräche sollen sicherstellen, daß eine theoriegeleitete Planung der praktischen Ausführung vorausgeht. Initiiert durch Schüler oder Lehrer, geben Fachgespräche beiden Rückmeldung über den individuellen Lernerfolg. Durch die Komplexität verschiedener Lerngebiete und spezifischer Anforderungen bei der Handhabung eingesetzter Maschinen und Geräte bietet sich die Kooperation von zwei oder mehreren Lehrern in Form eines Teamteaching an. Dies kann Konzeption und Durchführung des Unterrichts in praktischen und theoretischen Aufgabenbereichen betreffen.

Integrative, offene Leistungsfeststellung: Leistungsfeststellungen müssen von ihren Inhalten und ihrem Ablauf dem ganzheitlichen Ansatz eines handlungsorientierten Unterrichts entsprechen. Sie sollen sowohl theoretische als auch praktische Lerninhalte umschließen und diese miteinander verbinden. Leistungskontrollen sollen für die Schüler erkennbar sein und die Möglichkeiten zu offenen, sozialen Interaktionen bieten, bei denen der Lehrer seine Benotung plausibel begründet und die Schüler ihre Leistung akzeptieren und sie rechtfertigen.

Zusammenfassung: Handlungsorientierter Unterricht in der Berufsschule will berufliche Handlungskompetenz eines eigenverantwortlichen Individuums, das reflektiert und gemeinschaftsorientiert handelt, fördern. Eine konstruktivistische Perspektive für die Förderung von Wissenserwerbsprozessen verlangt ein aktives, selbstgesteuertes, konstruktives, situatives und soziales Lernen. Ein handlungsorientierter Unterricht in der Berufsschule erfordert inhaltlich ein Lernen an einer berufsbezogenen, komplexen und problemhaltigen Aufgabenstellung, schülerspezifisch ein Berücksichtigen der Interessen und Erfahrungen der Schüler und eine Betonung der Kooperation und Kommunikation. Organisatorisch steht die Selbstorganisation des Lernprozesses durch die Lernenden im Vordergrund. Der Lehrer wird dabei zum Fachberater der Lernvorgänge. Konkrete inhaltlich-organisatorische Merkmale bedingen eine komplexe Aufgabenstellung und ein komplexes Lerngebiet, die entlang eines handlungssystematisch geplanten Vorgehens in einem integrierten Fachunterrichtsraum bearbeitet werden. Die innere Differenzierung, kooperatives und kommunikatives Lernen verbunden mit ausgeprägter Selbststeuerung und Freiheitsgraden führen zu einer veränderten Lehrerrolle. Integrative, offene Leistungsfeststellungen entsprechen der Art des Wissenserwerbs.

3.4 Abwägende Betrachtungen

Im Zentrum des vorausgehenden Kapitels zu den theoretischen Grundlagen dieser Arbeit steht das Konzept eines handlungsorientierten Unterrichts und der damit in Verbindung stehende Wissenserwerb sowie die anschließende Wissensanwendung. Handlungsorientiertes Lernen wird dabei mit einem gemäßigten konstruktivistischen Ansatz der Wissensaneignung verbunden. Die Vertreter eines gemäßigten Konstruktivismus fühlen sich in der Instruktionspsychologie und empirischen Pädagogik beheimatet und heben sich von radikaleren Ausprägungen einer Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie oder dem 'neuen' Konstruktivismus in der Soziologie, Kognitionswissenschaft und Psychologie ab (vgl. GERSTENMAIER, MANDL 1995, S. 868ff.). Konstruktivistische Instruktionsansätze stellen, wie in den vorausgehenden Abschnitten dargelegt, ihre Eignung heraus, die 'Trägheit' von Wissen zu verringern und die Anwendbarkeit von Wissen zu fördern.

In den vorausgehenden Abschnitten werden nahezu ausschließlich Begründungsaspekte angeführt, die ein handlungsorientiertes Lernen geprägt durch eine gemäßigte konstruktivistische Auffassung positiv bewerten und in diesem Sinne interpretieren. Dem gegenüber steht eine traditionelle, objektivistische Auffassung vom Lehren und Lernen, nachdem sich Wissen und die Fähigkeiten und Fertigkeiten zum Problemlösen durch Experten weitgehend objektiv festlegen und an die Lernenden vermitteln lassen. Im Zuge der Eignungsdiskussion der gegenüberstehenden Paradigmen weist WEINERT (1996, S. 10, siehe auch Kapitel 3.2.3) auf die 'Janusköpfe' der aktuellen Lerntheorien hin und stellt fest, daß vielerorts nur der Enthusiasmus der Lernenden und die gegenseitige Stimulierung in der Gemeinschaft beachtet werden, wenn sie genügend Freiraum besitzen. Außer acht bleibt jedoch die Wirksamkeit neuer Instruktionsmethoden. Jede Lehr-Lernmethode hat ihre eigenen Stärken aber auch Schwächen. Daher bedürfen multiple Lernziele, wie von einer modernen beruflichen Bildung verfolgt (siehe Kapitel 1 und 3.1), der Kombination verschiedener Lehr-Lernmodelle. Auch SCHELTEN (1994a, S. 293f.) warnt vor einer einseitigen Propagierung von handlungsorientiertem Unterricht, die leicht zu einem "didaktisch-methodischen Dogmatismus" führen kann, obwohl auch der fachsystematische Unterricht im herkömmlichen fächergeteilten Frontalunterricht seinen eigenen Stellenwert besitzt.

Kritische Stimmen stellen die Wirksamkeit von selbstgesteuertem, kooperativem Lernen, das intrinsisch motiviert ist, und dem ein handlungsorientierter Unterricht weitgehend nachzukommen versucht, in Frage. Ob und wie beim projektartigen Lernen "die notwendige Systematik kumulativen Lernens, die sachlogische Ordnung des allgemeinen Kenntniserwerbs und die erforderliche Automatisierung vieler Routinefertigkeiten gewährleistet werden kann" ist zweifelhaft (WEINERT 1996, S. 5). Weiter weisen Forschungsergebnisse darauf hin, daß ein selbständiges Lernen in anspruchsvollen Lerngebieten ohne die erforderliche qualifizierte Voraussetzung der Lerner mit hoher Wahrscheinlichkeit zu Lerndefiziten, Fehlkonzepten und Mißerfolgserlebnissen führt. Ohne kompetente Unterstützung stellen sich Defizite im systematischen Aufbau von Wissen, im Abstraktionsniveau, in der Korrektheit erworbener Kenntnisse und im Erwerb effizienter Lernstrategien ein. Daraus läßt sich folgern, daß selbständiges Lernen gelehrt und gelernt werden muß, was wiederum nur didaktisch gelenkt erfolgen kann (vgl. ebd. S. 6ff.). Es wäre weiter illusorisch zu glauben, daß in Schulen gänzlich auf extrinsische Motivation verzichtet werden kann. Und obwohl kooperatives Lernen auf die Motivation, Behaltensleistung und auf das

Sozialverhalten positive Einflüsse hat, gibt es auch hier Hinweise auf Schwächen und Grenzen, vor allem dann, wenn überwiegend in dieser Form gelernt wird. Folgern läßt sich daraus, daß kooperatives Lernen systematischer Ergänzungen durch individuelle und lehrergesteuerte Lernformen bedarf (ebd. S. 9).

Ergänzend dazu ist nach DUBS (1993, S. 453f.) die konstruktivistische Annahme, daß es objektives Wissen nicht gibt, nicht haltbar. Denn für die erfolgreiche Lebens- und Berufsbevältigung können sehr wohl Wissen und Können verständlich vermittelt werden. Weiter genügt es nicht, Lerninhalte nur an den Interessen der Lernenden auszurichten, da später auch Uninteressantes benötigt und das vielfach geforderte vernetzte Denken nur verwirklicht werden kann, wenn ein zwar weniger tiefgehendes, aber dafür gut strukturiertes Orientierungswissen vorliegt. Konstruktivistische Unterrichtsansätze sind sehr zeitaufwendig. Die vielfach geforderten Schulzeitverkürzungen sind hier problematisch. Die Effizienz konstruktivistischer Ansätze zweifelt DUBS bei ihrer ausschließlichen Praktizierung an, da grundlegende Fertigkeiten nicht in komplexe Themenbereiche eingebaut und dort eingeübt werden müssen und es daher fragwürdig ist, "alles nochmals entdecken zu lassen. Es gibt gesicherte Wissensbestände, die sich effizient vermitteln lassen (insbesondere in der beruflichen Bildung)" (ebd. S. 453). Bisher fehlt zudem der Beleg, daß wirklich alle unterschiedlichen Typen von Lernenden gleichermaßen befähigt sind, nach diesem Ansatz zu lernen. Weiter wird die einseitige Ausrichtung auf kollektives Lernen hinterfragt, da auch in Zukunft Einzelleistungen gefordert sind.

Mängel der objektivistischen Auffassung von Unterricht liegen oft weniger im Ansatz als in der alltäglichen Unterrichtsausführung, wo teilweise kaum sinnvolle, atomisierte, schlecht dargebotene, reduktionistische Lerninhalte fern der Wirklichkeit nicht zu zweckmäßigem Lernen und zu Denkstrategien führen können. Trotzdem sieht DUBS (1993, S. 454) in dieser Unterrichtsform viele gute Ansätze, die dem konstruktivistischen Paradigma nahekommen. Mehr noch kann sich demnach eine anfänglich sinnvolle und gelenkte Wissensvermittlung zur Schaffung gleicher Grundlagen und Eingangsvoraussetzungen sowie Lernstrategien später in selbständiges, kooperatives Lernen fortentwickeln und sich einem konstruktivistischen Lernansatz nähern.

Der vorliegenden Untersuchung geht es nicht um die Unterstützung der unnötigen Polarisierungsdiskussion der verschiedenen Standpunkte. Eine Berechtigung herkömmlicher Instruktionmethoden wird nicht in Frage gestellt. Sie vertritt jedoch die mittlerweile weit akzeptierte Meinung, daß handlungsorientierter Unterricht mit einem konstruktivistischen Vermittlungsansatz wesentlich zur Verbesserung des herkömmlichen Unterrichts beitragen kann, ja muß. Die Arbeit will einen Beitrag leisten, um das von vielen Autoren beklagte Forschungsdefizit im Bereich des handlungsorientierten Lernens zu verringern (vgl. z.B. CZYCHOLL, EBNER 1995, S. 46f., u. Kapitel 2.1). Die Zielvorstellungen beruflicher Bildung (siehe Kapitel 1) mit einer verstärkten Förderung von Schlüsselqualifikationen als Bestandteil beruflicher Handlungskompetenz erfahren durch die didaktische Umsetzung in einem handlungsorientierten Unterricht einen richtungsweisenden Charakter.

4 Modellversuch `Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule`

Die vorliegende empirische Forschungsarbeit gewinnt die ihr zugrundeliegenden Daten im Feld des Modellversuchs `Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule` in Bayern. Im Mittelpunkt der Untersuchung steht ein Unterrichtskonzept aus dem Berufsfeld Metalltechnik, das im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung dieses Modellversuchs durch den Lehrstuhl für Pädagogik der Technischen Universität (TU) München evaluiert wird. Nachfolgende Ausführungen wollen einen knappen Überblick über Ausgangspunkt, Entwicklung, pädagogische und wissenschaftliche Begleitung insbesondere durch die TU München sowie über einige Ergebnisse dieses Modellversuchs geben. Sie sollen dem Leser außerdem ermöglichen, die vorliegende Untersuchung in den Gesamtrahmen dieses Modellversuchs einordnen zu können. Weitergehende, detailliertere Informationen zu diesem Modellversuch lassen sich dem Abschlußbericht (HEIMERER, SCHELTEN, SCHIEßL 1996) sowie weiteren Schriften, die an den entsprechenden Stellen zitiert werden, entnehmen.

4.1 Ausgangslage, Zielstellung und Durchführung des Modellversuchs

Seit dem Jahr 1971 fördern Bund und Länder auf der Grundlage der Rahmenvereinbarungen "Modellversuche" (vgl. BUND-LÄNDER-KOMMISSION FÜR BILDUNGSPLANUNG UND FORSCHUNGSFÖRDERUNG 1988, S. 13 ff.) im Zusammenhang mit Artikel 91 b des Grundgesetzes Modellversuche im Bildungsbereich. Sie sind in der Bundesrepublik Deutschland mit der Kultushoheit der Länder ein wichtiges Instrument zur länderübergreifenden Weiterentwicklung des Bildungswesens, der Steigerung seiner Leistungsfähigkeit und seiner Attraktivität. Aus ihnen sollen Neuerungen hervorgehen und erprobt werden, die zunächst in einem begrenzten Versuchsfeld überprüft und auf ihre inhaltliche und strukturelle Eignung zur Verbesserung der Lernbedingungen in den verschiedenen Bildungsbereichen `Schule`, `Berufliche Bildung` und `Hochschule` untersucht werden sollen.

Im Förderungsbereich der beruflichen Bildung zielen Modellversuche auf die ständige Qualitätsverbesserung der Bildungspraxis im beruflichen Schulwesen, bezogen auf Berufsausbildung, berufliche Fortbildung und Umschulung. "Ziel der Förderung von Modellversuchen in diesem Bereich ist es, die Qualität der beruflichen Bildung weiter zu verbessern und in verstärktem Maße dazu beizutragen, daß die Auswirkungen technisch-wirtschaftlicher Entwicklungen, insbesondere der Mikroelektronik und anderer neuer Techniken aufgegriffen werden" (ebd. S. 24). Modellversuche werden gefördert, wenn sie innovative Ergebnisse erwarten lassen, wenn sie eine hinreichende Erfolgswahrscheinlichkeit haben, wenn die angestrebten Ergebnisse übertragbar und von überregionaler Bedeutung sind und wenn sie wissenschaftlich begleitet werden.

4.1.1 Ausgangslage des Modellversuchs

Die seit ca. zwei Jahrzehnten immer rascher fortschreitende Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechniken hat zu einem ungeahnten Rationalisierungsschub in allen Bereichen der Wirtschaft geführt. Im produzierenden Gewerbe veränderte sich nahezu die gesamte Produktionsstruktur aufgrund des Einsatzes von speicherprogrammierbaren Steuerungen, Industrierobotern und flexiblen Fertigungsstationen in Verbindung mit neuen Konzepten der Arbeitsorganisation. So löst z.B. teilautonome Gruppenarbeit mehr und mehr die isolierte, maschinenbestimmte, sich monoton wiederholende Einzelarbeit ab (vgl. KERN, SCHUMANN 1990). Im primären und sekundären Dienstleistungsbereich haben die zunehmende Einführung neuer Informations- und Kommunikationstechniken sowie von Datenbanken die Struktur der Arbeitsplätze entscheidend verändert (vgl. BAETHGE, OBERBECK 1987). Seit einigen Jahren treten zu diesen technologisch induzierten Veränderungen neue betriebliche Organisationskonzepte hinzu, die sich mit den Stichworten 'lean-production', 'just-in-time-production' und 'quality-management' umschreiben lassen (vgl. WOMACK, JONES, ROOS 1992).

Der Strukturwandel innerhalb der Wirtschaft mit seinen Auswirkungen auf einen Großteil der Arbeitsplätze verändert die Qualifikationsanforderungen an die Beschäftigten erheblich. MERTENS hat 1974 durch das von ihm zu diesem Zeitpunkt neu vorgestellte Konzept der Schlüsselqualifikationen auf den generalisierenden und berufsübergreifenden Charakter der durch die neuen Technologien geforderten Qualifikationen hingewiesen. Diesem Anstoß folgte eine breit und kontrovers geführte Diskussion des Begriffs und Ansatzes der Schlüsselqualifikationen (z.B. REETZ 1989, REETZ, REITMANN 1990, ZABECK 1989). Heute kann wie bereits in Kapitel 1 angedeutet zusammenfassend gesagt werden, daß im Zuge der veränderten Anforderungen, die aus den neuen Technologien herrühren, zunehmend überfachliche Qualifikationen gefordert sind. Diese sind neben den fachlichen Voraussetzungen zur Bewältigung der Arbeitsaufgaben außerfachliche Qualifikationen, die auch als extrafunktionale Qualifikationen oder Schlüsselqualifikationen bezeichnet werden. Sie lassen sich nach materialen Kenntnissen und Fertigkeiten, formalen, personalen und sozialen Fähigkeiten unterscheiden.

Für die berufliche Bildung gewann das Konzept der Schlüsselqualifikationen seit etwa Mitte der achtziger Jahre zunehmend an Bedeutung. Einige Großbetriebe veränderten die Konzepte ihrer betrieblichen Erstausbildung, um erforderliche überfachliche Qualifikationen besser vermitteln zu können. Einen Überblick über diese Entwicklung gibt SCHMIDT-HACKENBERG u.a. (1989).

Eine erste strukturelle Reaktion der Berufsschule auf die veränderten Anforderungen an die Qualifikation der Beschäftigten erfolgte auf die Neuordnung der Metall- und Elektroberufe. Nach den neuen Ausbildungsordnungen, die ab 1987 eingeführt wurden, ist bei der Vermittlung von Berufsqualifikationen im Unterricht der Berufsschule die Befähigung zum selbständigen Planen, Durchführen und Kontrollieren von Arbeitsprozessen in den Mittelpunkt zu stellen. Um diesem Ausbildungsanspruch gerecht werden zu können ist es erforderlich, geeignete Bildungskonzepte zu entwickeln, zu konkretisieren und zu erproben. Modellversuche leisten hierzu einen wesentlichen Beitrag, um den bisher hohen Qualitätsstandard der beruflichen Bildung auch im Hinblick auf neue Technologien weiter gewährleisten zu können. "Je stärker sich die sozialen, ökonomisch-technischen und kulturellen Lebenszusammenhänge verändern, um so notwendiger sind

solche 'kontrollierten Innovationen' im Bildungswesen" (BUND-LÄNDER-KOMMISSION FÜR BILDUNGSPLANUNG UND FORSCHUNGSFÖRDERUNG 1995).

Aus der eben angedeuteten strukturellen Reform in der Berufsschule leitet sich ein Begründungsaspekt für den Modellversuch 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' ab, der die durch die Neuordnung der Berufsfelder ansatzweise eingeleiteten Innovationen innerhalb der Berufsschule weiterentwickeln und ausbauen helfen will.

Einen zweiten Anstoß für dieses Modellvorhaben gab die bisherige Struktur der bayerischen Lehrpläne. Aufgrund einer strengen Gliederung der Lehrpläne und Studentafeln nach einzelnen Unterrichtsfächern waren Lehrplankommissionen oftmals gezwungen, inhaltlich zusammengehörige Lerngebiete zu zergliedern und inhaltlich zusammengehörige Themen unterschiedlichen Fächern zuzuordnen. An den Schulen war es meist nur schwer möglich, diese Lehrplanvorgaben schülergerecht umzusetzen. Probleme traten auf, wenn in den fachlichen Unterrichtsfächern mehr als ein Lehrer unterrichtete. Zusammengehörige oder verwandte Lerninhalte, die auf verschiedene Unterrichtsfächer verteilt waren, konnten auch durch noch so gute Absprachen zwischen einzelnen Kollegen nur schwer zeitsynchron in den jeweiligen Fächern behandelt werden. Die große Stofffülle der Lehrpläne erschwerte diese Bestrebungen zusätzlich. Aufgrund dieser administrativen Vorgaben entstanden oft deutlich voneinander abgegrenzte Unterrichtsfächer, deren tayloristische Vermittlung der Lerninhalte den Schülern das Einbetten dieser Inhalte in einen Gesamtzusammenhang, das Herstellen von Bezügen und Vernetzen mit anderen, bereits gelernten Themenaspekten stark erschwerte. Daß ein Wissen ohne diese Vernetzung nur schwer anwendbar ist, zeigt z.B. RENKL (1996) auf.

Ein weiterer Auslöser für den hier beschriebenen Modellversuch entspringt der Berufsschule selbst. Ein Rückgang der angebotenen Lehrstellen hatte zur Folge, daß berufsschulpflichtige Jugendliche ohne Ausbildungsplatz in Berufsvorbereitungsjahren oder Jungarbeiterklassen unterrichtet wurden. Da diese Schüler oft aufgrund überwiegend schlechter schulischer Voraussetzungen keine Lehrstelle erhielten, stieß ein Unterricht mit ihnen nach herkömmlichen didaktischen Prinzipien auf erhebliche Schwierigkeiten. Weiter beklagten viele Lehrkräfte ein sinkendes Leistungsniveau bei vielen Berufsschülern, dem ein immer weiter steigendes Anforderungsniveau bei der Facharbeiterausbildung gegenüberstand. Hinzu kamen steigende Disziplinprobleme im Umgang mit den Jugendlichen. Der von einzelnen Lehrkräften versuchsweise durchgeführte Projektunterricht zeigte sich vielerorts als geeignete Vorgehensweise, die Unterrichtssituation in den Klassen zu verbessern. Die an einzelnen Schulen von engagierten Lehrkräften individuell entwickelten Konzepte und die mit ihnen gemachten Erfahrungen ließen sich oft nur schwer in die bisher geltenden rechtlichen und schulinternen Vorgaben zwängen und regten somit ebenfalls eine Weiterentwicklung bisheriger Ausbildungskonzepte in der Berufsschule an.

Die eben skizzierten Erfordernisse und Anregungen aus dem Bereich beruflicher Erstausbildung, die die veränderte Situation in der Berufsschule aufgreifen, führten zur Beantragung eines Modellversuchs im Bereich der beruflichen Bildung, den nachfolgende Ausführungen näher umschreiben.

4.1.2 Ziele des Modellversuchs

Der Modellversuch 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' verfolgt als übergeordnete Zielstellung die Frage:

"In welcher Weise müssen Formen und Wege berufsschulischen Unterrichts weiterentwickelt werden, um den Erwerb der überfachlichen Qualifikationen zu fördern?"

Im einzelnen sollten im MV folgende Fragen geklärt werden:

- Welche **Unterrichtsformen** sind geeignet, um das neue Bildungsziel zu realisieren?
- Müssen die zugrundeliegenden **Unterrichtsinhalte** geändert werden?
- Wie sollten die **Methoden bzw. Verfahren** konzipiert sein, um außer Fachkompetenz auch **Sozial- und Methodenkompetenz** zu schaffen?
- Welche **rechtlichen und formalen schulorganisatorischen Vorgaben** müssen geschaffen bzw. geändert werden, um ein derartiges Unterrichten überhaupt zu ermöglichen?
- Welche **Lerngebiete bzw. Inhalte** eignen sich besonders für einen derartigen Unterricht?
- Wie wirkt sich das neue Unterrichtskonzept auf die inhaltliche und formale Gestaltung von **Lehrplänen** aus?
- Wie soll die fachliche und v. a. pädagogische **Fortbildung der Lehrer** gestaltet werden?
- Gibt es Handlungsbedarf in der Schule hinsichtlich
 - **Stundenplan und Fächeraufteilung?**
 - **Lehrereinsatz und -bedarf?**
 - **Raum- und Sachausstattungen?**
- Sind **gemeinsam** von Berufsschule und Ausbildungsunternehmen **realisierte Projekte** sinnvoll und realisierbar?" (HEIMERER, SCHELTEN, SCHIEßL 1996, S. 12 - 13, Hervorhebungen im Original)

Die übergeordnete Fragestellung des Modellversuchs sucht nach Möglichkeiten, wie in der Berufsschule überfachliche Qualifikationen besser angebahnt und vermittelt werden können. Sie gliedert sich in einzelne Fragen, die in verschiedene Fragerichtungen weisen. Einen Schwerpunkt bildet der im Mittelpunkt stehende Unterricht selbst. Ein weiterer Bereich umfaßt rechtliche und formale Rahmenbedingungen der Schulorganisation. Weiter werden Aspekte der Lehrerfortbildung und der Lehrplangestaltung berücksichtigt.

4.1.3 Durchführung des Modellversuchs

Der Modellversuch 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' in Bayern lief von Oktober 1991 bis September 1995. An ihm waren 26 Berufsschulen aus den Berufsfeldern Elektrotechnik, Metalltechnik, Chemie/Physik/Biologie und aus dem Berufsfeld Wirtschaft und Verwaltung beteiligt. Nähere Angaben zur Struktur des Modellversuchs wie zu beteiligten

Schulen, Lehrkräften, Projektleitern, Wissenschaftlern, Schülerzahlen, etc. finden sich im Abschlußbericht zu diesem Modellversuch (HEIMERER, SCHELTEN, SCHIEBL 1996, S. 260 ff.).

Diesem Modellversuch ging in einer einjährigen Erprobungsphase ein Schulversuch voraus, in dem erste Konzepte eines fächerübergreifenden Unterrichts entwickelt und erprobt wurden. Die Erfahrungen und Eindrücke zu den ersten Konzepten und Erkenntnissen aus dem Schuljahr 1990/91 gibt SCHELTEN, GLÖGGLER (1992) wieder.

Am Schulversuch und dem darauffolgenden Modellversuch beteiligten sich die Abteilungen 'Berufliche Schulen' und 'Allgemeine Wissenschaften' des Staatsinstituts für Schulpädagogik und Bildungsforschung (ISB), eine dem bayerischen Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst nachgeordnete Behörde, sowie der Lehrstuhl für Pädagogik der TU München. Entsprechend ihrer Aufgabenspektren und ihrer Kompetenzbereiche griffen die beteiligten Institute zur Beantwortung der verschiedenen Fragestellungen des Modellversuchs (siehe Kapitel 4.1.2) jeweils für sich Schwerpunkte heraus.

Die Abteilung 'Berufliche Schulen' des ISB übernahm die pädagogische Betreuung des Modellversuchs. Zu ihrem Aufgabengebiet zählten pädagogische Beratung und Gespräche an den Schulen, Unterrichtsbesuche, Organisation von Tagungen und Besprechungen, Erstellen von Unterrichtsdokumentationen (STAATSINSTITUT FÜR SCHULPÄDAGOGIK UND BILDUNGSFORSCHUNG (1993, 1994, 1995, 1996) und Einrichten von Lehrerfortbildungsveranstaltungen. Näheres hierzu findet sich in HEIMERER, SCHELTEN, SCHIEBL (1996, S. 51 ff.).

Die wissenschaftliche Begleitung des Modellversuchs übernahmen die Abteilung 'Allgemeine Wissenschaften' des ISB und der Lehrstuhl für Pädagogik der TU München. Von der Abteilung 'Allgemeine Wissenschaften' des ISB wurden in einer Gesamtevaluation aller am Modellversuch beteiligter Schulen strukturelle und schulorganisatorische Rahmenbedingungen bei der Durchführung der Unterrichtsversuche erhoben. Weiter lag das Augenmerk auf den bildungstheoretischen und methodisch-didaktischen Aspekten der durchgeführten Unterrichtskonzeptionen. Dabei wurde eine möglichst breite Dokumentation und Analyse der Realisierung der einzelnen Unterrichtskonzepte an allen Versuchsschulen angestrebt. Die methodische Vorgehensweise bei der Datenerhebung stützte sich dabei auf das Erhebungsinstrument Fragebogen sowie auf punktuell vorgenommene Unterrichtsbeobachtungen. Weitere Ausführungen hierzu finden sich in HEIMERER, SCHELTEN, SCHIEBL (1996, S. 134 ff.).

Den zweiten Teil der wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs übernahm der Lehrstuhl für Pädagogik der TU München. Er ging in detaillierten Verlaufsuntersuchungen an ausgewählten Schulen den Strukturen und Wirkungen eines fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichts nach. Nähere Einzelheiten hierzu werden im nachfolgenden Kapitel 4.2 vorgestellt. Beide Institute der wissenschaftlichen Begleitung waren an verschiedenen Schulen in die konzeptionelle Entwicklung der Unterrichtsversuche eingebunden und arbeiteten an vielen Schulen beratend mit den unterrichtenden Lehrern zusammen.

4.2 Wissenschaftliche Begleitung des Modellversuchs durch den Lehrstuhl für Pädagogik der Technischen Universität München

Der Lehrstuhl für Pädagogik der TU München führte im Rahmen seiner wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' detaillierte Verlaufsuntersuchungen an ausgewählten Schulen in den Berufsfeldern Elektrotechnik und Metalltechnik durch. Zudem waren die Wissenschaftler dieses Instituts bei der Konzepterstellung und -optimierung verschiedener Unterrichtsvorhaben begleitend und beratend tätig. Weiter wurde versucht, Theorieaspekte des Konzeptes eines fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichts anhand der gewonnen Eindrücke und Erfahrungen zu konkretisieren. Diese theoretischen Überlegungen wurden zusammen mit den dokumentierten Unterrichtskonzepten für die Lehrerbildung aufbereitet und umgesetzt.

4.2.1 Ziele der wissenschaftlichen Begleitung der TU München

Der Lehrstuhl für Pädagogik der TU München führte in seinem Aufgabenbereich innerhalb des Modellversuchs Verlaufsuntersuchungen an ausgewählten Schulen durch. Gegenüber dem Untersuchungsziel einer Gesamtevaluation des Modellvorhabens durch die Abteilung 'Allgemeine Wissenschaften' des ISB verfolgten die Wissenschaftler der TU München in detaillierten Verlaufsuntersuchungen einzelne, beispielhafte Unterrichtsvorhaben. Dadurch sollte ein tiefergehender und differenzierter Einblick in Strukturen und Wirkungsweisen eines fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichts ermöglicht werden und zu spezifischen Detailanalysen führen. Die Detailanalysen der ausgewählten Unterrichtskonzepte an den verschiedenen Modellversuchsschulen sollten Hinweise auf verallgemeinerbare, strukturelle Ergebnisse für fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht mitsichbringen, denen in der Gesamtevaluation durch die Abteilung 'Allgemeine Wissenschaften' des ISB weiter nachgegangen werden sollte.

Die zu Beginn des Modellversuchs von der wissenschaftlichen Begleitung der TU formulierten Untersuchungshypothesen gingen von verschiedenen Forschungsannahmen aus. Sie richteten sich vorwiegend auf den Grad der Eignung bestimmter Unterrichtsstrukturen (fächerverbindend und handlungsorientiert, fächerübergreifend und handlungsorientiert) sowie auf methodische Vorgehensweisen, wie z.B. Projektmethode (vgl. FREY, 1993) oder methodische Einzelmaßnahmen wie vernetztes Denken auf dem Weg zum Erwerb beruflicher Handlungskompetenz. Im Verlauf des Modellversuchs entwickelte sich für die TU München daraus die zentrale Fragestellung, inwieweit ein fächerübergreifender und handlungsorientierter Unterricht eine berufliche Handlungskompetenz anbahnen kann. Zur Beantwortung dieser Frage wurde ausschnitthaft versucht, eine Veränderung von Fach-, Methoden- und Sozialkompetenz durch einen solchen Unterricht im Sinne einer Zielerreichungsüberprüfung zu untersuchen.

Neben diesen Untersuchungen ging es aber immer auch darum, in Verlaufsuntersuchungen einen fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht in seinen ganzheitlichen Struk-

turen und Wirkungen zu erfassen und zu interpretieren. Ein wesentliches Ziel bestand nicht zuletzt darin, fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht in allen seinen vorgefundenen Stärken und Schwächen an verschiedenen Berufsschulen wissenschaftlich zu dokumentieren. Die Dokumentationen sollen der Auseinandersetzung mit diesem Unterricht dienen und als aufgearbeitete Beispiele für einen fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht Anregungen für die Durchführung und Optimierung solcher Unterrichtskonzepte geben, um daraus für eine Weiterentwicklung der beruflichen Unterrichtspraxis zu lernen.

4.2.2 Forschungsfeld und Vorgehensweise der wissenschaftlichen Begleitung der TU München

Im Zuge der wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' beteiligte sich der Lehrstuhl für Pädagogik der TU München in einer ersten Phase an der Konzeptentwicklung für fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht. Hierzu legten die Forscher der TU Kriterien für einen handlungsorientierten Unterricht fest, umschrieben hierfür geeignete Methoden. Weiter beteiligten sie sich an der Mitentwicklung und inhaltlichen Analyse einzelner, geplanter Unterrichtsvorhaben, der Auswahl der Untersuchungsschulen, der Konkretisierung der Untersuchungsfragen und der Untersuchungsdesigns.

In einer zweiten Phase wurden vier Unterrichtskonzeptionen an verschiedenen gewerblich-technischen Schulen in enger Kooperation mit den unterrichtenden Lehrern intensiv betreut und untersucht. Die Auswahl der untersuchten Unterrichtskonzepte erfolgte nach verschiedenen Gesichtspunkten. Zum einen wurde auf unterschiedliche thematische Unterrichtsinhalte geachtet, weiter sollten sich die Schulen von ihrer Unterrichtsorganisation her unterscheiden.

Die ausgewählten Staatlichen Berufsschulen in Altötting, Schweinfurt und Weilheim führten im Berufsfeld 'Metalltechnik' fächerübergreifende und handlungsorientierte Unterrichtskonzepte durch. Im Berufsfeld 'Elektrotechnik' beobachtete das Forschungsinstitut der Technischen Universität den Unterricht am Berufsbildungszentrum für Elektrotechnik der Stadt München.

An der Staatlichen Berufsschule Altötting wurde in den Jahren 1991 und 1992 ein fächerübergreifender CNC-Unterricht begleitet. Dieser Unterricht war in Einzeltagesform organisiert, wobei das Lerngebiet der CNC-Technik geblockt, über mehrere Schulwochen verteilt, unterrichtet wurde. Der Schwerpunkt des Untersuchungsinteresses der TU lag bei diesem Unterricht auf der vertieften und durchgängigen Verlaufsuntersuchung des Unterrichts, der mit Hilfe einer Videoevaluation komplett dokumentiert wurde. Darüberhinaus wurden der Wissensstand der Schüler zu Beginn und am Ende des CNC-Komplexes durch Tests festgehalten, weitere Daten wurden mittels Fragebogen in gebundenen und offenen Fragen erhoben sowie Schüler- und Lehrerinterviews durchgeführt. Näheres zu diesem Forschungsgegenstand findet sich in SCHELTEN, GLÖGGLER, 1992, in SCHELTEN, TENBERG, GLÖGGLER, WILLNECKER-BAUER, DANG, RIETZLER (1993) und in SCHELTEN, RIEDL, TENBERG, LAUTENSCHLAGER, GLÖGGLER (1994).

Die Staatliche Berufsschule Schweinfurt führte einen fächerübergreifenden Unterricht ebenfalls in Einzeltagesform im Themenbereich Kraftübertragungstechnik durch. In diesem, 1993 von

der TU untersuchten Unterricht waren in sich abgeschlossene Tagesvorhaben der über mehrere Wochen geblockten Unterrichtssequenz zu bearbeiten. Hier war das Ziel der wissenschaftlichen Begleitung der TU, diesen Unterricht vom Verlauf her konzeptionell zu erfassen. Neben der Sichtung der Unterrichtsmaterialien wurde der Unterricht videotecnisch aufgezeichnet. Der Schwerpunkt der Untersuchung lag neben ausführlichen Lehrerinterviews zu ihrem Unterricht besonders auf der detaillierten Auswertung von Schülerinterviews über ihr 'Erleben' eines fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichts. Zu dieser Untersuchung findet sich näheres in SCHELTEN, GLÖGGLER, TENBERG, RIEDL (1994), in SCHELTEN, RIEDL, TENBERG, SCHAUHUBER, SIEGERT (1995) und insbesondere in TENBERG (1997).

Ebenfalls im Jahr 1993 analysierte die wissenschaftliche Begleitung der TU eine Unterrichtssequenz an der Berufsschule für Elektroinstallationstechnik und Elektromechnik des Berufsbildungszentrums für Elektrotechnik in München. Da sich hier die am Modellversuch beteiligten Lehrer bereits vor Beginn des Modellversuches mit einem fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht intensiv befaßt und die hier untersuchte Sequenz aus dem Bereich Steuerungstechnik bereits vorher durchgeführt hatten, brachte dieser Unterricht einen für die Untersuchung interessanten, fortgeschrittenen Entwicklungsstand mit sich. In diesem Blockunterricht fand über das gesamte Schuljahr hinweg fächerübergreifender und handlungsorientierter Unterricht statt. Ziel der wissenschaftlichen Begleitung war, den Unterrichtsverlauf konzeptionell zu erfassen, wobei der Schwerpunkt der Untersuchung auf der Erhebung der Veränderung des Handlungswissens bei den Schülern durch fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht lag. Neben einer Videoaufzeichnung des Unterrichts wurden die Schüler jeweils vor und nach durchlaufenem Unterricht einem schriftlichen Test unterzogen. Weitere Ausführungen zu diesem untersuchten Unterricht finden sich in SCHELTEN, GLÖGGLER, TENBERG, RIEDL (1994) und detailliert in GLÖGGLER (1997).

Im Modellversuchsjahr 1994 wurde eine Verlaufsuntersuchung eines fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichtsvorhabens an der Staatlichen Berufsschule Weilheim im Bereich der Steuerungstechnik mit Lerninhalten zur Pneumatik und Elektropneumatik durchgeführt. Dieser Unterricht erfolgte gegenüber einem Blockunterricht in Einzeltagesform und erstreckte sich über die Jahrgangsstufen zehn bis zwölf. Pro Schultag wurden die Schüler zwei Unterrichtsstunden fächerübergreifend und handlungsorientiert unterrichtet. Seit dem Schuljahr 1990/91, in diesem Zeitraum noch auf eine Klasse und Jahrgangsstufe beschränkt, durchlief dieser Unterricht seit mehreren Jahren eine kontinuierliche Ausdehnung und Weiterentwicklung. Ziel der Untersuchung war das detaillierte inhaltliche Nachzeichnen des durchgeführten Unterrichts mit einer ausführlichen Analyse der Unterrichtskonzeption. Weiter wurden die Schüler in Weilheim nach dem durchlaufenen Unterricht mit einer berufsnahen Handlungsaufgabe konfrontiert, bei der das Vorgehen der Schüler während der Aufgabenlösung dokumentiert und analysiert werden sollte. Beide Erhebungen erfolgten gestützt durch eine Videodokumentation begleitet von offenen Beobachtungen. Dieses Untersuchungsvorhaben dokumentiert die vorliegende Arbeit. Weitere Erläuterungen geben RIEDL (1996) und SCHELTEN, RIEDL, TENBERG, SCHAUHUBER, SIEGERT (1995).

In einer dritten Phase, der Ergebnisanalyse, wurden die im Modellversuch erhobenen Daten ausgewertet und in bezug auf die Fragestellungen der wissenschaftlichen Begleitung sowie in bezug auf die Fragestellungen des Modellversuchs untersucht. Weiter wurden verschiedene

Arbeitsberichte und ein Abschlußbericht, die weiter oben genannt sind, erstellt. Zwei weitere Dissertationen (GLÖGGLER 1997, TENBERG 1997) und die vorliegende Arbeit gehen in detaillierten Untersuchungen auf Unterrichtskonzeptionen des Modellversuchs ein.

4.3 Ergebnisse des Modellversuchs

"Der Modellversuch 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' ist sehr erfolgreich verlaufen. Es wurden Formen und Wege berufsschulischen Unterrichts entwickelt, die geeignet sind, überfachliche Qualifikationen zu fördern. Die Strukturen und Wirkungen eines fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichts sind in der wissenschaftlichen Begleitung breit untersucht und abgesichert worden. Die betriebliche Seite der Berufsausbildung hat in den achtziger Jahren für den Erwerb einer beruflichen Handlungskompetenz eigenständige Ausbildungskonzeptionen entwickelt, bei denen besonders die Leittextmethode mit der Projektmethode verbunden wird. Weiterführend hat der hier durchgeführte Modellversuch für die berufsschulische Seite in Bayern die Konzeption eines fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichts für die neunziger Jahre und darüber hinaus entwickelt" (HEIMERER, SCHELTEN, SCHIEßL (1996, S. 193).

Die Ergebnisse des Modellversuchs legen es nahe, eine Einführung dieses Unterrichtskonzeptes in der Berufsschule auf breiter Ebene zu ermöglichen und voranzutreiben. Fächerübergreifender und handlungsorientierter Unterricht lebt in entscheidendem Maß vom Engagement und der Kompetenz des durchführenden Lehrpersonals. Dieses Unterrichtskonzept beschränkte sich bisher jedoch vorwiegend auf die am Modellversuch beteiligten Schulen, es läßt sich jedoch keinesfalls administrativ anordnen und unmittelbar auf höchstem Qualitätsniveau in großer Breite einführen. Vielmehr müssen die organisatorischen, räumlichen, sachlichen, lehrplanmäßigen und personellen Bedingungen geschaffen werden, die die Durchführung eines solchen Unterrichts für alle Lehrer nahelegen und erleichtern. Vor diesem Hintergrund können bestehende Konzepte weiterentwickelt, ausgebaut und auf andere Schulen übertragen werden. Der Anreiz für die Entwicklung und Durchführung eines fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichtsvorhabens an Schulen, die bisher nicht am Modellversuch beteiligt waren, entsteht höchstwahrscheinlich nur, wenn auch hier die entsprechenden Rahmenbedingungen bestehen, um mit einem leistbaren Arbeitsaufwand der Lehrkräfte und vor einem rechtlich abgesicherten Hintergrund einen solchen Unterricht konzeptionieren und durchführen zu können.

Um eine Weiterführung der bisher äußerst erfolgreich durchgeführten Unterrichtsvorhaben an den Modellversuchsschulen sicherzustellen, müssen nach dem Ende des Modellversuchs die erforderlichen Rahmenbedingungen aufrechterhalten oder neu geschaffen werden (näheres zu diesem Aspekt siehe ebd., S. 193 - 195).

Um das Konzept eines fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichts über die Modellversuchsschulen hinaus einzuführen, sind entsprechende Lehrerfortbildungsmaßnahmen erforderlich. In einem geeigneten Fortbildungskonzept müssen interessierten Lehrkräften die entsprechenden Qualifikationen für dieses Unterrichtskonzept nahegebracht und ihnen Erfahrungen und Ergebnisse aus dem Modellversuch vorgestellt werden, um ihnen den Einstieg in

fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht zu erleichtern (zu diesem Aspekt der Fortführung der im Modellversuch erprobten Unterrichtskonzeptionen siehe ebd., 1996, S. 195 - 197).

Die allgemeine Einführung eines fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichts an den bayerischen Berufsschulen erfordert Überlegungen in vielerlei Richtungen. Wesentliche, von HEIMERER, SCHELTEN, SCHIEßL (1996, S. 198 - 203) vorgestellte Erkenntnisse des Modellversuchs werden nachfolgend kurz skizziert.

Fächerübergreifender und handlungsorientierter Unterricht läßt sich sowohl in Einzeltagesform als auch im Blockunterricht durchführen. Komplexe Lernthemen lassen sich im Blockunterricht mit weniger Zeitaufwand für Wiederholungen und Anknüpfungen bearbeiten. Für den Einzeltagesunterricht spricht die hohe Kontinuität dieser Unterrichtskonzeption bei einer über einen längeren Zeitraum ausgedehnten Bearbeitung eines Lernthemas. Das im Einzeltagesunterricht meist erforderliche Auf- und Abrüsten der Arbeitsplätze entfällt in der Regel im Blockunterricht, zudem ist bei Blockbeschulung in der Regel die Unterrichtsorganisation bezüglich Raumbelagung, Klassenteilung und Lehrereinsatz einfacher.

Weitreichende Veränderungen werden bezüglich der Lehrpläne und der darin enthaltenen Lerngebiete erforderlich. Allgemeinbildende Fächer sollen wie bisher bestehen. Die Lerninhalte der beruflichen Fächer sollen jedoch zukünftig in inhaltlich zusammengehörigen und thematisch gegliederten Lerngebieten zusammengefaßt werden. Dabei sollen die Studentafeln nur den gesamten fachlichen Unterricht ohne einzelne Stundenzahlen für jeweilige Lerngebiete ausweisen. Die Lernfelder werden durch Lernziele verbindlich konkretisiert. Ihre Inhalte können sowohl fach- als auch handlungssystematisch vermittelt und wie bisher innerhalb einer Jahrgangsstufe zeitlich frei verortet werden. Lernziele sollen im Sinne eines grobmaschigen Lehrplans nicht zu detailliert formuliert werden und größere Lernzielkomplexe umfassen. Sie werden nicht ausschließlich ergebnisorientiert formuliert, sondern richten sich auch auf den Lern- und Arbeitsprozeß der Schüler und zielen auf die Vermittlung überfachlicher Qualifikationen.

Die erstrebenswerte Klassengröße für einen fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht umfaßt nicht mehr als 24 Schüler. Da in einem solchen Unterricht auch praktisches Arbeiten vorkommt, soll zumindest die zeitweilige Teilung der Klasse und/oder Teamteaching ermöglicht werden. Das Lernen erfordert hierbei einen situationsgerechten Wechsel zwischen praktischem und theoretischem Lernen und Arbeiten, das nur in einem integrierten Fachunterrichtsraum gewährleistet werden kann, der diese Möglichkeit bietet. Auf einer Grundfläche von mindestens ca. 120 Quadratmetern für 24 Schüler ist eine entsprechende Ausstattung erforderlich, die je nach Berufsfeld und Lerngebiet stark differiert.

Die Leistungsfeststellung in diesem Unterricht soll dem Vorgehen im Unterricht entsprechen und die Struktur eines Lerngebietes widerspiegeln. Anzustreben sind problemorientierte, offene Prüfungsformen, die praktische und theoretische Elemente enthalten. Die Schulzeugnisse sollen eigene Noten für die jeweiligen Lerngebiete enthalten. In einem Lerngebiet erbrachte Leistungen soll sich der Schüler in einem eigenen Zertifikat bescheinigen lassen können. Die Beurteilung von überfachlichen Qualifikationen oder Schlüsselqualifikationen kommt nicht in Betracht.

Weiter empfiehlt sich für dieses Unterrichtskonzept die enge Zusammenarbeit interessierter und engagierter Schulen zum gegenseitigen Erfahrungsaustausch sowie zur gegenseitigen

Weitergabe erarbeiteter, bestehender und erprobter Unterrichtskonzeptionen bis hin zur elektronischen Speicherung und Verbreitung in geeigneten Online-Systemen.

Bei der Lehrerbeurteilung sind für einen fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht gegenüber einer herkömmlichen Unterrichtsform andere Beurteilungskriterien erforderlich, die die veränderte Lehrerrolle und ein Engagement in diesem Unterricht dementsprechend berücksichtigen.

In der Lehrerbildung soll bereits in der ersten Phase (Hochschule) die Bedeutung von fächerübergreifendem und handlungsorientiertem Unterricht entsprechend hervorgehoben und das Unterrichtskonzept theoretisch untermauert werden. Auch in der zweiten Phase der Lehrerbildung (Referendariat) soll auf eine Qualifizierung für dieses Unterrichtskonzept hingearbeitet und die erforderlichen Veränderungen eingeleitet und Freiräume zur Durchführung geschaffen werden. Die Lehrerfortbildung soll verstärkt dezentral und auf regionaler Ebene erfolgen. Hier können die fortzubildenden Lehrer in direkten Kontakt mit laufenden und erprobten Unterrichtskonzepten treten und in einer Art Hospitation und Teamteaching mit in diesem Unterricht erfahrenen Lehrern eigene Erfahrungen sammeln.

Die aus dem Modellversuch 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' hervorgegangenen und hier knapp skizzierten Ergebnisse weisen in vielerlei Richtungen. Sie sollen helfen, anhand geeigneter Unterrichtskonzepte der technisch-wirtschaftlichen Entwicklung mit adäquaten Bildungskonzepten entgegenzutreten und durch innovativen Berufsschulunterricht zukünftige Facharbeiter auf ihre Aufgaben vorzubereiten. Die vorliegende Arbeit versucht ebenfalls, hierzu einen Beitrag zu leisten. Die in dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse mit den daraus abgeleiteten Folgerungen stellen die Kapitel 9, 10 und 11 vor.

Den Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Arbeit, einen fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht aus dem Berufsfeld Metalltechnik zur Elektropneumatik beschreibt das nachfolgende Kapitel. Es geht dabei auf die Organisation und Konzeption dieses Unterrichts ein.

5 Organisation und Konzeption des beobachteten Unterrichts

Das folgende Kapitel stellt die Konzeption und die Rahmenbedingungen des analysierten Unterrichtsvorhabens zur Elektropneumatik im Berufsfeld Metalltechnik vor, das in der zweiten Hälfte des Schuljahres 1993/94 vom 17. Februar bis 14. Juli 1994 an der Staatlichen Berufsschule Weilheim durchgeführt wurde. Kapitel 9.1 präsentiert die Ergebnisse dieser Verlaufsuntersuchung. Die Durchführung der Unterrichtsevaluation beschreibt Kapitel 7. Den methodischen Hintergrund, vor dem die Daten zur Unterrichtsanalyse erhoben wurden, erläutert Kapitel 6. Einen Überblick über die Konzeption des analysierten Unterrichts geben auch RIEDL (1996) und SCHELLEN, RIEDL, TENBERG, SCHAUHUBER, SIEGERT (1995). Einen Einblick in die gesamte, drei Jahrgangsstufen umfassende Unterrichtskonzeption des Lerngebiet Steuerungstechnik an der Staatlichen Berufsschule Weilheim gibt KIPP (1994a u. 1994b).

5.1 Organisation des fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichts an der Staatlichen Berufsschule Weilheim

An der Staatlichen Berufsschule Weilheim laufen seit Beginn des Modellversuchs 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' im Schuljahr 1991/92 (siehe Kapitel 4) im Berufsfeld Metalltechnik fächerübergreifende und handlungsorientierte Unterrichtsvorhaben. Im Schuljahr 1993/94 umfaßte das Berufsfeld Metalltechnik 25 Klassen aus vier Jahrgangsstufen. Etwa ein Drittel der Metallklassen nahmen aus den Jahrgangsstufen 10 bis 12 an fächerübergreifendem und handlungsorientiertem Unterricht teil. Dieses Unterrichtskonzept wird in Weilheim in den zwei Lerngebieten Steuerungstechnik und NC-Technik umgesetzt. Der gesamte Berufsschulunterricht in Weilheim findet in Einzeltagesform statt, bei dem die Berufsschüler pro Woche ca. eineinhalb Tage den Unterricht besuchen. Die verbleibende Zeit sind sie im Ausbildungsbetrieb.

Aus dem Berufsfeld Metalltechnik nahmen im Untersuchungszeitraum folgende Ausbildungsberufe am Steuerungstechnik- und NC-Technikunterricht im Rahmen des Modellversuchs teil:

- Industriemechaniker (Maschinen- und Systemtechnik, Geräte- und Feinwerktechnik)
 - Maschinenbaumechaniker
 - Zerspanungsmechaniker (Drehtechnik, Frästechnik)
 - Werkzeugmechaniker (Stanz- und Umformtechnik)
- } Nur 10. u. 11. Klasse

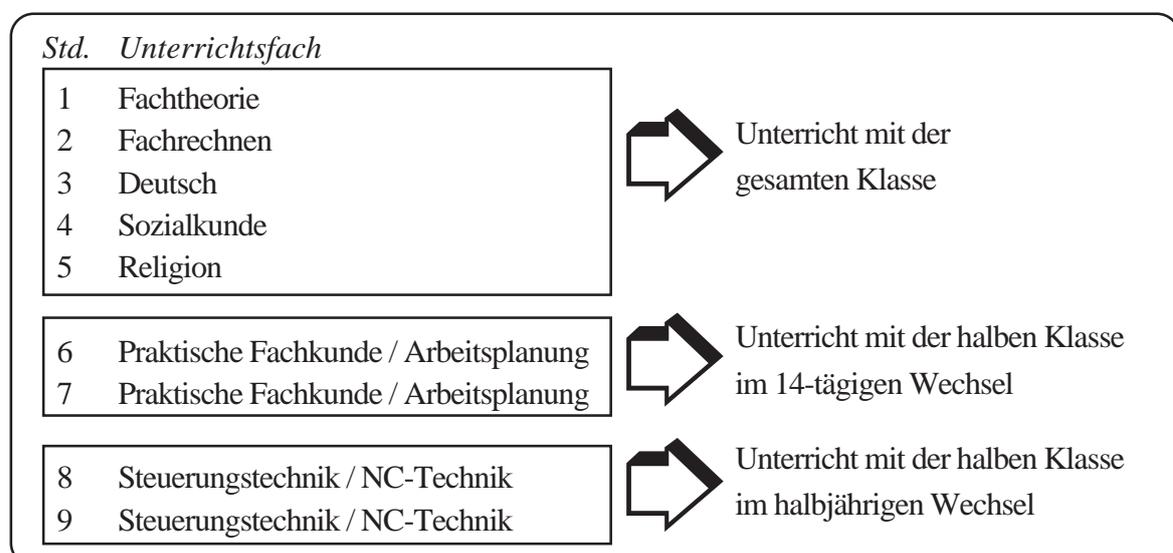
Für die Unterrichtsvorhaben in Steuerungstechnik und NC-Technik bildeten folgende Lehrpläne die Grundlage: BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KULTUS. Vorläufige Lehrpläne für die Berufsschule, Berufsgrundbildungsjahr in kooperativer Form (BGJ/k), Berufsfeld Metalltechnik. Juni 1988 und BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KULTUS. Lehrpläne für die Berufsschule, Fachklassen

Industriemechaniker/Industriemechanikerin, Feinmechaniker/Feinmechanikerin, Maschinenbau-mechaniker/Maschinenbaumechanikerin, Jahrgangsstufen 11 bis 13. Juli 1990.

Die Staatliche Berufsschule Weilheim war seit dem Schuljahr 1990/91, dem Beginn des Modellversuchs 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' in diesen Modellversuch integriert (siehe Kapitel 4). In der Startphase des Modellversuchs im Schuljahr 1990/91 wurde in Weilheim jeweils ein Unterrichtsvorhaben im Lerngebiet Steuerungstechnik und in NC-Technik in zwei elften Klassen des Ausbildungsberufes Industriemechaniker durchgeführt (vgl. SCHELTEN, GLÖGGLER 1992, S. 42 - 50). Eine kontinuierliche Weiterentwicklung führte zur Ausdehnung der fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichtskonzeption auf alle Jahrgangsstufen der Ausbildungsberufe im Bereich Fertigungstechnik.

Die Industriemechaniker-Klassen der Jahrgangsstufen 10, 11 und 12 nehmen im Untersuchungszeitraum an der fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichtskonzeption im Lerngebiet Steuerungstechnik teil. In der 13. Jahrgangsstufe schließt sich für diese Klassen Unterricht in 'Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)/Handhabungstechnik' an. Das Lerngebiet NC-Technik umfaßt im Untersuchungszeitraum die Jahrgangsstufen 11 und 12 der Industriemechaniker-Klassen.

Für den fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht werden die Industriemechaniker-Klassen in den Jahrgangsstufen 10 bis 12 geteilt. Jede Klassenhälfte arbeitet jeweils ein halbes Jahr in einem Lerngebiet. In der 10. Klasse erfolgt der Wechsel zwischen Steuerungstechnik und dem fächerübergreifend unterrichteten Lerngebiet Elektrotechnik. In den Jahrgangsstufen 11 und 12 wechseln die Schüler jeweils halbjährlich zwischen fächerübergreifendem und handlungsorientiertem Unterricht der Lerngebiete Steuerungstechnik und NC-Technik. In jeder Jahrgangsstufe sind pro Unterrichtswoche zwei Unterrichtsstunden für den Unterricht in Steuerungstechnik, Elektrotechnik oder NC-Technik eingeplant. Pro Schuljahr arbeiten die Schüler somit 38 Unterrichtsstunden in 19 Wochen in einem der Lerngebiete. Für alle drei Schuljahre ergeben sich somit 114 Unterrichtsstunden, die sich aus herangezogenen Lernzielen aus den Lehrplänen und der dafür vorgesehenen Stunden addieren. Die Zahl der in den Lehrplänen für Steuerungstechnik vorgesehenen Unterrichtsstunden pro Jahrgangsstufe schwankt jedoch. Daher



Übersicht 5.1: Stundenplanmodell am Beispiel der 12. Jahrgangsstufe

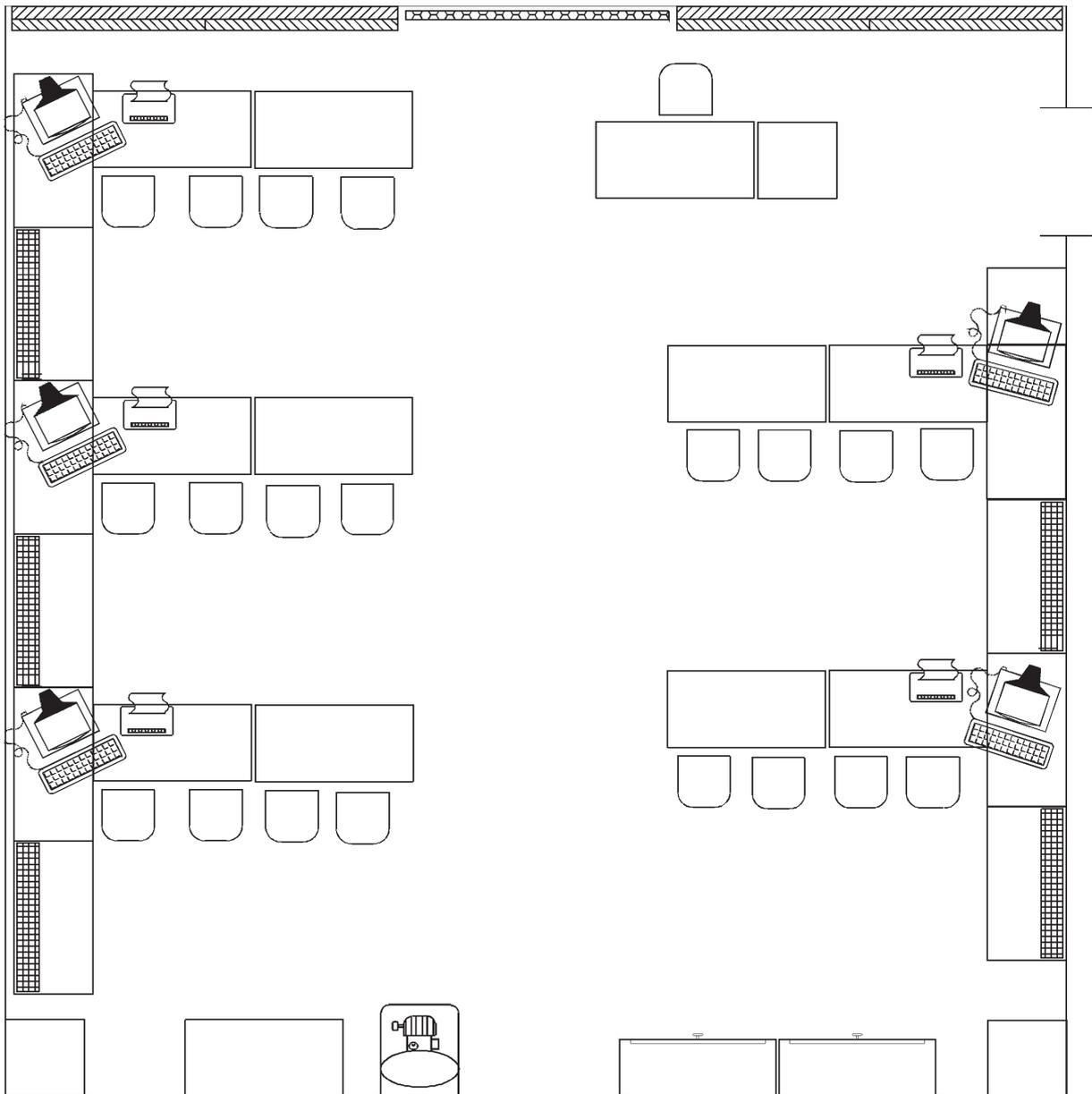
ist es erforderlich, die insgesamt vorgesehenen und in das Lerngebiet einbezogenen Stunden zu gleichen Anteilen auf die drei Jahre zu verteilen. In den Unterrichtskonzeptionen zur Steuerungstechnik und NC-Technik sind Lerninhalte der Fächer Fachtheorie, Praktische Fachkunde, Fachrechnen und Fachzeichnen/Arbeitsplanung berücksichtigt. Im Untersuchungszeitraum lag pro Schultag in der beobachteten 12. Klasse eine Stundenaufteilung vor, die Übersicht 5.1 auf der vorhergehenden Seite wiedergibt: Fünf Unterrichtsstunden der Fächer Fachtheorie, Fachrechnen, Deutsch, Sozialkunde und Religion finden mit der gesamten Klasse statt. Zwei Unterrichtsstunden (Praktische Fachkunde und Arbeitsplanung) werden jeweils mit der halben Klasse in vierzehntägigem Wechsel durchgeführt. Zwei Stunden der Lerngebiete Steuerungstechnik und NC-Technik werden mit der halben Klasse im halbjährigen Wechsel durchgeführt.

Der fächerübergreifende und handlungsorientierte Unterricht in Steuerungstechnik und NC-Technik vermittelt einen Großteil der thematisch den Lerngebieten zugehörigen Lernziele aus den zugrundeliegenden Lehrplänen (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KULTUS 1988 und 1990). Im folgenden soll besonders das Lerngebiet Steuerungstechnik näher betrachtet werden. Einen Überblick über die vom verantwortlichen Lehrer in dieses Lerngebiet für alle drei Jahrgangsstufen aufgenommenen Lernziele geben die Übersichten 5.3, 5.4 und 5.5 weiter unten. Der verbleibende, konventionell durchgeführte fachliche Unterricht, der mit der gesamten Klasse wöchentlich stattfindet, deckt die restlichen, nicht in die Lerngebiete Steuerungs- und NC-Technik integrierten Lernziele aus dem Lehrplan ab.

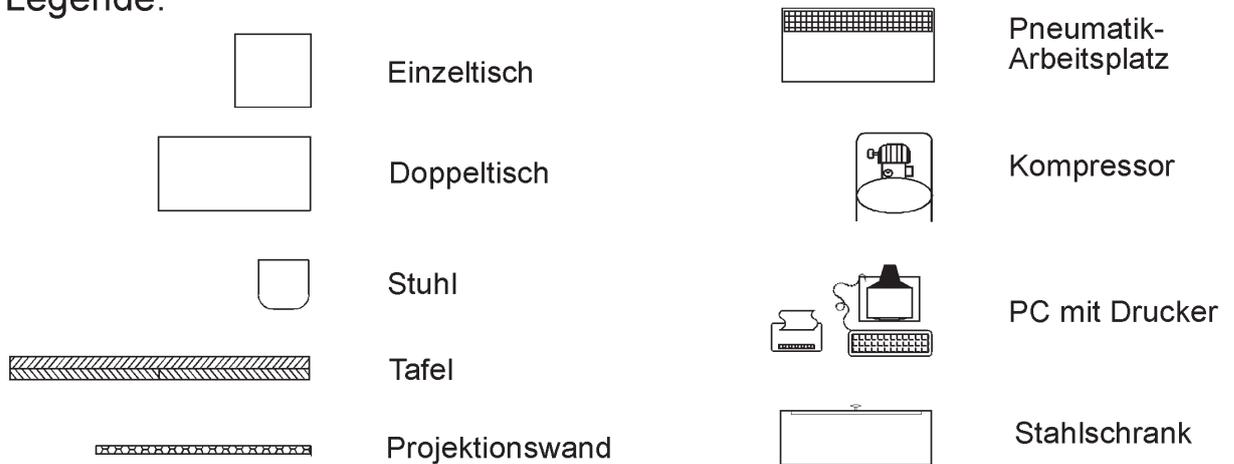
Der Steuerungstechnik-Unterricht findet ausschließlich in einem integrierten Fachunterrichtsraum statt. An der Berufsschule Weilheim wurde mit Eintritt in den Modellversuch im Schuljahr 1990/91 für das Lerngebiet Steuerungstechnik ein Raum eingerichtet, den Übersicht 21 in SCHELLEN, GLÖGGLER (1992, S. 42) vorstellt. Diese anfängliche Einrichtung und Ausstattung des Unterrichtsraumes entwickelt sich bis zum Beobachtungszeitraum im Schuljahr 1993/94 zur Raumstruktur, die Übersicht 5.2 auf der folgenden Seite skizziert. Im Schuljahr 1994/95 schuf die Berufsschule Weilheim einen neuen, größeren integrierten Fachunterrichtsraum, der bei ENGERER (1997) abgebildet ist.

Der Steuerungstechnik-Raum aus Übersicht 5.2 bietet auf einer Grundfläche von etwa 57 m² fünf komplett ausgestattete Pneumatik-/Elektropneumatik-Arbeitsplätze, an denen die Schüler in Gruppen arbeiten können (siehe Übersicht 7.3). An jedem dieser Arbeitsplätze sind ein Druckluft- und Stromanschluß (24 Volt) vorhanden. Neben einem Steckbrett stellt an jedem Platz ein Gerätekasten alle nötigen Bauteile zum Aufbauen pneumatischer und elektropneumatischer Schaltungen zur Verfügung. Sämtliche Bauteile stammen aus dem Didactic-Programm der Firma FESTO Esslingen.

Jeder Arbeitsplatz verfügt weiter über einen PC mit Nadeldrucker. Eine Textverarbeitungssoftware (Microsoft WORD 4.0) und eine Anwendersoftware zum Zeichnen und Simulieren von Pneumatik-/Elektropneumatik-Schaltplänen (SIMUCAD von Europa Lehrmittel) sind auf den Rechnern installiert. An jedem Arbeitsplatz stehen in zwei Ordnern Lern- und Informationsmaterialien zu den Bereichen Pneumatik und Elektropneumatik zur Verfügung (Quellenangaben siehe Anhang, S. 304). Ein Stahlschrank im Unterrichtsraum bietet Papier zum Ausdrucken der Schaltpläne sowie Kleber, Schere, etc. zum Erstellen von Dokumentationen der Unterrichtsarbeit.



Legende:



Übersicht 5.2: Integrierter Fachunterrichtsraum für Steuerungstechnik an der Staatlichen Berufsschule Weilheim

5.2 Konzeption des Steuerungstechnikunterrichts

Die Konzeption, Planung und Durchführung des fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichts im Lerngebiet Steuerungstechnik an der Staatlichen Berufsschule Weilheim erfolgen durch einen Lehrer des höheren Dienstes. Von ihm sind die in diesem Lerngebiet umsetzbaren Lehrplaninhalte der 10., 11. und 12. Klassen für Fertigungstechnik zusammengefaßt. "Da diese Lerninhalte von nur noch einem Lehrer geplant, koordiniert und durchgeführt werden, ist der Unterricht in einem sehr hohen Maße fächerübergreifend" (KIPP 1994a, S. 15). Das bei einer herkömmlichen Unterrichtsorganisation häufig auftretende Problem, Querverbindungen im Stoffverteilungsplan zu homogenisieren und Lerninhalte verschiedener Fächer zwischen unterschiedlichen Lehrern zu koordinieren, entfällt. Primär verfolgtes Unterrichtsziel ist nach Aussagen des unterrichtenden Lehrers, den Schülern die Funktion und Logik von pneumatischen und elektropneumatischen Schaltungen zu vermitteln. Dies soll vor allem durch das selbständige Planen und Aufbauen von Schaltungen erfolgen. "Das [...] beschriebene Unterrichtskonzept verfolgt aufgrund problemorientierter und komplexer Aufgabenstellungen, die keine einheitliche Lösung vorgeben, die Realisierung fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichts" (KIPP 1994a, S. 15). Unterrichtsinhalte sind Bauteile, ihre Funktion, auch innerhalb der Steuerungen sowie ihr logisches Zusammenwirken als Schaltung.

5.2.1 Lernziele im Lerngebiet Steuerungstechnik

In das drei Jahrgangsstufen umfassende Lerngebiet Steuerungstechnik läßt sich ein Großteil der inhaltlich relevanten Lernziele des fachlichen Unterrichts aus den Fächern Fachtheorie, Praktische Fachkunde, Fachrechnen, Fachzeichnen/Arbeitsplanung der Jahrgangsstufen 10 bis 12 integrieren. Daneben wird ein Lernzielbereich aus dem Fach Datenverarbeitung der 10. Jahrgangsstufe einbezogen. Deutsch als Unterrichtsprinzip ist mit der Schulung von schriftlichem und mündlichem Ausdruck sowie mit häufig zu erstellenden Funktionsbeschreibungen von Schaltungen fest verankert.

Bei der Umsetzung der Lehrplaninhalte für die Fertigungstechnik-Klassen wählte der Lehrer für das Lerngebiet Steuerungstechnik sinnvoll integrierbare Lernziele aus. Eine Zusammenstellung für die in den Lehrplänen der jeweiligen Jahrgangsstufen vorgesehenen Lernziele geben die nachfolgenden Übersichten 5.3 bis 5.5 wieder. Die Übersichten unterscheiden die für das Lerngebiet Steuerungstechnik herangezogenen Lernziele dabei entsprechend der Zuordnung des unterrichtenden Lehrers in inhaltlich relevante und weniger relevante Lernziele (vgl. SCHELTEN, RIEDL, TENBERG, SCHAUHUBER, SIEGERT 1995, Anhang I, S. 2 - 4). Am angegebenen Ort kommentiert der verantwortliche Lehrer kurz die Zusammenstellung der Lernziele. Weiter beziehen sich hier angeführte Darstellungen auf Gespräche mit ihm.

Die in den drei nachfolgenden Übersichten verwendeten Kurzzeichen stehen für folgende Begriffe: FT = Fachtheorie, PF = Praktische Fachkunde, FR = Fachrechnen, DV = Datenverarbeitung, FZ = Fachzeichnen, AP = Arbeitsplanung. Vor jedem Lernziel steht die jeweilige Ordnungsnummer im Lehrplan. In Klammern hinter jedem Lernziel ist die im Lehrplan pro Lernziel vorgesehene Unterrichtszeit in Stunden vermerkt.

10. Jahrgangsstufe (Grundstufe)

Fach	relevante Lernziele	weniger relevante Lernziele
FT	6.3: Kenntnis des Aufbaus und der Funktionsweise von Steuerungen (4 h) 6.4: Kenntnis des Aufbaus und der Wirkungsweise ausgewählter Bauteile. Fähigkeit, einfache Steuerungsaufgaben zu lösen (6 h)	6.1: Kenntnis der Unterscheidungsmerkmale zwischen Steuern und Regeln (2 h) 6.2: Überblick über verschiedene Signal- und Energieträger (2 h)
PF	6.1: Einsicht in die Funktion und Wirkungsweise von Steuerungsbauteilen (6 h) 6.2: Fähigkeit, einfache Steuerungen nach Schaltplan aufzubauen und zu überprüfen (15 h)	
FR		10.1: Fähigkeit, Berechnungen zur Hydraulik durchzuführen (5 h) 10.2: Fähigkeit, Berechnungen zur Pneumatik durchzuführen (4 h)
DV	2.3: Fähigkeit, berufsbezogene Aufgaben mit Anwenderprogrammen zu lösen (8 h)	
FZ	8.3: Fähigkeit, Pläne auszuwerten und zu erstellen (6 h)	

Übersicht 5.3: Für das Lerngebiet Steuerungstechnik ausgewählte Lernziele der 10. Jahrgangsstufe. Aus: BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KULTUS 1988. Einteilung in relevante und weniger relevante Lernziele durch den unterrichtenden Lehrer

Für die 10. Jahrgangsstufe ergibt sich aus der Zusammenstellung der Lernziele aus dem Lehrplan ein rechnerisches Stundenvolumen von 58 Unterrichtsstunden.

Lernziel 6.1 und 6.2 (Fachtheorie) beabsichtigt der Lehrer im Unterrichtsgespräch mit den Schülern zu vermitteln. Lernziel 10.1 (Fachrechnen) beinhaltet Berechnungen zur Hydraulik. Es kann jedoch als grundlegend für die weiteren Berechnungen zur Pneumatik in Lernziel 10.2 (Fachrechnen) betrachtet werden und wird daher zusammen mit Lernziel 10.2 als eine Einheit vermittelt. Beide Lernziele aus Fachrechnen wirken aber nach Meinung des Lehrers meist aufgesetzt, da sie sich nicht sinnvoll in die Aufgabenstellungen integrieren lassen. Sie werden daher in einer eigenen Einheit nicht handlungsorientiert vermittelt. Das Lernziel 8.3 (Fachzeichnen) wird vom Lehrer als sehr bedeutsam angesehen, da für ihn das Zeichnen und Auswerten von Plänen im Lerngebiet Steuerungstechnik eine bedeutende Rolle spielen. Seiner Meinung nach ist Fachzeichnen mit einem zu geringen Stundenumfang im Lehrplan ausgewiesen.

11. Jahrgangsstufe (Fachstufe)

Fach	relevante Lernziele	weniger relevante Lernziele
FT	6.1: Fähigkeit, technische Problemstellungen steuerungs-gerecht zu lösen (5 h) 6.3: Bewußtsein der Notwendigkeit sicherheitstechnischer Maßnahmen in Steuerungen (2 h)	6.2: Fähigkeit, Funktionspläne gerätetechnisch zu verwirklichen (3 h)
PF	6.1: Einsicht in die Funktion und Wirkungsweise von Steuerungsbauteilen (4 h) 6.2: Fähigkeit, Ablaufsteuerungen nach Schaltplan auf-zubauen, zu verändern und zu überprüfen (8 h)	
FZ	5: Fähigkeit, Schaltpläne zu lesen und anzufertigen (5 h)	

Übersicht 5.4: Für das Lerngebiet Steuerungstechnik ausgewählte Lernziele der 11. Jahrgangsstufe. Aus: BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KULTUS 1990. Einteilung in relevante und weniger relevante Lernziele durch den unterrichtenden Lehrer

Für die 11. Jahrgangsstufe ergibt sich aus der Zusammenstellung der Lernziele ein rechnerisches Stundenvolumen von 27 Unterrichtsstunden.

Der Lehrer betont, daß die im Lehrplan für die 11. Jahrgangsstufe vorgesehenen Zeitanteile für die Erarbeitung theoretischer Bauteilkenntnisse und für die Aneignung von Kenntnissen zur Schaltplanlogik zu knapp bemessen sind. Eine Steuerung zu beschreiben erfordert nach seiner Meinung weitreichende Kenntnisse in Weg-Schritt-Diagrammen, die aber in Lernziel 6.1 (Fachtheorie) nicht ausreichend berücksichtigt werden. Für die selbständige Erarbeitung dieser Kenntnisse sind in Weilheim ca. acht Unterrichtsstunden vorgesehen. Die in Lernziel 6.2 (Fachtheorie) geforderte gerätetechnische Verwirklichung der in Lernziel 6.1 behandelten Problemstellungen tritt nach seiner Einschätzung hinter die Notwendigkeit zurück, eine Schaltung zu planen und ihre Funktion und das logische Zusammenwirken der Bauteile zu verstehen. Hierbei ist für den unterrichtenden Lehrer im Rahmen eines handlungsorientierten Unterrichts das selbständige Aneignen wichtiger Bauteilkenntnisse (Lernziel 6.1 Praktische Fachkunde) und das Aufbauen und Überprüfen von Schaltungen (Lernziel 6.2 Praktische Fachkunde) äußerst bedeutsam. Dabei könne die Erstellung notwendiger Schaltpläne als Grundlage für aufzubauende Schaltungen, die Lernziel 5 (Fachzeichnen) vorsieht, in fünf Unterrichtsstunden nicht ausreichend bewältigt werden. Diese Schaltpläne sollen vorwiegend am PC gezeichnet werden.

Für die 12. Jahrgangsstufe ergibt sich aus der Zusammenstellung der Lernziele für die Fachrichtung Geräte- und Feinwerktechnik (GF) ein rechnerisches Stundenvolumen von 24 Unterrichtsstunden bzw. 29 Unterrichtsstunden für die Ausbildungsberufe Produktionstechnik (PT), Betriebstechnik (BT) sowie Maschinen- und Systemtechnik (MS). Damit ergibt sich für alle drei Schuljahre eine erforderliche maximale Gesamtstundenzahl von 114 Unterrichtsstunden.

12. Jahrgangsstufe (Fachstufe)

Fach	relevante Lernziele	weniger relevante Lernziele
FT	Fachrichtung: GF 5.1: Fähigkeit, komplexere Steuerungsprobleme durch Einsatz der Elektropneumatik zu lösen (12 h)	Fachrichtung: PT, BT, MS 5.1: Einblick in Anwendungsbereiche und Besonderheiten hydraulischer Steuerungen (2 h) 5.2: Kenntnis der Funktion und des Aufbaus hydraulischer Bauelemente und Baugruppen (7 h) 5.3: Fähigkeit, einfache Steuerungsprobleme durch Einsatz der Hydraulik zu lösen (8 h)
PF	Fachrichtung: GF 5.1: Fähigkeit, elektropneumatische Steuerungen aufzubauen und zu überprüfen (8 h)	Fachrichtung: PT, BT, MS 5.1: Einsicht in das Betriebsverhalten von hydraulischen Steuerungen. Fähigkeit, hydraulische Steuerungen aufzubauen und zu überprüfen (8 h)
AP	Alle Fachrichtungen: 1.3: Fähigkeit, Pläne zu lesen und auszuwerten (4 h)	

Übersicht 5.5: Für das Lerngebiet Steuerungstechnik ausgewählte Lernziele der 12. Jahrgangsstufe. Aus: BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KULTUS 1990. Einteilung in relevante und weniger relevante Lernziele durch den unterrichtenden Lehrer

Die aus dem Lehrplan der 12. Jahrgangsstufe für die Fachrichtungen Produktionstechnik, Betriebstechnik sowie Maschinen- und Systemtechnik im Lerngebiet Steuerungstechnik integrierten Lernziele berühren thematisch den Lernbereich 'Hydraulik'. Da an der Berufsschule Weilheim die hierfür in Praktischer Fachkunde notwendigen hydraulischen Geräte nicht vorhanden sind, arbeiten die Schüler bei Lernziel 5.1 (Praktische Fachkunde PT, BT, MS) ersatzweise an elektropneumatischen Steuerungen. Die Lernziele 5.1, 5.2 und 5.3 für die Industriemechaniker PT, BT und MS aus Fachtheorie lassen sich nach Ansicht des verantwortlichen Lehrers nicht sinnvoll in dieses Unterrichtskonzept einplanen. Ausgehend vom zugehörigen Lernziel 5.1 aus Praktischer Fachkunde werden die stellvertretend behandelten elektropneumatischen Schaltungen theoretisch untermauert. In diesem Unterrichtskonzept sind im Lerngebiet Steuerungstechnik für alle Industriemechaniker die Lerninhalte die selben.

Ein wichtiger Unterrichtsbestandteil in allen drei Jahrgangsstufen ist das Erstellen von Funktionsbeschreibungen, die nahezu allen anzufertigenden Schaltungen beizufügen sind. Weiter nimmt das Zeichnen von Schaltungen mit einem Anwenderprogramm am PC (SIMUCAD) einen wichtigen Platz in diesem Unterrichtskonzept ein.

5.2.2 Unterrichtssteuerung durch Leittexte

Der verantwortliche Lehrer hat alle Lernziele des drei Jahrgangsstufen umfassenden Lerngebietes Steuerungstechnik zehn Lernmodulen zugeordnet. Jedes Lernmodul wird von einem Leittext strukturiert, der entlang einer zentralen Aufgabenstellung einen Lernzielkomplex behandelt. Diese Lernmodule bauen dabei aufeinander auf, greifen teilweise wiederholend in einem vorausgehenden Lernmodul behandelte Lernziele erneut auf, vertiefen und erweitern sie. Einen Überblick über die zehn Leittexte der zehn Lernmodule gibt nachfolgende Übersicht 5.6.

Leittext 1:	Pneumatische Grundlagen I - <i>Problemstellung zum Spannen</i>
Leittext 2:	Pneumatische Grundlagen II - <i>Biegevorrichtung</i>
Leittext 3:	Bauteile der Pneumatik - <i>Bauteilbestimmung</i>
Leittext 4:	Pneumatische Grundlagen III - <i>Erweiterung des Biegewerkzeugs</i>
Leittext 5:	Arbeit mit Diagrammen - <i>Weg-Schritt-Diagramm</i>
Leittext 6:	Grundlagen der Elektropneumatik - <i>direkte-/indirekte Schaltung</i>
Leittext 7:	Elektropneumatische Grundsaltungen I - <i>Reihen-/Parallelschaltung</i>
Leittext 8:	Elektropneumatische Grundsaltungen II - <i>Selbsthaltungsschaltung</i>
Leittext 9:	Elektropneumatische Grundsaltungen III - <i>Sensoren</i>
Leittext 10:	Elektropneumatische Grundsaltungen IV - <i>Zeitrelais</i>

Übersicht 5.6: Leittexte zum Lerngebiet Steuerungstechnik

Bei der Entwicklung der Leittexte stützte sich der verantwortliche Lehrer im wesentlichen auf SCHELTEN (1995a, S. 177ff.). Zum Arbeiten mit Leittexten vergleiche auch ROTLUFF (1992) und BUNDESINSTITUT FÜR BERUFSBILDUNG (1991). Eine Zusammenstellung der konkreten Lernziele zu allen angeführten Leittexten findet sich in SCHELTEN, RIEDL, TENBERG, SCHAUHUBER, SIEGERT (1995, Anhang I, S. 5 - 9). Die Lernziele für den begleiteten Unterrichtszeitraum finden sich in Kapitel 9.1.2.1.

Der unterrichtende Lehrer organisiert und strukturiert den Unterricht im Lerngebiet Steuerungstechnik anhand von Leittexten, um die Schüler möglichst "ohne nennenswerten Anteil an Frontalunterricht" (KIPP 1994a, S. 9) selbständig arbeiten zu lassen. "Die Arbeit mit Leittexten ist nicht an eine bestimmte, relativ kurze Zeit des Schuljahres gebunden, sondern hat über die gesamte Ausbildungszeit Bestand. Handlungsorientiertes selbständiges Arbeiten wird eingeübt und selbstverständlich" (ebd.).

Jeder Leittext behandelt an einer steuerungstechnischen Problemstellung einen Themenbereich, dem sich ein zusammengehöriger Lernzielkomplex zuordnen läßt. Die Leittexte führen die Schüler in ihrer Lernarbeit und nehmen in diesem Unterrichtskonzept eine tragende Rolle ein. Dabei ist beabsichtigt, daß sich der unterrichtende Lehrer möglichst zurücknimmt und vorwiegend auf Fragen hin aktiv wird. Innerhalb der Leittexte können die Schüler entsprechend ihrer Vorkenntnisse unterschiedliche Lernwege beschreiten. Als Beispiel findet sich im Anhang ab S. 272 der komplette Leittext 8.

Zu Beginn einer jeden Lerneinheit ist vorgesehen, daß die Schüler ihren Kenntnisstand in einem Eingangstest in Gruppenarbeit nachweisen. Dieser Test wird sofort vom Lehrer korrigiert und mit den Schülern besprochen. Das erzielte Ergebnis entscheidet über den in der Lerneinheit einzuschlagenden Lernweg (siehe als Beispiel Anhang, S. 274). Für die meisten Leittexte sind drei unterschiedliche Lernpfade vorgesehen (siehe Anhang, S. 273 u. 301). Die Steuerungsaufgabe als zentrale Aufgabenstellung (in allen Leittexten als Teil 2 bezeichnet) wird nach dem Eingangstest direkt von leistungsstarken Schülergruppen bearbeitet. Hierbei ist die Ansteuerung von maximal zwei Zylindern vorgesehen, bei der alle wesentlichen Lerngegenstände eines Lernmoduls behandelt werden. Sie ist Ziel der Lernarbeit innerhalb eines Leittextes und muß von allen Schülern bearbeitet werden. Für leistungsschwächere Schülergruppen bieten vorausgeschaltete Lernschleifen eine zusätzliche Vertiefung und Ergänzung ihrer bisher zu gering ausgeprägten Vorkenntnisse, um sie so auf die Bearbeitung der Steuerungsaufgabe vorzubereiten. Eine Bearbeitung von einem so bezeichneten Teil 1 führt bei großen Mängeln zu einer Wissensaneignung von Grundlagen, wie z.B. elektrotechnischer Schaltzeichen. In einem Teil 3 werden bei bereits vorhandenen Grundlagen diese systematisiert, wie z.B. bei der Erarbeitung einfacher Schaltungsmuster.

Nach der Bearbeitung der Steuerungsaufgabe ist jeweils eine Phase zur Überprüfung und Auffrischung des eigenen Kenntnisstandes vorgesehen, in der die Schüler anhand der für das jeweilige Lernmodul im Leittext vorgegebenen Lernziele noch vorhandene Wissenslücken erkennen und schließen sollen (siehe Anhang, S. 299). Danach ist von ihnen ein abschließender Test für jedes Lernmodul in Einzelarbeit zu bearbeiten (siehe Anhang, S. 300).

Neben dem im Anhang abgedruckten Leittext 8 findet sich der komplette Leittext 2 und weitere Ausführungen zu diesem Konzept in KIPP 1994a. Auszüge aus den Leittexten 6 bis 10 und weitere Ausführungen hierzu geben SCHELTEN, RIEDL, TENBERG, SCHAUHUBER, SIEGERT (1995, Anhang I, S. 11 ff.). Weitere Darstellungen zum Leittextkonzept, das im Lerngebiet Steuerungstechnik an der Berufsschule Weilheim Anwendung findet, geben KIPP (1994b) und SCHAUHUBER (1995). ENGERER (1997, S. Anhang/37) gibt den von ihm auf der Grundlage des alten Leittextes 6 inhaltlich und optisch weiterentwickelten Leittext zum selben Lernmodul wieder.

5.2.3 Sozialform des Unterrichts

Die im Lerngebiet Steuerungstechnik vorgesehene Sozialform ist Partnerarbeit oder Kleingruppenarbeit. Zu Beginn der 10. Jahrgangsstufe wird die Gruppeneinteilung von den Schülern selbst festgelegt. Dabei ist erstrebenswert, daß alle fünf im integrierten Fachunterrichtsraum zur Verfügung stehenden Arbeitsplätze besetzt werden. Die Gruppengrößen bewegen sich in der Regel zwischen zwei und vier Personen. Die Gruppeneinteilung wird vom Lehrer nur beeinflusst, wenn die Wissensunterschiede zwischen den Partnern zu groß sind, da er die Bildung leistungshomogener Gruppen anstrebt. Ein möglichst ähnliches Leistungsniveau der einzelnen Gruppenmitglieder soll ermöglichen, daß sich die einzelnen Schüler innerhalb einer Gruppe ähnlich intensiv an der Lernarbeit beteiligen. Die Gruppen dürfen im Bedarfsfall untereinander kommunizieren und sich gegenseitig unterstützen. Auftretende Probleme sollen nach Möglichkeit in der Gruppe oder im Partnergespräch besprochen und gelöst werden.

5.2.4 Differenzierung im Unterricht

Die in Übersicht 5.6 vorgestellten Lernmodule lassen sich grob in die beiden Schwerpunkte Pneumatik und Elektropneumatik einteilen. Eine eindeutige, abgrenzbare Zuordnung der Leittexte bzw. Lerngebiete zu einer bestimmten Jahrgangsstufe ist jedoch weder gewollt noch eindeutig möglich. Anhand dieser Leittexte sollen "die Gruppen selbständig und in ihrem jeweiligen Arbeitstempo Problemstellungen in einer vorgegebenen Reihenfolge bearbeiten. Die Problemstellungen bauen aufeinander auf und beschäftigen die Schüler über mehrere Leittexte hinweg" (KIPP 1994a, S. 9). Je nach Kenntnisstand und Vorwissen arbeiten die Schüler unterschiedlich lang und intensiv an einem Leittext (siehe auch Kapitel 5.2.2). Die Schüler können dabei für ihre Lernarbeit unterschiedliche Unterlagen heranziehen. Die Bücher FACHKUNDE METALL (1990) und TABELLENBUCH METALL (1990) führen die Schüler selbst mit. Ebenso können sie auf zwei, nach Pneumatik und Elektropneumatik unterteilte Ordner am Arbeitsplatz mit verschiedenen Herstellerunterlagen und Selbstlernmaterialien zurückgreifen (siehe Anhang, S. 304).

Aufgrund des unterschiedlichen Lern- und Arbeitstempos der einzelnen Schüler können die Schülergruppen zum Jahresende einen individuellen Kenntnisstand erreichen. Leistungstärkere oder leistungsschwächere Gruppen unterscheiden sich durch die von ihnen bereits bearbeiteten Leittexte oder Aufgaben in diesen Lernmodulen. Im folgenden Schuljahr nimmt jede Schülergruppe, die in ihrer Zusammensetzung gleich bleibt, ihre Lernarbeit in dem Lernmodul an der Stelle eines Leittextes wieder auf, an der sie im vergangenen Schuljahr aufgehört hat. Bis zum Ende des Steuerungstechnikunterrichts in der 12. Jahrgangsstufe sollen alle zehn Leittexte bearbeitet werden. Sehr leistungsstarke Gruppen erhalten darauf aufbauende Zusatzaufgaben.

5.2.5 Leistungsbeurteilung

Die Leistungsbeurteilung und somit die Note für das Lerngebiet Steuerungstechnik, das anhand einer eigenen Zeugnisnote sowie eines Zertifikats (siehe HEIMERER, SCHELTEN, SCHIEßL 1996, S. 235 u. 236) ausgewiesen wird, setzt sich aus drei Teilnoten zusammen. Pro Halbjahr schreiben die Schüler eine Schulaufgabe, die entweder schriftlich oder als Verbindung von theoretischer und praktischer Arbeit durchgeführt wird (siehe Anhang, S. 302). Im praktischen Prüfungsteil ist hier vorgesehen, daß die Schüler eine vorher selbst geplante Schaltung aufbauen sollen.

Eine weitere Note bildet sich aus den Abschlußtests der Leittexte zusammen mit den Arbeiten, die die Gruppenmitglieder als Dokumentation ihrer Lernarbeit innerhalb eines jeden Lernmoduls anfertigen müssen. Diese beiden Noten werden etwa gleich stark gewichtet.

Weiter erfolgt eine Benotung des Lernfortschritts, den eine Gruppe innerhalb eines Schuljahres erzielt. Damit wird dem unterschiedlichen Lern- und Arbeitstempo und somit dem erreichten Kenntnisstand einzelner Schülergruppen Rechnung getragen. Diese Note wird etwa halb so stark gewichtet wie die Einzelnoten aus der Schulaufgabe und den Abschlußtests und den Arbeitsdokumentationen zu jedem Leittext.

Die Ergebnisse zur Verlaufsuntersuchung dieses Unterrichts in Kapitel 9.1 eröffnen einen weiteren, tiefgehenden Einblick in das eben skizzierte Unterrichtskonzept.

6 Forschungsmethodischer Ansatz

Das folgende Kapitel widmet sich dem forschungsmethodischen Ansatz der Untersuchung. Kapitel 6.1 beschreibt den methodologischen Hintergrund der Arbeit und führt Grundüberlegungen zum Untersuchungsdesign an. Kapitel 6.2 geht anschließend näher auf das methodische Vorgehen der Untersuchung ein. Kapitel 6.3 beleuchtet Aspekte qualitativer Gütekriterien, die für die vorliegende Forschungsarbeit von Belang sind.

6.1 Methodologischer Hintergrund und methodische Grundüberlegungen

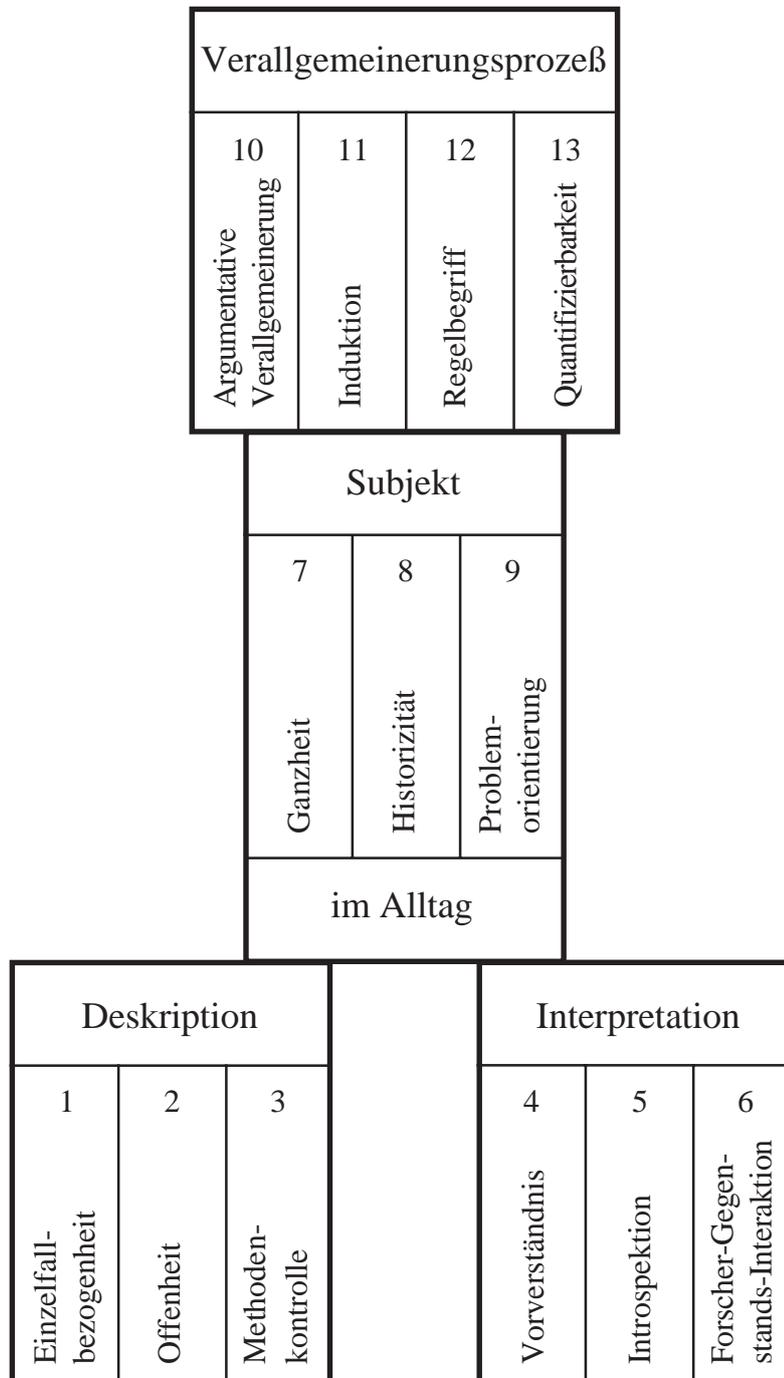
"Gegenstand humanwissenschaftlicher Forschung sind immer Menschen, Subjekte. Die von der Forschungsfrage betroffenen Subjekte müssen Ausgangspunkt und Ziel der Untersuchung sein" (erstes Postulat zu den Grundlagen qualitativen Denkens, MAYRING 1996a, S. 9). Der hier vorgestellte Forschungsansatz soll Einblick in einen Teilbereich sozialer Wirklichkeit geben. Im Mittelpunkt der Forschung steht ein Unterrichtsvorhaben in der Berufsschule, das anhand einer fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichtskonzeption seinen Schülern berufsrelevante Qualifikationen vermitteln will. Der Untersuchungsansatz interessiert sich für die Qualität dieses Unterrichts und für die Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, die Berufsschüler (als betroffene Subjekte) nach diesem Unterricht besitzen (siehe hierzu näher die in Kapitel 2.3 formulierten Forschungsfragen).

6.1.1 Qualitative Forschung

Entsprechend seinen Zielsetzungen sucht das vorliegende Forschungsvorhaben einen qualitativen Zugang zum Forschungsgegenstand. Quantitative Methoden sind hier wenig geeignet. "Die für den quantitativen Ansatz typische Quantifizierung bzw. Messung von Ausschnitten der Beobachtungsrealität mündet in die statistische Verarbeitung von Meßwerten. Demgegenüber operiert der qualitative Ansatz mit Verbalisierungen der Erfahrungswirklichkeit, die interpretativ ausgewertet werden" (BORTZ, DÖRING 1995, S. 271). Einen guten schematischen Vergleich über die Eigenheiten quantitativer und qualitativer Sozialforschung gibt LAMNEK (1995a, S. 244) in einer Übersicht. Mayring charakterisiert qualitatives Denken durch fünf Grundsätze: "die Forderung stärkerer *Subjektbezogenheit* der Forschung, die Betonung der *Deskription* und der *Interpretation* der Forschungssubjekte, die Forderung, die Subjekte auch in ihrer natürlichen *alltäglichen* Umgebung (statt im Labor) zu untersuchen, und schließlich die Auffassung von der Generalisierung der Ergebnisse als *Verallgemeinerungsprozeß*" (MAYRING 1996a, S. 9, Hervorhebungen im Original).

Diese fünf relativ abstrakt und allgemein formulierten Eckpunkte qualitativen Denkens differenziert MAYRING in 13 methodischen Säulen zum Vorgehen in einem qualitativen Forschungsprozeß. Damit führt er die auf der Theorieebene konstruierten Postulate über in

konkrete Hinweise auf Untersuchungstechniken, um so Anspruch und Wirklichkeit qualitativen Denkens überprüfbar und einschätzbar zu machen (vgl. MAYRING 1996a, S. 13ff.). Die nachfolgende Übersicht 6.1 stellt diese fünf Grundlagen qualitativen Denkens mit ihren 13 methodischen Säulen in einem Modell vor. Es zeigt auf, welche Elemente bei der Entwicklung qualitativer Untersuchungsdesigns zu berücksichtigen sind.



Übersicht 6.1: Säulen qualitativen Denkens (MAYRING 1996a, S. 15 u. 1996b, S. 46)

Eine `Subjektorientierung` mit einer ganzheitlichen Herangehensweise an den Untersuchungsgegenstand, die auch seinen historischen Kontext berücksichtigt und an konkreten, praktischen Problemstellungen anknüpft, erfordert zwingend eine `Alltagsorientierung` an den

Interessen und Belangen der Beteiligten. Die vorliegende Forschungsarbeit greift in das für die Untersuchungsteilnehmer relevante Problemfeld Unterricht, um darin die komplexe Situation eines Lernarrangements vor seinem Entwicklungshintergrund zu betrachten.

Dieser Zugang erfordert eine 'sorgfältige Deskription', für die MAYRING drei methodische Grundsätze betont (vgl. 1996a, S. 13f.): Genaue Beschreibungen müssen zunächst am einzelnen Fall ansetzen. Dies erfolgt hier durch die Betrachtung jeweils einer einzelnen Schülergruppe. Sie sind nur dann möglich, wenn dem Gegenstand mit großer Offenheit begegnet wird und das Forschungsvorgehen grundsätzlich für Ergänzungen und Revisionen offen bleibt. Dabei sollen die eingesetzten Methoden einer genauen Kontrolle unterliegen und Verfahrensschritte offenkundig und regelgeleitet erfolgen. Der vorliegende Ansatz paßt dementsprechend sein geplantes Vorgehen bei Bedarf an das Forschungsfeld an, ermöglicht Zugriffsoptimierungen auch in der Erhebungssituation und legt seine Vorgehensweise, die sich auf der Grundlage von Regeln kontrollieren läßt, bis ins Detail offen.

Das Postulat der 'Interpretation' bedingt, daß zunächst das Vorverständnis des Forschers bezüglich des Untersuchungsgegenstandes zu explizieren ist, da "vorurteilsfreie Forschung nie ganz möglich ist" (ebd. S. 14). Eigene subjektive Erfahrungen des Forschers anhand von Introspektion sind ein legitimes Erkenntnismittel im Forschungsprozeß, der immer als Forscher-Gegenstands-Interaktion aufgefaßt werden muß. Der dieser Arbeit zugrundeliegende Theorieteil (siehe Kapitel 3) skizziert diesbezüglich das an den Forschungsgegenstand herangetragene subjektive Vorverständnis, das bewußt jeder Interpretation und jedem 'Gegenstandsverständnis' zugrunde gelegt wird.

Das Postulat der 'schrittweisen Verallgemeinerung' fordert eine argumentative Begründung der Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse. Um Verallgemeinerungen zu unterstützen, sind auch induktive Verfahren zugelassen. Kontextgebundene Regeln, die sich hier an den Besonderheiten der Unterrichtssituation und der Handlungsaufgabe orientieren, bilden den spezifischen Gegenstandsbereich besser ab als ein starrer Gesetzesbegriff. Weiter muß qualitative Forschung zur Verallgemeinerung ihrer Ergebnisse prüfen, welche sinnvollen Quantifizierungen möglich sind (vgl. ebd. S. 14). Eine Quantifizierung der Ergebnisse in der vorliegenden Untersuchung erfolgt daher nur für wenige, sinnvoll erscheinende Ergebnisausschnitte. Die Forschungsarbeit führt zu einem zu Hypothesen, die eine weitere Prüfung erfordern. Darüber hinaus wird nach gegenstandsbezogenen Verallgemeinerungen und ableitbaren Regeln aus den auf Einzelfälle bezogenen Forschungsergebnissen durch eine plausible argumentativ-interpretative Begründung und durch Bezüge zu den Ergebnissen ähnlicher Forschungsvorhaben gesucht.

Ausführliche theoretische Erläuterungen dieser Säulen qualitativen Denkens finden sich in MAYRING 1996a, S. 13 - 26. Die Umsetzung der eben skizzierten Forderungen kennzeichnet die vorliegende Arbeit an entsprechenden Stellen, die das konkrete methodische Vorgehen differenziert vorstellen.

6.1.2 Einordnung des Forschungsansatzes

Der hier vorgestellte Untersuchungsansatz zur qualitativen Sozialforschung läßt sich der grundlagentheoretischen Position des 'Interpretativen Paradigmas' (vgl. LAMNEK 1995a, S. 42ff.) zuordnen. Dieses stützt sich auf die Annahme, daß alle Interaktion ein interpretativer Prozeß ist,

in dem sich die jeweils Handelnden auf ihren Interaktionspartner in einer sinngebenden Deutung dessen, was dieser tut oder tun könnte, beziehen. Die vorliegende Forschungsarbeit bezieht ihre Forschungsergebnisse aus dem Beschreiben, Erklären und Verstehen einer sozialen Wirklichkeit, hier einem konkreten Unterricht und einer komplexen Bearbeitungssituation. Für sie ist diese Feststellung ebenso bedeutsam wie LAMNEK's Folgerung: "Wenn Deutungen konstitutiv sind für die 'gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit' ..., dann muß auch die Theoriebildung über diesen Gegenstandsbereich als interpretativer Prozeß angelegt sein. Das heißt, 'die Prozesse der Interpretation, die in den jeweils untersuchten Interaktionen ablaufen, müssen interpretierend rekonstruiert werden'" (ebd. S. 43). MAYRING formuliert hierzu sein drittes Postulat zu den Grundlagen qualitativen Denkens: "Der Untersuchungsgegenstand der Humanwissenschaften liegt nie völlig offen, er muß immer auch durch Interpretation erschlossen werden" (1996a, S. 11). Der Wissenschaftler ist somit Interpret der von ihm beobachteten Interaktionen. Er muß z.B. die zwischen den Schülern oder zwischen Schüler und Lehrer bereits ebenfalls interpretativ ablaufenden Deutungen erkennen und berücksichtigen.

Der betrachtete Untersuchungsgegenstand, ein Unterricht in der Berufsschule als 'soziale Wirklichkeit', wird im Rahmen eines Modellversuchs einer Evaluation unterzogen. "Evaluationsforschung befaßt sich als ein Teilbereich der empirischen Forschung mit der Bewertung von Maßnahmen oder Interventionen" (BORTZ, DÖRING 1995, S. 95). Qualitative Evaluationsforschung gewinnt in der heutigen Zeit in Psychologie, Soziologie und Pädagogik mehr und mehr an Bedeutung, in der Erziehungswissenschaft insbesondere auch in der Schulbegleitforschung. MAYRING (1996a, S. 46) formuliert hierzu folgenden Grundgedanken: "Qualitative Evaluationsforschung will Praxisveränderungen wissenschaftlich begleiten und auf ihre Wirkungen hin einschätzen, indem die ablaufenden Praxisprozesse offen, einzelfallintensiv und subjektbezogen beschrieben werden". Die hier durchgeführte Analyse bewertet eine Unterrichtskonzeption, ihre Durchführung sowie das Schülervorgehen beim Lösen einer Handlungsaufgabe. Aus den gewonnenen Ergebnissen sollen Anregungen für die Gestaltung von Unterricht und die hierfür erforderlichen Veränderungen abgeleitet werden.

Für die als Feldforschung angelegte empirische Datenerhebung ist der zugrundeliegende Gegenstandsbereich eine für die Schüler alltägliche Unterrichtssituation und eine sich daran anschließende, komplexe berufsnahe Aufgabenstellung. Damit entspricht sie MAYRINGS viertem Postulat zu den Grundlagen qualitativen Denkens: "Humanwissenschaftliche Gegenstände müssen immer möglichst in ihrem natürlichen, alltäglichen Umfeld untersucht werden" (1996a, S. 12). Dieses 'alltägliche Umfeld' erfordert aufgrund seiner sehr hohen Komplexität und der Vielschichtigkeit seiner Einflußfaktoren ein tiefes Eindringen in die untersuchte Situation.

Hierfür eignet sich der Untersuchungsansatz der Fallstudie. LAMNEK (1995b, S. 4ff.) weist auf die Zielsetzung der Einzelfallstudie hin, einen genaueren Einblick in das Zusammenwirken einer Vielzahl von Einflußgrößen zu erhalten, wobei der betrachtete Fall ganzheitlich und realitätsgerecht erfaßt und nach den methodologischen Prinzipien qualitativer Sozialforschung kommunikativ, naturalistisch, authentisch und offen untersucht wird. Kennzeichnend für eine qualitative Fallstudie ist dabei das Betrachten weniger Fälle, aus denen viele, tiefgehende Informationen hervortreten, die durch mehrere Methoden erfaßt werden. Entsprechend dieser Forderung wird nicht der gesamte Unterricht, sondern die Lernarbeit einer einzelnen Schülergruppe umfassend, präzise und tiefgehend aus verschiedenen Perspektiven betrachtet. "Einzelfallstudien zeichnen sich ... vor allem dadurch aus, daß in ihnen die Ganzheit bzw. die

Naturwüchsigkeit des zu untersuchenden Gegenstandes bzw. Falles oder Systems erhalten bleibt. Dieses die Einzelfallstudie durchwaltende Charakteristikum erfordert einen ... erhöhten forschenden Aufwand. Einzelfallstudien, die dem genannten Anspruch genügen, bilden stets ein komplexes Forschungsdesign ab, sind mit großem interpretatorischen Einsatz in der Auswertungsphase verbunden und erfordern aus Sicht der Forschungsökonomie erhebliche Ressourcen" (KRAIMER 1995, S. 467).

Die Betrachtung von Einzelfällen bedient sich hier einer kasuistischen Vorgehensweise. "Pädagogische Kasuistik ist die methodische Kunst, eine Fallbeobachtung in eine Falldarstellung zu überführen und sie mit einer Fallanalyse zu verbinden" (BINNEBERG 1985, S. 775). Bei der hier durchgeführten Analyse von Einzelfällen soll der Zugang zum Forschungsgegenstand ein Verstehen von Unterrichts- und von Bearbeitungssituationen ermöglichen. "Diese Methoden werden üblicherweise als hermeneutische Verfahren (in letzter Zeit spricht man hier auch häufig von interpretativen Verfahren) bezeichnet. ... Hermeneutische Verfahren im Bereich der Erziehungswissenschaft ... sind Methoden zur Deutung der Erziehungswirklichkeit. Methoden, die gesichertes Verstehen der Erziehungswirklichkeit ermöglichen sollen" (KÖNIG, ZEDLER 1983, S. 76). Pädagogische Kasuistik verbindet daher in diesem Sinne integrativ Hermeneutik und Empirie, wie z.B. von KLAFKI für die kritisch-konstruktive Erziehungswissenschaft gefordert (vgl. 1982, S. 15 - 52). Das hermeneutische Verstehen der Untersuchungssituation versucht bei diesem Forschungsvorgehen die Bedeutung der Interaktionen oder Handlungen der Schüler als Untersuchungsobjekte im Unterricht und bei ihrer Aufgabebearbeitung zu erfassen. Dieses Verstehen einer Situation gründet sich dabei auf die phänomenologische Deskription eines Vorganges oder Sachverhaltes mit seinen Ursachen oder Gründen. Dabei versucht dieser erklärende Zugriff, Handlungsabläufe oder Situationen, wie z.B. eine Lernsequenz im Unterricht, möglichst theorieneutral ohne bereits interpretative Einflüsse zu beschreiben (vgl. DANNER 1989, S. 151ff.).

Die in dieser Arbeit durchgeführten Fallstudien untersuchen mit ihrem explorativen Ansatz ein bisher kaum beschrittenes Forschungsfeld (siehe hierzu Kapitel 2.1.1). Ein exploratives Forschungsvorgehen erfordert, wie jede Analyse sozialwissenschaftlicher Gegenstandsbereiche, ein Vorverständnis vom Untersuchungsgegenstand entsprechend der hermeneutischen Grundregel, daß ohne Vorverständnis kein Verständnis möglich ist. Diese Arbeit stützt sich dabei nicht auf vorher exakt formulierte theoretische Annahmen oder Hypothesen, um diese zu überprüfen. Vielmehr "wird den Daten und dem untersuchten Feld Priorität gegenüber theoretischen Annahmen eingeräumt. Diese sollen nicht an den untersuchten Gegenstand herangetragen werden, sondern in der Auseinandersetzung mit dem Feld und darin vorfindlicher Empirie 'entdeckt' und als Ergebnis formuliert werden" (FLICK 1995, S. 150). Ein solches Vorgehen ist naheliegend, wenn über den Untersuchungsgegenstand noch keinerlei oder kaum wissenschaftlich fundiertes Material vorliegt. Dies trifft in dieser Untersuchung neben einer Unterrichtsexploration insbesondere für die Wissensanwendung in einer komplexen Aufgabensituation im Anschluß an den vorausgehenden handlungsorientierten Unterricht zu. Für die Bildung von Modellen oder Formulierung von Hypothesen ist es daher erforderlich, genügend detaillierte und umfassende Primärerfahrungen zu sammeln. Auf der Grundlage dieser Exploration mit einer Vorstrukturierung des Untersuchungsgegenstandes lassen sich dann Hypothesen auf der bereits erhobenen Datengrundlage formulieren. Darüber hinaus kann diese Untersuchung Ergebnisse aus ähnlichen, vorausgehenden Forschungsarbeiten aufgreifen, diese überprüfen und gegebenenfalls breiter untermauern.

Explorativ offengelegte Einsichten und Erkenntnisse über den Untersuchungsgegenstand lassen sich kohärent zum explorativen Forschungsvorgehen deskriptiv strukturieren. Der beschreibende Forschungsansatz dieser Arbeit greift im Rahmen eines Modellversuchs in ein weitgehend unerforschtes pädagogisches Feld, in dem sich das pädagogische Konzept eines handlungsorientierten Unterrichts in unterschiedlicher Umsetzung und Verwirklichung findet. Die Zielstellung der Arbeit besteht darin, durch eine offene beschreibende Vorgehensweise erste Erkenntnisse über die untersuchte pädagogische Konzeption zu deren Evaluation und Optimierung zu liefern. Dabei sind bereits die exakten Beschreibungen des Forschungsgegenstandes, hier der Unterrichtsverlauf und die Bearbeitung einer Handlungsaufgabe mit ihren spezifischen Ausprägungen ein eigenständiges Ergebnis der Untersuchung. Sie sind zudem gleichzeitig auch Datengrundlage für weitere Auswertungen. Diese Basis zur evaluatorischen Offenlegung und Bewertung des Untersuchungsgegenstandes durch seine präzise Deskription wird von MAYRING (1996a, S. 11) durch sein zweites Postulat zu den Grundlagen qualitativen Denkens gefordert: "Am Anfang jeder Analyse muß eine genaue und umfassende Beschreibung (Deskription) des Gegenstandsbereiches stehen". Auf diesem Fundament erfolgt die Analyse und interpretative Auswertung der dokumentierten Untersuchungsrealität.

Inwieweit aus den spezifischen Einsichten der Einzelfallstudien auf eine breitere Gültigkeit oder Übertragbarkeit der Ergebnisse geschlossen werden kann, bedarf einer klaren Reflexion mit eindeutigen, schrittweisen Begründungen. MAYRING problematisiert dies in seinem fünften Postulat zu den Grundlagen qualitativen Denkens: "Die Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse humanwissenschaftlicher Forschung stellt sich nicht automatisch über bestimmte Verfahren her; sie muß im Einzelfall schrittweise begründet werden". Dies rührt daher, daß menschliches Verhalten in hohem Maße historisch geprägt, situativ gebunden und mit subjektiven Bedeutungen behaftet ist. Für die vorliegende Forschungsarbeit bedeutet dies, daß ihre Ergebnisse zwar ausschließlich den untersuchten Fall repräsentieren, ihre Interpretation und die daraus abgeleiteten Empfehlungen sich durch eine entsprechend vorsichtige argumentative Begründung jedoch ausdehnen und möglicherweise auf einen größeren Gültigkeitsbereich projizieren lassen.

Der vorliegende Untersuchungsansatz mit Fallbeobachtung, Falldarstellung und Fallanalyse bedient sich bei der Breite seines Zuganges zum Forschungsgegenstand verschiedener Erhebungs- und Auswertungstechniken. Eine 'Basismethode' in der qualitativen Sozialforschung ist die Beobachtung. Sie ist wie die 'Basisstrategien' Deskription und Exploration (vgl. KLEINING, 1995, S. 14ff.) eine methodische Säule der vorliegenden Arbeit. Da sich einem umfassenden Datengewinnungsprozeß ein noch umfangreicherer Auswertungsvorgang anschließt, müssen jeweils geeignete, sich ergänzende Methoden für die jeweiligen Erhebungs- und Auswertungssituationen gefunden oder generiert werden. Diese Methodenvielfalt ist gekennzeichnet durch ein flexibles Anpassen und Heranziehen geeigneter Vorgehensweisen je nach den Erfordernissen des Forschungsprozesses. LAMNEK sagt hierzu, "daß in der qualitativen Forschungsmethodologie die Methoden aufeinander bezogen sind; sie oft nicht isolier- und nicht nur einer Einzelmethode zuordenbar. Vielmehr besteht ... eine Methode aus einer ganzen Anzahl von Einzeltechniken der Erhebung" (1995b, S. 1). Die Kapitel 7 und 8 stellen die vielfältigen methodischen Zugänge innerhalb dieser Untersuchung vor.

Mit diesem Forschungsansatz soll dem Bedürfnis der pädagogischen Praxis, für die Lehrerbildung ebenso wie für die Berufsausübung, nach höherer Anschaulichkeit pädagogischer Theorie Rechnung getragen werden. Neben einem wissenschaftsorientierten Erkenntnisgewinn sollen

vor allem auch praxisorientierte Untersuchungsergebnisse gewonnen, aufbereitet und einer raschen praktischen Umsetzbarkeit zugeführt werden.

Zusammenfassung: Das im interpretativen Paradigma anzusiedelnde qualitative Forschungsvorgehen dieser Arbeit bedient sich auf der Grundlage phänomenologischer Deskriptionen des Forschungsgegenstandes hermeneutischer Verstehenszugänge. Als empirische Feldforschung führt sie in einem explorativen Forschungsansatz Fallstudien zu einer deskriptiv ausgerichteten Unterrichtsevaluation und der Beschreibung von Schülervorgehensweisen an einer Handlungsaufgabe durch. Die methodische Vorgehensweise ist durch vielfältige Erhebungs- und Auswertungstechniken gekennzeichnet.

6.2 Methodische Vorgehensweise der Untersuchung

Das methodische Vorgehen der hier beschriebenen Arbeit bestimmt sich aus den Zielen des Untersuchungsansatzes. Die Arbeit greift einmal auf ein konkretes Unterrichtsvorhaben zu mit dem Ziel, es zu dokumentieren und einer Evaluation zu unterziehen. Dabei soll der Unterricht inhaltlich exakt nachgezeichnet und seine Stärken und Schwächen offengelegt werden. Ein weiteres Ziel der Untersuchung ist die Beschreibung und Analyse des Schülervorgehens bei der Bearbeitung einer Handlungsaufgabe, nachdem die Schüler den begleiteten Unterricht durchlaufen haben.

6.2.1 Vorüberlegungen

Entsprechend den oben formulierten Zielen dokumentiert und analysiert diese Forschungsarbeit einen fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht. Sie will dem Leser einen umfassenden Einblick in Ablauf, Konzeption sowie Stärken und Schwächen dieser Lernstrecke anhand einer Verlaufsuntersuchung ermöglichen. Hierbei sollen Unterricht und Schüler möglichst genau beobachtet und erfaßt, die Unterrichtssituation und die Schülervorgehensweise beschrieben und somit einer Beurteilung zugeführt werden. Die Wahl eines geeigneten Untersuchungsgegenstandes fällt auf ein bereits seit mehreren Jahren laufendes Unterrichtsvorhaben im Lerngebiet Steuerungstechnik, dessen Konzeption Kapitel 5 vorstellt.

Ein Unterrichtsablauf bestimmt sich im wesentlichen durch die Unterrichtsinhalte und durch die gewählte Vorgehensweise bei ihrer Vermittlung. Daraus ergeben sich zwei Hauptebenen, die in diesem Untersuchungsansatz von Interesse sind, eine inhaltliche und eine prozessuale Ebene.

Die inhaltliche Unterrichtsstrukturierung stellt als fachwissenschaftliche Komponente ein Grundgerüst der Unterrichtslenkung dar, da anhand der Unterrichtsinhalte und ihrer Reihung die Schüler wesentlich in ihrem Lern- und Arbeitsverhalten gesteuert werden. Eine Beschreibung des Unterrichts muß daher im Hinblick auf seine inhaltliche Ebene ein genaues Nachvollziehen der fachwissenschaftlichen Inhalte, hier der Steuerungstechnik, ermöglichen. Sie stellen die Grundlage für das Schülervorgehen und die von ihnen angestellten Überlegungen dar. Die Auswahl und Anordnung der Lerninhalte trifft der Lehrer bereits im Vorfeld bei der Planung des Unterrichts.

Daher müssen neben einer reinen Ablaufbeschreibung auch die konzeptionellen Vorüberlegungen des Lehrers betrachtet werden.

Der prozessuale Ablauf des Unterrichts, bei dem die Arbeits- und Vorgehensweise der Schüler im Mittelpunkt des Untersuchungsinteresses stehen, bestimmt sich vorwiegend durch die methodische Vorgehensweise und die gewählten Arbeitsmittel und Lernunterlagen. Die Unterrichtsbeschreibung muß daher auch diese Aspekte umfassend dokumentieren.

Neben der Unterrichtsanalyse soll in dieser Arbeit das Schülervorgehen einer Arbeitsgruppe bei der Bearbeitung einer berufsnahen Handlungsaufgabe untersucht werden. Die in Anlehnung an den Unterricht konstruierte Aufgabenstellung erlaubt den Schülern weitestgehende Freiheiten bei ihrem Lösungsvorgehen und bei der Verwendung verschiedener Hilfsmittel (zur Aufgabenkonstruktion siehe Kapitel 8.1). Wie die Schülergruppen bei der Aufgabenlösung vorgehen steht im Mittelpunkt des Untersuchungsinteresses. Dabei soll die Qualität der Vorgehensweise anhand der inhaltlichen Lösungskomponenten betrachtet werden. Der Blick der Untersuchung richtet sich außerdem auf den Ablauf der Bearbeitung bezüglich einer fachgerechten Vorgehensweise, auf die Verwendung von Hilfs- und Arbeitsmitteln und auf ablaufende Kommunikationsprozesse.

Die hochkomplexen Beobachtungsgegenstände `Unterricht´ und `Handlungsaufgabe´ legen für die Verlaufsuntersuchungen aufgrund ihrer Zielrichtung Erhebungsinstrumentarien nahe, die möglichst wenig vorselektierend wirken, möglichst umfassend die Vielzahl der anfallenden Daten aufzeichnen und sie später in einer angemessenen, interpretativ auswertbaren Form bereithalten. Dieser Prozeß der Datenfixierung läßt sich in die Schritte Datenaufzeichnung und ihre anschließende Transkription zerlegen. Ihnen folgt die Auswertung, die zum Ergebnisteil der Arbeit mit anschließender Interpretation dieser Daten führt. Die theoretischen Überlegungen zu den vielfältigen methodischen Zugängen zu den Forschungsgegenständen und den Formen der Datengewinnung beschreibt das folgende Kapitel. Kapitel 6.2.3 beleuchtet den methodischen Hintergrund der Datentranskription. Zu den Überlegungen zur Datenauswertung und -interpretation nimmt Kapitel 6.2.4 Stellung.

6.2.2 Datengewinnung

Die Untersuchungsgegenstände `Unterricht´ und `Handlungsaufgabe´ umfassen in ihrer Komplexität eine Vielzahl von Situationen, Ereignissen und Details als Datenquellen, die ihren Ablauf kennzeichnen. In einem handlungsorientierten Unterricht wird die Vielschichtigkeit seiner Ausprägungsmöglichkeiten im Vergleich zu einem herkömmlich konzipierten, fachsystematischen Unterricht zusätzlich durch hohe Freiheitsgrade der Schüler bei der selbständigen Gestaltung ihrer Lernprozesse und der damit verbundenen noch geringeren Vorhersagbarkeit der auftretenden Ereignisse erweitert. Bei der Bearbeitung der Handlungsaufgabe haben die Schüler ebenfalls große Freiräume in ihrem Lösungsvorgehen. Zu einer möglichst umfassenden und gleichzeitig detaillierten Datenaufzeichnung sind Erhebungsmethoden erforderlich, die der Breite und dem Umfang der anfallenden Daten gerecht werden.

6.2.2.1 Basismethode `Beobachten´

Für beide Untersuchungsstränge ist die Basismethode der Datenerhebung das Beobachten der Untersuchungssituation. Hier sei angemerkt, daß sich jede empirische Datenerhebungsmethode

in irgend einer Form der wissenschaftlichen Beobachtung bedient, da sie generell auf Sinneserfahrungen in Form von Wahrnehmungen und Beobachtungen angewiesen ist. "Die *wissenschaftliche* Beobachtung unterscheidet sich von der alltäglich-naiven vor allem dadurch, daß sie *systematisch geplant, aufgezeichnet und analysiert wird* und einer *Prüfung auf Zuverlässigkeit und Gültigkeit* zugeführt werden kann" (LAMNEK 1995b, S. 254, Hervorhebungen im Original). Wissenschaftliche Beobachtungsformen lassen sich nach drei Dimensionen kategorisieren:

- Transparenz: offen oder verdeckt
- Beobachterrolle: aktiv/teilnehmend oder passiv/nicht teilnehmend
- Standardisierung: systematisch/strukturiert oder unsystematisch/unstrukturiert

(vgl. hierzu ATTESLANDER 1995, S. 104ff. oder BORTZ, DÖRING 1995, S. 244ff.).

Im hier beschriebenen Forschungsvorhaben mit seiner offenen Beobachtung ist die Erhebung aller Untersuchungssituationen den beteiligten Personen offensichtlich. Innerhalb der verschiedenen Formen der wissenschaftlichen Beobachtung bedient sich die Unterrichtsanalyse einer teilnehmenden Feldbeobachtung. "Der Unterschied zwischen teilnehmender und nicht teilnehmender Beobachtung besteht darin, daß bei der *teilnehmenden Beobachtung der Beobachter selbst Element des zu beobachtenden sozialen Feldes wird*, wohingegen bei der nicht teilnehmenden Beobachtung der Beobachter gleichsam von außen her das ihn interessierende Verhalten beobachtet" (LAMNEK 1995b, S. 251, Hervorhebungen im Original). Da bei der Untersuchungsdurchführung zur Verlaufsuntersuchung des Unterrichts häufig Kommunikationssituationen zwischen Forscher und Beforschten auftreten, sind die Beobachter hier selbst Teil des von ihnen untersuchten sozialen Feldes. In Anlehnung an weitere Autoren charakterisiert LAMNEK (1995b, S. 263) die Rolle, die der teilnehmende Beobachter einnehmen kann, nach vier Typen:

- "völlige Identifikation mit dem Feld
- Teilnehmer als Beobachter
- Beobachter als Teilnehmer
- reiner Beobachter ohne Interaktion mit dem Feld."

Die Beobachterrolle im begleiteten Unterricht läßt sich am treffendsten mit "Beobachter als Teilnehmer" charakterisieren, bei der sich der Forscher primär auf das Beobachten der Feldsituation beschränkt (vgl. LAMNEK 1995b, S. 265). Die im Unterrichtsraum anwesenden Beobachter treten jedoch auch von sich aus mit den Schülern oder dem Lehrer in Kontakt, um durch eventuelle Nachfragen für sie undurchsichtige Situationen aufzuklären. In wenigen Fällen sind die Beobachter selbst als Lehrpersonen tätig. Sie werden entweder von den Schülern bei Problemen hinzugezogen oder werden von sich aus im Unterrichtsablauf aktiv.

Bei der Beobachtung der Handlungsaufgabe läßt sich die Rolle der Beobachter grundsätzlich als nicht teilnehmend kennzeichnen. Die Forscher betrachten vorwiegend 'von außen' das Lösungsvorgehen der Schüler, ohne daß sie mit ihnen von sich aus während des Bearbeitungsprozesses in Kontakt treten. Nur an wenigen Punkten der Untersuchung stellt sich ein Übergang zur teilnehmenden Beobachtung ein, da die Schüler manchmal einen Forscher in ihre Aktivitäten mit einzubeziehen suchen, er darauf entsprechend reagiert und somit Teil ihres sozialen Umfeldes wird.

Der Standardisierungsgrad beider Beobachtungsstrecken ist unstrukturiert. Eine unstrukturierte Beobachtung unterscheidet sich von einer strukturierten Beobachtung nicht nach dem Grad

ihrer Wissenschaftlichkeit. "Während bei der strukturierten Beobachtung aber der Forscher seine Beobachtungen nach einem relativ differenzierten System *im voraus festgelegter Beobachtungskategorien* aufzeichnet, sind bei der unstrukturierten Beobachtung nur mehr oder weniger *allgemeine Richtlinien*, d.h. bestenfalls grobe Hauptkategorien *als Rahmen der Beobachtung* vorhanden. Innerhalb dieses Rahmens hat der Forscher für seine Beobachtungen freien Spielraum" (LAMNEK 1995b, S. 250, Hervorhebungen im Original). Da es unmöglich erscheint, mit vordefinierten Kategorien die Beobachtungsgegenstände dieser Forschung nur annähernd zu erfassen, ist hier nur die unstrukturierte Beobachtung vertretbar. Ihr liegen nur grob formulierte Beobachtungsaufgaben zugrunde, alle inhaltlich und prozessual bedeutsamen Ereignisse im Lern- und Arbeitsverhalten der Schüler aufzuzeichnen. Damit ist von den Forschern ein tiefgehendes fachliches und pädagogisches Verständnis der untersuchten Situationen gefordert. Sie werden dabei selbst zum Erhebungsinstrument, wobei es besonders auf ihr einführendes Verstehen und pädagogisches Sehen ankommt (vgl. HUSCHKE-RHEIN 1993, S. 15ff.).

Die Beobachtungen des Unterrichts und der Handlungsaufgabe erfolgen jeweils durch zwei Beobachter, den Autor dieser Arbeit und einem weiteren Forscher (näher hierzu siehe Kapitel 7.1 u. 8.2). Beide Wissenschaftler können fachlich und pädagogisch als Experten betrachtet werden. Mehrere Beobachter sind immer dann sinnvoll, wenn Untersuchungen in komplexen und unübersichtlichen Beobachtungsfeldern vorliegen, da so ein breiteres Spektrum an Informationen aufgenommen werden kann.

Die Beobachtungen werden von einer audiovisuellen Aufzeichnung mittels Videokamera gestützt (siehe Kapitel 7.1.1). "Beobachtungsaufgaben werden durch den Einsatz apparativer Hilfen (Film- und Videoaufnahmen) erheblich erleichtert. Schnell ablaufende Vorgänge, bei denen auch die Registrierung von Details wichtig ist, können später eventuell wiederholt betrachtet und in Ruhe ausgewertet werden" (BORTZ, DÖRING, 1995, S. 246). Zudem lassen sich die Beobachtungssituationen durch mehrere Personen auswerten und offen besprechen. Jede Form der Beobachtung ist jedoch immer ein selektiver Vorgang, der vom Vorverständnis des Beobachters bezüglich der Beobachtungssituation und seinen Beobachtungsinteressen abhängt. Durch ein Kameraobjektiv verengt sich zusätzlich der Ausschnitt der zu beobachtenden Realität. Zwar kann sie einen Handlungsablauf kontinuierlicher und präziser registrieren als ein menschlicher Beobachter, jedoch eine 'vollständige' Abbildung der Wirklichkeit gelingt auch einer Videoaufzeichnung nicht (vgl. ELLGRING, 1991, S. 208).

Mit mehreren Beobachtern ist die Gefahr verbunden, das beobachtete Geschehen stärker zu beeinflussen als bei nur einer Beobachtungsperson. Zusätzlich ergibt sich durch eine videogestützte Beobachtung eine weitere Beeinflussung der beobachteten Personen, da ihr Verhalten selten vom Vorhandensein einer auf sie gerichteten Kamera unbeeinflusst bleibt. Da sich die hier durchgeführte Beobachtung über einen relativ langen Zeitraum erstreckt, kann von einem Gewöhnungseffekt der Schüler ausgegangen werden, der sich bei einer regelmäßigen Verwendung dieser Datenfixierungstechnik relativ bald einstellt (vgl. ALTRICHTER, POSCH 1994, S. 125). Der Untersuchungsansatz will durch zwei gleichzeitig anwesende Beobachter einem Verlust an Informationsbreite und einer höheren Vorselektierung entgegenwirken und die Qualität der Beobachtung dadurch erheblich erhöhen. Da dieser Effekt weit höher eingestuft wird als die damit einhergehende Störung, läßt sich die Anwesenheit von zwei Beobachtungspersonen rechtfertigen.

Einer der Forscher bedient die eingesetzte Kamera. Er versucht durch Zoomen oder Schwenken die ihm bedeutsam erscheinenden Ereignisse des Unterrichtsablaufs möglichst umfassend und deutlich aufzuzeichnen. Aufgrund dieser selektiven Bildauswahl und einer generellen Beschränkung des Beobachtungshorizontes der Videokamera ist neben diesem Forscher, der die Kamera bedient, der zweite Forscher mit weiteren Beobachtungsaufgaben betraut. Er protokolliert handschriftlich ebenfalls die von ihm aus einem anderen Blickwinkel wahrgenommenen und seiner Einschätzung nach bedeutsamen Ereignisse (siehe Kapitel 7.1.2).

Um die Güte der Untersuchung möglichst hoch zu halten, geht der Beobachtungsaufgabe eine Einweisung der weiteren Forscher in Konzept und Ansatz der Untersuchung sowie ein umfangreiches Beobachtertraining durch den Autor voraus. Hierzu werden nach einem theoretischen Vorlauf mehrere Probeaufnahmen und -protokollierungen in vergleichbaren Unterrichtssituationen durchgeführt und besprochen. Zur Bedeutung dieses Beobachtertrainings vgl. BORTZ, DÖRING (1995, S. 250).

In der Verlaufsuntersuchung des beobachteten Steuerungstechnikunterrichts soll dieser bezüglich seines Ablaufes exakt nachgezeichnet und auf inhaltlich-organisatorische und lernverlaufsspezifische Merkmale hin untersucht werden. Da in diesem Unterricht die Schüler in Gruppen zusammenarbeiten, beobachtet dieser Forschungsansatz kontinuierlich eine Schülergruppe über den gesamten Unterrichtszeitraum, um so den Unterricht auch inhaltlich durchgängig zu erfassen. Eine geeignete Schülergruppe wird nach Rücksprache mit dem unterrichtenden Lehrer ausgewählt. So macht es nach LAMNEK wenig Sinn, "den Beobachtungsgegenstand in einem relativ großen und unüberschaubaren Bereich zu suchen. Je nach den möglichen Ressourcen und nach den Bedingungen, die durch die angestrebte Güte der Studie vorgegeben sind, wird man sich auf überschaubare, kleinere Gruppen stützen müssen, die in ihrem Verhalten auf bestimmte lokal abgrenzbare Räume reduziert sind" (1995b, S. 244).

Für die Untersuchung der Schülervorgehensweise bei der Bearbeitung einer Handlungsaufgabe stehen insgesamt zwölf Schülergruppen zur Verfügung, die den beobachteten Unterricht oder eine damit identische Unterrichtsstrecke durchlaufen haben. Für sie wird eine Aufgabensituation geschaffen, die möglichst wenig äußere Störeinflüsse mit einer guten Überschaubarkeit der Untersuchungssituation verbindet.

6.2.2.2 Fokussiertes Interview

Bei der Untersuchung zum Lösungsvorgehen der Schüler bei einer Handlungsaufgabe werden diese unmittelbar im Anschluß an die Aufgabenbearbeitung in einem Fachgespräch in Form eines fokussierten Interviews zu ihrer Vorgehensweise und zu aufgetretenen Problemen befragt. Die Aufzeichnung dieses Fachgesprächs erfolgt audiovisuell. Die Interviewsituation ist nicht strukturiert, sie wird von einem nicht standardisierten Frageleitfaden als Instrument geführt (vgl. näher ATTESLANDER 1995, S. 178ff.). Die Befragung der Schüler erfolgt in der Gruppe anhand offener oder halboffen formulierter Fragen (siehe Kapitel 8.2.5).

Mit dieser Befragung verbindet sich das Ziel, das Vorgehen der Schüler bei der Aufgabenbearbeitung weiter offenzulegen, Gründe und Absichten ihrer Vorgehensweise zu erfragen und damit zusätzliche Informationen zu den von ihnen gewählten und beobachteten Lösungswegen zu erhalten. Die Umsetzung zentraler Elemente des fokussierten Interviews als qualitative Befragungsform (vgl. LAMNEK 1995b, S. 80f.) erfolgt hier durch das Überprüfen von Vermu-

tungen des Forschers durch Rückfragen an die zuvor handelnden Personen. Der Forscher kennt dabei die Feldsituation, formuliert daraus einen Frageleitfaden und wendet ihn an. Dieser wird "aber häufig verlassen, um eine *Prädetermination durch den Forscher auszuschalten* und um sehr spezifische und profunde Aussagen zu erhalten" (vgl. LAMNEK 1995b, S. 81, Hervorhebungen im Original).

Fokussierte Interviews bieten sich nach HUSCHKE-RHEIN (1993, S. 51) dann an, wenn die Befragten eine konkrete Situation durchlaufen haben, die auch dem Interviewer bekannt ist. Anhand einer nicht-direktiven Gesprächsführung soll den Befragten Gelegenheit gegeben werden, sich zu Sachverhalten zu äußern, die für sie selbst von zentraler Bedeutung sind. Die offenen Fragen dieser Interviewform eignen sich für Situationen, zu denen die interviewten Personen wie hier schon eigene Erfahrungen sammeln konnten oder über die erfragten Themen bereits nachgedacht haben. Da offene Fragen keine festen Antwortkategorien enthalten, können die befragten Personen ihre Antworten völlig frei formulieren. HUSCHKE-RHEIN (ebd.) nennt in Anlehnung an weitere Autoren vier Kriterien für das fokussierte Interview:

1. Nicht-Beeinflussung
2. Spezifität (der Ansicht der Befragten)
3. Breitenspektrum (der Reaktionsmöglichkeiten des Befragten)
4. Tiefgründigkeit und personaler Bezug

Hinsichtlich der Zulässigkeit von Gruppeninterviews gehen die Meinungen auseinander. Als Argumente gegen eine solche Vorgehensweise werden vor allem der Konformitätsdruck in der Gruppe (Anpassung an die Meinung der anderen Gruppenmitglieder) oder die Möglichkeit des Zurückziehens genannt. HUSCHKE-RHEIN dagegen befürwortet unter Anerkennung dieser Argumente Gruppeninterviews, wenn die befragten Personen auch gemeinsam, sprich als Gruppe gehandelt haben, da so ein höherer Realitätsgehalt sichergestellt werden kann, denn wenn "aber viele Personen normalerweise gar nicht als Einzelpersonen, sondern als Gruppenmitglieder handeln, so sollte auch eine Befragung ... dieser Tatsache Rechnung tragen" (1993, S. 52).

6.2.2.3 Ergänzende Datengewinnung

Aufgrund des Untersuchungsinteresses und Ansatzes dieser Forschungsarbeit ist eine möglichst umfassende und ganzheitliche Datengewinnung zu den Erhebungssituationen in beiden Forschungssträngen angestrebt. Es ist daher unerlässlich, neben der videot technisch gestützten und handschriftlich ergänzten unstrukturierten Beobachtung und dem fokussierten Interview zur Handlungsaufgabe alle weiteren verfügbaren Datenquellen in die Untersuchung einzubeziehen. Zur Dokumentation aller für die Untersuchung relevanter Einflußgrößen werden sämtliche im Unterricht angefertigten Arbeiten und schriftlichen Ergebnisse der beobachteten Schüler festgehalten und fotokopiert, um sie einer späteren Sichtung und Auswertung zugänglich zu machen (siehe Kapitel 7.1.4). Ebenso werden alle während der Lösung der Handlungsaufgabe angefertigten Unterlagen und Arbeitsergebnisse sichergestellt und der Untersuchung zugeführt (siehe Kapitel 8.2.4). Eine Auswertung und Analyse der so gewonnenen Daten erfolgt zusammenhängend mit dem Transformations- und Auswertungsprozeß der dokumentierten Beobachtungen und des Interviews.

Zusammenfassung: Die Datenerhebung der vorliegenden Untersuchung stützt sich auf die Basismethode der Beobachtung. Die Beobachtung im Unterricht erfolgt dabei offen und teilnehmend. Die Bearbeitungssituation der Handlungsaufgabe verläuft offen und vorwiegend nicht teilnehmend. An diese Aufgabenbearbeitung schließt sich ein fokussiertes Gruppeninterview an. In beiden Forschungsschwerpunkten werden alle weiteren zugänglichen Daten wie Schülerunterlagen und Arbeitsdokumentationen erhoben und der Auswertung zugeführt.

6.2.3 Transkription der Daten

Um die in einer Untersuchung gewonnenen Daten einer Auswertung und Interpretation zuzuführen, ist ihre Verschriftung ein zwingend erforderlicher Schritt des Forschungsprozesses. "Wenn der Forscher dann seine Daten 'im Kasten hat' und daraus einen Text erstellt hat, substituiert dieser Text im weiteren die eigentlich interessierende Realität" (FLICK 1995, S. 162). Dieser Text, der die Untersuchungssituation abbildet, dient als Basis für die anschließende Auswertung und Interpretation.

Wenn nun bereits in der Phase der Datengewinnung nur selektiv, entsprechend des Vorverständnisses des Forschers, Ausschnitte des Untersuchungsgegenstandes erfaßt worden sind (siehe Kapitel 6.2.2), ist für die Qualität der Untersuchung ebenso bedeutsam, mit welcher Blickrichtung und Genauigkeit die Transkriptionstexte verfaßt werden. Um bei der extremen Vielfalt und Breite audiovisueller Daten den Blick der Transkriptoren entsprechend den Untersuchungsinteressen zu schärfen, ist eine Schulung für diesen Umwandlungsprozeß wie bereits für die Erhebungssituation (siehe Kapitel 6.2.2.1) unerlässlich. Neben der unmittelbaren Beobachtung in der aufgezeichneten Untersuchungssituation erfordert besonders auch die Umsetzung audiovisueller und weiterer Daten ein tiefgehendes Verständnis des Untersuchungsgegenstandes. Der für die Untersuchungsauswertung bedeutsamere Beobachtungsvorgang verlagert sich in dieser Untersuchung daher von der Phase der Datengewinnung in die Phase der Datentranskription und Datenauswertung.

Bei der Frage, wie genau die umfassende Datenmenge, insbesondere die audiovisuell aufgezeichnete, transkribiert werden muß, ist nicht automatisch ein Höchstmaß an erzielbarer Genauigkeit das bestmöglich anzustrebende Qualitätsmerkmal des Transkriptionstextes. Wesentlich mehr Sinn macht eine Datenübertragung, bei der nur so viel und so genau transkribiert wird, wie die Fragestellung tatsächlich erfordert. Sie soll daher in einem vernünftigen Verhältnis zur Fragestellung und zum gewünschten Ertrag der Forschung stehen. Diese 'Sparsamkeitsregel' "beugt auch der Gefahr vor, daß Aussage und Sinn des Transkribierten in deren Differenziertheit und der resultierenden Unübersichtlichkeit der erstellten Protokolle verlorengehen" (FLICK 1995, S. 162).

LAMNEK formuliert für die Auswertung und Analyse qualitativer Interviewdaten eine Schrittfolge für ihre Transkription (1995b, S. 108). In Anlehnung daran liegt für eine Verschriftung audiovisueller Daten folgende Vorgehensweise nahe:

Anhand der Sichtung der Videobänder wird ein Verlaufsprotokoll erstellt.

Dies erfolgt auf der Basis von Regeln.

Personennamen werden durch Kürzel anonymisiert.

Sämtliche weiter verfügbaren Informationen aus anderen vorliegenden Datenquellen werden in die Transkription aufgenommen.

Durch wiederholtes Lesen des Transkriptionstextes sollen Unklarheiten, Widersprüche oder Unstimmigkeiten erkannt und soweit sinnvoll möglich, beseitigt werden.

Der so gewonnene Text dient als Basis für die anschließende Auswertung und Interpretation des Untersuchungsgegenstandes. Die den Verlaufsprotokollen zugrunde liegenden Regeln stellen die Kapitel 7.2 und 8.3 vor.

6.2.4 Auswertung und Interpretation

Bei der Auswertung und Interpretation der transkribierten Daten muß dem Forscher immer bewußt sein, daß die ihm vorliegende `substituierte Realität´ auf der subjektiven Wahrnehmung der am Datengewinnungs- und Transkriptionsprozeß beteiligten Personen beruht.

Die Datengrundlage dieses Forschungsansatzes basiert zu einem großen Teil auf filmtechnisch erfaßten Erhebungssituationen. Hierbei ist zu beachten, daß eine objektive Reproduktion der Beobachtungssituationen durch eine Videokamera nicht möglich ist. Audiovisuelle Aufzeichnungen verleiten leicht zu der Vorstellung von einer naturalistischen Illusion und einem vollständigen Abbild der Wirklichkeit. Sie stellen jedoch tatsächlich nur eine Form subjektiver Wirklichkeit dar, die auf die Personen zurückgeht, welche die Aufnahmen herstellen. Das Videomaterial beinhaltet daher neben einem objektiven Informationsgehalt immer auch ein subjektives Vorverständnis des Untersuchenden. Eine weitere Rolle spielen auch technische Gesichtspunkte, die mit dem gesamten Aufnahmearrangement zusammenhängen. Sie beinhalten grundsätzliche Probleme der Fotografie und Kinematografie, die aus der Tatsache herrühren, daß das menschliche Auge und das `Kamera-Auge´ nicht übereinstimmen. Filmtechnisch gewonnene Daten müssen daher immer auch vor dem Hintergrund ihrer spezifischen Einschränkungen beurteilt und ausgewertet werden (vgl. hierzu PETERMANN 1995, S. 228).

Im Gegensatz zu behavioristischen Beobachtungen oder kausalistischem Erklären will die vorliegende Untersuchung die von ihr begleiteten Praxisprozesse verstehen. Bereits beim Datengewinnungs- und Transkriptionsprozeß ist daher ein fachlich und pädagogisch kompetenter Zugang des Forschers zum Untersuchungsgegenstand unabdingbar. Besonders aber für Interpretation und Auswertung der Untersuchung ist ein fachkompetentes und pädagogisches Sehen des Forschers bedeutsam. Dieses "Beobachten mit Einfühlungsvermögen" (HUSCHKE-RHEIN 1993, S. 28) führt den Forscher zum Verstehen der Untersuchungssituation. Beobachtbares Verhalten wird erst verständlich, wenn es einem kategorialen Bezugsrahmen zugeordnet wird. Unter diesen Kategorien versteht HUSCHKE-RHEIN (ebd. S. 26) Oberbegriffe, die rein äußerlich beobachtbare Verhaltensweisen einer inhaltlichen Bedeutung zuweisen. Diese Aufgabe des Forschers gründet sich auf ein umfassendes fachliches und pädagogisches Wissen, das als Vorverständnis den jeweiligen Situationen zugrunde liegt und auf dem er seine Einschätzungen und kategorialisierenden Zuordnungen vornimmt.

Das genaue Vorgehen bei der Auswertung der Untersuchung stellen die Kapitel 7.3 und 8.4 vor. Das nachfolgende Kapitel 6.3 diskutiert im Anschluß an die Ausführungen zu den einzelnen Phasen des Forschungsprozesses Güteaspekte, die an ihn herangetragen werden sollen.

6.3 Aspekte qualitativer Gütekriterien

Das nachfolgende Kapitel umreißt einige allgemeine Aspekte zu Gütekriterien eines qualitativen Forschungsvorgehens und hebt diese vom Güteverständnis quantitativen Denkens ab. Die Ausführungen streifen dabei auch kurz die Positionen der Gütediskussion zu den Besonderheiten des Güteanspruchs von Fallstudien. Die Güteüberlegungen werden dabei in Bezug zur vorliegenden Forschungsarbeit gebracht.

Empirisch gewonnene Forschungserkenntnisse erhalten ihr Gewicht durch eine Einschätzung anhand von Gütekriterien. Sie sind Maßstäbe, an denen das Ergebnis einer Untersuchung gespiegelt und damit einer Qualitätsbewertung unterzogen wird. Sie liefern Anhaltspunkte über Haltbarkeit und Wahrheitsgehalt von Aussagen. Die traditionellen Gütekriterien Validität, Reliabilität und Objektivität des Forschungsvorgehens entstammen dem Bereich der Testpsychologie und finden im gesamten Bereich quantitativer Forschung ihre Anwendung. Sie müssen daher als Kenngrößen für die Güte quantifizierbarer Daten gesehen werden. Validität (Gültigkeit) weist nach, ob ein Untersuchungsinstrument auch tatsächlich das mißt, was es zu messen vorgibt. Reliabilität (Genauigkeit, Zuverlässigkeit) gewährleistet, daß Meßwerte genau gemessen werden. Objektivität (Unabhängigkeit) kennzeichnet, inwieweit die Ergebnisse unabhängig vom Forscher sind.

Für die qualitativ-interpretative Forschung fordert FLICK, sich in doppelter Hinsicht vom Gedanken der "Gegenstandsangemessenheit" leiten zu lassen: "Nicht nur die Methoden sollten dem erforschten Gegenstand angemessen sein, sondern auch die Kriterien der Bewertung sollten den eingesetzten Methoden gerecht werden können" (1987, S. 247). Die traditionellen Gütekriterien müssen daher überdacht und neu definiert werden. Die erforderlichen Gütemaßstäbe müssen mit Ansprüchen, die qualitativer Vorgehensweise entsprechen, an die Forschung herantreten.

In der qualitativen Forschung setzte sich die Erkenntnis durch, daß die 'klassischen Gütekriterien' nicht einfach auf den Bereich der qualitativen Forschung übertragen werden können. Das Konzept der Validität aus dem Bereich quantitativer Forschung erfährt im qualitativen Paradigma insofern Akzeptanz, als sich eine neue Qualität hinter diesem Merkmal verbirgt. Der Blickwinkel dieses Gütekriteriums für die Gültigkeit einer Vorgehensweise wandelt sich vom rein Meßtechnischen zum Interpretativ-Kommunikativen hin (vgl. LAMNEK 1995a, S. 171).

Ein Streben nach Zuverlässigkeit liegt zwar auch einem qualitativen Forschungsvorgehen zugrunde, jedoch lassen sich quantitative Reliabilitätsprüfungen nicht im Bereich qualitativer Forschung anwenden. Alternativen können sein: "Stimmigkeit statt Reliabilität . . . Offenheit statt Variablenkontrolle ... Diskurs statt Intersubjektivität" (BOGUMIL, IMMERFALL 1985, zitiert nach LAMNEK 1995a, S. 178, vgl. hierzu auch S. 173 - 178).

Der Objektivitätsbegriff qualitativer Forschung wird von LAMNEK (1995a, S. 186) emergentistisch als neu hervorgehende Qualität gesehen: "Objektivität entsteht aus der Subjektivität der Interaktionspartner durch die Analyse". Hierbei liegt jedoch nur ein sehr eingegrenzter intersubjektiver Objektivitätsbegriff vor, da die Subjektivität der am Forschungsprozeß beteiligten be- und gewahrt wird und somit die Relevanz der Forschungsergebnisse das untersuchte Subjekt bestimmt. Wichtiger als Objektivität ist dabei die Transparenz, die Offenlegung des Forschungsvorgehens, da Interaktionen zwischen Forscher und Beforschten immer subjektiv bleiben.

Aufgrund großer Defizite quantitativer Gütemaßstäbe innerhalb des qualitativen Paradigmas wurden eigene Güteanforderungen für qualitatives Forschungsvorgehen formuliert. Als allgemeiner Güteanspruch, der wohl über alle forschungstheoretischen Positionen hinweg anerkannt sein dürfte, kann dabei die Angemessenheit der Methode zugrunde gelegt werden. "Wissenschaftliche Begriffe, Theorien und Methoden sind dann als *angemessen zu bezeichnen, wenn sie dem Erkenntnisziel des Forschers und den empirischen Gegebenheiten gerecht werden*" (LAMNEK 1995a, S. 155, Hervorhebungen im Original). Somit kennzeichnet der Grad der Angemessenheit an die empirische Realität und an das Erkenntnisinteresse des Forschers den grundsätzlichen Güteanspruch eines Forschungsansatzes.

In der Diskussion um Gütekriterien qualitativer Forschung stellt MAYRING heraus, daß hier eine Geltungsbegründung für die gewählte Vorgehensweise "viel flexibler sein muß. Man kann nicht einfach ein paar Kennwerte errechnen, man muß mehr argumentativ vorgehen. Es müssen Belege angeführt und diskutiert werden, die die Qualität der Forschung erweisen können" (1996a, S. 115). Vor dem Hintergrund dieser Forderung formuliert er sechs allgemeine Gütekriterien qualitativer Forschung, die sich zum Teil auf die Überlegungen anderer Autoren gründen (vgl. ebd. S. 119ff.):

- (1) Verfahrensdokumentation
- (2) Argumentative Interpretationsabsicherung
- (3) Regelgeleitetheit
- (4) Nähe zum Gegenstand
- (5) Kommunikative Validierung
- (6) Methodentriangulation

Zu (1): Da in einem qualitativen Forschungsprozeß die Erhebungsmethoden meist speziell für den untersuchten Fall entwickelt oder zumindest auf ihn angepaßt werden, ist eine präzise Verfahrensdokumentation bis ins Detail unerlässlich. Durch die detaillierte Offenlegung des Vorgehens dieser Arbeit bis hin zu konkreten Materialbeispielen sollen Vorverständnis, Analyseinstrumentarium, Durchführung, Auswertung und Interpretation der gewonnenen Daten für andere nachvollziehbar werden.

Zu (2): Interpretationen sind nicht wie Rechenoperationen beweis- oder nachrechenbar. Sie können daher nicht einfach gesetzt, sondern müssen begründet werden. Für eine argumentative Interpretationsabsicherung muß einmal das Vorverständnis der Interpretation entsprechen, die hier entlang dem in Kapitel 3 vorgestellten Theorieteil erfolgt. Diese vorausgehende Darstellung strukturiert die angestrebten sinnvollen Deutungen und will sie theoriegeleitet untermauern. Weiter muß die Interpretation schlüssig erfolgen; Brüche sind gegebenenfalls zu erklären. Der Interpretationsprozeß sucht daher auch nach Alternativdeutungen, die überprüft werden.

Zu (3): Eine Regelgeleitetheit der Forschung soll sicherstellen, daß auch qualitative Forschung sich an bestimmten Verfahrensregeln orientiert und systematisch ihr Material bearbeitet. Eine dementsprechende Überprüfung des Forschungsvorgehens und der Systematik dieser Arbeit kann anhand der in Kapitel 7 und 8 dokumentierten Bearbeitungsregeln erfolgen, die sich auf allgemeinen Richtlinien und Hinweisen der hierzu in Beziehung stehenden Forschungstheorie gründen.

Zu (4): Die Nähe zum Gegenstand besitzt als methodologisches Grundprinzip im qualitativen Denken eine besondere Bedeutung. Gefordert wird, sich auf die natürliche Lebenswelt der Betroffenen einzulassen und ihre Interessen und Relevanzsysteme mit zu beachten. Ein möglichst ganzheitlicher Zugang zum Forschungsgegenstand `Berufsschulunterricht´ als Teil der beruflichen Ausbildung, die im begleiteten Zeitabschnitt für die Beforschten eine zentrale Rolle einnimmt, kommt dieser Forderung unmittelbar nach.

Zu (5): Eine Absicherung der Ergebnisse durch kommunikative Validierung will, daß sich die Beforschten in den Untersuchungsergebnissen und Interpretationen wiederfinden können. Dies ist vor allem für den Bereich Rekonstruktion subjektiver Bedeutungen wichtig. Da sich die vorliegende Forschungsarbeit insbesondere auf Bedeutungsgehalte zum Teil objektiv feststellbarer Handlungen und einem damit verbundenen Expertisegrad richtet, wird hier auf eine kommunikative Validierung im eigentlichen Sinne verzichtet. Demgegenüber werden jedoch die Auswertungen und Expertenurteile zu den erhobenen Situationen stets von mehreren Forschern besprochen.

Zu (6): Methodentriangulation will als breitgefächerter Zugang zum Forschungsgegenstand, wie im vorliegenden Ansatz in allen Untersuchungszugängen gewährleistet, verschiedene Methoden, Theorien, Interpreten oder Datenquellen heranziehen, um zu umfassender und gründlicher abgesicherten Forschungsergebnissen zu gelangen.

Diese sechs eben vorgestellten Gütekriterien nach MAYRING (1996a) bilden als Zielvorgabe einen Orientierungsrahmen für die vorliegende Arbeit. An den entsprechenden Stellen der Datengewinnung, Transkription und Auswertung werden Aspekte dieser Güterichtlinien bezüglich ihrer konkreten Umsetzung diskutiert (siehe Kapitel 7.4 u. 8.5).

Der vorliegende Forschungsansatz führt seine Untersuchungen in Form von Fallstudien durch. Diese sind innerhalb des interpretativen Paradigmas als eigenständiger Forschungsansatz zu betrachten. BRÜGELMANN (1982, S. 74ff.) greift die Gütekriteriendiskussion für diesen Forschungszugang vor dem Hintergrund der Maßstäbe der empirisch-analytischen Forschung auf, die für ein wahres Bild vom Forschungsgegenstand eine innere Gültigkeit und Objektivität fordert. Den Anspruch der Verallgemeinerbarkeit auf andere Situationen und Stichproben stützt die äußere Gültigkeit und Verlässlichkeit. BRÜGELMANN stellt in diesem Zusammenhang die Umsetzbarkeit eines Wahrheits-Kriteriums zumindest für pädagogische Fallstudien erneut in Frage und plädiert für die Anerkennung und Koexistenz mehrerer `Wirklichkeiten´. BRÜGELMANN (ebd.) kritisiert weiter die Forderung nach Generalisierbarkeit der Ergebnisse aufgrund der Besonderheiten sozialer Situationen und pädagogischer Ereignisse, die kontextgebunden und mit sich ständig verändernden Randbedingungen kaum wiederholt werden können und sich nicht in allgemeine Regeln fassen lassen. Die Ergebnisse dieser Arbeit werden vor diesem Bewußtsein in eine Interpretation auf der Basis des subjektiven Erfahrungshintergrundes ihres Autors und der Spezifität der betrachteten Situation überführt. Sie lassen jedoch auch eigenständige, andere Deutungen auf der gewonnenen Ergebnisgrundlage zu.

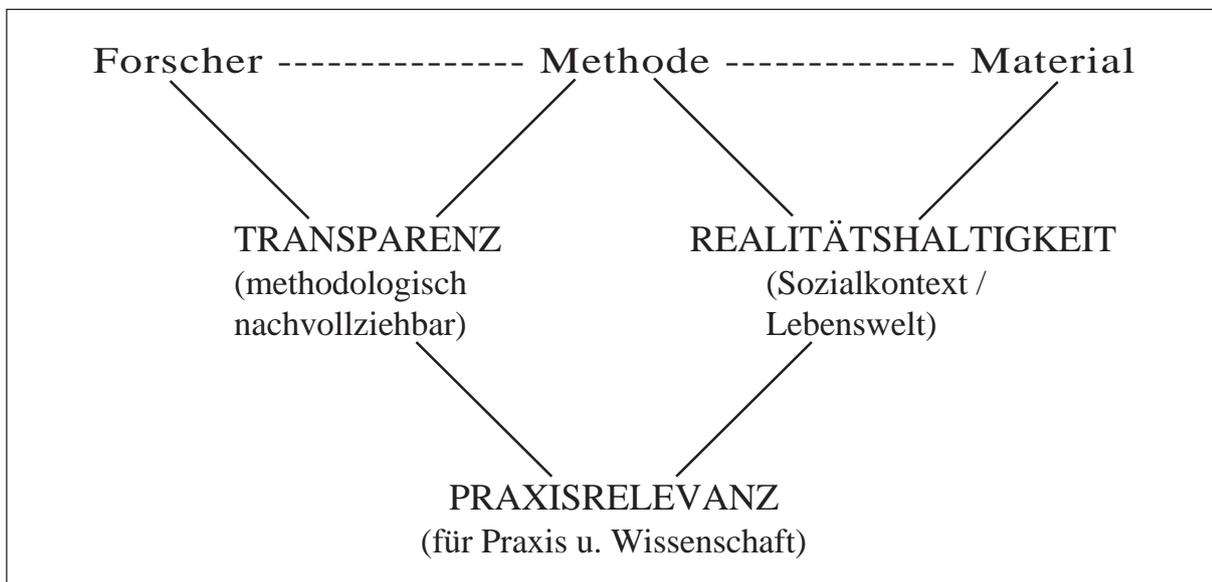
BRÜGELMANN (1982 S. 75f.) schlägt als Diskussionsgrundlage vier methodische Standards für Fallstudien vor: Einer (1) Kombination unterschiedlicher Methoden, (2) Vielfalt konkurrierender Perspektiven und einer (3) Darstellung des Situationsbezugs kommt der hier dokumentierte Forschungsansatz wie bereits weiter oben beschrieben, nach. Die (4) Streuung von Fällen wird durch die Auswahl der zu untersuchenden Schülergruppen sichergestellt. "Wahrheit als Maßstab

für die `innere Gültigkeit` einer Fallstudie wird damit durch das Kriterium Glaubwürdigkeit ersetzt; Verallgemeinerungen als Maßstab für die Übertragbarkeit von Erfahrungen (äußere Gültigkeit) wäre zu ersetzen durch Erkennbarkeit" (ebd. S. 76f. Hervorhebungen im Original). Weiter formuliert BRÜGELMANN drei Anforderungen an den Forscher: Dieser soll Sachkenntnis der untersuchten Disziplin besitzen, sich methodisch auf Verfahren der Informationsgewinnung und -verarbeitung spezialisieren und eine persönliche Vertrautheit mit dem Untersuchungsgegenstand verbinden (ebd. S. 81). Wie der Autor erfüllen alle am Forschungsprozeß beteiligten Personen diese Forderungen, sie wurden nach diesen Gesichtspunkten ausgewählt und entsprechend geschult.

HUSCHKE-RHEIN distanziert sich in seinen Ausführungen zu Gütekriterien von Fallstudien und narrativer Forschung klar von den "am Laborversuch orientierten traditionellen Gütekriterien" (1993, S. 137). Er hebt dabei die Besonderheit und Einmaligkeit der zu untersuchenden Fälle heraus und fordert qualitative Kriterien, um ihre Güte zu erfassen. Er schlägt dabei die folgenden Gütekriterien vor, deren Zusammenwirken grafisch die nachfolgende Übersicht 6.2 verdeutlicht.

- (1) Realitätshaltigkeit
- (2) Transparenz
- (3) Praxisrelevanz (vgl. ebd. S. 137ff.)

Diesen drei Kriterien legt HUSCHKE-RHEIN die Annahme zugrunde, daß sich der Forscher als Subjekt dem Material als Objekt mit einer bestimmten Methode nähert, diese daher zwischen Forscher und Material steht.



Übersicht 6.2: `Gütekriterien` nach HUSCHKE-RHEIN (1993, S. 138)

Das Gütemerkmal der Realitätshaltigkeit bezieht sich hier auf die Beziehung `Untersuchungsmaterial und angewendete Methode`. Dahinter steht die Forderung, daß die Untersuchungsmethode dem Material angepaßt sein muß und den sozialen Kontext sowie die Lebensweltbeziehungen des Materials mit zu beachten hat. Die gewählten Aufzeichnungs- und Erhebungstechniken sowie das Vorgehen bei der Datentranskription, Auswertung und Interpretation tragen bei diesem Forschungsvorhaben den Forderung Rechnung. Die Realitätshaltigkeit einer Untersuchung tritt an die Stelle der traditionellen Objektivität oder Allgemeingültigkeit.

Die Transparenz eines Untersuchungsansatzes kennzeichnet die Beziehung Forscher / Methode. Sie zielt, wie auch in der vorliegenden Untersuchung darauf ab, den Forschungsprozeß auch für andere Wissenschaftler 'transparent', also durchsichtig und in methodischem Sinn nachvollziehbar zu machen. Damit will HUSCHEKE-RHEIN "die objektivistischen Kriterien der 'Validität' und der 'Reliabilität', also der Gültigkeit von Kriterien und der Zuverlässigkeit methodischer Instrumente" ersetzen (1993, S. 138).

Aus den beiden eben genannten Kriterien leitet er ein drittes Kriterium der Praxisrelevanz ab, das aus ihnen hervorgehen soll. Dabei soll "die Forschung und ihre Resultate einen gewissen 'exemplarischen' Wert besitzen, und zwar für die Probleme der Leser und der Praktiker, so daß sie für die Diskussion relevanter Problembereiche der Erziehung bedeutsam sind, wenn möglich, auch für die erziehungstheoretische Diskussion" (ebd. S. 138f.). Diesen Anspruch untermauert für das hier dokumentierte Forschungsvorhaben neben den zu einem aktuellen pädagogischen Konzept gewonnenen praktischen Ergebnissen auch das in Kapitel 2.1 gekennzeichnete theoretische Forschungsdefizit im Bezugsfeld der Untersuchung, dem dieser Ansatz begegnen will.

Für die Modellversuchsforschung, in deren Rahmen sich die vorliegende Untersuchung bewegt, nimmt SLOANE (1992, S. 43ff.) eine wissenschaftstheoretische Positionsbestimmung vor und unterscheidet zwischen materialen und formalen Primärzielen. Den formalen Anspruch an Forschung fordert er hierbei in Anlehnung an weitere Autoren durch die Berücksichtigung folgender Gütekriterien sicherzustellen: 'Intersubjektivität' ist im Sinne einer nachvollziehbaren und transparenten Argumentation zu untermauern. Weiter fordert er "Logik, und zwar als formale und faktische Logik für den Bereich deskriptiver Aussagen und deontischer und axiomatischer Logik für den Umgang mit Normen" (ebd., S. 46). Ein weiteres Kriterium für den formalen Anspruch dieser Forschungsdomäne ist die "Innere Geschlossenheit als Konsistenz des Regelsystems bzw. als Widerspruchsfreiheit der in einem System relationierten Aussagen und Regeln" (ebd.). Hinzu kommt weiter eine 'Problemadäquatheit', die als Ziel-Mittel-Argumentation eine angemessene Handlungsweise des Forschers gegenüber dem bearbeiteten Problem kennzeichnet. SLOANE formuliert hierzu ein bewußt sehr offen gehaltenes materiales Gütekriterium, das 'Außenlegitimität' in Form einer Bearbeitung gesellschaftlich relevanter Themen nachweisen muß und thematisch äquivalent zum methodischen Anspruch der Problemadäquatheit steht (ebd., S. 47). Die Orientierung auch an den von SLOANE hier insbesondere auf Modellversuchsforschung ausgerichteten Guteansprüche weist der vorliegende Forschungsansatz, wie bereits weiter oben ausgeführt, nach.

Die Gütekriterien, die innerhalb dieser Arbeit als Gütemaßstäbe an die jeweiligen methodischen Schritte bei der Datengewinnung, -umwandlung, -auswertung und -interpretation anzulegen sind, werden an den entsprechenden Stellen (siehe Kapitel 7.4 u. 8.5) im Rahmen von Methodenreflexionen erneut aufgegriffen und diskutiert.

Zusammenfassung: Für die skizzierten Aspekte der Güte qualitativer Forschung, insbesondere eines Fallstudienansatzes läßt sich zusammenfassend feststellen, daß die klassischen Gütekriterien der quantitativen Forschung durch spezifische Kriterien, die qualitativem Denken entspringen, zu ersetzen sind. Diese Güte Merkmale sollen dabei auf den Leitgedanken der Situationsangemessenheit zielen, eine flexible Geltungsbegründung der Ergebnisse fordern und den Forschungsprozeß transparent offenlegen. Die vorliegende Forschungsarbeit berücksichtigt dabei weitgehend die einzeln geforderten Kriterien verschiedener Diskussionsansätze.

7 Verlaufsuntersuchung eines handlungsorientierten Unterrichts

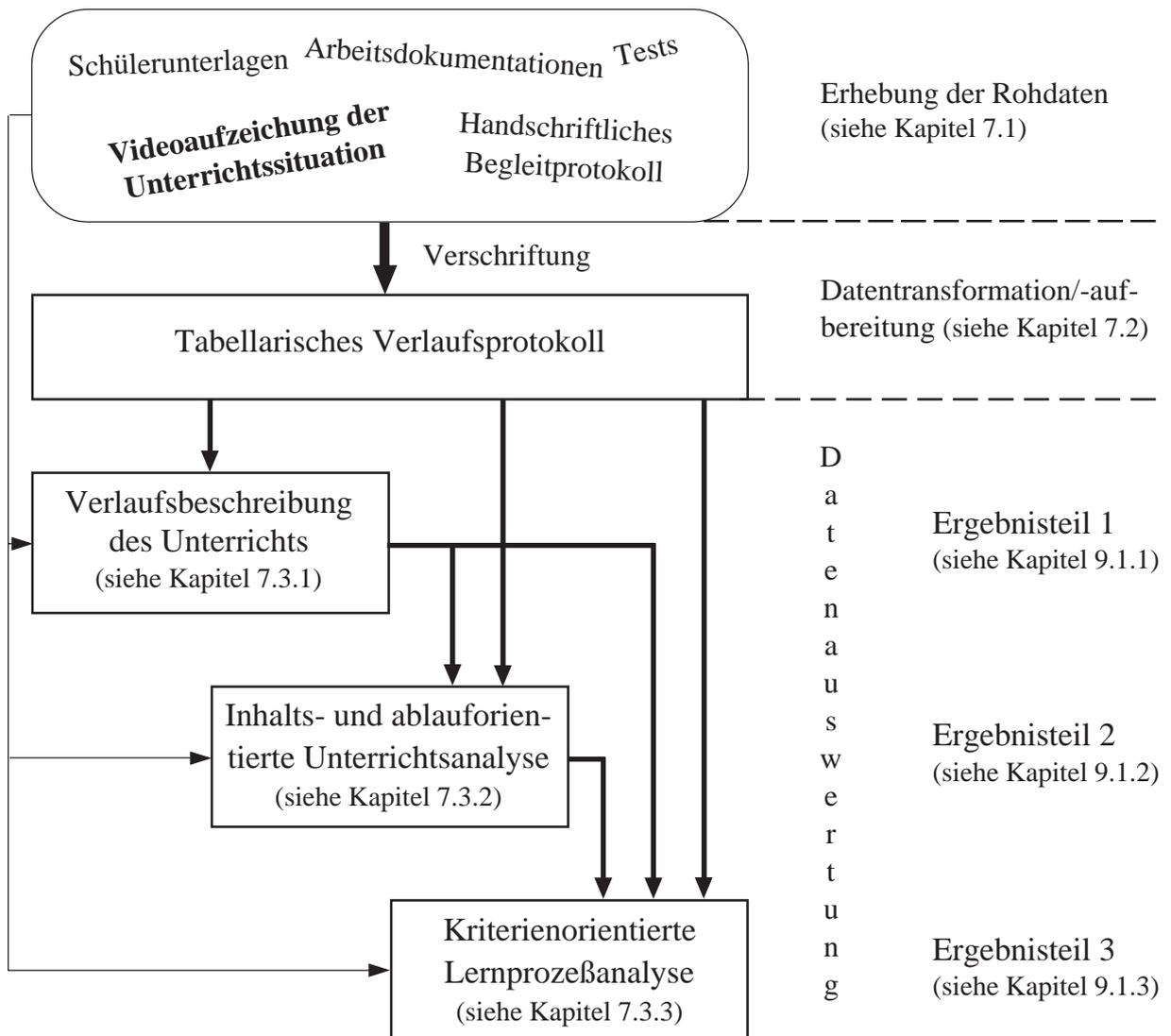
Kapitel 7 stellt die verschiedenen Schritte der Verlaufsuntersuchung einer fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichtskonzeption vor. Die Untersuchung erfolgt durch den Autor dieser Arbeit im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' durch die Technische Universität (TU) München. Die hierbei gewonnenen Ergebnisse finden sich in Kapitel 9.1. Der Untersuchungsansatz zielt mit seinen Forschungsfragen (siehe Kapitel 2.3.2) auf eine Unterrichtsanalyse bezüglich der Einlösung von Merkmalen eines handlungsorientierten Unterrichts (siehe Kapitel 3.3). Hierbei sollen die Planung, Konzeption und vor allem die Durchführung des Unterrichtsversuchs beachtet werden. Ein zentrales Ziel der Untersuchung ist das genaue inhaltliche Nachzeichnen des Unterrichts über ein gesamtes Schulhalbjahr (Ergebnisteil 1). Weiter soll dieser Unterricht einer inhalts- und ablauforientierten Unterrichtsanalyse (Ergebnisteil 2) sowie einer kriterienorientierten Lernprozeßanalyse (Ergebnisteil 3) unterzogen werden. Den methodologischen Hintergrund und die dieser Untersuchung zugrundeliegenden methodischen Überlegungen stellt das vorausgehende Kapitel 6 vor. Organisation und Konzeption dieses Unterrichts beschreibt Kapitel 5.

Übersicht 7.1 auf der nachfolgenden Seite zeigt das Vorgehen bei der Datenerhebung, -aufbereitung und -auswertung im Überblick. Die erhobenen, ungeordneten Rohdaten umfassen unterschiedliche Datenarten (siehe Kapitel 7.1), von denen der Videoaufzeichnung des Unterrichts eine zentrale und tragende Rolle zukommt. Die Verschriftung der äußerst vielfältigen und umfassenden Rohdaten als Datentransformations- und -aufbereitungsschritt führt in einem zwingend erforderlichen Reduktionsverfahren zu einem tabellarischen Verlaufsprotokoll (siehe Kapitel 7.2). Es bildet den beobachteten Unterricht möglichst realitätsnah ab und stellt für die weitere Auswertung eine zentrale Grundlage dar.

Wie Übersicht 7.1 zeigt, lassen sich die Datenauswertung (siehe Kapitel 7.3) und die daraus hervorgehenden Ergebnisteile (siehe Kapitel 9.1) in drei Bereiche unterteilen: Ein erster Auswertungsschritt führt zu einer detaillierten Verlaufsbeschreibung des Unterrichts, die vorwiegend auf der Datenbasis des Verlaufsprotokolls entsteht. Im Bedarfsfall wird zusätzlich auf das Rohdatenmaterial zurückgegriffen. Dieser erste Auswertungszugriff führt zu einer erneuten, wenn auch geringen Reduktion der vorliegenden Daten. Dadurch werden das Verlaufsprotokoll in eine besser lesbare Form (teilweise durch Rohdatenquellen ergänzt und illustriert) überführt und der Bedeutungsgehalt und Zusammenhänge in der Untersuchungssituation stärker herausgestellt.

Der nachfolgende Auswertungsschritt greift sowohl auf die Verlaufsprotokolle als auch auf den bereits vorliegenden Ergebnisteil der Verlaufsbeschreibung zurück. Im Bedarfsfall fließen auch hier benötigte Informationen aus den Rohdaten ein. Die Auswertung mit den gewonnenen Ergebnissen filtert entsprechend ihrem Frageinteresse die vorliegenden Daten im Hinblick auf inhaltliche und ablauforientierte Merkmale des Unterrichts.

Im letzten Auswertungsschritt werden ebenfalls Daten aus dem Verlaufsprotokoll und allen bisher vorliegenden Ergebnisteilen einbezogen. Auch hier werden, falls erforderlich, benötigte Informationen den Rohdaten entnommen. Eine Datenreduktion erfolgt im Sinne des Frageinteresses bezogen auf Merkmale einer kriterienorientierten Lernprozeßanalyse.



Übersicht 7.1: Vorgehen bei der Verlaufsuntersuchung einer Unterrichtskonzeption

7.1 Datenerhebung

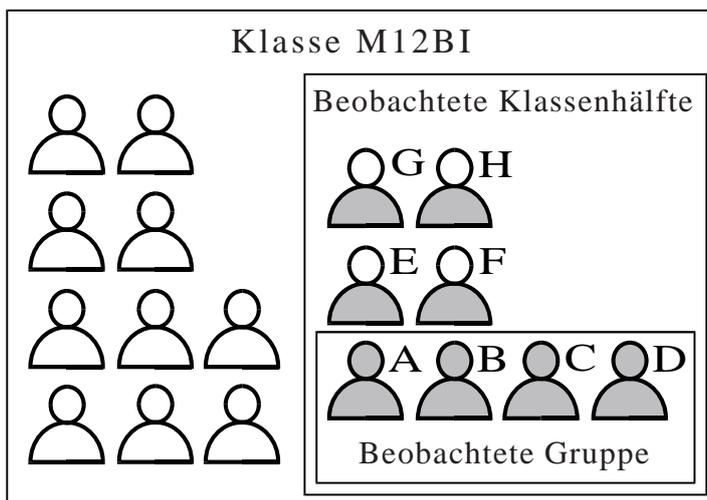
In Kapitel 7.1 ist die Datenerhebung innerhalb des begleiteten fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichtskonzeptes beschrieben. Neben den Rahmendaten der beobachteten Klasse werden die Erhebungssituation im Unterricht und die weiteren gewonnenen Datenarten zu diesem Untersuchungsstrang vorgestellt.

7.1.1 Rahmendaten der beobachteten Klasse

Die im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit durchgeführte Beobachtung des Steuerungstechnikunterrichts an der Staatlichen Berufsschule Weilheim erfolgte in der zweiten Hälfte des Schuljahres 1993/94 von Februar bis Juli 1994. Durchgängig beobachtet wurde an 17 Schultagen der Elektropneumatikunterricht der Klasse **M12BI** aus dem Berufsfeld **Metalltechnik**, der **12.**

Jahrgangsstufe, Klasse **B**, Beruf: Industriemechaniker, Fachrichtung Maschinen- und Systemtechnik. Unterrichtstag war jeweils donnerstags. Die zwei Steuerungstechnik-Unterrichtsstunden begannen um 7.³⁵ Uhr und endeten um 9.⁰⁵ Uhr.

Die Klasse M12BI besuchten im Untersuchungszeitraum 18 männliche Schüler. Davon nahmen im Beobachtungszeitraum zehn Schüler am Unterricht in NC-Technik und acht am begleiteten Steuerungstechnikunterricht teil. Von diesen acht Schülern waren zwei türkischer und sechs deutscher Abstammung. In diesem Unterricht arbeiteten vier Schüler in einer Gruppe und jeweils zwei Schüler in zwei weiteren Gruppen zusammen (siehe Übersicht 7.2). Die Wahl der durchgängig zu beobachtenden Gruppe fiel nach einem Vorgespräch mit dem unterrichtenden Lehrer auf die Vierergruppe. Diese Gruppe lag nach seinen Einschätzungen von ihrer Leistungsfähigkeit etwa im Klassendurchschnitt. Sie entsprach so den Überlegungen des Verfassers dieser Forschungsarbeit, der damit die Erwartung verband, daß diese Gruppe über die gesamte Beobachtungsstrecke unterschiedliche konzeptuell bedingte Lernwege beschreiten würde (vgl. Kapitel 5.2). Die Lehrereinschätzung zur Leistungsfähigkeit dieser Schüler untermauerten zudem ihre Schulabschlüsse im Klassendurchschnitt.



Übersicht 7.2: Klasse M12BI

Die Schüler der Untersuchungsgruppe waren im Erhebungszeitraum zwischen 18 und 22 Jahre alt. Innerhalb der beobachteten Gruppe besaßen die Schüler A und D den Qualifizierenden Hauptschulabschluß, Schüler B hatte Hauptschulabschluß und Schüler C konnte die Mittlere Reife vorweisen. Die anderen Schüler der beobachteten Klassenhälfte hatten Hauptschulabschluß (G und H) und Mittlere Reife (E und F).

Die betriebliche Ausbildung der Schüler erfolgte in Kleinbetrieben, die am Schulort oder der näheren Umgebung ansässig sind. Schüler C innerhalb der beobachteten Gruppe hatte eine Lehrzeitverkürzung gewährt bekommen. Er stand im Untersuchungszeitraum in den letzten drei Schulwochen für die Untersuchung nicht mehr zur Verfügung. Die beobachtete Gruppe reduzierte sich dann auf drei Personen.

7.1.2 Videoaufzeichnung der Unterrichtssituation

Entsprechend den methodischen Vorüberlegungen zur Datengewinnung dieser Verlaufsuntersuchung (siehe Kapitel 6.2.2) und gestützt auf die Erfahrungen anderer wissenschaftlicher Begleituntersuchungen im Modellversuch 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' wird als zentrales Erhebungsinstrument zur Datengewinnung eine Videoaufzeichnung des begleiteten Unterrichtsvorhabens gewählt. Um einem wichtigen Ziel dieses Forschungsstranges, dem möglichst genauen inhaltlichen Nachzeichnen des beobachteten Unterrichts, gerecht zu werden, wird durchgängig eine Schülergruppe an ihrem Arbeitsplatz gefilmt.

Erkenntnisse aus vorausgehenden Erhebungen des Lehrstuhls für Pädagogik der TU München im Rahmen des Modellversuchs (siehe Kapitel 4) zur technischen Vorgehensweise bei der Videoaufzeichnung von Unterricht zeigten, daß mindestens zwei Personen für eine umfassende, audiovisuell gestützte Unterrichtsdokumentation erforderlich sind. Im Blickpunkt dieser Untersuchung steht eine Schülergruppe als Klassenausschnitt, daher kann die hier durchgeführte Datenerhebung durch zwei Personen erfolgen. Der Autor der vorliegenden Arbeit wird dabei von zwei Studierenden höheren Semesters des Lehramtes an beruflichen Schulen unterstützt, die sich den Beobachtungszeitraum teilen und später an der Datenauswertung mitarbeiten. Beide Personen verfügen aufgrund ihres Studiums, einer entsprechenden Schulung für diese Untersuchung und eigener, einschlägiger Berufserfahrungen über die erforderliche Expertise.

Vor Beginn der eigentlichen Beobachtung findet ein spezielles Training für die Beobachter statt, in dem ihnen mehrere grundlegende Aspekte zur Untersuchung nahegebracht werden. Neben dem Forschungsinteresse des Untersuchungsansatzes und seinem theoretischen Hintergrund beschäftigen sich die Fachkräfte ausführlich mit der Konzeption und dem geplanten Ablauf des Unterrichts. Sie werden weiter in einem theoretischen Vorlauf mit dem Beobachtungsplan vertraut gemacht, der in Anlehnung an BORTZ, DÖRING (1995, S. 241) vorgibt,

"was (und bei mehreren Beobachtern auch von wem) zu beobachten ist,
was für die Beobachtung unwesentlich ist,
ob bzw. in welcher Weise das Beobachtete gedeutet werden darf,
wann und wo die Beobachtung stattfindet und
wie das Beobachtete zu protokollieren ist."

Auf eine Einweisung in die Benutzung und Handhabung der verwendeten audiovisuellen Geräte folgen mehrere Probeaufzeichnungen in vergleichbaren Unterrichtssituationen. Mit den hierbei gemachten Erfahrungen, die anschließend besprochen und ausgewertet werden, sollen die Beobachter einen Orientierungsrahmen erhalten und ihre Sicht schärfen.

Es bestätigt sich im Lauf der Untersuchung, daß die Anwesenheit von zwei Beobachtern unerlässlich ist und erhebliche Vorteile gegenüber nur einer Beobachtungsperson bietet. Ein Beobachter ist hauptsächlich mit der Führung der Kamera betraut. Er kann so gezielt Schüleraktivitäten erfassen und durch Schwenken und Zoomen den Bildausschnitt den Erfordernissen anpassen. Dadurch lassen sich teilweise auch Details, wie z.B. Simulationsabläufe am PC, dokumentieren. Der zweite Beobachter führt ein stichpunktartiges Verlaufsprotokoll, das in Kapitel 7.1.3 näher beschrieben ist.

Die Videobilder von den beobachteten Schülern werden mit einer S-VHS-Kamera aufgezeichnet. Die hierbei erzielte Bildqualität im Vergleich zu VHS-Aufnahmen erweist sich als vorteilhaft. Bei Bildern vom Computer-Bildschirm, beim Kopieren der Bänder zur Datensicherung oder beim Schneiden des Bandmaterials ergeben sich deutlich bessere Ergebnisse. Die bessere S-VHS-Bildqualität verringert zudem etwas den Ermüdungseffekt des Beobachters bei der äußerst zeitaufwendigen Sichtung und Transkription der Videobänder.

Der Standpunkt der Kamera wird so gewählt, daß der gesamte Arbeitsbereich einer Gruppe (Arbeitstisch, Steckbrett und Rechnerplatz) aufgezeichnet werden kann (siehe Übersicht 7.3 auf der nächsten Seite). Sie ist auf einem Stativ ungefähr vier Meter vom Arbeitstisch der Gruppe entfernt auf einer Höhe von 2,5 Metern angebracht. Durch die Höhe der Kamera verbessert sich



Übersicht 7.3: Gesamter Arbeitsbereich der beobachteten Schülergruppe

die Beobachtungsperspektive erheblich. Mit dieser Kameraposition ist auch gewährleistet, daß Details, wie z.B. eine Heftseite oder der Computerbildschirm, formatfüllend aufgenommen werden können. Die Handhabung der Kamera wird durch einen kleinen, farbigen Kontrollmonitor erleichtert, der den aufgezeichneten Bildausschnitt wiedergibt. In die Videoaufnahmen werden Aufzeichnungszeit und -datum eingeblendet, um eine eindeutige, spätere Zuordnung zu den handschriftlichen Protokollen zu gewährleisten.

Bereits in vorausgehenden Untersuchungen wurde die Bedeutung einer guten Tonqualität für die spätere Aufarbeitung des Filmmaterials als wesentliche und wichtige Voraussetzung für ein eindeutiges Verständnis der beobachteten Situation erkannt. Die Tonaufzeichnungen bei dieser Untersuchung erfolgen daher mit einem externen Mikrofon, das zentral ca. 1,5 Meter über dem Arbeitsbereich der beobachteten Gruppe angebracht ist. Sie können während der Aufnahmen und vor allem zu Beginn der Aufzeichnungen mit einem kleinen an die Kamera angeschlossenen Kopfhörer kontrolliert werden.

Das Forscherteam stellt sich den Schülern zu Beginn der Erhebung als Mitarbeiter der TU München vor und erläutert ihnen, daß die Videoaufzeichnungen nur zu wissenschaftlichen Zwecken herangezogen werden und Dritten nicht zugänglich sind. Weiter wird den Schülern ausdrücklich gesagt, daß die Beobachtung in keinem Zusammenhang mit einer Beurteilung ihrer Leistungen steht, um nach Möglichkeit eine Verfälschung und Beeinflussung des Schülerverhaltens zu minimieren.

Die an 17 Tagen durchgeführten Videoaufzeichnungen ergeben ein Gesamtmaterial von ca. 26 Stunden Unterrichtsaufzeichnung. Die Umsetzung und Auswertung dieser Daten beschreiben die Kapitel 7.2 und 7.3.

7.1.3 Handschriftliches Begleitprotokoll zum Unterricht

Parallel zur Kamerabedienung protokolliert der Autor dieser Arbeit als zweite Untersuchungsperson handschriftlich die aus seinem Blickwinkel wichtigen Ereignisse des Unterrichts. Der hierzu verwendete Protokollbogen mit einem Beispiel findet sich im Anhang, S. 305.

Dieses Begleitprotokoll erleichtert die spätere Dokumentation des Unterrichts erheblich. Die Protokollierung erfolgt unstrukturiert anhand einer grob vorgegebenen Beobachtungsaufgabe (siehe näher Kapitel 7.3) die zum Ziel hat, alle bedeutsamen Ereignisse des Unterrichts festzuhalten, die eine spätere Auswertung erleichtern können. Im Protokoll werden z.B. Hinweise fixiert, mit denen eine schnelle und sichere Zuordnung der auf Videoband festgehaltenen Schüleraktivitäten zu den im begleitenden Lern- und Arbeitsmaterial bearbeiteten Aufgabenstellungen erfolgen kann. Weiter werden im Protokoll Ereignisse vermerkt, die von der Kamera aufgrund ihres eingeschränkten Blickwinkels nicht erfaßt werden können, für die Beobachtungssituation aber von Bedeutung sind (z.B. Schüler geht zur Nachbargruppe, Dateiname eines abgespeicherten Schaltplans, ...). Ebenso werden Wahrnehmungen und erläuternde Einschätzungen zum inhaltlichen und sachlogischen Verlauf einer Unterrichtssituation auf dem Protokollbogen vermerkt, um ein späteres Verstehen dieser Sequenzen zu erleichtern.

7.1.4 Schülerunterlagen, Arbeitsdokumentationen und Tests

Zum inhaltlichen und ablauflogischen Nachzeichnen des beobachteten Unterrichtsversuchs werden alle von den Schülern angefertigten Unterrichtsdokumentationen und ihre Arbeitsergebnisse, wie Tests und Schulaufgaben, herangezogen. Diese Unterlagen, die teilweise mit Korrekturanmerkungen des unterrichtenden Lehrers versehen sind, können von den Forschern fotokopiert und später zur Unterrichtsauswertung herangezogen werden. Ohne sie wäre ein tiefgehendes Verstehen der betrachteten Unterrichtssituationen oftmals nicht möglich gewesen, da sie wichtige Hinweise auf Gedanken, Lösungswege und Probleme der Schüler bei ihrer Aufgabenbearbeitung liefern.

7.2 Datentransformation und Datenaufbereitung

Um die in Kapitel 7.1 beschriebenen unterschiedlichen Rohdatenarten in eine für das Forschungsinteresse verwertbare Form zu bringen, ist ihre Transformation und Aufbereitung erforderlich. Der zentrale Schritt hierbei ist das Verschriften der audiovisuell aufgezeichneten Daten. Entlang der Videoaufnahmen vom begleiteten Unterricht entsteht für eine möglichst hohe Güte der Untersuchungsergebnisse ein detailliertes tabellarisches Verlaufsprotokoll (als Beispiel siehe Anhang S. 306). Es berücksichtigt alle weiteren zum Untersuchungsgegenstand vorliegenden Datenarten (siehe Kapitel 7.1) und führt sie in einen der beobachteten Untersuchungssituation möglichst nahen und unmittelbaren Protokolltext zusammen. Auf dieser die Untersuchungsrealität nun substituierenden Datenbasis erfolgen die anschließenden Auswertungsschritte (siehe Kapitel 7.3), die zu einer Verlaufsbeschreibung des Unterrichts, einer ablauforientierten und einer kriterienorientierten Bewertung des Unterrichts führen (siehe Kapitel 9.1).

In der hier vorgestellten Verlaufsuntersuchung eines Unterrichts zählen zur Phase der Datentransformation und Datenaufbereitung die Schritte, die das Generieren des Unterrichtsprotokolls umfassen. Sie setzen primär mit geringst möglichem interpretativem Zugang die vorhandenen Rohdaten um und ermöglichen auf dieser Basis eine anschließende Auswertung. Somit stellt diese Phase noch keine Datenauswertung im eigentlichen Sinne dar. Mit den hierbei teilweise erforderlichen synthetisch-analytischen Aufbereitungsschritten nähert sie sich jedoch bereits einem ersten Auswertungszugang.

Für das Protokollieren des Unterrichts werden die Videoaufzeichnungen in einer sekundären Unterrichtsbeobachtung - nach der primären im Klassenzimmer - mit allen weiteren zur Verfügung stehenden Datenarten gesichtet. Der Beobachtung und Transkription des auf Videoband aufgezeichneten Unterrichts liegen relativ allgemein gefaßte Beobachtungsaufgaben zugrunde. Ziel ist, den inhaltlichen und methodischen Ablauf des Unterrichts mit den stattfindenden Interaktionen, die dabei eingesetzten Medien, Hilfs- und Arbeitsmittel sowie die Rolle des Lehrers festzuhalten. Die Verschriftung der vorliegenden Datenarten erfolgt zusammen mit pädagogisch und fachlich geeigneten Personen, die bereits die Datenerhebung mit dem Autor dieser Arbeit durchführten (siehe Kapitel 7.1). Die Fachkräfte unterstützen die Datentransformation jeweils für den von ihnen begleiteten Beobachtungszeitraum und erstellen zusammen mit dem Autor die zugehörigen Verlaufsprotokolle.

Sowohl für eine einheitliche Beobachtung als auch für eine anschließende präzise Protokollierung der vorliegenden Daten ist eine Beobachterschulung unerlässlich (vgl. BORTZ, DÖRING 1995, S. 250). Die beteiligten Fachkräfte unterzogen sich daher bereits für die Datenerhebung und später erneut für die Datenaufbereitung vor Beginn der Transkriptionsarbeit einer Schulung durch den Untersuchungsleiter. Hierbei wurden sie neben ihren Beobachtungsaufgaben auch mit dem theoretischen Ansatz der Untersuchung vertraut gemacht.

Qualitative Datentransformationsvorgänge enthalten immer einen gewissen subjektiven und interpretativen Anteil. Bei der Verschriftung von Beobachtungssituationen wirkt immer die Selektion menschlicher Wahrnehmung, Detailbetrachtungen sowie ein ständiges Unterscheiden müssen zwischen Wichtigem und Unwichtigem mit. Um diesen Anteil möglichst gering zu halten, erfolgt die Verschriftung der beobachteten Unterrichtssituationen ohne den Anspruch an eine nicht herstellbare 'Objektivität' anhand der nachfolgenden Transkriptionsregeln, die angelehnt an die Inhaltsregeln für Verlaufsprotokolle nach BORTZ, DÖRING (1995, S. 242) erstellt wurden:

- (1) Schau auf das Verhalten und die Situation der beteiligten Personen. Beschreibe ausschließlich wahrnehmbare Vorgänge. Hierzu sind möglichst handlungsnah Begriffe zu verwenden.
- (2) Beobachte und beschreibe die Situation der beteiligten Personen so vollständig wie möglich. Beachte dabei die Interaktion mit anderen Personen und die Verwendung von Arbeitsmitteln.
- (3) Unterscheide sorgfältig zwischen gemachten Beobachtungen und Kommentar. Kommentierungen erfolgen nur dann, wenn ohne sie der Sinn oder Zusammenhang einer Situation nicht erfaßbar ist.

- (4) Gib an, wie eine Person oder eine mit dieser Person interagierende Person etwas macht. Dabei sind emotionale oder motivationale Aspekte ebenso zu berücksichtigen, wie auffälliges Verhalten, das nicht unmittelbar mit dem Unterrichtsinhalt zusammenhängt.
- (5) Berichte in möglichst genauer zeitlicher Abfolge den Verlauf einer Aktion.
- (6) Verhaltensbeschreibungen sollen möglichst positiv sein.
- (7) Fasse nicht mehr als eine Aktion in einen Satz.
- (8) Zeitmarken werden ungefähr im Minutenintervall am Protokollrand festgehalten.

Bei der Transkription der Testbearbeitung werden die Videoaufnahmen in kleinen Sequenzen gesichtet, und die gemachten Beobachtungen in eine dafür entwickelte Tabelle übertragen. Diese Tabelle unterteilt sich in drei Spalten (siehe Anhang, S. 306):

- **Zeitspalte:** In dieser Spalte wird die auf dem Videoband eingeblendete Echtzeit zu den protokollierten Ereignissen in Minuten eingetragen.
- **Beobachtungsspalte:** Beobachtbare Handlungen oder Ereignisse, erkennbare Ursachen und Wirkungen sowie Gespräche und Äußerungen werden in der mittleren Spalte festgehalten. Wörtliche Rede wird durch Anführungszeichen und Kursivschrift von den übrigen Eintragungen hervorgehoben. Einträge erfolgen jeweils entsprechend ihrem Auftreten (‘Event-sampling’).
- **Kommentarspalte:** Erläuterungen und Kommentierungen, die zum leichteren inhaltlichen und sachlogischen Verstehen der in der Beobachtungsspalte protokollierten Ereignisse beitragen, werden hier vermerkt. Darunter fallen z.B. Besonderheiten bei der Vorgehensweise, Vermutungen über Ursachen oder Fehlerquellen, Verständnishilfen für den Beobachter und Ähnliches.

Das detaillierte, chronologische Verlaufsprotokoll in tabellarischer Form wird parallel zu den Beobachtungen am Fernsehschirm direkt am PC erstellt. Hierzu stehen alle weiteren vorhandenen Rohdaten zur Verfügung. Die Auswerter bedienen sich dabei eines zeitlupen- und standbildfähigen Videorecorders, um die in der Regel sehr komplexen, teilweise auch problematischen Beobachtungssequenzen möglichst präzise erfassen zu können. Um sie realitätsgerecht, nach Beobachtung und Kommentar getrennt, neben einer Zeitschiene zu protokollieren, ist das mehrmalige Sichten einzelner Sequenzen erforderlich. Stellen sich beim Umsetzen der Videoaufzeichnungen Probleme zu den Inhalten und dem Verständnis der Beobachtungssituation ein, wird ein zweiter Beobachter - in der Regel der Untersuchungsleiter - hinzugezogen. Anhand erneuter Sichtung der Videobänder wird durch gemeinsames Besprechen der Sequenzen versucht, problematische Sachverhalte aufzuklären und ihren Gehalt zu erkennen. Diese Vorgehensweise gewährleistet ein zusätzliches Maß an Genauigkeit bei der Aufbereitung des Datenmaterials (vgl. BORTZ, DÖRING 1995, S. 250).

Die für die beiden Hälften des Beobachtungszeitraums von zwei verschiedenen Fachkräften erstellten Verlaufsprotokolle werden nach ihrer Fertigstellung unter ihnen ausgetauscht und gegengelesen. Danach werden sie vom Autor dieser Arbeit ebenfalls gelesen. Anschließend erfolgt vom Untersuchungsleiter und einer weiteren, bisher nicht mit dem Datenmaterial konfrontierten Person anhand der Videoaufzeichnungen eine voneinander unabhängige punktuelle Überprüfung der Protokolle anhand einer zwanzigminütigen Beobachtungssequenz.

Der materielle, vor allem aber der zeitliche Aufwand dieser Vorgehensweise zur Unterrichtsdokumentation ist erheblich. Eine Verschriftung von fünf Minuten Unterricht erfordert durchschnittlich eine Auswertungsarbeit von ca. einer Stunde. Dies bestätigt der auch von TENBERG in seiner Untersuchung (1997, S. 98) festgestellte Auswertungsaufwand. Die 17 hier dokumentierten Unterrichtstage mit ihren 34 Unterrichtsstunden umfassen einen Zeitraum von ca. 1 500 Minuten. Daraus entsteht ein Auswertungsaufwand von ca. 18 000 Minuten, der ca. 300 Auswertungsstunden entspricht. Die Auswertungsarbeit leisten der Autor dieser Arbeit und von ihm betreute Studierende höheren Semesters des Lehramts an beruflichen Schulen. Neben der vorliegenden Arbeit dokumentieren diesen Auswertungsprozeß SCHAUHUBER (1995) und SIEGERT (1995). Das so entstandene Verlaufsprotokoll umfaßt 67 Seiten und stellt für die anschließenden Auswertungsschritte eine unverzichtbare Grundlage dar, da weder eine Verlaufsbeschreibung des Unterrichts noch weitere Auswertungsschritte direkt aus den Rohdaten hätten entstehen können. Die der eben beschriebenen Datenaufbereitung folgenden Analyseschritte beschreibt das nächste Kapitel.

7.3 Datenauswertung

Der Prozeß der Datenauswertung gliedert sich in drei aufeinanderfolgende Schritte mit jeweils eigenständigen Ergebnissen. Die Auswertungsschritte greifen dabei auf alle vorhandenen Daten zurück, ebenso wie auf bereits vorausgehende Ergebnisteile (siehe Übersicht 7.1). Kapitel 7.3.1 skizziert für den ersten Abschnitt der Datenauswertung das Vorgehen, das zu einer detaillierten Verlaufsbeschreibung des beobachteten Unterrichts führt. Eine inhaltliche und ablauforientierte Bewertung des Unterrichts erfolgt in einem zweiten, daran anschließenden Schritt, der in Kapitel 7.3.2 beschrieben ist. Kapitel 7.3.3 stellt das Vorgehen bei der übergreifenden und kriterienorientierten Bewertung des Unterrichts im Anschluß und auf der Basis der zwei vorausgehenden Auswertungsschritte vor.

7.3.1 Verlaufsbeschreibung des Unterrichts

Ziel dieses Auswertungsschrittes ist, einen differenzierten und tiefgehenden Einblick in den inhaltlichen und methodischen Ablauf des Unterrichts mit der Lern- und Arbeitsweise der Schüler und den von ihnen angefertigten Ergebnissen, den dabei eingesetzten Medien und Hilfsmitteln sowie der Rolle des Lehrers zu eröffnen. Dazu müssen über reine Beschreibungen der im Unterricht beobachtbaren Abläufe hinaus Zusammenhänge und Ursachen aufgezeigt und herausgearbeitet werden, da sonst viele Situationen von einem Außenstehenden von ihrem Sinngehalt her nicht erschlossen und verstanden werden könnten. Der so aufgearbeitete Hintergrund erleichtert dem Leser das Erfassen einer komplexen Situation erheblich und ermöglicht anschließende Rückschlüsse auf die Qualität dieses Unterrichts mit seinen Stärken und Schwächen.

Diese detaillierte Auswertung schließt sich unmittelbar an die vorausgehende Protokollierung des Unterrichts (siehe Kapitel 7.2) an und wird vom Autor dieser Arbeit zusammen mit den beiden bereits an der Datengewinnung und -aufbereitung beteiligten Fachkräften geleistet. Sie bringen

neben der fachlich-inhaltlichen und pädagogischen Eignung auch bereits eine umfassende Kenntnis der Untersuchungssituation mit, die die Qualität einer möglichst anschaulichen und realitätsnahen Unterrichtsbeschreibung steigert. Beide erstellen unter Anleitung des Autors jeweils für den von ihnen begleiteten Unterrichtszeitraum eine Verlaufsbeschreibung als Fließtext auf der Basis des tabellarischen Verlaufsprotokolls (vgl. SCHAUHUBER 1995, S. 37ff. und SIEGERT 1995, S. 27ff.). Dabei müssen die Protokolltexte unter Berücksichtigung weiterer relevanter Rohdaten wiederholt gelesen, ergänzendes Datenmaterial gesichtet und ihr Inhalt mit seinen Sinnzusammenhängen herausgeschält und in eine anschauliche Form übertragen werden. Die Beschreibungstexte werden anschließend ausgetauscht, von den Verfassern und von weiteren Personen gelesen und überprüft.

Die Unterrichtsdokumentation umfaßt, ergänzend zur verbalen Beschreibung des Unterrichtsablaufes, Abbildungen von Unterrichtssituationen und Arbeitsergebnissen der Schüler sowie Verweise auf entsprechende Aufgabenstellungen und Arbeitsunterlagen, um ein umfassendes und möglichst anschauliches Bild von diesem Unterricht zu zeichnen. Für einen Unterrichtstag findet sich ein Ergebnisbeispiel dieses Auswertungsschrittes in Kapitel 9.1.1. Die gesamte Verlaufsbeschreibung ist in SCHELTEN, RIEDL, TENBERG, SCHAUHUBER, SIEGERT (1995, S. 20 - 65) abgedruckt.

7.3.2 Inhalts- und ablauforientierte Unterrichtsanalyse

Nach der vorausgehend beschriebenen Vorgehensweise zur Unterrichtsdokumentation zielt der in diesem Kapitel vorgestellte Analyseschritt auf eine inhalts- und ablauforientierte Bewertung des Unterrichts (siehe Kapitel 9.1.2). Das Analyseinteresse richtet sich dabei besonders auf das Lern- und Arbeitsvorgehen der Schüler im Unterricht, die damit in Verbindung stehende Rolle des Lehrers und auf die erzielten Unterrichtsergebnisse vor dem Hintergrund der Aufgabenstellungen. Aufgezeigt und bewertet werden soll hierbei, wie die Schüler mit den unterrichtsstrukturierenden Leittexten und weiteren Lernmedien arbeiten, welche Lernmöglichkeiten sie dabei haben und wie sie diese nutzen, wie Lehrereingriffe auftreten und welche Lernfortschritte sie bei ihrer Aufgabenbearbeitung erzielen. Dabei sollen Zusammenhänge, Probleme, Schwierigkeiten und ihre möglichen Ursachen bei der Lernarbeit aufgezeigt und herausgearbeitet werden. Zu dieser Analyse müssen konzeptionelle Vorgaben wie die der Leittexte mit den in diesen Lerneinheiten vorgesehenen Lernzielen und den enthaltenen Aufgaben berücksichtigt werden. Weiter sollen Situationen Beachtung finden, innerhalb derer ein Kompetenzerwerb über fachliche Lernziele hinaus möglich ist.

Der gesamte Beobachtungszeitraum dieser Untersuchung läßt sich aufgrund der Unterrichtskonzeption im Anschluß an eine vorausgehende Anknüpfungsaufgabe in fünf aufeinander folgende Lerneinheiten unterteilen, die von den Leittexten 6 bis 10 strukturiert werden (siehe Kapitel 5.2.2). Für jede dieser Lerneinheiten sowie für die vorausgehende Anknüpfungsaufgabe wird zum einen eine eigenständige Analyse nach inhaltlichen und ablaufspezifischen Gesichtspunkten vorgenommen (Kapitel 9.1.2.1). Weiter erfolgt eine Kennzeichnung von lerneinheitenübergreifenden Merkmalen (Kapitel 9.1.2.2).

Für die lerneinheitenbezogene Bewertung wird ein inhaltliches Ablaufschema für jeden Leittext erstellt, das in einem Flußdiagramm (siehe z.B. Übersicht 9.4, Kapitel 9.1.2.1) die von

den Schülern zu bearbeitenden Aufgaben mit ihren Lerninhalten vorstellt. Es entsteht aus der jeweiligen Leittextvorgabe und der vom Lehrer mit den Schülern vereinbarten Bearbeitung, die aus der Verlaufsbeschreibung des Unterrichts entnommen werden kann. Das Ablaufschema zeigt, welchen Lernweg mit welchen vorgegebenen Inhalten die Schüler beschreiten sollen und wie die Lern- und Aufgabeninhalte im Leittext angeordnet sind. Gestützt durch dieses Ablaufdiagramm erfolgt eine lerneinheitenbezogene Unterrichtsanalyse, bei der Antworten auf die nachfolgenden Fragenkomplexe mit ihren Unterfragen für die jeweilige Unterrichtssituation entlang des inhaltlichen Verlaufs gefunden werden sollen. Daran schließt sich eine lerneinheitenübergreifende Unterrichtsanalyse an, bei der versucht wird, übergreifende Antworten auf die nachfolgenden Fragen zu formulieren und allgemeine Merkmale, die das gesamte Unterrichtsvorhaben kennzeichnen, aufzuzeigen. Die nachfolgenden Fragen dienen dabei nicht als 'Kategoriensystem' für die Unterrichtsanalyse. Sie werden auch nicht explizit und jeweils im einzelnen beantwortet. Sie geben vielmehr Richtungshinweise für das an den Unterricht herangetragene Frage- und Forschungsinteresse.

Fragenkomplex (1) "Konzeptionelle Vorgaben":

Welche schulorganisatorischen Vorgaben bestehen? Welche Lernziele und Aufgabenstellungen enthalten die Leittexte? Wie sind sie angeordnet? Welche organisatorischen Vorgaben und Hinweise enthalten die Leittexte? Welche Orientierungsmöglichkeiten bieten die Leittexte? Welche Unterlagen und Hilfsmittel sind vorgesehen?

Fragenkomplex (2) "Unterrichtsablauf":

Wie genau halten sich die Schüler an die Leittext-Vorgaben? Welche Probleme haben die Schüler mit dem Leittext? Wie und wie häufig greift der Lehrer in die Lernarbeit ein? Wie reagiert der Lehrer auf Abweichungen und eigene Erfahrungen der Schüler bei der Bearbeitung der Leittexte? Wie finden Wissenskontrollen und Leistungsnachweise statt? Wie erfolgt die Zusammenarbeit in der Gruppe? Welche Lernmöglichkeiten und Situationen des Kompetenzerwerbs über die vom Leittext vorgesehenen Lerninhalte hinaus entstehen oder liegen vor?

Fragenkomplex (3) "Unterrichtsergebnisse":

Welche der geforderten Lernziele oder Arbeitsergebnisse werden von den Schülern erreicht, welche nicht? Welche weitreichenden Kompetenzen über die formulierten Lernziele hinaus sind bei den Schülern erkennbar?

Um zu dem in Kapitel 9.1.2 vorgestellten Ergebnisteil zu gelangen, wurden die oben angeführten Unterfragen zu den jeweiligen Fragekomplexen vor dem Hintergrund theoretischer Überlegungen aus Kapitel 3 formuliert. Ihre Formulierungen (Wie? Welche?) zielen dabei in einem ersten Antwortschritt auf eine Beschreibung des Fragegegenstandes. Hierzu wird die Unterrichtsdokumentation zu jeder Lerneinheit von zwei Personen, dem Verfasser dieser Arbeit und einer Fachkraft, die bereits die Datengewinnung und -aufbereitung begleitete, unabhängig voneinander durchgelesen. Entsprechende Textstellen, die Antworten zu den jeweiligen Fragestellungen liefern, werden gekennzeichnet und gegebenenfalls mit Kommentierungen oder näheren Hinweisen versehen, die Umstände und Hintergründe näher erläutern (siehe Anhang, S. 307). Auf diesem Weg entstehen zwei eigenständige Ergebnisansätze, die sich auf ein intensives Auseinandersetzen mit dem Datenmaterial gründen.

In einem zweiten Antwortschritt, der auf die Fragerichtungen `Warum?' und `Mit welchen Auswirkungen' eingeht, werden in einem direkt folgenden Gespräch die vorgenommenen Markierungen und ergänzten Hinweise gemeinsam besprochen und als Antworten zu den Fragen(-komplexen) zum Konsens gebracht. Unter Berücksichtigung möglicher Hintergründe und Wechselwirkungen erfolgt so die Bewertung der jeweiligen Situationen oder gefundener Merkmale aus der Sicht der Auswerter. Diese Wertungen liefern eine weitergehende und differenzierte Einschätzung einzelner Unterrichtssituationen mit ihren Lernwirkungen unter Berücksichtigung der vorgefundenen Rahmenbedingungen und legen darüber hinaus übergreifende Spezifika des begleiteten Unterrichts offen und führen sie einer Beurteilung und Interpretation zu.

Zur lerneinheitenbezogenen Beantwortung der Fragenkomplexe werden die aus dem Konsensfindungsgespräch erhaltenen Aussagen als Ergebnisse dieses Auswertungsschritts schriftlich fixiert und in Kapitel 9.1.2.1 vorgestellt. Die lerneinheitenübergreifenden Ergebnisse resultieren aus dem vorausgehenden, lerneinheitenbezogenen Analyseschritt. Daraus werden Merkmale mit übergreifendem Charakter herausgeschält und gekennzeichnet, die für alle beobachteten Unterrichtseinheiten zutreffen. Sie sind als übergreifende Beurteilungen in Kapitel 9.1.2.2 dokumentiert.

7.3.3 Kriterienorientierte Lernprozeßanalyse

In einem dritten Analyseschritt erfolgt eine übergreifende Beurteilung der im Unterricht ablaufenden Lernprozesse anhand von einzelnen, aus der Theorie abgeleiteten Kriterien. Untersucht wird hierbei, inwieweit Wissenserwerbsprozesse im beobachteten Unterrichtsvorhaben einer konstruktivistischen Auffassung von Lernen entsprechen. Die theoretische Grundlage hierfür bilden die in Kapitel 3.2.4 skizzierten Überlegungen und die daraus hervorgehenden und in Kapitel 3.3.2 vorgestellten Prozeßmerkmale für einen konstruktivistisch orientierten Wissenserwerb. Demnach muß ein Lernen nach konstruktivistischem Verständnis aktiv, selbstgesteuert, konstruktiv, situativ und sozial stattfinden. Beachtet werden müssen bei einer Analyse die im Lernprozeß agierenden Personen, also Schüler und Lehrer, die konzeptionelle Gestaltung des Unterrichts und die äußeren Bedingungen der Lernumgebung.

Aus der Theorie abgeleitete Merkmalkategorien werden für den Untersuchungsschritt durch einzelne Fragen näher präzisiert. Sie bilden den Orientierungsrahmen für die Lernprozeßanalyse. Wie bereits im vorausgehenden Analyseschritt (siehe Kapitel 7.3.2) stellen die einzelnen Fragen kein `Kriterienraster' im strengen Sinne dar. Sie dienen vielmehr als Leitvorstellungen für das an den Unterricht herangetragene Frage- und Forschungsinteresse. Die Frageformulierungen ermöglichen im Sinne einer Beurteilung prinzipiell Ja/Nein-Antworten, die jedoch eine anschließende nähere Erläuterung fordern. Zu diesem Auswertungsschritt, der zu einer komplexen und übergreifenden Beurteilung des Unterrichtsvorhabens führt, werden alle verfügbaren Datenarten (siehe Kapitel 7.1) und auch die bereits vorliegenden Ergebnisse der vorausgehenden Auswertungsschritte (siehe Kapitel 9.1.1 u. 9.1.2) herangezogen. Die hierbei gewonnenen Ergebnisse zeigt Kapitel 9.1.3. Die zur Unterrichtsanalyse herangezogenen Auswertungsaspekte mit den jeweiligen Einzelfragen sind nachfolgend wiedergegeben:

Auswertungsaspekt (1) "Aktive Beteiligung der Lernenden":

Liegt ein geeignetes Anforderungsniveau vor? Sind die Lernenden durchgehend motiviert? Zeigen sie Interesse an den Lerngegenständen? Erhalten die Lernenden informative Rückmeldungen über ihre Arbeitsweise durch den Lehrer als Experten? Werden bestehende Interessen berücksichtigt? Werden positive emotionale Erlebnisse ermöglicht?

Auswertungsaspekt (2) "Selbststeuerung und Selbstkontrolle":

Sind die Lernenden in der Lage, ohne äußere Hilfe in die Aufgabenbearbeitung einzusteigen? Steuern und kontrollieren die Lernenden ihre Lernprozesse immer auch selbst? Können die Lernenden den Lernprozeß möglichst eigenständig durchlaufen? Können sich die Lernenden Hintergrundinformationen selbst erarbeiten und neue Inhalte erschließen? Nehmen die Lernenden eigene Kompetenzen wahr, bilden sie Selbstwirksamkeitserwartungen aus und halten sie ihr Selbstwertgefühl aufrecht?

Auswertungsaspekt (3) "Konstruktives Lernen":

Können die Lernenden ihr Vorwissen in den Lernvorgang einbringen? Werden neue Wissensstrukturen aufgebaut, und mit bereits bestehenden vernetzt? Können die Lernenden veränderte oder neu entstandene Wissensstrukturen in unterschiedlichen Situationen und neuen Kontexten zum Einsatz bringen? Werden Fehler besprochen und korrigiert?

Auswertungsaspekt (4) "Situatives Lernen":

Werden Wissen und Fertigkeiten in Kontexten erworben, die realen Anwendungsmöglichkeiten des Gelernten entsprechen oder zumindest nahekommen? Erfahren die Lernenden die Bedeutung und den Anwendungsbezug der erworbenen Kenntnisse? Werden verschiedene Beispiele und unterschiedliche Perspektiven der beruflichen Praxis herangezogen?

Auswertungsaspekt (5) "Soziales Lernen":

Sind Aufgaben und Problemstellungen so beschaffen, daß sie Kooperation und Kommunikation erforderlich machen? Unterstützen sich die Lernenden gegenseitig? Bestehen Möglichkeiten, Anreize und Anleitungen für verbale Austauschprozesse, bei denen die Artikulation eigener und das Aufnehmen anderer Gedanken gefördert werden? Betrachten sich die Interagierenden (Schüler als auch Lehrer) als gleichberechtigte Partner?

Dieser Auswertungsschritt zielt entsprechend dem Frageinteresse auf eine beschreibende, übergreifende und zusammenfassende Bewertung der im Unterrichtsvorhaben stattfindenden Lernprozesse vor dem Hintergrund der oben vorgestellten Prozeßmerkmale. Der Analyseschritt wird vom Autor dieser Arbeit, unterstützt durch eine pädagogisch und fachlich geeignete Person durchgeführt, die im höheren Semester für das Lehramt an beruflichen Schulen studiert und eine einschlägige Berufsausbildung absolviert hat. Sie wurde ausführlich geschult und mit dem erforderlichen Theoriehintergrund vertraut gemacht. Weiter vermittelten ihr mehrere Unterrichtsbesuche einen Einblick in Konzeption und Verlauf des beobachteten Unterrichts.

Die kriterienorientierte Lernprozeßanalyse betrachtet in einem ersten Zugriff einzelne Unterrichtstage und Lernsequenzen, um zu differenzierten und begründbaren Aussagen zu gelangen. Hierzu wird der Lernverlauf der Schüler auf die einzelnen Unterrichtstage bezogen analysiert und mit Blick auf die oben vorgestellten Prozeßmerkmale beurteilt. Da für den gesamten Beobachtungszeitraum fünf ähnlich konzipierte Lerneinheiten vorgesehen sind (siehe Kapitel 5.2 u. 9.1.2)

und der Unterricht als Gesamtvorhaben betrachtet werden soll, bietet sich eine zusammenfassende Darstellung der festgestellten Merkmale an. Ein zweiter Zugriff faßt daher gewonnene Einblicke in einzelne Lernsequenzen zu dem in Kapitel 9.1.3 präsentierten Ergebnisteil zusammen. Auf eine Präsentation der Ergebnisse der einzelnen Auswertungsschritte (vgl. STÜCKLE 1997) wird verzichtet. Hier sind zwar sehr detailliert Einzelaspekte aufgezeigt, die der übergreifenden, kriterienorientierten Lernprozeßanalyse vorausgehen. Da diese jedoch in eine übergreifende Beurteilung münden, ist ihre Darstellung, die zudem den Rahmen der vorliegenden Arbeit sprengen würde, nicht erforderlich.

Für diese Analyse des Unterrichts werden die jeweiligen Unterrichtstage und Lernsequenzen auf die Einlösung von konstruktivistischen Prozeßmerkmalen hin untersucht. Eine wichtige Datengrundlage hierfür ist die Verlaufsbeschreibung des Unterrichts. Daneben fließen alle weiteren Datenquellen und Ergebnisteile vorausgehender Analyseschritte ein (siehe Übersicht 7.1). Der Autor dieser Arbeit und die bereits vorgestellte Fachkraft lesen im Auswertungsvorgang unabhängig voneinander die entsprechenden Sequenzen der Unterrichtsdokumentation (siehe als Beispiel Kapitel 9.1.1) und weitere, hierauf bezogene und bereits vorliegende Ergebnisteile aus vorausgehenden Auswertungsschritten. Dieser Sichtungsprozeß schält einzelne Schritte des Lernvorgehens entsprechend dem Frageinteresse heraus (siehe Anhang, S. 308 u. Stückle S. 31ff.). Das Herausfiltern des merkmalsbezogenen Lernverlaufes der Schüler erfordert ein tiefgehendes Verstehen der Untersuchungssituation und führt auf dieser Grundlage zu umfassenden und begründbaren Aussagen über den Lernprozeß. Auf diesem Weg entstehen zwei eigenständige Ergebnisansätze, die sich auf ein intensives Auseinandersetzen mit dem Datenmaterial gründen. Sie werden in einem die Ergebnisse vergleichenden Gespräch zum Konsens gebracht.

Die Beurteilung der einzelnen Lerneinheiten wird anschließend in eine übergreifende Beurteilung zusammengefaßt, die bezogen auf die vorgestellten Prozeßmerkmale eine Gesamtbeurteilung des Unterrichtsvorhabens liefert. Hierbei werden die bisherigen Einzelbeurteilungen berücksichtigt, ihre Einzelergebnisse zu Ergebnistendenzen gebündelt und soweit möglich auf das Gesamtvorhaben erweitert und verallgemeinert. Diese in einem weiteren Konsensfindungsgespräch bestätigten übergreifenden und allgemein zutreffenden Aussagen zu den oben vorgestellten Lernprozeßkriterien aus konstruktivistischer Sicht werden als Ergebnisse dieses Auswertungsschritts schriftlich fixiert und in Kapitel 9.1.3 vorgestellt.

7.4 Methodenreflexion

Das nachfolgende Kapitel will das methodische Vorgehen bei der Verlaufsuntersuchung des Unterrichts in der Erhebungssituation, bei der Datentransformation und Datenauswertung einer kritischen Reflexion unterziehen. Betrachtet werden sollen dabei vor allem aufgetretene Probleme sowohl konzeptions- als auch durchführungsbezogen, ihre Ursachen und mögliche Auswirkungen auf die Forschungsergebnisse. Damit will dieser Abschnitt einen Beitrag leisten, die Güte der vorliegenden Untersuchung näher zu beleuchten und transparent zu machen. Obwohl die vorliegende Untersuchung auf Erfahrungen vorausgehender Forschungsansätze im Rahmen des Modellversuchs 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' zurückgreifen konnte

(vgl. z.B. GLÖGGLER 1997 u. TENBERG 1997) und soweit möglich die dort gemachten Erfahrungen berücksichtigte und in den Untersuchungsansatz einbezog, bedürfen durch unterschiedliche äußere Rahmenbedingungen und eigenständige Zielstellungen des Forschungsvorhabens die aufgetretenen Probleme einer kurzen Thematisierung.

7.4.1 Methodenreflexion zur Erhebungssituation

Aufgrund der vorgefundenen räumlichen Gegebenheiten konnte die beobachtete Schülergruppe und der gesamte von ihr eingenommene Arbeitsbereich von der eingesetzten Kamera optisch relativ gut bis ins Detail erfaßt werden. Geringe Probleme entstanden bei der Tonaufzeichnung zum einen durch hohe Nebengeräusche im Unterrichtsraum durch die druckluftbetriebenen Steuerungstechnik-Bauteile. Weiter war im relativ großen Arbeitsbereich der Schüler (siehe Übersicht 7.3) das eingesetzte, qualitativ hochwertige Mikrofon zwischen dem Theorie- und Praxisbereich über den Schülern angebracht, um Gespräche aus beiden Bereichen aufzeichnen zu können. Durch diese Kompromißlösung war es manchmal zu weit von den Schülern entfernt und konnte einzelne, leise Gesprächssequenzen nicht erfassen. Zwei Mikrofone hätten die Auswertungsarbeit und den gerätetechnischen Aufwand jedoch zusätzlich erheblich erschwert, ohne die Qualität der audiovisuellen Rohdaten bedeutend zu steigern. Da die Schüler während des Unterrichts ausschließlich im erfaßbaren Arbeitsbereich agierten und der Lehrer bei seinen Eingriffen zu ihnen hinzu kam, konnte die für ein Verständnis des Unterrichts wichtige Konversation der Beteiligten insgesamt gut aufgenommen werden.

Ein höherer gerätetechnischer Aufwand, wie z.B. der Einsatz von Körpermikrofonen, der zu einer lückenlosen und präzisen Dokumentation der Gespräche erforderlich wäre, oder der Einsatz einer zweiten Kamera zum parallelen Erfassen von Gesamtansicht und Detailansichten, hätte nicht zwingend zu einer höheren Güte der erhobenen Daten beigetragen. Zwar hätten sich dadurch noch umfassendere Datenmengen gewinnen lassen, doch führt ein Maximum an Informationen nicht zwangsläufig zu einer Qualitätsverbesserung dieser Daten, da damit auch eine stärkere Beeinträchtigung der beobachteten Situation einhergeht. Unter Beachtung des Gütemerkmals der Realitätshaltigkeit (siehe Kapitel 6.3) wurde daher eine geringstmögliche Beeinflussung der Erhebungssituation und der darin handelnden Personen angestrebt und mit einem Kamera- und Mikrofonstandort, der die Schüler nicht ständig und unmittelbar mit der Aufzeichnungssituation konfrontiert, versucht, dieser Forderung einigermaßen Rechnung zu tragen. Es zeigte sich, daß die Schüler insbesondere zu Beginn der Aufzeichnungen von der auf sie gerichteten Kamera beeinflusst wurden, sie sich nach einigen Erhebungstagen jedoch kaum mehr um das Aufzeichnungsgerät kümmerten. Es muß jedoch auch hier immer eine zumindest geringe Beeinflussung durch die anwesenden Forscher angenommen werden.

Die audiovisuelle Datenerhebung wurde durch eine unstrukturierte schriftliche Beobachtung begleitet, die sich an grob formulierten Beobachtungsaufgaben ausrichtete. Ein Begleitprotokoll anhand von vorformulierten Kategorien hätte zwar zu einer höheren Strukturierung der Beobachtungen geführt, jedoch hätte dadurch zwangsläufig ein breites Spektrum an Beobachtbarem nicht erfaßt werden können.

Während der Beobachtung waren beide Untersucher ständig mit Selektions- und Fokussierungsaufgaben für die Wahl ihres Beobachtungsschwerpunkts konfrontiert, da von ihnen immer

nur ein Ausschnitt der Gesamtsituation erfaßt werden konnte. Die gewonnenen Daten stellen somit bereits eine Vorselektierung der vorgefundenen sozialen Wirklichkeit dar. Um die Abbildungsleistung und die Realitätshaltigkeit der erhobenen Daten im Hinblick auf das Forschungsinteresse möglichst hoch zu halten, fand eine ausführliche Beobachterschulung statt. Beide Beobachter waren gehalten, sich bei der Wahl ihrer Schwerpunkte auch während der Erhebung abzustimmen, um eine möglichst große Ausschnittsbreite zu erfassen.

Weitere Einflüsse auf die Erhebungssituation traten durch die, wenn auch meist geringe Teilnahme der Forscher am Unterrichtsgeschehen auf. Trotz dem Bemühen um Zurückhaltung und größtmögliche Passivität ließ es sich nicht umgehen, mit den Schülern in Kontakt zu treten um ihnen geforderte Hilfestellungen oder Informationen zu geben. Eine Verweigerung der Untersucher in dieser für die Schüler natürlichen Kommunikationssituation erschien nicht sinnvoll. An einem Unterrichtstag vertrat einer der Forscher den Lehrer und übernahm die Moderation des Unterrichts. Da der Unterricht in dieser Phase sehr stark schüler selbstgesteuert verlief, konnte festgestellt werden, daß dieser Forschereingriff zu keiner einschneidenden Veränderung der Erhebungssituation führte. Die Schüler akzeptierten diese Vertretung problemlos und zeigten ein Arbeitsverhalten wie gewohnt.

Da bei jeder sozialen Interaktion Sympathie oder Antipathie zwischen den Interaktionspartnern entsteht, wurde versucht, diese Einflüsse auf den Forschungsprozeß möglichst gering zu halten. Hierzu wurden die erstellten Begleitprotokolle nach Stundenende vom zweiten Beobachter gegengelesen, um einer einseitigen, subjektiven Wahrnehmung entgegenzuwirken. Inwieweit diese Aspekte bezüglich der Schülereinstellung zu den Forschern den Unterrichtsverlauf beeinflusste, ließ sich nicht feststellen.

7.4.2 Methodenreflexion zur Datentransformation

Die Verschriftung der Rohdaten in ein tabellarisches Verlaufsprotokoll nahmen die bereits an der Datenerhebung beteiligten Personen vor. Dadurch sollte eine möglichst realitätsgerechte Datentransformation sichergestellt werden. Bei dieser Umsetzung aufgetretene Probleme resultieren aus der umfassenden Rohdatenmenge, die weiter selektiert und zusammengefaßt werden mußte. Die dabei ablaufenden Prozesse führen zu einer weiteren Ausschnittsbildung. Um die Qualität dieser Abbildung möglichst hoch zu halten, wurden sämtliche Vertextungsschritte einer Person jeweils von zwei weiteren Personen überprüft. Besonderes Augenmerk lag dabei auf einer möglichst interpretationsfreien Beschreibung der vorgefundenen Situationen. Die gesetzten Maßstäbe, nur handlungsnahe bzw. interaktionsnahe Begriffe zu verwenden, konnten größtenteils eingehalten werden. Jedoch erforderten Situationen, die aus der reinen Beschreibung nicht sinnentsprechend dokumentiert werden konnten, eine Überschreitung dieser Vorgaben.

Dieses Problem unvermeidlicher interpretativer Anteile offenbart sich in der qualitativen Forschung häufig. Die vorliegende Arbeit ist sich daher bewußt, daß alle Zugriffe auf den Forschungsgegenstand immer auch subjektiven Einflüssen unterliegen. Durch ein regelgeleitetes Vorgehen und weitestmögliche Offenlegung und Dokumentation des Forschungsvorgehens sollen diese Einflüsse verringert und für Außenstehende transparenter werden.

Eine Möglichkeit, die Gefahren einer Um-, bzw. Überdeutung oder Fehlinterpretation aufzufangen, bestünde in einer kommunikativen Validierung des erstellten Textmaterials. In der

vorliegenden Untersuchung konnte dies jedoch aufgrund der erforderlichen Zeit für die äußerst arbeitsintensive Umsetzung der großen Menge an Daten und die zum Teil bereits länger zurückliegenden Aufzeichnungstage nicht erfolgen.

7.4.3 Methodenreflexion zur Datenauswertung

Die Auswertungsschritte zur Verlaufsuntersuchung des Unterrichts führten zu drei eigenständigen Ergebnisteilen. Sämtliche Auswertungszugriffe wurden dabei ständig von mehreren Personen gegenseitig überprüft, um subjektiv verengte Einzelsichtweisen abzumildern. Die Dokumentation des Unterrichts als beschreibender Text entstand mit der Vorgabe, möglichst wenig interpretierend den vorgefundenen Unterricht abzubilden. Trotzdem konnte dies nicht ohne den subjektiven Erfahrungs- und Wahrnehmungshintergrund der Auswerter erfolgen, da ein solcher Prozeß immer durch die Subjektivität der Auswerter beeinflußt wird. Um diesen Anteil möglichst niedrig zu halten, wurde die Beschreibung von drei Personen erstellt und von weiteren Personen ausschnittsweise überprüft.

Für die inhalts- und ablauforientierte Unterrichtsanalyse, die unabhängig von zwei Personen vorgenommen wurde, bildeten Fragenkomplexe, die aus dem Forschungsinteresse der vorliegenden Arbeit abgeleitet wurden, einen Orientierungsrahmen. Die Abgrenzung der gewählten Analyseeinheiten entsprach den konzeptionellen und organisatorischen Vorgaben des Unterrichts und ergaben sich daher zwangsläufig. Die übergreifende Auswertung faßt diesen Ergebnisteil zusammen und rundet ihn ab.

Die kriterienorientierte Lernprozeßanalyse, die ebenfalls unabhängig von zwei Personen vorgenommen wurde, entnahm ihre Bewertungskategorien einem theoretischen Ansatz zum Wissenserwerb. Um einer Einseitigkeit dieser Theorie vorzubeugen, wurden unterschiedliche Vertreter ihrer Diskussion berücksichtigt und ihre Sichtweisen integrativ zusammengeführt. Die zur Prozeßanalyse verwendeten Kriterien eröffneten einen detaillierten, umfassenden und expliziten Einblick. Sie ermöglichten Aussagen bezüglich eines Unterrichts, dessen Ablauf vorwiegend durch soziale und fachliche Interaktionen und Handlungen stattfindet und sich nicht ausschließlich in einer Lehrer-Schüler-Interaktion oder Lehrer-Medien-Interaktion ausdrückt. Weiter erwies sich die Fundierung dieser Merkmale im Zusammenhang mit pädagogisch-psychologischen Voraussetzungen konstruktivistischen Wissenserwerbs bei der nachfolgenden Interpretation als sehr hilfreich.

Die Ergebnisteile, die aus einzelnen Auswertungsschritten hervorgingen, stehen nicht auf einer sich ständig verengenden Datenbasis, da je nach Frageinteresse auf alle vorhandenen Datenquellen zurückgegriffen wurde. Aus Gründen der Arbeitsökonomie, insbesondere aber aufgrund der für die Auswertungsschritte 2 und 3 erforderlichen Vorleistung, wie z.B. dem Herausarbeiten des Sinngehaltes und der Zusammenhänge einer Bearbeitungssequenz, wurde jeweils auf die für das Frageinteresse am besten geeignete Daten- oder Ergebnisbasis zurückgegriffen.

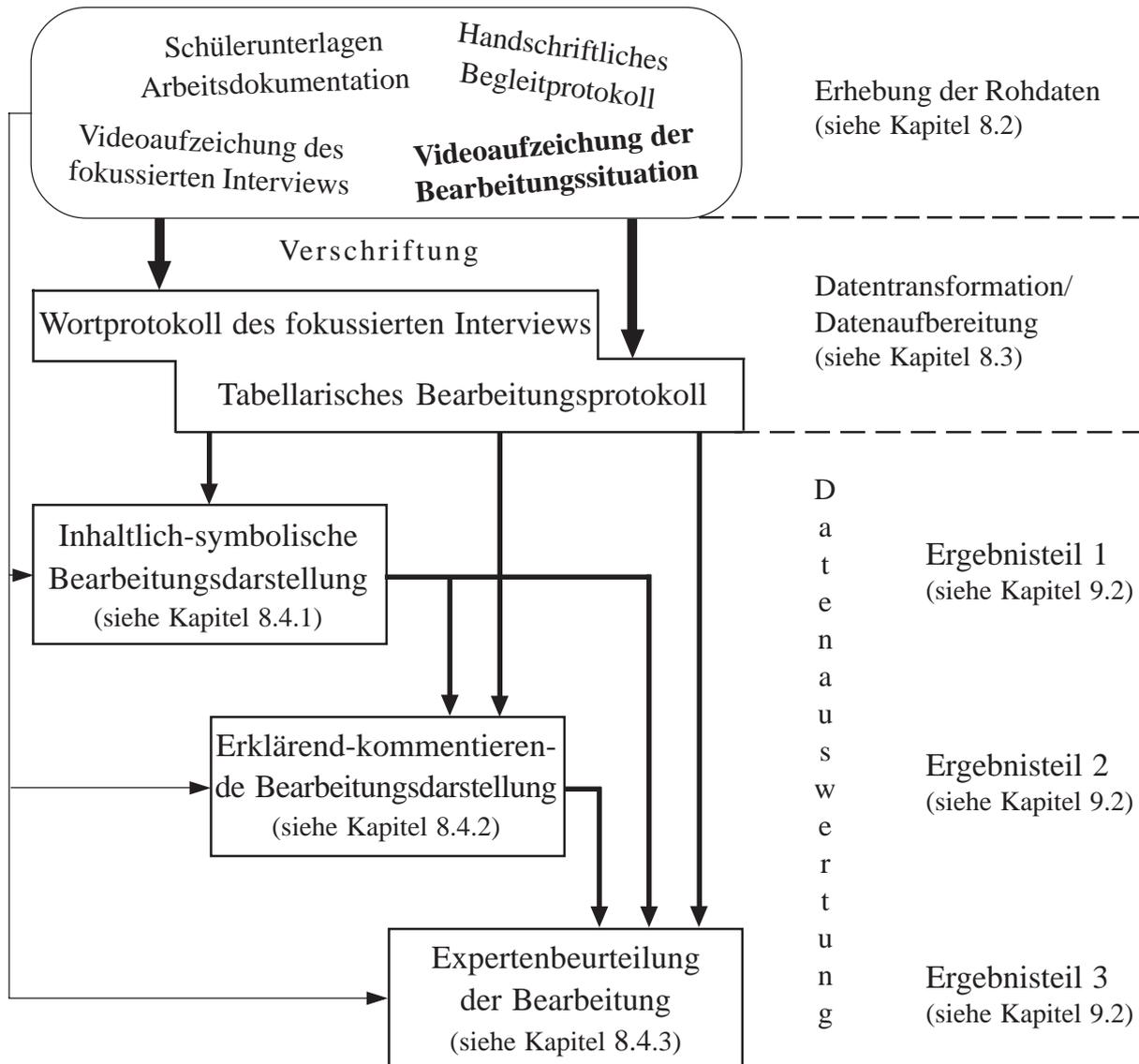
8 Untersuchung zum Lösungsvorgehen von Schülern bei einer Handlungsaufgabe

Kapitel 8 beschreibt das Vorgehen eines Forschungsansatzes, der dokumentiert und beurteilt, wie Schüler eine berufsnahe Handlungsaufgabe bearbeiten. Die Untersuchung nimmt der Autor dieser Arbeit im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' durch die Technische Universität (TU) München vor. Kapitel 8.1 geht dabei auf die Entwicklung der Aufgabenstellung ein, die in Anlehnung an die zuvor an der Staatlichen Berufsschule Weilheim in einem fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht vermittelten Lerninhalte konstruiert wird. Kapitel 8.2 beschreibt die vielschichtige Datenerhebung. Kapitel 8.3 stellt den Umwandlungsprozeß der gewonnenen Rohdaten in eine weiter verwertbare Form vor. Kapitel 8.4 zeigt, wie die transformierten Daten ausgewertet werden. Kapitel 8.5 problematisiert in einer Methodenkritik dieses Forschungsvorgehen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung stellt Kapitel 9.2 vor.

Der Untersuchungsansatz zielt mit seinen Forschungsfragen (siehe Kapitel 2.3.3) auf eine Darstellung des Schülervorgehens bei der Aufgabenbearbeitung. Dabei ist von Interesse, ob die Schüler in der Lage sind, diese unterrichts- und berufsnahe Handlungsaufgabe zu lösen, welchen Weg sie beschreiten und inwieweit sie dabei fachgerecht vorgehen. Den methodologischen Hintergrund und die dieser Untersuchung zugrundeliegenden methodischen Grundüberlegungen stellt Kapitel 6 vor. Die Organisation und Konzeption des vorausgehenden Unterrichts beschreibt Kapitel 5. Den Untersuchungsverlauf mit einer inhaltlich-ablauforientierten und lernprozessualen Analyse spiegelt Kapitel 9.1.

Übersicht 8.1 auf der nachfolgenden Seite zeigt das Vorgehen bei der Datenerhebung, -aufbereitung und -auswertung im Überblick. Die erhobenen, ungeordneten Rohdaten umfassen unterschiedliche Datenarten (siehe Kapitel 8.2), von denen der Videoaufzeichnung der Bearbeitungssituation eine zentrale und tragende Rolle zukommt. Die Verschriftung der äußerst vielfältigen und umfassenden Rohdaten als Datentransformations- und -aufbereitungsschritte führt in zwingend erforderlichen Reduktionsschritten zu einem tabellarischen Bearbeitungsprotokoll und einem Wortprotokoll des fokussierten Interviews (siehe Kapitel 8.3). Das Bearbeitungsprotokoll bildet die beobachtete Vorgehensweise der Schüler möglichst realitätsnah ab und stellt für die weitere Auswertung eine zentrale Grundlage dar. Das Protokoll des fokussierten Interviews liefert Schüleraussagen zur Aufgabenbearbeitung, die dadurch näher erläutert wird und stellt für die Beurteilung ihrer Vorgehensweise eine wichtige Grundlage dar.

Wie Übersicht 8.1 zeigt, unterteilen sich die Datenauswertung (siehe Kapitel 8.4) und die daraus hervorgehenden Ergebnisteile für jede Gruppe (siehe Kapitel 9.2) in drei Bereiche. Da ein zentrales Ziel der Untersuchung das genaue Nachzeichnen des Bearbeitungsverlaufes ist, bildet ein erster Ergebnisteil (1) die Schülervorgehensweise anhand eines Ablaufdiagrammes weitgehend objektiv ab. Er greift dabei insbesondere auf das tabellarische Bearbeitungsprotokoll, falls erforderlich auch auf die vorhandenen Rohdaten und das fokussierte Interview zurück. Bisher verbal vorliegende Beschreibungen werden in Symbole überführt, die Handlungselemente und daraus hervorgehende Ergebnisse verdichtet repräsentieren. Durch diese Reduktion der umfang-



Übersicht 8.1: Vorgehen der Untersuchung zum Lösungsvorgehen von Schülern bei der Bearbeitung einer Handlungsaufgabe

reichen verbalen Daten wird die gezeigte Vorgehensweise in einer Gesamtübersicht zusammenhängend abgebildet, was eine verbale Beschreibung in dieser Form nicht leisten kann.

Ein zweiter Ergebnisteil (2) faßt den symbolisch detailliert abgebildeten Bearbeitungsablauf in einem weiteren Reduktionsschritt in eine verbal beschreibende Darstellung der einzelnen Handlungssequenzen zusammen. Die neue Qualität dieses Ergebnisteils ergibt sich aus der zusammenfassenden Erklärung und Kommentierung der Schülervorgehensweise bei der Aufgabenbearbeitung. Hierdurch werden Bedeutungsgehalt und Zusammenhänge der Bearbeitungssituation stärker herausgestellt. Die gewonnenen Ergebnisse filtern entsprechend dem Frageinteresse der Untersuchung in einem ersten Zugriff die vorliegenden Daten im Hinblick auf Qualitätsmerkmale der Bearbeitung. Zentrale Datengrundlage hierfür ist der vorausgehende Ergebnisteil (1) und das tabellarische Bearbeitungsprotokoll. Falls erforderlich wird auf das fokussierte Interview und alle weiteren vorhandenen Rohdaten zurückgegriffen.

Der dritte Ergebnisteil (3) stellt in einem zweiten, tiefergehenden Zugriff anhand einer Expertenbeurteilung die von den Schülern bei der Handlungsaufgabe gezeigte Bearbeitungsqualität bezogen auf ein fachgerechtes Vorgehen mit damit in Verbindung stehenden Wissens- und Handlungskomponenten heraus. Die vorausgehenden Ablaufdiagramme werden hierzu in einer verbalen Darstellung zusammengeführt. Zu diesem Auswertungsschritt können ebenfalls, wie bereits in den vorausgehenden, Daten aus allen weiteren vorliegenden Datenquellen entnommen werden. Ein Überblick über alle Gruppen mit quantifizierbaren Daten, wie z.B. die benötigte Arbeitszeit zur Aufgabenbearbeitung, rundet die Ergebnisse der Aufgabenbearbeitung ab.

8.1 Untersuchungsinstrument `Handlungsaufgabe`

Die in Kapitel 7 dargestellte Verlaufsuntersuchung einer Unterrichtskonzeption gewinnt ihre Daten in einer bestehenden und vom Forscher bezüglich Konzeption und Verlauf nicht beeinflussbaren Unterrichtssituation. Ergänzend dazu wird für die hier beschriebene Untersuchung des Lösungsvorgehens von Schülern bei der Bearbeitung einer berufsnahen Handlungsaufgabe nach Durchlaufen dieses Unterrichts eine Erhebungssituation konstruiert. Kapitel 8.1 beschreibt den Gegenstand der Aufgabenstellung, eine Biegevorrichtung zum Biegen von Haltewinkeln. Weiter sind hier Überlegungen zur Erhebungssituation, zur Aufgabenstellung sowie eine Beschreibung der Arbeitsaufgabe wiedergegeben.

8.1.1 Zielstellung und Ausgangslage

Einer detaillierten Untersuchungsplanung der vorliegenden Arbeit geht, wie in Kapitel 2.2 beschrieben, die Absicht voraus, neben einer Unterrichtsanalyse auch Aspekte seiner Lernwirkung zu untersuchen. Dies soll im Hinblick auf eine mögliche Übertragung von Lerninhalten des Unterrichts auf eine Berufssituation hin erfolgen. In der hier vorliegenden Forschungsarbeit folgt daher der Unterrichtsevaluation eines fächerübergreifenden und handlungsorientierten Elektropneumatikunterrichts eine berufstypische Aufgabenstellung, um das Vorgehen der Schüler bei der Aufgabenlösung zu untersuchen. Die Aufgabenstellung soll dabei eine hohe Praxisnähe aufweisen und gleichzeitig wichtige Inhalte des evaluierten Unterrichts aufgreifen.

Im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs `Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule` besteht mit mehreren im Modellversuch integrierten Schulen eine enge Zusammenarbeit. Auf der Suche nach einer passenden, berufsnahen Aufgabenstellung zur Überprüfung von Kenntnissen aus dem Bereich der Elektropneumatik fand sich an der Staatlichen Dr.-Georg-Schäfer-Berufsschule in Schweinfurt ein geeigneter Ansatz für eine Aufgabenstellung. Hier war eine elektropneumatische Biegevorrichtung zum Biegen von Blechstreifen vorhanden, die ca. 1980 an der Schule für die Techniker-Ausbildung gebaut und für Materialprüfungszwecke eingesetzt wurde. Später wurde die Biegevorrichtung in Schweinfurt im Berufsfeld Elektrotechnik eingesetzt und als funktionsfähige elektrische Steuerungsaufgabe mit einer Spannung von 220 Volt betrieben. Aufgrund einiger veralteter Bauteile des Steuerungsteils der Apparatur wurde die Elektropneumatikanlage seit einigen Jahren nicht mehr im Unterricht

eingesetzt. Aufgrund ihres mechanischen Aufbaus und der damit verbundenen Berufsnähe erschien diese Apparatur für die beabsichtigte Handlungsaufgabe geeignet. Sie konnte entliehen, modifiziert und für die hier dokumentierte Forschung aufbereitet werden. Die modifizierte Anlage und die daraus hervorgegangene Aufgabenstellung einer elektropneumatisch gesteuerten Biegevorrichtung beschreiben die nächsten beiden Kapitel.

8.1.2 Aufbau und Funktionsweise der Biegevorrichtung

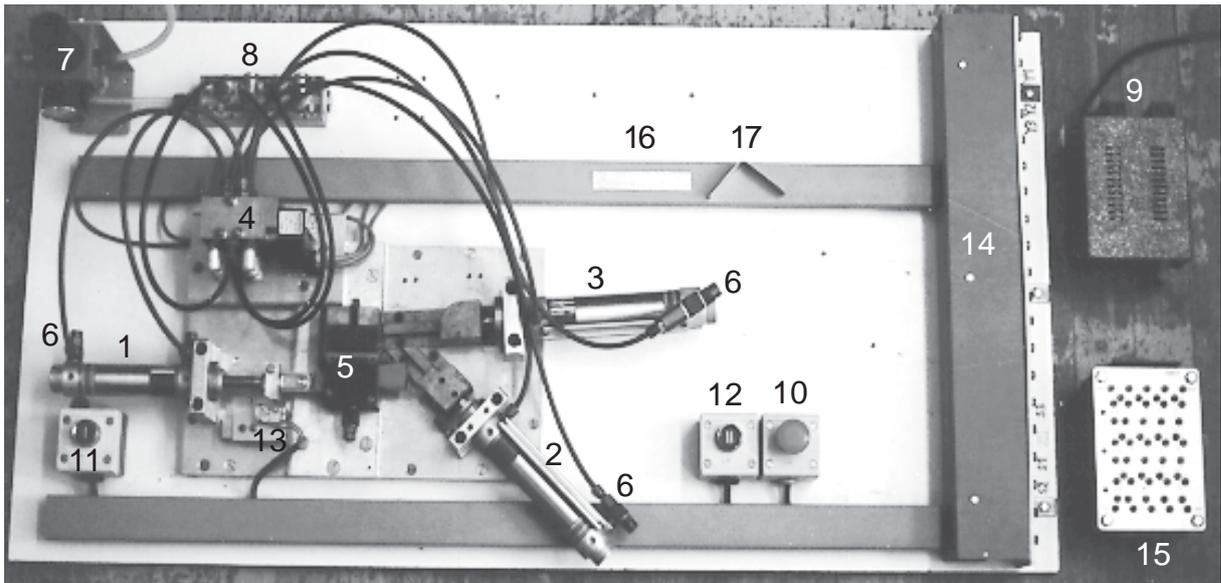
An der ursprünglich vorgefundenen Biegevorrichtung waren in einigen Punkten Veränderungen erforderlich, um sie für die beabsichtigte Handlungsaufgabe in Anlehnung an den beobachteten Unterricht einsetzen zu können. Eine Beschreibung der notwendigen Modifikationen ist zur Veranschaulichung und zum Verständnis des Einsatzzustandes der Apparatur für die Handlungsaufgabe nicht erforderlich. Übersicht 8.2 auf der folgenden Seite zeigt die Biegevorrichtung nach den Veränderungen in der Form, wie sie der berufsnahen Handlungsaufgabe als Bearbeitungsgegenstand dient. Die Anlage befindet sich in der Abbildung in unverkabeltem Grundzustand. Die Druckluftleitungen sind komplett angeschlossen. Die Ansicht entspricht dem Blickwinkel bei der Bedienung der Anlage.

Ein 120 mal 60 Zentimeter großes Brett dient als Grundplatte für die Biegeapparatur. Auf der linken Hälfte des Brettes ist der mechanische Teil der Biegevorrichtung verschraubt. Auf einer Aluminium-Trägerplatte befinden sich drei Pneumatikzylinder (1,2,3) mit den zugehörigen Magnetventilen (4) zur Ansteuerung des Biegewerkzeugs (5). Dieses Werkzeug zum Spannen und Biegen der Blechstreifen wurde an der Berufsschule Schweinfurt hergestellt. Es entspricht in seiner präzisen und robusten Ausführung industrieller Werkzeugqualität. Weiter gehören zu diesem Teil der Anlage die an den drei Zylindern angebauten Zuluftdrosseln älterer Bauart (6) und ein mechanischer Grenztaster (13). Der Grenztaster entspricht industriellem Standard.

Die Versorgung der mit Druckluft betriebenen Anlage erfolgt über die Aufbereitungseinheit (7), die an eine externe Druckluftquelle angeschlossen wird. Vom Verteilerblock (8), der an die Aufbereitungseinheit angeschlossen ist, führen Druckluftleitungen zu den Magnetventilen (4) und weiter zu den Zylindern (1,2,3). Alle Pneumatikkomponenten sind industriell einsetzbare Bauteile der Firma Festo (Esslingen).

Ein handelsüblicher Transformator (9) liefert die Betriebsspannung von 24 Volt für den elektrischen Steuerungsteil der Vorrichtung. Ein Not-Aus-Schalter (10) ermöglicht, die Stromzufuhr im Gefahrenfall zu unterbrechen. Mit den Tastern S1 (11) und S2 (12) erfolgt die manuelle Signaleingabe durch eine Bedienungsperson. Die elektrischen Verkabelungen der Signaleingabeglieder und der Magnete zur Ansteuerung der Magnetventile (4) sind in zwei Kabelschächten verlegt, die zur Steckleiste (14) führen. Von dort können diese mit einem Relaiskasten (15) und der Spannungsversorgung weiter verkabelt werden.

Mit der abgebildeten Apparatur lassen sich Blechstreifen (16) rechtwinklig biegen (17). Hierzu muß der Blechstreifen in die Biegevorrichtung (5) eingelegt werden. Ein durch Einfahren eines Zylinders (1) betätigter Spannkeil fixiert den in die Werkstückaufnahme eingelegten Blechstreifen. Ein weiterer Zylinder (2) muß danach ausfahren und mit seinem Biegestempel den Blechstreifen in einem Winkel von ca. 45° vorbeugen. Beim Einfahren dieses Zylinders fährt ein



Übersicht 8.2: Biegevorrichtung in unverkabeltem Zustand

Komponenten der Biegevorrichtung:

- | | |
|--|----------------------------------|
| (1) Spannzylinder 1.0 | (10) Not-Aus-Schalter |
| (2) Vorbiegezylinder 2.0 | (11) Taster S1 |
| (3) Fertigbiegezylinder 3.0 | (12) Taster S2 |
| (4) Ventilblock mit drei 5/2-Wege-Magnetventilen | (13) mechanischer Grenztaster S3 |
| (5) Biegevorrichtung | (14) Steckleiste |
| (6) Drosseln | (15) Relaiskasten (Firma FESTO) |
| (7) Druckluftaufbereitungseinheit | (16) ungebogener Blechstreifen |
| (8) Druckluftverteilerblock | (17) fertiggebogener Blechwinkel |
| (9) Transformator | |

dritter Zylinder (3) aus und biegt mit seinem Biegestempel den Blechstreifen in seine Endform. Anschließend muß dieser Zylinder 3.0 wieder einfahren. Zylinder 1.0 gibt beim anschließenden Ausfahren den gebogenen Blechstreifen frei, der dann entnommen werden kann. Die Ein- und Ausfahrbewegungen von Zylinder 1.0 laufen zuluftgedrosselt und daher verlangsamt ab. Die Einfahrbewegungen der Zylinder 2.0 und 3.0 erfolgen aufgrund der baulichen Anlagenausführung ungedrosselt, die Ausfahrbewegungen sind zuluftgedrosselt.

8.1.3 Aufgabenstellung zur Biegevorrichtung

Die im vorausgehenden Kapitel und in Übersicht 8.2 vorgestellte Biegevorrichtung ermöglicht trotz ihres eingeschränkten anlagenspezifischen Funktionsumfanges verschiedenste Aufgabenstellungen unterschiedlicher Schwierigkeitsstufen und Komplexität. Nachfolgende Ausführungen beschreiben die Überlegungen und den Entwicklungsprozeß der Aufgabenstellung sowie die Aufgabenstellung selbst.

8.1.3.1 Vorüberlegungen und Vorbedingungen

Die in Kapitel 2.3.3 formulierten Forschungsfragen zum hier beschriebenen Untersuchungsansatz der vorliegenden Arbeit machen es erforderlich, eine berufsnaher Arbeitsaufgabe zu konstruieren, die von Schülergruppen im Anschluß an den von ihnen durchlaufenen Elektropneumatikunterricht bearbeitet werden sollte. In den Vorüberlegungen zu einer geeigneten Aufgabenstellung kristallisieren sich vor dem Hintergrund des in Kapitel 2 beschriebenen Untersuchungsinteresses folgende Grundbedingungen heraus, denen die Aufgabenstellung einer berufsnahen Handlungsaufgabe entsprechen soll:

- Berufsnähe (möglichst Industriekomponenten und Realteile)
- höherer Komplexitätsgrad als im Unterricht bearbeitete Aufgaben
- Nähe zu Unterrichtsinhalten
- Gruppenbearbeitung möglich und sinnvoll
- Spielräume bei der Aufgabenbearbeitung und Aufgabenlösung
- Aufgabenlösung sollte in maximal zwei Zeitstunden erfolgen können

Um die Wirkung des beobachteten Unterrichts im Hinblick auf seine Berufsrelevanz einschätzen zu können, ist eine Aufgabenstellung in einer möglichst berufsspezifischen und handlungsrelevanten Arbeitssituation für den Beruf des Industriemechanikers im Aufgabengebiet der Elektropneumatik erforderlich. Bedingung hierfür sind z.B. ein möglicher industrieller Anwendungsbereich der Anlage, der Einsatz von Industriekomponenten und ein präziser, funktionstüchtiger Ablauf der Anlage. Mit der in Kapitel 8.1.2 vorgestellten Biegevorrichtung sind diese Voraussetzungen nach geringen Modifikationen gegeben.

Eine berufsspezifische und handlungsrelevante Aufgabensituation eines Industriemechanikers im Bereich der Elektropneumatik bedingt in der Regel eine komplexe Aufgabenstellung, die den Komplexitätsgrad der Aufgaben des vorausgegangenen Unterrichts übersteigt. Wie Kapitel 5 zur Konzeption des Unterrichts beschreibt, arbeiten die Schüler dort an Schaltungen mit höchstens zwei anzusteuernenden Zylindern. Die Bearbeitungssituation an der Biegevorrichtung weist daher anhand der Aufgabenstellung und der geforderten Funktion der Anlage mit drei anzusteuernenden Zylindern eine höhere Komplexität auf als die im Unterricht bearbeiteten Schaltungen.

Damit Aussagen zu den im Unterricht gelernten und von den Schülern zur Aufgabenlösung herangezogenen Unterrichtsinhalten getroffen werden können, muß die Aufgabenstellung Problembereiche berühren, die im Unterricht behandelt werden. Diese sind anhand der Schwerpunkte der Leittexte oder Lernmodule aus Kapitel 5.2.2, Übersicht 5.6 und ihrer Lernziele auszuwählen.

Entsprechend den Lern- und Arbeitssituationen des Unterrichts sollte die Aufgabenbearbeitung in Partner- oder Gruppenarbeit erfolgen. Auch in der beruflichen Realität des Industriemechanikers ist isolierte Einzelarbeit eher selten. Meist können bei Bedarf Kollegen herangezogen oder Arbeiten im Team erledigt werden. Dem entspricht auch die Handlungsaufgabe. Sie läßt zudem alle gewünschten und vorhandenen Hilfsmittel zu. Die Aufgabenstellung soll bei entsprechender Berücksichtigung der fach- und sachgerechten Vorgehensweise nach Möglichkeit Spielräume innerhalb des Lösungsvorgehens offenhalten und nicht nur einen bestimmten, engen Lösungsweg zulassen.

Als Bearbeitungszeit für die Aufgabenlösung sind maximal zwei Zeitstunden vorgesehen. Zum einen soll dies den Schülern ermöglichen, während der vorgesehenen Zeit konzentriert zu arbeiten und eine starke vorzeitige Ermüdung vor der Aufgabenlösung verhindern. Außerdem sollen auch leistungsschwächere Gruppen in dieser Zeit zu einer Lösung gelangen können. Weiter muß im Hinblick auf die Aufzeichnungs- und Auswertungszeit beachtet werden, daß die gewonnenen Daten aufbereitet und ausgewertet werden müssen und daher vom Umfang im Rahmen zu halten sind.

8.1.3.2 Entwicklungsverlauf und Erprobung der Aufgabenstellung

Unter Berücksichtigung der in Kapitel 8.1.3.1 formulierten Vorüberlegungen und der Vorgaben durch die feststehende Mechanik der vorhandenen Biegevorrichtung entstand ein erster Entwurf für eine Aufgabenstellung. In einer ersten Vorerprobung mit Lehramtstudenten der Fachrichtung Metalltechnik zeigt sich, daß die in diesem ersten Aufgabenentwurf verlangte, komplette Schaltungsplanung und -realisierung für die drei anzusteuern Zylinder mit anschließendem Verkabeln der Anlage für die zu untersuchenden Berufsschüler zu schwierig und innerhalb des gesteckten Zeitrahmens nicht leistbar wäre.

Die nachfolgend bezüglich Schwierigkeitsgrad, Art und Umfang umgestaltete Aufgabenstellung wurde erneut mit Studierenden erprobt und in einem weiteren Testlauf an der Berufsschule Weilheim mit zwei Schülergruppen durchgeführt. Diese Aufgabe verlangt eine Funktionserweiterung der komplett verkabelten und funktionierenden Anlage. Die hieraus gewonnenen Erkenntnisse konkretisieren schließlich die Aufgabenstellung für die Erhebungsphase. Der daraus resultierende Erkenntnisstand führt zu einer Aufgabenstellung, bei der die Anlage den Schülern in teilverkabeltem Zustand vorgegeben wird. Ein zugehöriger Schaltplan dokumentiert den aktuellen Bau- und Verkabelungszustand der Anlage. Die Biegevorrichtung soll entsprechend einer vorgegebenen Funktionsbeschreibung fertig verkabelt werden, um danach Blechstreifen biegen zu können. Diese Aufgabenstellung, die im nächsten Kapitel näher vorgestellt wird, wurde erneut mit mehreren Gruppen von Studierenden in einer simulierten Erhebungssituation erprobt, reflektiert und bestätigt.

8.1.3.3 Aufgabenstellung

Die für die Datenerhebung der vorliegenden Untersuchung (siehe Kapitel 8.2) eingesetzte Aufgabenstellung an der Biegevorrichtung entwickelte sich aus den in Kapitel 8.1.3.1 formulierten Vorbedingungen und einer anschließenden Erprobungsphase mit verschiedenen Aufgabenmodifikationen im Vorfeld der Untersuchung. Die jeweiligen Aufgabenversionen wurden in Erprobungszyklen getestet und anhand der daraus abgeleiteten Erkenntnisse verändert und

optimiert. Die Erfahrungen und Ergebnisse der Vorerprobungen tragen entscheidend zur Festlegung der konkreten Aufgabenstellung, ihres Schwierigkeitsgrades und ihres Umfangs bei.

Die Aufgabenstellung der Handlungsaufgabe (siehe Übersichten 8.3 und 8.4 weiter unten) gibt den Schülergruppen eine teilverkabelte Anlage vor. Sie ist entsprechend des Schaltplans in Übersicht 8.4 fehlerfrei und funktionsfähig verkabelt. Der Pneumatikteil der Apparatur ist komplett angeschlossen. Der vorgegebene Schaltungsteil der Biegevorrichtung soll von den Schülern fertiggestellt werden. Veränderungen sind nur im Steuerungsteil erforderlich (siehe Übersicht 8.5 weiter unten).

Die vorgegebene Aufgabe verfolgt zum einen das Ziel, daß die Schüler in eine bereits vorhandene Schaltung sich eindenken, sie erfassen und analysieren müssen. In der beruflichen Alltagssituation der untersuchten Schülergruppe nehmen nach Aussagen des unterrichtenden Lehrers und verschiedener betrieblicher Ausbilder Wartungs- und Instandsetzungsaufgaben einen großen Teil ihrer Tätigkeiten ein. Daher versucht die Aufgabe, bei der ein bereits vorhandener Schaltungsteil funktionsfähig vorliegt, diesem Aspekt entgegenzukommen und somit die Praxisnähe der Aufgabenstellung zu erhöhen.

Weiter sollen die Schüler in der Bearbeitungssituation ihre Fähigkeit nachweisen, Schaltungen selbst zu planen und aufzubauen. Der vorausgegangene Unterricht verfolgt in seiner konzeptionellen Ausrichtung besonders dieses Ziel, um den Schülern dadurch Logik und Funktionsweise von Schaltungen nahezubringen (siehe Kapitel 5.2). Entsprechend der Bedeutung dieses Unterrichtsziels und der dabei gewählten Vorgehensweise verlangt die vorgelegte Aufgabenstellung neben dem Erfassen einer vorhandenen Teilschaltung ebenfalls die Planung und Realisierung eines Schaltungsteils, um die Schaltung der Anlage funktionstüchtig zu ergänzen. Zudem sollen die Schüler ihre erstellte Schaltung mit Hilfe einer Anwendersoftware, die sie auch zum Simulieren und Testen der geplanten Schaltung verwenden können, dokumentieren.

Der Aufgabenbearbeitung geht eine Einweisung durch den Testleiter (Autor der vorliegenden Arbeit) voraus, mit der die Schüler auf den Test eingestimmt werden. In dieser Einweisung erhalten sie verschiedene Informationen, die sich auf die Bearbeitungssituation, den Verkabelungszustand der Anlage und zu berücksichtigende Sicherheitsaspekte beziehen. Die Textvorlage für das Einweisungsgespräch des Testleiters findet sich im Anhang, S. 309.

Auf dem Blatt 'Arbeitsaufgabe' (siehe Übersicht 8.3) erhalten die Schüler eingangs eine Kurzcharakterisierung der Anlagenfunktion und der Bedienung der Biegevorrichtung. Die anschließende Funktionsbeschreibung präzisiert die Bedienung und den Arbeitsablauf des Biegevorganges. Hierbei werden Tasterbetätigung und Zylinderbewegungen während des Biegens erläutert. Die nachfolgende Aufgabenstellung beschreibt die Arbeitsaufgabe der Gruppe und die Einstiegsbedingungen für die Bearbeitungssituation.

Bei der Kurzcharakterisierung der Biegeanlage (siehe Übersicht 8.3) will der Begriff 'Schraubwinkel' auf den konkreten Fertigungseinsatz der Apparatur hinweisen, um den Realitätsbezug der Aufgabenstellung zu verstärken. Die geforderte 'Zweihand-Betätigung' weist neben der Schaltung der Eingabeglieder S1 und S2 auf Sicherheitsaspekte während des Anlagenablaufs hin.

Die Funktionsbeschreibung enthält wichtige Informationen und Aufgabenbedingungen, die für die Aufgabenlösung beachtet werden müssen. Hierbei sind für eine korrekte Aufgabenlösung nachfolgend näher erläuterte Angaben wichtig und entsprechend aufgeführte Lösungsschritte

Arbeitsaufgabe

Mit der vorliegenden Apparatur sollen Schraubwinkel gebogen werden. Der Biegevorgang wird aus Sicherheitsgründen durch eine Zweihand-Betätigung ausgeführt.

Die Biegevorrichtung soll genau nach folgender Funktionsbeschreibung arbeiten:

Funktionsbeschreibung:

Ein Blechstreifen wird in die Spannvorrichtung eingelegt.

Nach dem gleichzeitigen Betätigen und Halten der beiden Taster S1 und S2 fährt Zylinder 1.0 ein und spannt dadurch den Blechstreifen.

Nach dem Spannen fährt Zylinder 2.0 aus und biegt den Blechstreifen vor.

Zylinder 2.0 fährt nach dem Vorbiegen wieder ein, gleichzeitig fährt Zylinder 3.0 aus und biegt den Blechstreifen fertig.

Nach dem Loslassen der beiden Taster S1 und S2 fährt der Fertigbiegezyylinder 3.0 in die Ausgangslage zurück. Der Spannzylinder 1.0 fährt aus und gibt den gebogenen Haltewinkel frei.

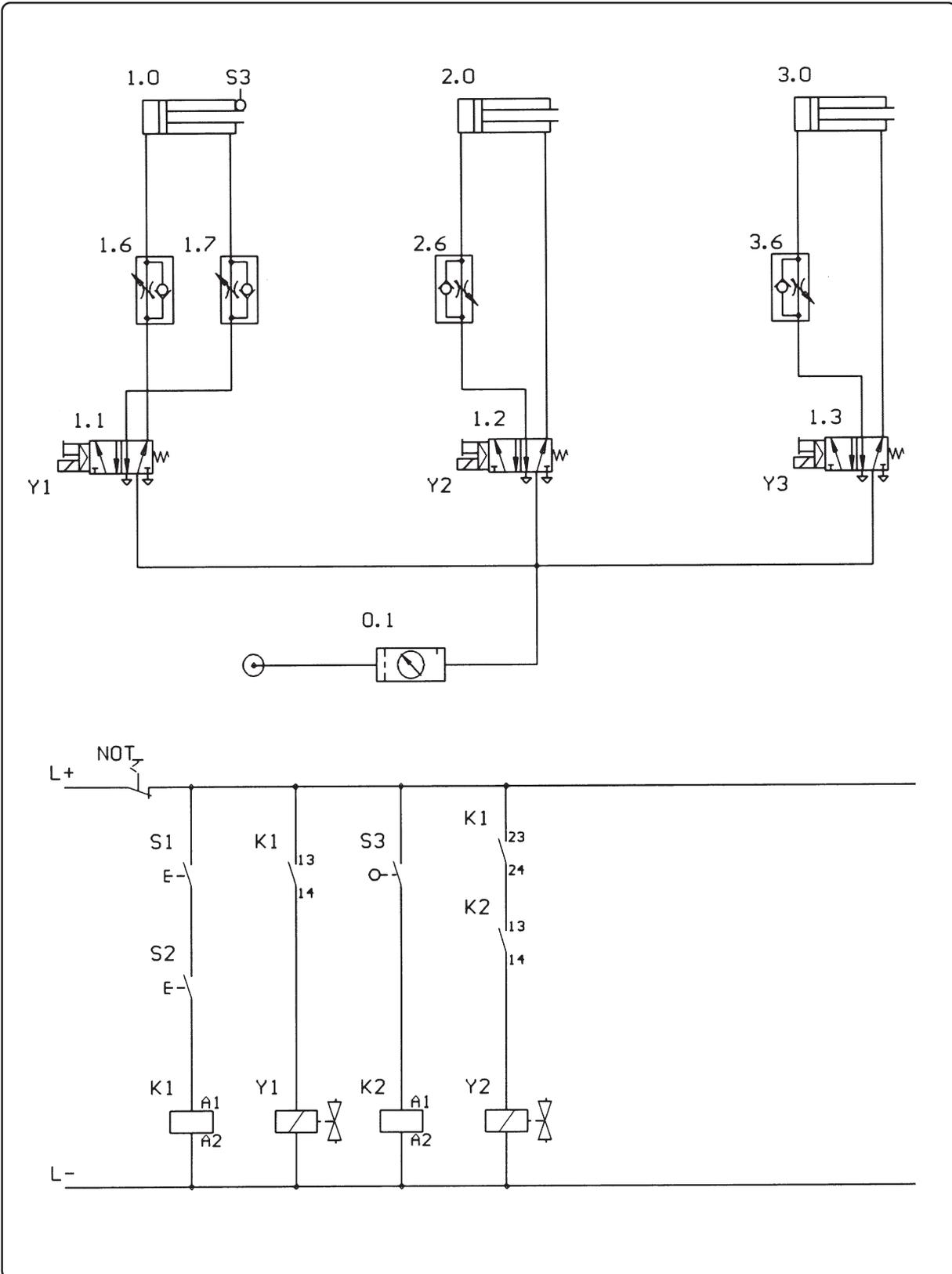
Dieser Ablauf soll nach jedem erfolgten Biegevorgang erneut ausgeführt werden können.

Aufgabenstellung:

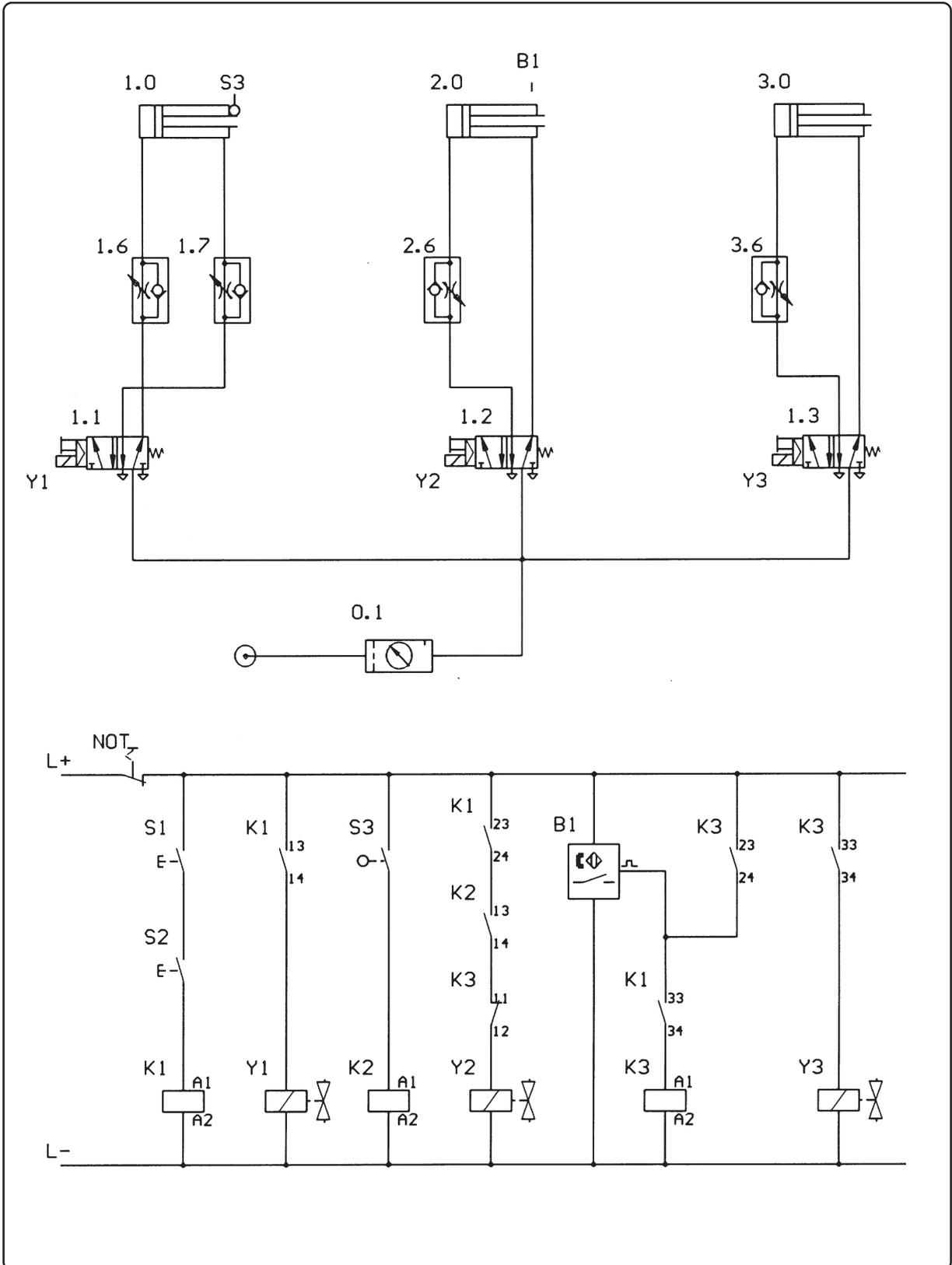
Die Biegevorrichtung ist von Ihrer Arbeitsgruppe so anzuschließen, daß der Arbeitsablauf der vorgegebenen Funktionsbeschreibung entspricht.

Der beiliegende Pneumatikschaltplan und Stromlaufplan zeigt den gegenwärtigen Stand der von Ihnen vorgefundenen Verkabelung mit der entsprechenden Funktion der Anlage.

Dokumentieren Sie ihre fertig verkabelte Anlage mit den von Ihnen vorgenommenen Veränderungen. Zeichnen Sie dazu mit SIMUCAD in die bereits vorliegende Dokumentation Ihre Ergänzungen ein (Schaltplan/Stromlaufplan in der Datei: BIEGEN.PNE), speichern und drucken Sie die Datei aus.



Übersicht 8.4: Schaltplan zur Arbeitsaufgabe



Übersicht 8.5: Schaltungslösung zur Arbeitsaufgabe

erforderlich. Bei diesen Erläuterungen beziehen sich die Bauteil- und Klemmenbezeichnungen auf die vorausgehenden Übersichten 8.3 bis 8.5.

Um den Biegevorgang zu starten, müssen beide in Reihe geschalteten Taster S1 und S2 betätigt und gehalten werden. Hieraus und in Verbindung mit der Information zur Zweihand-Bedienung (siehe Übersicht 8.3) ist erkennbar, daß während des gesamten Biegevorgangs beide Taster gehalten werden müssen. Das von ihnen angesteuerte Relais K1 bewirkt die Stromzufuhr zum Ventil Y1, wodurch Zylinder 1.0 zum Einfahren gebracht wird.

Zylinder 1.0 spannt bei der gedrosselten Einfahrbewegung ein eingelegtes Werkstück. Im Schaltplan wird nach DIN ISO 1219 eine Schaltung im Grundzustand gezeichnet. Dies hat hier zur Folge, daß Zylinder 1.0, obwohl er im Grundzustand der Anlage ausgefahren ist, im Schaltplan in Ausgangsstellung (eingefahren) dargestellt wird. Dies muß von den Schülern erkannt und auf die Anlage übertragen werden.

Beim Spannvorgang durch Zylinder 1.0 betätigt dieser in seiner hinteren Endlage einen mechanischen Grenztaster S3. Das gedrosselte Ausfahren und Vorbiegen von Zylinder 2.0 erfolgen nach dem Spannvorgang von Zylinder 1.0. Die Schüler sollen dabei erkennen, daß S3 als Signalglied für die Ausfahrbewegung von Zylinder 2.0 verantwortlich ist. Der Rollentaster S3 steuert ein Relais K2 an, das über einen Schließer die Stromzufuhr zum Ventil Y2 herstellt.

Bis zu diesem Punkt der Ablaufbeschreibung entspricht die vorverkabelte Anlage der gewünschten Funktion. Die weiteren, geforderten Funktionsschritte sind von den Schülern zu realisieren. Dabei ist Zylinder 2.0 zum Einfahren zu bringen. Er soll danach eingefahren bleiben. Gleichzeitig soll Zylinder 3.0 ausfahren. Diese Bewegung erfolgt gedrosselt. Zylinder 3.0 soll bis zum Loslassen der Taster S1 und S2 ausgefahren bleiben. Nach dem Loslassen der beiden Taster soll Zylinder 3.0 zurückfahren. Gleichzeitig fährt Zylinder 1.0 gedrosselt wieder aus, um nach dem ungedrosselten Zurückfahren von Zylinder 3.0 den gebogenen Haltewinkel freizugeben. Der Biegevorgang soll sich in gleicher Funktion wiederholen lassen.

Eine Lösung für diese geforderte Schaltungsfunktion gibt die Übersicht 8.5 wieder. Damit Zylinder 2.0 einfährt, muß seine vordere Endlage beim Biegevorgang durch einen Näherungsschalter erfaßt werden. An der Anlage lassen sich an die Zylinder 2.0 und 3.0 magnetische Näherungsschalter anbauen und justieren. Das Signal eines Näherungsschalters B1 steuert ein Relais K3 an und unterbricht mit einem Öffner die Stromzufuhr zum Ventil Y2.

Damit Zylinder 2.0 nach dem Zurückfahren nicht alterniert, da das Signal des Näherungsschalters beim Einfahren des Zylinders wieder erlöschen würde, ist dieses Signal durch eine Selbsthalteschaltung zu speichern (K3 Kontaktpaar 23/24).

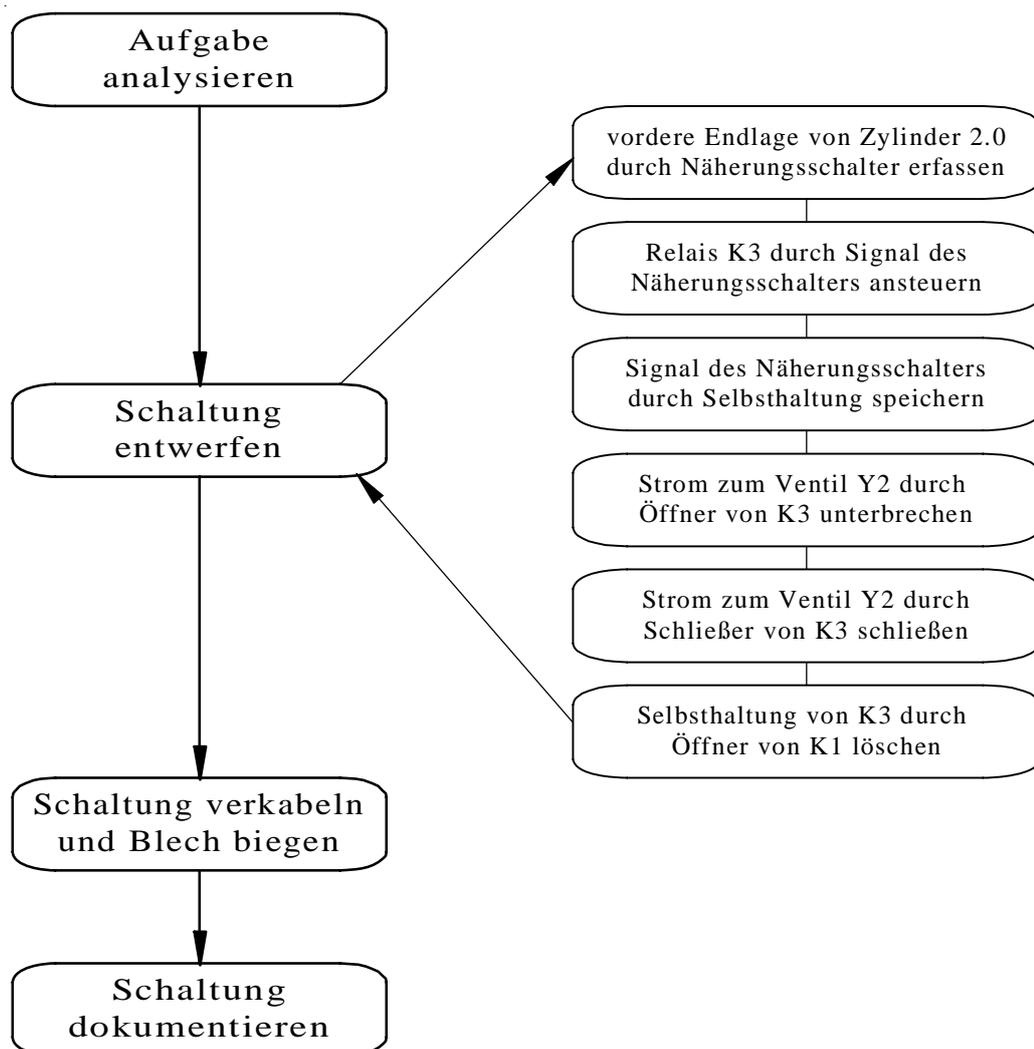
Das Ventil Y3 läßt sich ebenfalls durch Relais K3 ansteuern und über einen Schließer mit Strom versorgen, damit Zylinder 3.0 ausfährt.

Damit Zylinder 3.0 nach dem Loslassen der beiden Taster S1 und S2 wieder einfährt, muß das Signal der Selbsthalteschaltung durch einen Schließer von K1, der sich dabei öffnet, gelöscht werden. Die Unterbrechung des Stroms zum Ventil Y3 ließe sich auch durch einen davor geschalteten Schließer von K1 wieder unterbrechen. Jedoch ist das Löschen der Selbsthalteschaltung erforderlich, um den Biegeablauf mehrmals ausführen zu können.

Weiter bewirkt der in Übersicht 8.5 eingezeichnete Schließer K1 mit dem Kontaktpaar 23/24 ein sofortiges Zurückfahren von Zylinder 2.0 beim Loslassen der Taster S1 und S2 während des

Biegevorgangs. Ist dieser Schließer nicht eingebaut, fährt Zylinder 2.0 erst zurück, nachdem Zylinder 1.0 vom mechanischen Grenztaster S3 abgefahren ist.

Eine korrekte Bearbeitung der Aufgabenstellung ist in Übersicht 8.6 dargestellt. Ein fachgerechtes Lösungsvorgehen erfordert eine gründliche Analyse der Aufgabensituation. Dieser folgt eine schriftliche Planung der zu erstellenden Schaltung, die die aufgeführten Lösungsschritte enthalten muß (siehe auch die vorausgehenden Erläuterungen). Obwohl nicht alle Lösungsschritte zwingend in der aufgeführten Reihenfolge durchlaufen werden müssen, ist ihre Reihung sachlogisch und sinnvoll. Fehlende Pfeile zwischen den Lösungsschritten deuten jedoch an, daß einige Lösungsschritte auch in anderer Reihenfolge bearbeitet werden können. Die geplante und skizzierte Schaltung wird anschließend durch eine entsprechende Verkabelung der Bauteile umgesetzt. Eine abschließende Dokumentation der aufgebauten Schaltung belegt ihren Verkabelungszustand. Nachfolgende Übersicht 8.6 gibt die erforderlichen Bearbeitungsschritte in einem Ablaufdiagramm wieder. Begleitend zur Untersuchung des Lösungsvorgehens der Schülergruppen wurde auch das Lösungsvorgehen von Experten beobachtet. Ein Beispiel für eine fachlich korrekte Aufgabebearbeitung ist im Ergebnisteil zu diesem Forschungsansatz in Kapitel 9.2 abgebildet.



Übersicht 8.6: Idealisierte Vorgehensweise zur Aufgabenlösung

8.2 Datenerhebung

Kapitel 8.2 beschreibt die Datenerhebung zur Untersuchung `Handlungsaufgabe`. Eine Beantwortung der Forschungsfragen zu diesem Untersuchungsstrang erfordert ein detailliertes Nachvollziehen und ein darauf basierendes Verstehen des Lösungsvorgehens der Schüler bei der Aufgabebearbeitung. Aus diesem Grund wird ein möglichst breiter Zugang zum Schülervorgehen bei der Bearbeitung der Handlungsaufgabe gesucht. Vorgestellt werden neben den Rahmen- daten der untersuchten Schülergruppen die verschiedenen Arten der in diesem Forschungsansatz erhobenen Daten und die jeweilige Erhebungssituation. Methodische Begründungen zur angewandten Datenerhebung finden sich in Kapitel 6.

8.2.1 Rahmendaten der untersuchten Schülergruppen

Die Datenerhebung erfolgt im Anschluß an ein vorausgehendes und der Aufgabenstellung zugrundeliegendes Unterrichtsvorhaben (siehe Kapitel 5) in drei Erhebungszeiträumen jeweils am Ende eines Schulhalbjahres. Die getesteten Schüler haben zu diesem Zeitpunkt jeweils den in der Verlaufsuntersuchung (siehe Kapitel 7 und 9.1) beschriebenen und analysierten Elektropneumatikunterricht durchlaufen. An insgesamt sechs Aufzeichnungstagen bearbeiten 28 Schüler in

Erhebungszeitraum	Schülergruppen	Aufzeichnungstag
(I) 2. Schulhalbjahr 1993/94	(1) 	7. Juli 1994
	(2) 	
	(3) 	14. Juli 1994
	(4) 	
(II) 1. Schulhalbjahr 1994/95	(5) 	9. Februar 1995
	(6) 	
	(7) 	
	(8) 	
	(9) 	16. Februar 1995
	(10) 	
(III) 2. Schulhalbjahr 1994/95	(11) 	18. Mai 1995
	(12) 	

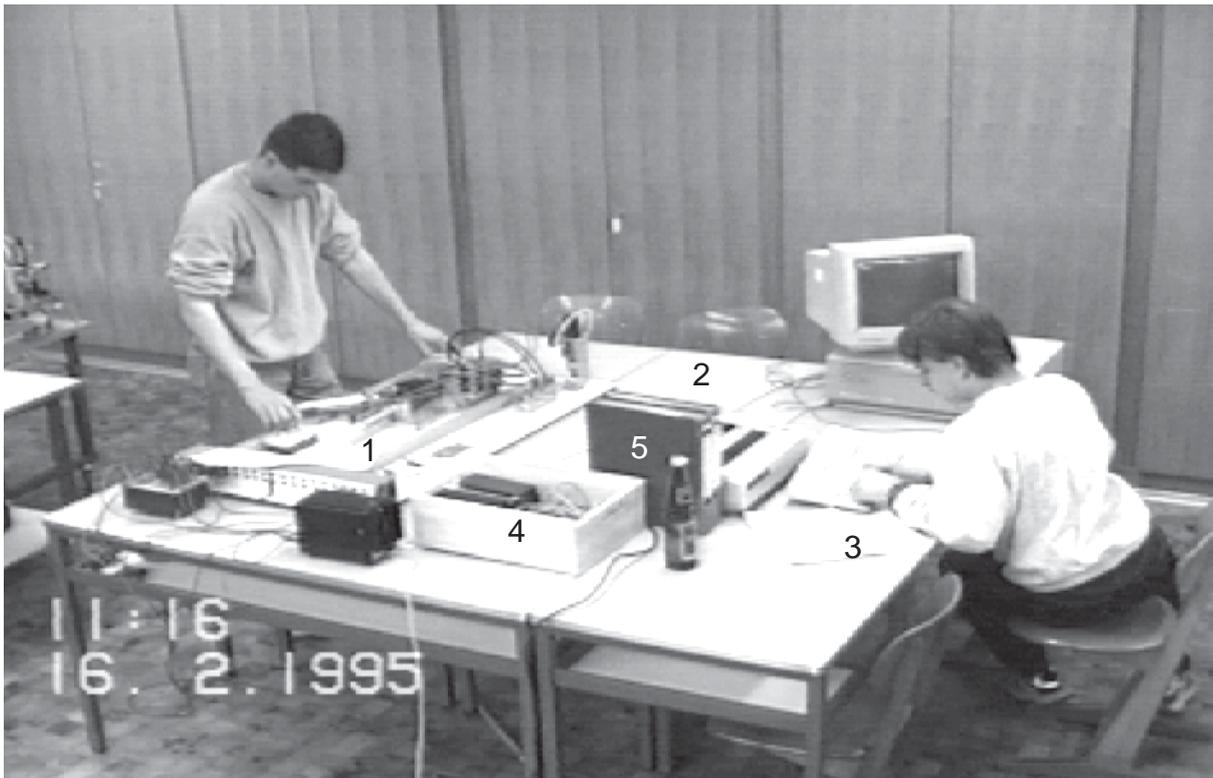
Übersicht 8.7: An der Handlungsaufgabe teilnehmende Schülergruppen mit Erhebungszeitraum

zwölf Gruppen die in Kapitel 8.1 vorgestellte Handlungsaufgabe. Schulorganisatorische und aufzeichnungstechnische Rahmenbedingungen führen dabei zu der in Übersicht 8.7 auf der vorhergehenden Seite abgebildeten Zusammensetzung der Arbeitsgruppen.

Die erhobenen 26 Schüler und zwei Schülerinnen sind zum Erhebungszeitpunkt zwischen 18 und 24 Jahre alt. Drei Schüler sind türkischer, einer niederländischer und die restlichen deutscher Abstammung. Von ihnen besitzen 7 Schüler den Hauptschulabschluß, 15 Schüler Qualifizierenden Hauptschulabschluß und 6 Schüler die Mittlere Reife. Alle teilnehmenden Schüler erlernen bis auf Gruppe 9 den Beruf des Industriemechanikers mit der Fachrichtung `Maschinen- und Systemtechnik´ oder `Betriebstechnik´. Alle in den Erhebungszeiträumen aus diesen Fachrichtungen an der Schule zur Verfügung stehenden Schülergruppen werden mit der Aufgabenstellung konfrontiert. Zusätzlich wird die vom unterrichtenden Lehrer als leistungsstark eingestufte Gruppe 9 mit dem Schwerpunkt `Geräte- und Feinwerktechnik´ beobachtet. Bei diesen Schülern liegt der Ausbildungsschwerpunkt entsprechend ihren beruflichen Anforderungen und den Lehrplanvorgaben (vgl. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KULTUS 1990) im Bereich Pneumatik. Diese Gruppe hat jedoch zusätzlich Lerneinheiten zur Elektropneumatik durchlaufen. Die betriebliche Ausbildung aller Gruppen erfolgt in Kleinbetrieben, die am Schulort oder der näheren Umgebung ansässig sind. Die Gruppenzusammensetzung wird entsprechend dem vorausgegangenem Unterricht beibehalten. Schüler, die an den jeweiligen Untersuchungstagen nicht erfaßt werden können, stehen krankheitsbedingt, aus schulorganisatorischen oder betrieblichen Gründen nicht zur Verfügung. Im dritten Untersuchungszeitraum können im zweiten Schulhalbjahr 1994/95 nur fünf Schüler zur Aufgabenbearbeitung herangezogen werden, da nur sie entsprechend ihres Ausbildungsschwerpunktes über die erforderlichen Elektropneumatik-Kenntnisse verfügen. Weitere Auszubildende mit dem Schwerpunkt `Geräte- und Feinwerktechnik´ werden entsprechend den Lehrplanvorgaben (vgl. ebd.) nur in Pneumatik unterrichtet und verfügten daher nicht über die zur Aufgabenbearbeitung nötigen Ausbildungsinhalte. Von den 28 untersuchten Schülern wurden bis zur Erhebung über den Elektropneumatikunterricht in der Berufsschule hinaus 13 Schüler in ihren Ausbildungsbetrieben anhand von Lerninhalten zur Pneumatik/-Elektropneumatik ausgebildet. Dies dokumentiert im einzelnen der jeweilige Ergebnisteil in Kapitel 9.2.2.

8.2.2 Videoaufzeichnung der Aufgabenbearbeitung

Zentrales Instrument zur Datenfixierung sind wie bei der in Kapitel 7 beschriebenen Verlaufsuntersuchung auch hier Videoaufnahmen vom Vorgehen der Schüler, durch die eine detaillierte und umfassende Aufzeichnung der Aufgabenbearbeitung gewährleistet wird. Für die Erhebungssituation zur Handlungsaufgabe steht an der Berufsschule in Weilheim ein ruhiger Raum mit günstigen Lichtverhältnissen zur Verfügung, der ideale Arbeits- und Aufzeichnungsbedingungen bietet. Technische Voraussetzungen zur Untersuchungsdurchführung, wie Druckluft- und Stromanschluß, sind gegeben, da dieser Raum auch für Unterricht in SPS (Speicherprogrammierbare Steuerungen) und Robotik eingesetzt wird. Die Übersicht 8.8 auf der nachfolgenden Seite zeigt den gesamten Arbeitsbereich der Schülergruppen während der Erhebungssituation. Im abgebildeten Originalbild der Videokamera sind das aktuelle Datum mit Uhrzeit eingeblendet, was für eine spätere Transkription der Videobänder eine unabdingbare Voraussetzung ist. Die Videoaufnahme zeigt die Gruppe (8) des zweiten Erhebungszeitraumes mit den Schülern H und J.



Übersicht 8.8: Gesamter Arbeitsbereich während der Handlungsaufgabe, Erläuterungen im nachfolgenden Text

In Übersicht 8.8 kennzeichnet Ziffer 1 die Biegevorrichtung mit danebenstehendem Relaiskasten und Netzteil. Einen weiteren Arbeitsbereich für z.B. handschriftliches Skizzieren oder Planungsüberlegungen kennzeichnet Ziffer 2. Der Computerarbeitsplatz mit PC und Drucker ist durch die Ziffer 3 gekennzeichnet. Daneben finden sich auf den Tischen eine Bauteilkiste mit verschiedenen Komponenten zur Pneumatik und Elektropneumatik (4). Sie enthält eine breite Auswahl von Bauteilen, wie Zylinder, Relais, Grenztaster, Näherungsschalter, Sensoren und Kabel, damit die Schüler ihre Bauteilwahl selbst treffen müssen. Von den bereitgestellten Bauteilen benötigen die Schüler zur korrekten Aufgabenlösung nur einen magnetischen Näherungsschalter mit dem zugehörigen Anschlußkabel. Weiter stehen Informationsunterlagen (5) zur Verfügung, die von den Schülern auch im Unterricht (siehe Kapitel 5.2) herangezogen werden können.

Die Videoaufzeichnungen werden mit einer Kamera System S-VHS aufgenommen, die ca. vier Meter vor den Arbeitstischen in einer Höhe von 2,5 Metern positioniert ist. Ein externes Mikrofon, an der Decke über der Mitte der Arbeitstische angebracht, gewährleistet eine sehr gute Qualität der Tonaufzeichnung, die spätere Auswertungen der Videomitschnitte erheblich erleichtert. Mit der gewählten Kameraposition lassen sich sowohl der gesamte Arbeitsbereich im Überblick, wie auch Teile davon durch Zoomen detailliert erfassen. So könnten z.B. die jeweiligen Zylinderbewegungen beim Anlagenablauf oder der PC-Bildschirm formatfüllend aufgenommen werden. Insgesamt ergeben sich für die zwölf getesteten Gruppen eine Aufnahmezeit für die Aufgabenbearbeitung von ca. 22 Stunden.

Die Aufzeichnung wird von einem Forscherteam bestehend aus dem Autor dieser Arbeit als Untersuchungsleiter und pro Erhebungszeitraum jeweils von einem Studierenden höheren

Semesters für das Lehramt an beruflichen Schulen durchgeführt. Die Untersuchenden sind inhaltlich bestens mit der Aufgabenstellung vertraut und aufgrund ihrer pädagogischen Ausbildung für die Beobachtungsaufgaben geeignet. Wie bereits bei der Unterrichtsbeobachtung gehen den Aufzeichnungen umfangreiche Beobachterschulungen voraus (siehe zur Art und Bedeutung Kapitel 7.1.2).

Der Testleiter (Autor) als Ansprechperson für die Schüler weist sie in die Aufgabenstellung ein, beantwortet eventuell auftretende Fragen und führt mit der Schülergruppe ein abschließendes Fachgespräch (hierzu siehe Kapitel 8.2.5). Weiter beobachtet er das Lösungsvorgehen und die Arbeitsweise der Schüler während der Bearbeitungszeit und führt dazu ein handschriftliches Begleitprotokoll (hierzu siehe Kapitel 8.2.3). Der zweite Forscher ist mit der Kameraführung betraut. Ihm stehen zusätzlich ein kleiner Kontrollmonitor zur Verfügung, um durch eine entsprechende Kameraführung das Lösungsvorgehen der Schüler präzise zu dokumentieren und wichtige Details entsprechend ihrer individuellen Arbeitsweise aufzuzeichnen.

Bevor die Schüler in Gruppenarbeit mit der Aufgabenbearbeitung beginnen, werden sie über den Hintergrund der Handlungsaufgabe als wissenschaftliche Untersuchung informiert. Ihnen wird gesagt, daß ihre hier gezeigten Arbeitsergebnisse nicht zur Leistungsbeurteilung für den Unterricht dienen und daß hierbei gewonnene Daten und Informationen nicht weitergegeben werden. Dies erfolgt in lockerem Gespräch vor Testbeginn, um eventuell vorhandene Anspannungen abbauen zu helfen und die Schüler entsprechend auf ihre Aufgabe einzustimmen.

Nach dieser Vorinformationsphase erhalten alle Schülergruppen vom Testleiter in einer Einweisung die erforderlichen Informationen zur Aufgabensituation und zu den Rahmenbedingungen der Bearbeitung. Bei dieser Einweisung orientiert sich der Testleiter an einem schriftlichen Leitfaden, um die Vorinformationen für alle Schüler gleich zu gestalten. Die Textvorlage für dieses Einweisungsgespräch findet sich im Anhang, S. 309. Unmittelbar nach dieser Einstimmungsphase erhält jeder Schüler ein Blatt mit der Arbeitsaufgabe und ein weiteres mit dem dazugehörigen Schaltplan, um mit der Testbearbeitung beginnen zu können.

Während der Aufgabenbearbeitung bemühen sich die Forscher, sich möglichst ruhig und unauffällig zu verhalten, um die Schüler nach Möglichkeit die Aufzeichnungssituation vergessen zu lassen. Der Testleiter sitzt ca. zwei bis drei Meter von den Schülern entfernt, um sie zu beobachten und wesentliche Schritte ihrer Vorgehensweise mit eventuell auftretenden Besonderheiten zu protokollieren (siehe Kapitel 8.2.3). Bei Fragen der Schüler versucht er, diese so knapp wie möglich zu beantworten und nur so viel an Informationen an sie weiterzugeben, wie sie zum Weiterkommen unbedingt benötigen.

Die anhand der Videoaufzeichnung gewonnenen Daten müssen mit allen weiteren verfügbaren Informationen anschließend in Protokolltexte transkribiert werden, um sie weiter aufbereiten und auswerten zu können. Diese Datentransformation beschreibt Kapitel 8.3.

8.2.3 Handschriftliches Begleitprotokoll zur Aufgabenbearbeitung

Parallel zur Aufgabenbearbeitung fertigt der Testleiter ein handschriftliches Begleitprotokoll an. Die Protokollierung erfolgt dabei niedrigstrukturiert im Gegensatz zur streng strukturierten Beobachtung nach einem vorgegebenen Kriterienkatalog (siehe Kapitel 6.2). Der Blick richtet

sich dabei besonders auf wesentliche Schritte der Aufgabenbearbeitung durch die Schüler sowie Auffälligkeiten und Besonderheiten ihrer Vorgehensweise oder auf Fehler und mögliche Fehlerursachen. Die Protokollanmerkungen werden neben einer Zeitspalte in Stichpunkten auf einem vorher entworfenen Protokollbogen eingetragen. Ein Protokollbogen als Beispiel für ein handschriftliches Protokoll findet sich im Anhang auf S. 310.

Eine begleitende handschriftliche Protokollierung erfolgt aus zwei Gründen. Zum einen liefert sie bei der Datenauswertung Hilfestellungen zur Transkription der Videobänder (näher hierzu in Kapitel 8.3). Da der Testleiter bei seiner Protokollierung gedanklich die Schülervorgehensweise unmittelbar nachzuvollziehen versucht, sind für ihn Lösungsschritte, Lösungsstrategien, verfolgte Ziele der Schüler oder Fehlerursachen oftmals bereits in der Erhebungssituation erkennbar. Die hierzu im Protokoll festgehaltenen Anmerkungen erleichtern erheblich die spätere Videoanalyse. Weiter dient das Begleitprotokoll im nachfolgenden Fachgespräch als Leitfaden für die Gesprächsführung und die Fragen des Testleiters an die Schüler (hierzu näher siehe Kapitel 8.2.5).

8.2.4 Schülerunterlagen und Arbeitsdokumentation

Für die Analyse und Auswertung der Schülervorgehensweise bei der Aufgabenbearbeitung können die von ihnen angefertigten Unterlagen herangezogen werden. Viele Schülergruppen fertigen Handskizzen bei ihren Überlegungen an, die nach der Aufgabenbearbeitung vom Testleiter behalten werden. Weiter liegt von allen Gruppen eine Dokumentation ihrer entworfenen Schaltung am PC als abgespeicherte Datei vor. Diese angefertigten Unterlagen liefern bei der späteren Umsetzung der Schülervorgehensweise in ein Protokoll zusätzliche Informationen, z.B. über Lösungsansätze, Fehler oder Auswahl und Verwendung von Bauteilen. Weitere Informationen zur Verwendung der hier angesprochenen Arbeitsdokumentation finden sich in Kapitel 8.3.

8.2.5 Videodokumentation des abschließenden Fachgesprächs

In einem der Aufgabenbearbeitung folgenden Fachgespräch werden die Schüler vom Testleiter mit wesentlichen Bearbeitungsschritten ihrer Vorgehensweise konfrontiert. Die methodische Begründung dieser Vorgehensweise belegt Kapitel 6. Das Fachgespräch findet mit allen Gruppen einzeln im Arbeitsbereich vor der Biegevorrichtung (siehe Ziffer 1 in Übersicht 8.7) unmittelbar nach der Bearbeitung der Handlungsaufgabe statt. Es wird ebenfalls mit der Videokamera aufgezeichnet. Die Aufnahmen dienen vorwiegend der Tondokumentation des Fachgesprächs.

Zur Vorbereitung für die Gesprächsführung geht der Testleiter unmittelbar nach dem die Schülergruppen ihre Aufgabenbearbeitung abgeschlossen haben kurz sein handschriftliches Begleitprotokoll durch. Hierbei kennzeichnet er für ihn wesentliche Schritte bei der protokollierten Vorgehensweise der Schüler. Die so hervorgehobenen Anmerkungen dienen als Leitfaden für das Fachgespräch, bei dem die Schüler nach Erläuterungen und Begründungen sowie angestellten Überlegungen zur ihrer Vorgehensweise befragt werden. Am Ende des Fachgesprächs wird den Schülern, falls sie die Aufgabe nicht selbständig korrekt lösen konnten, eine Lösungsmöglichkeit vorgestellt. Zusätzlich werden in diesem Fachgespräch Daten zur bisher durchlaufenen betrieblichen Ausbildung mit Inhalten zur Pneumatik/-Elektropneumatik erhoben (siehe Kapitel 8.2.1).

Welchen Beitrag das Fachgespräch für die Umsetzung der erhobenen Daten in ein beschreibendes Protokoll leistet, ist in Kapitel 8.3 wiedergegeben.

8.3 Datentransformation und Datenaufbereitung

Um die im vorausgehenden Kapitel beschriebenen unterschiedlichen Rohdatenarten in eine für die Fragestellung der Forschung verwertbare Form zu bringen, ist ihre Transformation und Aufbereitung erforderlich. Zentraler Schritt hierbei ist das Verschriften der audiovisuell aufgezeichneten Daten. Die forschungsmethodischen Schritte zur Analyse der Handlungsaufgabe sind dem Forschungsvorgehen zur Unterrichtsevaluation (siehe Kapitel 7) sehr ähnlich. Daher werden hier insbesondere die Besonderheiten des Vorgehens zur Handlungsaufgabe detailliert gekennzeichnet. Bei einer methodisch identischen Vorgehensweise erfolgt ein Verweis auf das in Kapitel 7 ausführlich dargestellte Vorgehen.

Bei den Transformations- und Aufbereitungszugriffen entstehen für die Analyse der Handlungsaufgabe zwei voneinander unabhängige Protokolle, ein Bearbeitungsprotokoll zum Handlungsverlauf und ein Wortprotokoll der Aussagen im anschließenden fokussierten Interview (siehe Übersicht 8.1). Diese Schritte, die das Generieren der Protokolle umfassen, zählen zur Phase der Datentransformation und Datenaufbereitung, da sie noch keine Datenauswertungen im eigentlichen Sinne darstellen. Das Wortprotokoll setzt wörtlich, das Bearbeitungsprotokoll mit geringst möglichem interpretativem Zugang die vorhandenen Rohdaten um und ermöglichen auf dieser Basis eine anschließende Auswertung. Mit den für das Bearbeitungsprotokoll teilweise erforderlichen synthetisch-analytischen Aufbereitungsschritten nähert es sich jedoch bereits einem ersten Auswertungszugriff.

Ein erster Zugang zu den vorhandenen Rohdaten erfolgt durch die Verschriftung des fokussierten Interviews. Hierbei entsteht für jede Schülergruppe ein Protokoll, das in eine Tabelle mit einer separaten Textspalte für den Testleiter und jeden Schüler wörtlich die Fragen des Testleiters und als Antworten die Schüleraussagen zur Aufgabenbearbeitung liefert (als Beispiel siehe Anhang S. 312). Starker Dialektgebrauch wird geglättet. Nonverbale Äußerungen (Gesten) und Zusatzinformationen (Ortswechsel, Tätigkeitsbeschreibungen, korrekte Bezeichnung der Bauteile, usw.) werden in Klammern vermerkt und als solche gekennzeichnet. Dieser Protokolltext, der vor allem das Vorgehen der Schüler bei der Aufgabenbearbeitung weiter offenlegt, gibt die erfragten Gründe und Absichten ihrer Vorgehensweise wieder. Er erläutert die rein beobachtbare Vorgehensweise näher und stellt für ihre Beurteilung eine wichtige Grundlage dar.

Das detaillierte tabellarische Bearbeitungsprotokoll (als Beispiel siehe Anhang S. 313f.) entsteht entlang der Videoaufnahmen der Bearbeitung der Handlungsaufgabe. Es greift im Bedarfsfall auf die weiteren zur Aufgabenbearbeitung vorliegenden Datenarten (siehe Kapitel 8.2.3 u. 8.2.4) und dem bereits vorliegenden Wortprotokoll des fokussierten Interviews zurück und führt sie in einem der beobachteten Untersuchungssituation möglichst nahen und unmittelbaren Protokolltext zusammen. Diese die Bearbeitungssituation substituierende Datenbasis bildet für die anschließenden Auswertungsschritte (siehe Kapitel 8.4) eine zentrale Grundlage.

Für das Protokollieren der Schülervorgehensweise werden die Videoaufzeichnungen in einer sekundären Beobachtung - nach der primären während der Aufgabenbearbeitung - mit den weiter zur Verfügung stehenden Rohdaten `handschriftliches Begleitprotokoll´ und `Schülerunterlagen und Arbeitsdokumentation´ gesichtet. Der dabei zu erstellende Protokolltext verfolgt das Ziel, inhaltlich möglichst genau die Bearbeitungssituation mit allen für die Aufgabenlösung relevanten Aktionen zu beschreiben. Zudem soll anhand des Protokolltextes nachvollzogen werden können, wie und mit welchen Zielstellungen die Schüler ihren spezifischen Lösungsweg zur Bearbeitung der Handlungsaufgabe beschreiten und zu welchen Ergebnissen sie dabei gelangen. Hierfür ist es teilweise notwendig, neben den zur Bearbeitungssituation vorliegenden Rohdaten auch das der Aufgabenbearbeitung folgende Fachgespräch heranzuziehen. Diese zusätzlichen Informationen erweitern die rein beobachtbaren Handlungen der Schüler um Begründungen und Hinweise auf die Absichten ihres Handelns. Damit wird dem Beobachter geholfen, die unterschiedlichen Lösungsansätze der jeweiligen Gruppen leichter zu verstehen und eindeutiger nachzuvollziehen.

Entsprechend einer grob formulierten Protokollierungsanweisung sind alle Handlungen und Teilhandlungen, die auf eine Bearbeitung der Aufgabe zielen, zu protokollieren. Darunter fallen alle Arbeitsschritte der Testpersonen, die in irgendeiner Form dem Ziel `Aufgabe lösen´ zugeordnet werden können. Weiter sind Handlungen, Bewegungen und Gesten, die auf einen Denkvorgang oder auf Kommunikation bezüglich der Lösung der Aufgabe schließen lassen und in irgendeiner Form eine gedankliche Auseinandersetzung mit der Aufgabe nahelegen (z.B. Bauteile berühren, mit der Hand zeigen, Aufgabe oder Schaltplan lesen, auf die Verkabelung oder auf die Anlage blicken, usw.) zu erfassen. Gespräche und Äußerungen der Schüler, die sich mit der Aufgabenstellung und mit der Lösung der Aufgabe befassen, sind in wörtlicher Rede zu protokollieren.

Das Bearbeitungsprotokoll erstellen zusammen mit dem Autor dieser Arbeit drei pädagogisch und fachlich geeignete Personen, die bereits die Datenerhebung durchführten und jeweils den von ihnen begleiteten Beobachtungszeitraum bearbeiten (siehe Kapitel 8.2). Diese Personen sind Studierende höheren Semesters für das Lehramt an beruflichen Schulen und verfügen zusätzlich über einschlägige berufliche Praxiserfahrungen. Ebenso wie bei der Unterrichtsevaluation geht der Datengewinnung und Auswertungsarbeit eine umfangreiche Beobachter- und Auswerterschulung voraus (siehe zu ihren Inhalten und ihrer Bedeutung Kapitel 7). Die Verschriftung der Beobachtungssituationen orientiert sich an den Transkriptionsregeln, die angelehnt an die Inhaltsregeln für Verlaufsprotokolle nach BORTZ, DÖRING (1995, S. 242) auch für die Unterrichtsevaluation herangezogen werden (siehe Kapitel 7.2) und am angegebenen Ort wiedergegeben sind.

Bei der Transkription der Testbearbeitung werden die Videoaufnahmen in kleinen Sequenzen gesichtet, und die gemachten Beobachtungen in eine dafür entwickelte Tabelle übertragen. Diese Tabelle unterteilt sich wie bei der Verlaufsuntersuchung des Unterrichts in drei Spalten:

- **Zeitspalte:** In dieser Spalte wird die auf dem Videoband eingblendete Echtzeit zu den protokollierten Ereignissen in Minuten eingetragen.
- **Beobachtungsspalte:** Beobachtbare Handlungen oder Ereignisse, erkennbare Ursachen und Wirkungen sowie Gespräche und Äußerungen werden in der mittleren Spalte festgehalten. Wörtliche Rede wird durch Anführungszeichen und Kursivschrift von den übrigen Eintragungen hervorgehoben. Einträge erfolgen jeweils entsprechend ihrem Auftreten (´Event-sampling´).

- **Kommentarspalte:** Erläuterungen und Kommentierungen, die zum leichteren inhaltlichen und sachlogischen Verstehen der in der Beobachtungsspalte protokollierten Ereignisse beitragen, werden hier vermerkt. Darunter fallen z.B. Besonderheiten bei der Vorgehensweise, Vermutungen über Ursachen oder Fehlerquellen, Verständnishilfen für den Beobachter und Ähnliches.

Das detaillierte, chronologische Bearbeitungsprotokoll in tabellarischer Form (siehe Anhang, S. 313f.) wird parallel zu den Beobachtungen am Fernsehschirm direkt am PC erstellt. Hierzu stehen das Wortprotokoll des fokussierten Interviews und alle weiteren vorhandenen Rohdaten zur Verfügung. Die Auswerter bedienen sich dabei wie bei der Verlaufsuntersuchung des Unterrichts eines zeitlupen- und standbildfähigen Videorecorders, um die in der Regel sehr komplexen, teilweise auch problematischen Beobachtungssequenzen möglichst präzise erfassen zu können. Um sie realitätsgerecht, nach Beobachtung und Kommentar getrennt, neben einer Zeitschiene zu protokollieren, ist das mehrmalige Sichten einzelner Sequenzen erforderlich. Stellen sich beim Umsetzen der Videoaufzeichnungen Probleme zu den Inhalten und dem Verständnis der Beobachtungssituation ein, wird der zweite Beobachter, der in der Untersuchungssituation anwesend war, hinzugezogen. Anhand erneuter Sichtung der Videobänder wird durch gemeinsames Besprechen der Sequenzen versucht, problematische Sachverhalte aufzuklären und ihren Gehalt zu erkennen. Diese Vorgehensweise gewährleistet ein zusätzliches Maß an Genauigkeit bei der Aufbereitung des Datenmaterials (vgl. BORTZ, DÖRING 1995, S. 250).

Die für die jeweiligen Erhebungszeiträume erstellten Verlaufsprotokolle werden nach ihrer Fertigstellung von einer dritten Person gelesen und auf Schlüssigkeit überprüft. Im Anschluß daran werden sie von einer weiteren, bisher nicht mit dem Datenmaterial konfrontierten Person jeweils anhand der Videoaufzeichnungen einer zwanzigminütigen Bearbeitungssequenz überprüft. Alle an diesem Prozeß beteiligten Personen verfügen über die entsprechende pädagogische und fachliche Eignung.

Wie bereits für die Verlaufsuntersuchung des Unterrichts ist der materielle, vor allem aber der zeitliche Aufwand einer solchen Studie erheblich. Für die Auswertung der Aufgabenbearbeitung liegt gegenüber dem beobachteten Unterricht eine noch höhere inhaltliche Dichte der Videoaufzeichnungen vor. Eine Verschriftung von fünf Minuten Bearbeitungszeit erfordert durchschnittlich eine Auswertungsarbeit von ca. 70 Minuten. Für die 12 beobachteten Schülergruppen ist eine Bearbeitungszeit von ca. 1 300 Minuten auszuwerten. Dies entspricht einem Auswertungsaufwand von ca. 18 000 Minuten, der ca. 300 Auswertungsstunden entspricht. Hinzu kommen ca. 1 750 Minuten Transskriptionszeit für die fokussierten Interviews, die bei einer durchschnittlichen Befragungszeit von 24 Minuten einen zeitlichen Gesamtumfang von 290 Minuten umfassen. Die gesamte Auswertungsarbeit, die ca. 330 Stunden in Anspruch nimmt, leisten der Autor dieser Arbeit und von ihm betreute Studierende höheren Semesters des Lehramts an beruflichen Schulen. Dabei sind forschungsmethodische Vorarbeiten nicht einbezogen. Neben der vorliegenden Arbeit dokumentieren diesen Auswertungsprozeß BUCHALIK (1995), WALCHER (1995) und HEINRICH (1996). Die Bearbeitungsprotokolle umfassen 168 Seiten (siehe als Beispiel Anhang, S. 313f.), die Wortprotokolle (siehe als Beispiel Anhang, S. 312) geben auf 67 Seiten die Inhalte der fokussierten Interviews wieder. Die der eben beschriebenen Datenaufbereitung folgenden Auswertungsschritte beschreibt das nächste Kapitel.

8.4 Datenauswertung

Die Datenauswertung der beobachteten Bearbeitung der Handlungsaufgabe entwickelt sich in einem komplexen Entstehungsprozeß mit unterschiedlichen Zugangsversuchen zum vorhandenen Ausgangsdatenmaterial. Das nachfolgend vorgestellte Vorgehen geht aus einer umfassenden Erprobungsphase hervor, die nach den Erfordernissen des Forschungsinteresses mit verschiedenen Auswertungszugängen nach einer optimalen Aufarbeitung der vorhandenen Datenbasis sucht. Dieser zeit- und arbeitsintensive Prozeß bestätigt die von FLICK (1991, S. 169) formulierten Schwierigkeit, eine geeignete Darstellungsform für qualitative Forschungsergebnisse zu finden: "Eines der ungelösten Probleme qualitativer Forschung ist die Darstellung von Ergebnissen und der Prozesse, die zu ihnen geführt haben. Quantitative Ergebnisse lassen sich in der Form von Verteilungen, Tabellen, Kennwerten etc. prägnant darstellen, ohne die dort angepeilte Komplexität zu unterlaufen. Ergebnisse qualitativer Forschung lassen sich häufig nicht ähnlich prägnant präsentieren, ohne die ihnen eigene Komplexität zu vernachlässigen". Eine Verlaufsbeschreibung dieser Entwicklung mit den verschiedenen Zwischenstufen des Auswertungszugriffs ist für die Dokumentation des Auswertungsvorgehens nicht nötig und kann im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht erfolgen. Diesen Prozeß der schrittweisen Optimierung der Datenzugriffe beschreibt HEINRICH (1996, S. 39ff.) detailliert und umfassend.

Für die komplexe Untersuchungssituation `Handlungsaufgabe` ist entsprechend den in Kapitel 2.3.3 formulierten Forschungsfragen ein Auswertungsvorgehen erforderlich, das die beobachtete Aufgabenbearbeitung präzise bis ins Detail abbildet, dazu den Gesamtzusammenhang der Bearbeitungssituation herausstellt, das Schülervorgehen erklärt und einer differenzierten Beurteilung zuführt. Dieser Prozeß der Datenauswertung erfolgt daher in mehreren Schritten, um Fehlerquellen und einer Verwässerung der Ergebnisse durch zu große Einzelschritte vorzubeugen. Der Auswertungsvorgang wird so bis ins Detail nachvollziehbar gestaltet und beschrieben. Die Auswertung gliedert sich in drei aufeinander folgende Schritte mit jeweils eigenständigen Ergebnissen. Die Auswertungsschritte greifen dabei jeweils auf alle vorhandenen Daten zurück, ebenso wie auf bereits vorausgehende Ergebnisteile (siehe Übersicht 8.1). Kapitel 8.4.1 skizziert für den ersten Abschnitt der Datenauswertung das Vorgehen, das zu einer detaillierten, inhaltlich-symbolischen Darstellung der Vorgehensweise der Schüler bei der Bearbeitung der Handlungsaufgabe führt. Diese bildet in einem Ablaufdiagramm einzelne Handlungen der Schüler mit den daraus hervorgehenden Ergebnissen ab. Eine erklärend-kommentierende Bearbeitungsdarstellung erfolgt in einem zweiten, daran anschließenden Schritt, der in Kapitel 8.4.2 beschrieben ist. Diese grafische Darstellung des Bearbeitungsablaufes bündelt im selben Abbildungsschema die in der vorausgehenden Darstellung dokumentierten Einzelhandlungen und -ergebnisse. Zusammenhänge werden dabei herausgestellt und erläutert. Kapitel 8.4.3 stellt das Vorgehen bei der Expertenbeurteilung der Aufgabenbearbeitung im Anschluß und auf der Basis der zwei vorausgehenden Auswertungsschritte vor. Diese verbale Beurteilung kennzeichnet das zuvor abgebildete und erläuterte Vorgehen bei der Aufgabenbearbeitung anhand von Qualitätsmerkmalen im Hinblick auf eine fachgerechte Aufgabenbearbeitung.

Die Datenauswertung zur Aufgabenbearbeitung der Schülergruppen wird vom Verfasser der vorliegenden Arbeit durchgeführt. Ihn unterstützen Studierende höheren Semesters für das Lehramt an beruflichen Schulen, die über die entsprechende pädagogische und fachliche Eignung

verfügen. Die Auswertung der Schülergruppen 1 bis 8 begleitet eine Fachkraft, die an der Datengewinnung und Umsetzung nicht beteiligt war (siehe SCHLOSSER 1997). Die Überprüfung des Transkriptionsvorganges, der von BUCHALIK (1995) und WALCHER (1996) zusammen mit dem Autor der vorliegenden Arbeit durchgeführt wurde, bestätigt die hohe Qualität und Abbildungsleistung dieses Verschriftungsprozesses (siehe Kapitel 8.3). Die Auswertung der Gruppen 9 bis 12 begleitet eine Fachkraft, die an der Datengewinnung und -aufbereitung beteiligt war (siehe HEINRICH 1996). Zusammen mit dem Autor der vorliegenden Arbeit werden die in den nachfolgenden Kapiteln beschriebenen Umsetzungsschritte durchgeführt und ständig gegenseitig überprüft. Die dabei gewonnenen Ergebnisse werden im Anschluß daran jeweils punktuell von einer weiteren pädagogisch und fachlich geeigneten Person überprüft.

8.4.1 Inhaltlich-symbolische Bearbeitungsdarstellung

Das hier beschriebene Vorgehen der Untersuchung zur Bearbeitung einer berufsnahen Handlungsaufgabe durch Schülergruppen zielt entsprechend den in Kapitel 2.3.3 formulierten Forschungsfragen auf die Dokumentation der Aufgabenbearbeitung. Hierbei sollen einzelne Handlungsschritte, daraus hervorgehende Ergebnisse sowie dahinterliegende Zusammenhänge nachvollziehbar dargestellt werden. Das zur Handlungsaufgabe nach der Datenaufbereitung vorliegende Bearbeitungsprotokoll (siehe Kapitel 8.3 und als Beispiel Anhang, S. 313f.) liefert aneinandergereihte verbale Beschreibungen von Einzelhandlungen und -ergebnissen, die teilweise durch Kommentierungen ergänzt werden. Das Herstellen von Bezügen und Zusammenhängen oder ein Gesamtüberblick werden dem Leser dadurch kaum ermöglicht. Daher soll eine grafische Aufbereitung des Vorgehens einzelne Bearbeitungsschritte kennzeichnen, Ergebnisse, Teilergebnisse und Probleme der Schülervorgehensweise aufzeigen, die handelnden Personen getrennt in ihrem jeweiligen Arbeitsbereich darstellen, Kommunikation und eingesetzte Hilfsmittel erfassen und die Zusammenhänge und Bezüge des Schülervorgehens erkennbar werden lassen.

Für die grafische Darstellung wird das zugrundeliegende Bearbeitungsprotokoll in symbolhafte Kürzel für das beschriebene Vorgehen übergeführt, die anschließend in die Bearbeitungsdarstellung eingetragen werden. Hierzu wird das Protokoll Satz für Satz gelesen. Da entsprechend den vorgegebenen Transkriptionsregeln (siehe Kapitel 7.2) nicht mehr als eine Aktion in einen Satz gefaßt werden soll, können die beschriebenen Handlungen und ihre Ergebnisse mit Hilfe von geeigneten Abkürzungen in eine entsprechende Zeitzeile der Bearbeitungsdarstellung übertragen werden. Das kleinstmöglich unterscheidbare Zeitintervall umfaßt wie das Bearbeitungsprotokoll dabei einen Zeitraum von einer Minute. Die Übersicht 8.9 auf der nächsten Seite verdeutlicht anhand der Eingangssequenz aus dem Protokoll der Gruppe 11 das Vorgehen bei der Umwandlung der Sätze in Stichworte und Abkürzungen.

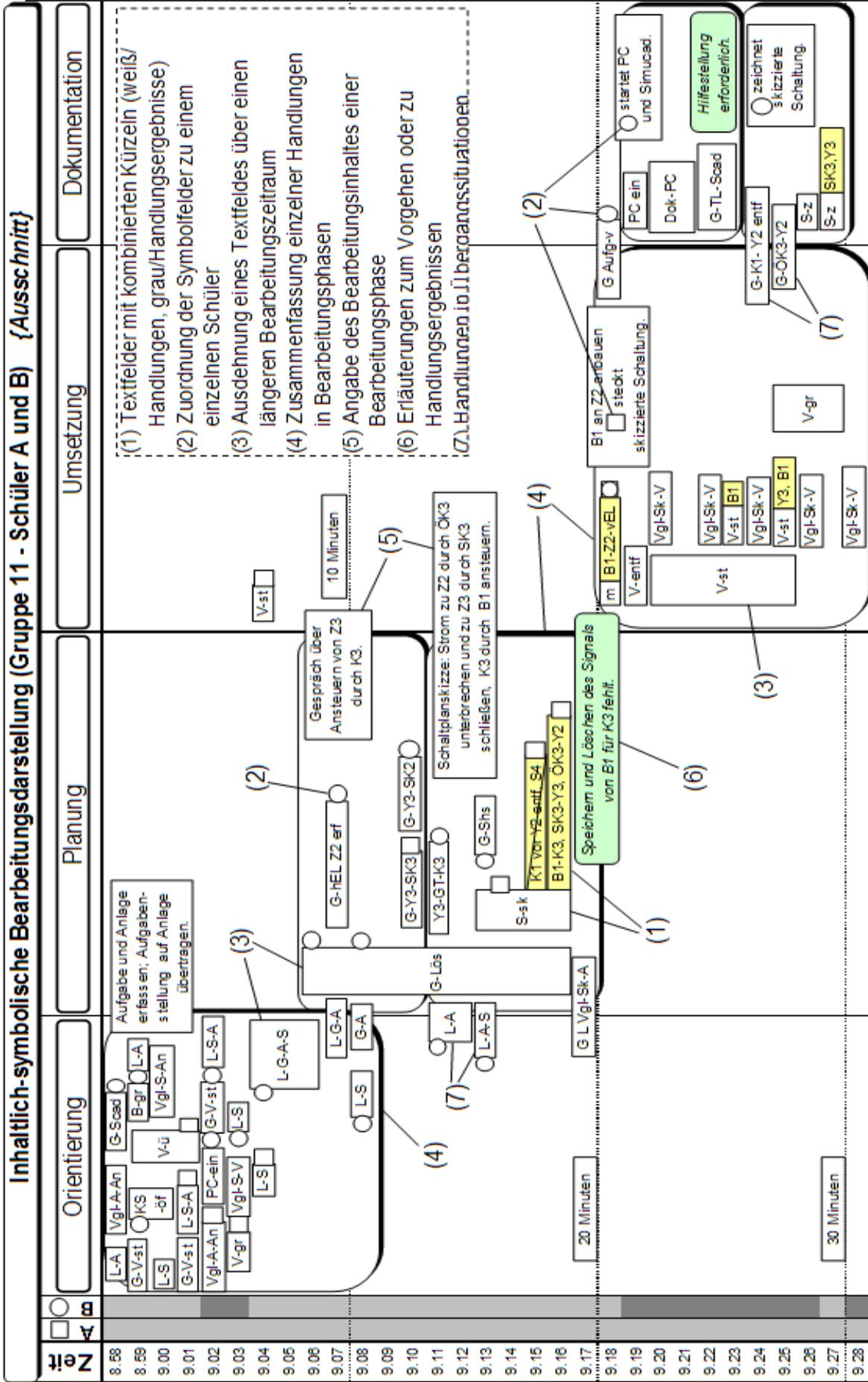
Die wenigen Beispiele aus Übersicht 8.9 zeigen bereits, daß eine relativ große Zahl an verschiedenen Abkürzungen notwendig ist, um alle aufgetretenen Handlungen und Gespräche der Schüler als auch die Funktion der Anlage bzw. der Simulation am PC abzubilden. Im Laufe der Auswertung der zwölf beobachteten Gruppen entsteht ein Katalog der eingeführten Kürzel, der die zum Lesen der Grafiken erforderlichen Informationen enthält. Die Übersichten 8.11, 8.12 und 8.13 weiter unten geben eine Auflistung aller möglichen Eintragungen in den Bearbeitungsprotokollen der zwölf beobachteten Gruppen wieder.

Zeit	Text	Stichwort	Abkürzung
8.58	Beide lesen die Aufgabenstellung still jeder für sich durch.	<u>Lesen</u> der <u>Aufgabe</u>	L - A
	A blickt abwechselnd sowohl auf die Aufgabenblätter als auch auf die Anlage.	<u>Vergleichen</u> der <u>Aufgabe</u> mit der <u>Anlage</u>	Vgl - A - An
	B: „ <i>Mit Simucad müssen wir das auch zeichnen.</i> “	Gespräch über Simucad	G -Scad
8.59	A: „ <i>Was müssen wir denn anschließen?</i> “	<u>Gespräch</u> über <u>Verkabelung</u> <u>stecken</u>	G - V - st
	B: „ <i>Ich hoffe, das sind bloß die Kabel.</i> “ B schiebt die Abdeckungen der schmalen Kabelschächte ein Stück auf. B: „ <i>Die Kabel, das geht alles da rüber.</i> “ B zeigt auf die Steckleiste. B: „ <i>Magnet, Spule, Kabel, das muß alles da (Steckleiste) gesteckt werden.</i> “	<u>Kabelschächte</u> <u>öffnen</u>	KS - öf
	B greift zuerst an die Magnetventile. Danach fährt B an der Steckleiste entlang. B öffnet den unteren Kabelschacht. B schaut in den Kabelschacht hinein.	<u>Bauteile</u> <u>greifen</u>	B - gr
	A betrachtet die Steckleiste. A blickt ebenfalls in den Kabelschacht hinein.	<u>Verkabelung</u> <u>überprüfen</u>	V - ü
	B: „ <i>Da gehen die beiden Taster rüber, Notaus.</i> “ B tippt dabei leicht auf die Taster S1 und S2, ohne daß die Anlage losgeht. B blickt auf die neben der Anlage liegenden Blätter.	<u>Lesen</u> der <u>Aufgabe</u>	L - a

Übersicht 8.9: Beispiele für die Umwandlung des Bearbeitungsprotokolls in Stichworte und Abkürzungen

In Übersicht 8.10 auf der nächsten Seite wird die in einem Ausschnitt abgebildete Form der inhaltlich-symbolischen Bearbeitungsdarstellung an einem konkreten Beispiel veranschaulicht und im weiteren Verlauf näher erläutert. Ergebnisbeispiele zu diesem Auswertungsvorgehen finden sich in Kapitel 9.2. Die inhaltlich-symbolische Bearbeitungsdarstellung bildet in einem Verlaufsdiagramm das Schülervorgehen bei der Lösung der berufsnahen Handlungsaufgabe ab. Die Überschrift kennzeichnet die in der Grafik abgebildete Testgruppe anhand der ihr zugeordneten Gruppennummer und die den Schülern zugewiesenen Ordnungsbuchstaben (siehe hierzu Übersicht 8.7). Die linke Spalte enthält die vom Protokoll übernommene Echtzeit der Bearbeitung (Spalte `Zeit`) jeweils in Minutenschritten. Dadurch wird ein unmittelbarer Rückbezug auf das Bearbeitungsprotokoll ermöglicht. Eine punktierte Linie, gekennzeichnet durch Minutenangaben, unterteilt die Darstellung in Intervalle von jeweils zehn Minuten und führt zu einer leichteren Orientierung über die bereits abgelaufene Bearbeitungsdauer.

An die Zeitspalte schließen sich für die einzelnen Schüler zwei oder drei Spalten an, abhängig von der jeweils dargestellten Gruppe, zu der entweder zwei oder drei Schüler gehören. Die Spaltenköpfe beinhalten jeweils den der entsprechenden Testperson zugeordneten Großbuchstaben und das in der Graphik zu verwendende Symbol (\square , \circ oder \star). In den Spalten selbst kennzeichnen Schraffuren neben der entsprechenden Uhrzeit, an welchem Arbeitsplatz der



Übersicht 8.10: Inhaltlich-symbolische Bearbeitungsdarstellung im Ausschnitt mit Erläuterungsbeispielen, Kürzellegende siehe Übersichten 8.11 bis 8.13

betreffende Schüler in diesem Zeitraum vorwiegend tätig ist. Hierbei repräsentiert eine hellgraue Schraffur ein Arbeiten an der Anlage (siehe Übersicht 8.8, Kennziffer 1), ein weißes Feld ein Arbeiten am Arbeitsplatz (siehe Übersicht 8.8, Kennziffer 2) und ein dunkelgraues Feld ein Arbeiten am Computer (siehe Übersicht 8.8, Kennziffer 3).

Der Bereich der Grafik, in dem die Eintragungen für das Schülerhandeln erfolgen, wird durch die Spalten `Orientierung`, `Planung`, `Umsetzung` und `Dokumentation` unterteilt. Diese Spalteneinteilung orientiert sich an den in Übersicht 8.6 vorgestellten Arbeitsschwerpunkten, die für eine korrekte Aufgabenlösung erforderlich sind (siehe auch Kapitel 8.1.3). Die geringfügig unterschiedliche Breite der Spalten trägt ausschließlich zeichnungstechnischen Erfordernissen Rechnung, da in die beiden mittleren Spalten über alle dargestellten Gruppen mehr einzutragende Bearbeitungsschritte pro Zeile vorzunehmen sind. Die Zuordnung der einzutragenden Handlungsschritte erfolgt nach folgenden Vorgaben:

Orientierung: Alle Handlungen und Gespräche, die zum Erfassen und Verstehen der Aufgabenstellung und der vorgegebenen Anlage dienen, werden in dieser Spalte festgehalten.

Planung: Lösungsansätze, die im Gespräch erwähnt, in Form einer Skizze auf Papier gebracht oder am Computer geplant werden, sind in diese Spalte einzutragen.

Umsetzung: Die Umsetzung einer vorausgegangenen Planung sowie Lösungsschritte und Teillösungen, denen keine explizite Planung vorausgeht und die direkt an der Anlage umgesetzt werden, ebenso wie damit in Verbindung stehende Gespräche zwischen den Testpersonen werden diesem Arbeitsschwerpunkt zugeordnet.

Dokumentation: Hierzu zählt die Fixierung der geplanten oder bereits gesteckten Lösung mittels der Zeichensoftware SIMUCAD, die keine neuen Lösungswege enthält. Planungen des Lösungswegs direkt am Computer werden hier nicht vermerkt.

Eine klare, eindeutige Zuordnung zu den Arbeitsschwerpunkten ist nicht immer möglich, da bestimmte Handlungen in Übergangssituationen stattfinden (siehe Übersicht 8.10, Ziffer 7) oder dahinterliegende Absichten nicht eindeutig feststellbar sind. Daher können sich Handlungen und Tätigkeiten, die während einer Zeiteinheit auftreten, auch auf zwei Arbeitsschwerpunkte innerhalb einer Zeile verteilen. Dies wird durch eine zeichnerische Ausdehnung einer Bearbeitungskennzeichnung auf beide Spalten angedeutet.

Für die Abkürzungen der Arbeitsschritte und Arbeitsgegenstände der Testpersonen sind für die Beschreibung der erzielten Funktionsabläufe an der Anlage oder der Simulation Kürzel erforderlich. Sie beschränken sich auf wenige Symbole, die nachfolgende Übersicht 8.11 wiedergibt.

Kürzel Bedeutung

Gr	vom Testleiter vorgegebene <u>Grundfunktion</u>
1, 2, 3, ...	Diese Zahlen bezeichnen die betreffenden Zylinder.
Al	<u>Alternieren</u> eines bestimmten Zylinders, den die auf `Al` folgende Zahl bestimmt.
Not	<u>Not-Aus-Schalter</u>
o.k.	Die geforderte Funktion wird erfüllt.
g	Der nachfolgend angegebene Zylinder bewegt sich <u>gleichzeitig</u> mit dem vorausgehend erwähnten Zylinder.

- b Der mittels Zahl vor der Abkürzung angegebene Zylinder bleibt in der soeben verfahrenen Stellung stehen.
- aus, ein Diese beiden Worte werden nur zur zweifelsfreien Beschreibung angefügt, wenn sich die Zylinder in von der Grundstellung abweichenden Positionen befinden und folglich in die entgegengesetzte Richtung verfahren.

Übersicht 8.11: Kürzel der Funktionsabläufe

Für die zwölf beobachteten Gruppen bilden die in der nachfolgenden Übersicht 8.12 vorgestellten, kombinierten und miteinander verknüpften Kürzel aus Übersicht 8.11 alle aufgetretenen Funktionen ab. Anhand dieser Symbole können die Funktionsabläufe eindeutig unterschieden und in die Graphik eingetragen werden (siehe hierzu 'Biegevorrichtung' in Übersicht 8.2).

Kürzel	Beschreibung der Funktion an der Anlage und bei der Simulation
Gr	Der Spannzylinder 1.0 fährt ein. Der Vorbiegezyylinder 2.0 fährt aus. Diese Grundfunktion ist an der vorverkabelten Anlage den Testpersonen vorgegeben.
Gr3aus	Der Spannzylinder 1.0 fährt ein. Der Vorbiegezyylinder 2.0 fährt aus. Sobald der Vorbiegezyylinder 2.0 ausgefahren ist, fährt der Fertigbiegezyylinder 3.0 ebenfalls aus.
1	Der Spannzylinder 1.0 fährt ein.
122	Der Spannzylinder 1.0 fährt ein. Der Vorbiegezyylinder 2.0 fährt einmal aus und wieder ein.
Not o.k.	Bei gedrücktem Not-Aus-Schalter funktioniert die Anlage nicht, kein Zylinder bewegt sich.
13	Der Spannzylinder 1.0 fährt ein. Der Fertigbiegezyylinder 3.0 fährt nach Zylinder 1.0 aus.
1g3	Der Spannzylinder 1.0 fährt ein. Der Fertigbiegezyylinder 3.0 fährt gleichzeitig mit Spannzylinder 1.0 aus.
A12	Der Spannzylinder 1.0 fährt ein. Der Vorbiegezyylinder 2.0 alterniert.
A13	Der Spannzylinder 1.0 fährt ein. Der Fertigbiegezyylinder 3.0 alterniert.
A123aus	Der Spannzylinder 1.0 fährt ein. Der Vorbiegezyylinder 2.0 alterniert. Der Fertigbiegezyylinder 3.0 fährt aus, sobald der Vorbiegezyylinder 2.0 zum ersten Mal einfährt.
12aus3ein	Der Spannzylinder 1.0 fährt ein. Der Vorbiegezyylinder 2.0 fährt aus. Der außen stehende Fertigbiegezyylinder 3.0 fährt ein.
13ein2aus	Der Spannzylinder 1.0 fährt ein. Der außen stehende Fertigbiegezyylinder 3.0 fährt gleichzeitig ein. Der Vorbiegezyylinder 2.0 fährt aus.
12g3	Der Spannzylinder 1.0 fährt ein. Der Vorbiegezyylinder 2.0 fährt aus. Der Fertigbiegezyylinder 3.0 fährt gleichzeitig mit Vorbiegezyylinder 2.0 aus.
2aus3aus	Beim Abschalten der Anlage bleibt Spannzylinder 1.0 eingefahren. Vorbiegezyylinder 2.0 und Fertigbiegezyylinder 3.0 fahren beim erneuten Betätigen nacheinander aus.
A12332	Der Spannzylinder 1.0 fährt ein. Der Vorbiegezyylinder 2.0 fährt aus. Der Fertigbiegezyylinder 3.0 fährt kurz aus. Vorbiege- und Fertigbiegezyylinder 2.0 und 3.0 fahren

- zusammen wieder ein. Anschließend fährt der Vorbiegezylinder 2.0 wieder aus. Der Ablauf wiederholt sich ab der Bewegung von Vorbiegezylinder 2.0.
- Al23 Der Spannzylinder 1.0 fährt ein. Der Vorbiegezylinder 2.0 fährt aus und wieder ein. Der Fertigbiegezylinder 3.0 fährt aus und wieder ein. Der Ablauf wiederholt sich ab der Bewegung von Vorbiegezylinder 2.0. Diese Kreislauffunktion wird erst durch Loslassen der beiden Taster S1 und S2 unterbrochen.
- Al2g3ausb Der Spannzylinder 1.0 fährt ein. Der Vorbiegezylinder 2.0 alterniert. Der Fertigbiege-
zylinder 3.0 fährt mit dem Vorbiegezylinder 2.0 aus. Der Zylinder 3.0 bleibt
ausgefahren.
- 122Al3 Der Spannzylinder 1.0 fährt ein. Der Vorbiegezylinder 2.0 fährt einmal aus und
wieder ein. Der Fertigbiegezylinder 3.0 alterniert, sobald der Vorbiegezylinder 2.0
die vordere Endlage erreicht hat.
- 1223b Der Spannzylinder 1.0 fährt ein. Der Vorbiegezylinder 2.0 fährt aus und wieder ein.
Anschließend fährt der Fertigbiegezylinder 3.0 aus und bleibt nach Loslassen der
Taster S1 oder S2 ausgefahren.
- 122333b Der Spannzylinder 1.0 fährt ein. Der Vorbiegezylinder 2.0 fährt aus und wieder ein.
Anschließend fährt der Fertigbiegezylinder 3.0 aus, ein und wieder aus. Der Fertig-
biegezylinder 3.0 bleibt nach Loslassen der Taster S1 oder S2 ausgefahren.
- 3b Der Fertigbiegezylinder bleibt trotz unbetätigten Tastern S1 und S2 ausgefahren.
- 3aus Der Fertigbiegezylinder 3.0 fährt aus.
- o.k. Die Anlage funktioniert wie in der Arbeitsaufgabe gefordert (Spannzylinder 1.0 fährt
ein; Vorbiegezylinder 2.0 fährt aus; sobald der Vorbiegezylinder 2.0 wieder einfährt,
fährt der Fertigbiegezylinder 3.0 aus; Fertigbiegezylinder 3.0 fährt erst mit Loslassen
der Taster S1 oder S2 wieder ein).
- o.k.3ein Die Anlage funktioniert wie in der Arbeitsaufgabe gefordert. Zusätzlich fährt der
Fertigbiegezylinder 3.0 bei gedrückten Tastern S1 oder S2 in einer erweiterten
Schaltungslösung selbsttätig wieder ein.
- n.1x Der Funktionsablauf funktioniert nur einmal und läßt sich nicht erneut starten.

Übersicht 8.12 Kombinierte Kürzel zur Beschreibung der Funktionsabläufe

Die Übersicht 8.13 auf der nächsten Seite gibt die Kürzel der beobachteten Arbeitsschritte und Arbeitsgegenstände der Testpersonen wieder. Die Eintragungen der Bearbeitungsschritte in die Grafik erfolgen in die entsprechende Zeile der hierfür im Protokoll vermerkten Bearbeitungszeit. Eintragungen finden abhängig vom Auftreten eines Ereignisses statt (‘event-sampling’). In ein Textfeld (siehe Übersicht 8.10, Ziffer 1), das von einem rechteckigen Kästchen umschlossen wird, können eine oder mehrere Abkürzungen miteinander kombiniert eingetragen werden. Bestehende Verbindungen zwischen zwei Kürzeln kennzeichnet ein Bindestrich. Eine Trennung von aufeinanderfolgenden Kürzeln durch Komma entspricht einer Aufzählung, bei der die erstgenannten Kurzzeichen für alle folgenden weiterhin gelten. Ein weißes Kästchen repräsentiert dabei jeweils einen abgrenzbaren Handlungsverlauf. Unterschiedliche Handlungen, die sich verschiedenen Gegenständen oder Handlungszielen widmen, werden in jeweils eigene Kästchen eingetragen. Handlungsergebnisse, die aus den Handlungen hervorgehen, werden getrennt in

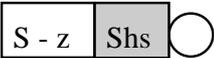
A	<u>A</u> rbeitsaufgabe	opt	<u>o</u> ptisch
abbr	<u>a</u> bbrechen des Versuches	PC	<u>P</u> ersonal <u>C</u> omputer
An	<u>A</u> nlage	Pn	<u>P</u> neumatik
B	<u>B</u> auteil („B“ ohne Zahl)	Rel	<u>R</u> elaiskasten
B1, B2, ..	magnetischer Näherungsschalter <u>B</u> 1, <u>B</u> 2,	Rol	<u>R</u> ollentaster
Beo	gegenseitige <u>B</u> eobachtung	S	<u>S</u> chaltplan („S“ ohne Zahl)
bie	<u>b</u> iegen	S1, S2, ...	Taster <u>S</u> 1, <u>S</u> 2, ...
BleS	<u>B</u> lechstreifen	Scad	Programm <u>S</u> imucad
Dok	<u>D</u> okumentation am PC	Shs	<u>S</u> elbsthalteschaltung
dr	<u>d</u> rucken	Sim	<u>S</u> imulation am PC
Dro	<u>D</u> rosseln	Sk	<u>S</u> kizze von Hand
EL	<u>E</u> lektrik	sk	<u>s</u> kizzieren von Hand
entf	<u>e</u> ntfernen	SK1, ...	<u>S</u> chließer <u>K</u> 1, ...
erf	<u>e</u> rfassen	sl	<u>s</u> chalten
Fkt	<u>F</u> unktion (Anlage oder Simulation)	sp	<u>s</u> peichern
G	<u>G</u> espräch unter den Testpersonen	SP	<u>S</u> trompfad
gr	<u>g</u> reifen	st	<u>s</u> tecken
GT	<u>G</u> renztaster allgemein	su	<u>s</u> uchen
hEL	<u>h</u> intere <u>E</u> ndlage	Tab	<u>T</u> abellenbuch
ImpV	<u>I</u> mpulsventil	Test	<u>T</u> est der Anlage
jus	<u>j</u> ustieren	TL	<u>T</u> estleiter
K1, K2, ..	Relais <u>K</u> 1, <u>K</u> 2, ...	Trafo	<u>T</u> ransformator
KS	<u>K</u> abelschacht	U	verwendete <u>U</u> nterlagen
L	<u>l</u> esen	u	<u>U</u> nterbrechung
lö	<u>l</u> öschen	ü	<u>ü</u> berprüfen
Lös	<u>L</u> ösung	V	<u>V</u> erkabelung
LS	<u>L</u> ichtschranke	v	<u>v</u> erteilen
m	<u>m</u> ontieren	vEL	<u>v</u> ordere <u>E</u> ndlage
mag	<u>m</u> agnetisch	Vgl	<u>V</u> ergleich
Notiz	<u>N</u> otizen	Y1, Y2, ..	Magnetventil <u>Y</u> 1, <u>Y</u> 2, ...
NS	<u>N</u> äherungsschalter allgemein	Z	<u>Z</u> eichnen am Computer
öf	<u>ö</u> ffnen	Z1, Z2, ..	<u>Z</u> ylinder <u>1</u> .0, <u>2</u> .0, ...
ÖK1, ...	<u>Ö</u> ffner <u>K</u> 1, ...	ZR	<u>Z</u> eitrelais

Übersicht 8.13: Kürzel der beobachteten Arbeitsschritte und Arbeitsgegenstände der Testpersonen

einem eigenen grauen Kästchen dargestellt und an das vorausgehende Handlungssymbol angehängt. Hierdurch wird eine Trennung zwischen Handlungen und Handlungsergebnissen gewährleistet. Die zusätzliche Schraffur der Ergebniskästchen hebt den jeweiligen Bearbeitungsstand der Aufgaben heraus und macht ihn leichter erkennbar. Ein Entfernen von Bauteilen oder Verkabelung wird zusätzlich durch ein durchgestrichenes Ergebnisfeld hervorgehoben. Führen die Schüler eine Tätigkeit über einen Zeitraum von mehr als einer Minute aus, so wird das

zugehörige Textfeld über die entsprechenden Zeitintervalle ausgedehnt und hierfür nur eine Kürzeleintragung vorgenommen (siehe Übersicht 8.10, Ziffer 3). Falls Zuordnungen von Tätigkeiten über einen längeren Zeitraum zu einzelnen Personen erforderlich sind, erfolgen diese zeilenweise.

Symbolfelder werden ohne Zuordnung zu einzelnen Schülern eingetragen, wenn alle Beteiligten die vermerkten Aktionen gemeinsam durchführen. Zuordnungen zu einzelnen Schülern erfolgen, wenn sie alleine agieren. Dies wird durch Anhängen des Schülersymbols an die Textfelder verdeutlicht (siehe Übersicht 8.10, Ziffer 2). Die nachfolgende Übersicht 8.14 erläutert die eben vorgestellte Darstellungsart anhand von Beispielen.

<i>A montiert den Näherungsschalter B1 an die vordere Endlage von Zylinder 2.0</i>	wird so dargestellt	
<i>B zeichnet einen neuen Pfad vom Schließer K2 zum Strompfad zwischen Näherungsschalter B1 und Relais K3.</i>	wird so dargestellt	
<i>Der Zylinder 1.0 fährt ein, und der Zylinder 2.0 alterniert.</i>	wird so dargestellt	
<i>A entfernt den Näherungsschalter B1 von der vorderen Endlage von Zylinder 2.0</i>	wird so dargestellt	

Übersicht 8.14: Darstellungsbispiele

Erste erfolgreiche Testverläufe der Anlage oder in der Computersimulation sowie erfolgreiche Blechbiegeversuche werden durch jeweils eigene, grau ausgefüllte Ellipsen, die hinter das entsprechende Textfeld gelegt werden, von allen anderen Versuchen abgehoben. Dadurch soll die erreichte Lösung besonders herausgehoben und auf den ersten Blick erkennbar werden, nach welcher Bearbeitungszeit die Gruppen diesen Erfolg bei der Lösung der Handlungsaufgabe erzielt haben.



Übersicht 8.15: Erste Erfolgsdarstellung

Die grafische Darstellung des Bearbeitungsablaufes faßt zusammengehörige Handlungselemente mit ihren Ergebnissen zu Bearbeitungsphasen zusammen, die einer übergeordneten Zielstellung der Handlungsschritte im Hinblick auf die Aufgabenlösung zugeordnet werden können (siehe Übersicht 8.10, Ziffer 4). Diese übergeordneten Zielstellungen lehnen sich in der Regel an die in Übersicht 8.6 vorgestellten Arbeitsschwerpunkte mit den einzelnen Bearbeitungsschritten einer idealisierten Lösung der Aufgabe an (siehe auch Kapitel 8.1.3). Durch die in Arbeitsphasen strukturierte Darstellung wird der jeweilige Bearbeitungsabschnitt, die Zielstrebigkeit und Effizienz der Schüler bei ihrem Lösungsversuch deutlicher erkennbar. Aus der

Reihenfolge und der Zeitdauer der jeweils durchlaufenen Bearbeitungsphasen lassen sich Qualitätsaussagen zur Vorgehensweise ableiten.

Diese Einteilung in Bearbeitungsphasen, die meist mehrere Handlungsschritte umfassen, erfolgt beim Lesen des Protokolls und beim Übertragen der einzelnen Sätze in die in Textfeldern eingefügten Abkürzungen. Abgrenzungen zwischen den einzelnen aufeinanderfolgenden Sequenzen werden durch die Zuwendung der Schüler zu neuen Bearbeitungszielen, übergeordneten Handlungszielen oder einer Veränderung der Vorgehensweise erkennbar. Hilfestellungen hierfür liefern auch die Anmerkungen in der Kommentarspalte des Bearbeitungsprotokolls.

Die von einem abgerundeten Rechteck mit durchgehender Linie umschlossenen Bearbeitungssequenzen werden stichpunktartig durch die Angabe ihres Bearbeitungsinhaltes (siehe Übersicht 8.10, Ziffer 5) in einem zugeordneten Kästchen gekennzeichnet. Falls eine Bearbeitungsphase ausschließlich oder vorwiegend von einem Schüler gestaltet wird, kennzeichnet dies das ihn repräsentierende Symbol, das der Erläuterung beigefügt wird. Bearbeiten beide Schüler gemeinsam den Arbeitsschwerpunkt dieser Sequenz, wird auf eine Kennzeichnung verzichtet. Innerhalb der Bearbeitungsphase kann dann individuell eine Schülerzuordnung erfolgen.

Falls bei der Aufgabenbearbeitung ein Vorgehen oder Handlungsergebnisse auftreten, die zu Fehlern oder Problemen führen, werden diese zum leichteren Verständnis durch eine Erläuterung gekennzeichnet. Sie stellt in einem schraffierten Textfeld, das in der Zeile des zu kommentierenden Handlungsergebnisses beginnt und an die jeweilige Bearbeitungsphase angehängt wird, Ursachen und Zusammenhänge für die eingetretenen Resultate und das Vorgehen der Testpersonen heraus (siehe Übersicht 8.10, Ziffer 6). Erläuterungen können jedoch auch übergreifend das Schülervorgehen einer Bearbeitungsphase kennzeichnen. Dies erfolgt vor allem bei ungewöhnlichen Lösungsansätzen, Auffälligkeiten, fehlerhaften Bearbeitungsschritten, unklaren Funktionsabläufen und Beschreibungen falscher Funktionen an der Anlage oder am Computer, um dem Leser einen näheren Zugang zu den Bearbeitungsinhalten und dem gezeigten Vorgehen zu ermöglichen.

Die eben vorgestellten Regeln und Erläuterungen zu der in Übersicht 8.10 im Ausschnitt abgebildeten Darstellungsform führen zu einer detaillierten Abbildung des Bearbeitungsvorgehens der Schülergruppen. Das Lesen dieser Grafik erfordert eine Einarbeitung in die vorausgehend beschriebene Übertragungsterminologie und setzt zum tiefgehenden Verständnis der inhaltlichen Zusammenhänge und abgebildeten Abläufe eine Kenntnis der fachwissenschaftlichen Hintergründe, hier der Elektropneumatik, voraus. Ein zweiter Auswertungsschritt, der im nachfolgenden Kapitel 8.4.2 beschrieben wird, führt zu einer weiteren grafischen Darstellung, die erklärend-kommentierend den Bearbeitungsverlauf offenlegt. Ein Lesebeispiel für die inhaltlich-symbolische Bearbeitungsdarstellung mit deren anschließender Umsetzung in die erklärend-kommentierende Darstellungsform findet sich im nachfolgenden Kapitel.

8.4.2 Erklärend-kommentierende Bearbeitungsdarstellung

Das nachfolgend vorgestellte Auswertungsvorgehen führt zu einer erklärend-kommentierenden Darstellung des Schülervorgehens bei einer berufsnahen Handlungsaufgabe. Hierzu wird das Ergebnis des vorausgehenden Auswertungsschrittes, eine detaillierte Dokumentation der Aufgabenbearbeitung, in Verbindung mit weiter vorliegenden Daten (siehe Übersicht 8.1) in einem

Reduktionsschritt aufbereitet. Differenzierte und vielfältige Detailangaben werden zu einer kommentierten Erläuterung des Vorgehens verdichtet. Das Bearbeitungsvorgehen präsentiert sich so in einer Form, die, ohne sich methodisch mit dem in Kapitel 8.4.1 beschriebenen Vorgehen der inhaltlich-symbolischen Bearbeitungsdarstellung auseinandersetzen zu müssen, einen intensiven Zugang zum beschriebenen Forschungsgegenstand ermöglicht und diesen offenlegt. Die grafische Darstellungsform bildet anhand von beschreibenden Erklärungen den Bearbeitungsverlauf und die wesentlichen inhaltlichen Schritte des Lösungsvorgehens der Schülergruppen ab. Anmerkungen kommentieren das beschriebene Vorgehen. Diese Darstellung kann, wie bereits die vorausgehende inhaltlich-symbolische, Grundlage für eigene Interpretationsansätze sein. Beispiele dieses Auswertungsvorgehens finden sich in Kapitel 9.2.

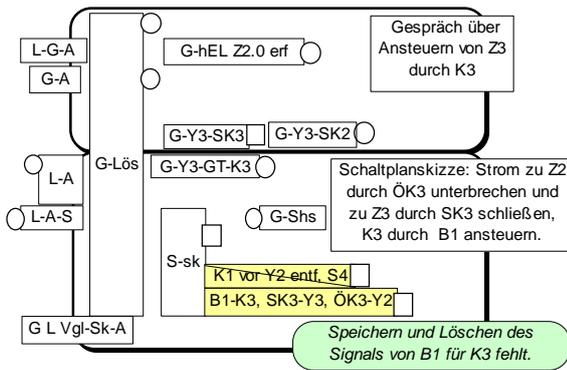
Die erklärend-kommentierende Bearbeitungsdarstellung bildet im selben zeichnungstechnischen Rahmen wie die inhaltlich-symbolische Bearbeitungsdarstellung das Schülervorgehen bei der Lösung der berufsnahen Handlungsaufgabe grafisch ab. Die Überschrift der Darstellung enthält die Gruppennummer und die den Testpersonen zugeordneten Ordnungsbuchstaben (siehe hierzu Übersicht 8.7). Eine Zeitspalte gibt die vom Protokoll übernommene Echtzeit der Bearbeitung jeweils in Minutenschritten vor. Punktierter Linien unterteilen die Darstellung in Intervalle von jeweils zehn Minuten und ermöglichen eine leichtere Orientierung über die bereits abgelaufene Bearbeitungsdauer. An die Zeitspalte schließen sich für die einzelnen Schüler, abhängig von der Schülerzahl in der dargestellten Gruppe, zwei oder drei Spalten an. Unter den ihnen zugeordneten Großbuchstaben wird anhand einer Schraffur neben der entsprechenden Uhrzeit gekennzeichnet, in welchem Arbeitsbereich der betreffende Schüler in diesem Zeitraum vorwiegend tätig ist (siehe Kapitel 8.4.1). Das Feld für die Eintragungen zum Bearbeitungsvorgehen unterteilt sich ebenso wie in Übersicht 8.9 in die dort beschriebenen Arbeitsschwerpunkte. Die Übersicht 8.16 auf der folgenden Seite gibt einen Ausschnitt dieser Darstellungsform für den selben, in Übersicht 8.10 inhaltlich-symbolisch abgebildeten Bearbeitungszeitraum wieder.

Für den nachfolgend beschriebenen Auswertungszugriff werden die inhaltlich-symbolische Bearbeitungsdarstellung und das tabellarische Bearbeitungsprotokoll Arbeitsphase für Arbeitsphase durchgegangen. Falls erforderlich, finden alle weiteren, zur Verfügung stehenden Datenquellen Beachtung. Die Auswerter fassen die jeweils dokumentierten Vorgehensweisen in inhaltlich gebündelte Umschreibungen einzelner Handlungssequenzen zusammen und tragen sie in die bestehenden und von der inhaltlich-symbolischen Bearbeitungsdarstellung übernommenen Bearbeitungsphasen ein. Somit werden die im vorausgehenden Auswertungsschritt eingetragenen Kürzel (siehe Übersicht 8.10) zu einem inhaltlich auf die wesentlichen Bearbeitungsaspekte reduzierten Text verdichtet (siehe Übersicht 8.16). Für jede Arbeitsphase werden die zentralen Bearbeitungsschritte zusammenhängend in Textform beschrieben. In den aneinandergereihten Bearbeitungsphasen wird so das schrittweise Vorgehen der Testpersonen bei der Lösung der Handlungsaufgabe erklärt. Zusätzlich können Kommentierungen in kursiver Schrift in einem grau hinterlegten Textfeld den Erklärungen zugeordnet werden. Sie charakterisieren das Schülerhandeln im Hinblick auf ein fach- und zielgerechtes Vorgehen, die Qualität der erreichten Lösungen und liefern zusätzlich Informationen, die ein Verstehen der dargestellten Vorgehensweise unterstützen sollen. Diese tendenziell interpretative Aufarbeitung des Untersuchungsgegenstandes greift insbesondere auch auf die Schüleraussagen im Fachgespräch zu ihrem Vorgehen zurück (siehe als Beispiel Anhang, S. 312) und erfordert von den Auswertern ein starkes Eindenken in die untersuchte Situation. Die nachfolgenden Ausführungen verdeutlichen den eben umschriebenen Verdichtungsprozess.

		Erklärend-kommentierende Bearbeitungsdarstellung (Gruppe 11 - Schüler A und B) {Ausschnitt}			
Zeit		Orientierung	Planung	Umsetzung	Dokumentation
A	8:58	<p>Beide lesen die Aufgabe und erfassen die Anlage; sie übertragen die Aufgabe auf die Anlage.</p> <p><i>Detailliert und ausführlich, Kabelschächte geöffnet, Verkabelung sehr genau untersucht</i></p>	<p>Gespräch über Erfassen der Bewegung von Z2 und Ansteuern von Z3 durch K2 oder durch K3.</p> <p><i>Ansteuerung von Z3 durch weiteres Relais auf Signal von Z2 erkannt</i></p> <p>Schaltung skizzieren: Mit Signal von B1 Strom zu Z2 durch ÖK3 unterbrechen, Strom zu Z3 durch SK3 schließen.</p> <p><i>Beide vermuten, Schaltung sei korrekt geplant und fertig skizziert</i></p>	<p>Beide bauen Näherungsschalter an vorderer Endlage von Z2 an. A steckt geplante Schaltung an der Anlage.</p> <p><i>Beide teilen sich nach kurzer Absprache auf, um verschiedene Aufgabenteile zu erledigen.</i></p> <p><i>A wirkt sicher beim Stecken und Anschließen von B1. Er erwartet eine korrekte Anlagenfunktion für den nachfolgenden Testablauf.</i></p>	<p>B startet PC, Simucad, lädt nach Gespräch mit TL BIEGEN.PNE.</p> <p><i>Hilfestellung erforderlich.</i></p> <p>B zeichnet Schaltung ohne Vorlage am PC.</p> <p><i>B steht beim Zeichnen verbal mit A in Kontakt.</i></p>
B	8:59				
A	9:00				
B	9:01				
A	9:02				
B	9:03				
A	9:04				
B	9:05				
A	9:06	10 Minuten			
B	9:07				
A	9:08				
B	9:09				
A	9:10				
B	9:11				
A	9:12				
B	9:13				
A	9:14				
B	9:15				
A	9:16				
B	9:17				
A	9:18	20 Minuten			
B	9:19				
A	9:20				
B	9:21				
A	9:22				
B	9:23				
A	9:24				
B	9:25				
A	9:26				
B	9:27				
A	9:28	30 Minuten			

Übersicht 8.16: Erklärend-kommentierende Bearbeitungsdarstellung im Ausschnitt, Kürzellegende siehe Übersichten 8.11 bis 8.13

Der nachfolgende Ausschnitt in Übersicht 8.17 zur inhaltlich-symbolischen Bearbeitungsdarstellung aus Übersicht 8.9 (Bearbeitungszeitraum 9.06 - 9.17 Uhr, Arbeitsschwerpunkt `Planung`) liefert zusammen mit dem angeführten Lesebeispiel die inhaltliche Grundlage für die in der erklärend-kommentierenden Bearbeitungsdarstellung vorgenommene Informationsverdichtung. Weiter dient das Lesebeispiel zur Verdeutlichung des Auswertungsvorgehens, das zu dieser in Kapitel 8.4.1 näher vorgestellten Darstellung führt.



Übersicht 8.17: Ausschnitt für Lesebeispiel, Kürzellegende siehe Übersichten 8.11 bis 8.13

Im nebenstehend abgebildeten Ausschnitt der inhaltlich-symbolischen Bearbeitungsdarstellung sind beide Schüler in den Arbeitsphasen zum Bearbeitungsschwerpunkt `Planung` aktiv, da die verbale inhaltliche Kennzeichnung in den weißen Textfeldern kein Kürzel für einzelne Schüler enthält. Aktionen von nur einem der beiden sind in den Arbeitsphasen entsprechend markiert (\square oder \circ). Die Schüler sprechen nahezu während des gesamten Zeitraumes über die beabsichtigte Lösung (G-Lös). In der ersten Arbeitsphase lesen sie die Arbeitsaufgabe und sprechen darüber (L-G-A, G-A). Das Herausziehen dieser Kürzel aus der Arbeitsphase deutet an, daß die Schüler hierbei auch den Arbeitsschwerpunkt `Orientierung` berühren (siehe Übersicht 8.10). In der ersten Arbeitsphase spricht Schüler B über das Erfassen der hinteren Endlage von Zylinder 2.0 (G-hEl Z2 erf). Später spricht A an, daß die Spule Y3, die über ein Magnetventil Zylinder 3.0 ansteuert, durch einen Schließer von Relais K3 geschaltet werden muß. B spricht hierzu einen Kontakt von Relais K2 an.

In der nächsten Bearbeitungsphase spricht B die Notwendigkeit eines weiteren Bauteils, hier eines Grenztasters an, um Y3 durch ein Relais K3 anzusteuern (G-Y3-GT-K3). Damit wenden sich die Schüler einer konkreten Planung zur Lösung der Aufgabe zu. Dies wird durch eine neue Bearbeitungsphase angedeutet. B liest zur erneuten Orientierung die Arbeitsaufgabe und den Schaltplan (L-A, L-A-S). B spricht eine Selbsthalteschaltung an (G-Shs). Beide Schüler skizzieren den Schaltplan (S-sk). In einer gekennzeichneten Arbeitsminute ist nur A tätig. A entfernt, wie in den Ergebnisfeldern angegeben, K1 vor Y2 und zeichnet einen Schalter S4 ein. Anschließend macht er beides wieder rückgängig (K1 vor Y2 entf. S4). Dann zeichnet er einen magnetischen Näherungsschalter B1 ein, einen Schließer K3 vor Y3 und einen Öffner K3 vor Y2 (B1-K3, SK3-Y3, ÖK3-Y2). Beide besprechen, lesen und vergleichen ihre Schaltplanskizze mit der Arbeitsaufgabe. Die Erläuterung im schraffierten Textfeld gibt an, daß zur korrekten Lösung die Selbsthalteschaltung für das Signal von B1 für K3 fehlt.

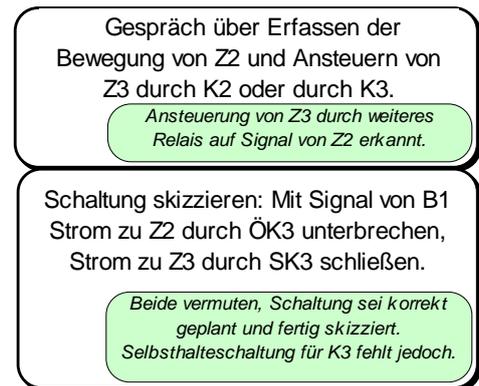
Der eben vorgestellte inhaltliche Verlauf der Arbeitsphasen wird für die erklärend-kommentierende Bearbeitungsdarstellung zu in Übersicht 8.18 auf der nächsten Seite abgebildeten Übertragungsbeispiel aufgearbeitet. In der ersten Arbeitsphase beschäftigen sich beide Schüler mit dem Erfassen der Bewegung des Zylinders Z2 und dem Ansteuern des Zylinders Z3. Sie überlegen, ob dies für Z3 durch das Relais K2 oder K3 erfolgen soll. Der Eintrag "Gespräch über Erfassen der Bewegung von Z2 und Ansteuern von Z3 durch K2 oder durch K3" bildet diesen Inhalt ab. Die beigefügte Anmerkung "Ansteuerung von Z3 durch weiteres Relais auf Signal von

Z2 erkannt" kennzeichnet den Bearbeitungsstand der Schüler hinsichtlich der Aufgabenlösung. In der nächsten Bearbeitungsphase umschreibt "Schaltung skizzieren: Mit Signal von B1 Strom zu Z2 durch ÖK3 unterbrechen, Strom zu Z3 durch SK3 schließen" den erreichten Bearbeitungsstand. Die Anmerkung "*Beide vermuten, Schaltung sei korrekt geplant und fertig skizziert. Selbsthalteschaltung für K3 fehlt jedoch*" gibt die Vermutung der Schüler wieder, sie hätten bereits eine korrekte Schaltungslösung erreicht. Zusätzlich ist die für eine korrekte Lösung fehlende Selbsthalteschaltung für K3 benannt. Durch die aus dem Protokoll (siehe Anhang, S. 313f.) entnommenen Informationen läßt sich klar belegen, daß die Schüler, wie hier beschrieben, von einer korrekten Schaltungslösung ausgehen.

Die erklärend-kommentierende Bearbeitungsdarstellung kennzeichnet alle in Hinblick auf die Aufgabenlösung wesentlichen Bearbeitungsschritte und bildet inhaltlich verdichtet die Vorgehensweise und den Bearbeitungsverlauf der Schülergruppen im Überblick ab. Über die inhaltlich-symbolische Bearbeitungsdarstellung hinaus werden Ziele, Ursachen, Zusammenhänge und Erwartungen der agierenden Personen herausgehoben. Für die erklärend-kommentierende Darstellungsform ist zwingend die inhaltlich-symbolische Bearbeitungsdarstellung vorauszusetzen. In diesem Zusammenhang wird die Bedeutung der grafischen Darstellungen für das Auswertungsvorgehen in einer Methodenreflexion in Kapitel 8.5.4 gekennzeichnet.

8.4.3 Expertenbeurteilung der Bearbeitung

Nach den vorausgehend beschriebenen Auswertungsschritten zur grafischen Darstellung des Bearbeitungsverlaufs einer berufsnahen Handlungsaufgabe führt der in diesem Kapitel vorgestellte Analyseschritt zu einer Expertenbeurteilung des beobachteten Schülervorgehens. Die Beurteilung richtet sich besonders auf ein fachlich und inhaltlich korrektes Lösungsvorgehen der Schüler mit seinen Stärken und Schwächen. Hierzu werden die Gruppen mit Analyseaspekten konfrontiert, die sich aus der Fragestellung dieses Untersuchungsschwerpunktes (siehe Kapitel 2.3.3) zusammen mit den fachwissenschaftlichen Vorgaben der Aufgabenstellung (siehe Kapitel 8.1) und einem dabei angezeigten, korrekten Lösungsvorgehen ableiten. Da sich das Frageinteresse zur Handlungsaufgabe insbesondere auf ein 'Wie' des Vorgehens richtet, orientiert sich die Beurteilung primär am Verlauf der Bearbeitung. Ein wesentlicher Maßstab für die Expertenbeurteilung ist dabei die Qualität und somit der Expertisegrad des beobachteten Vorgehens. Dies wird durch die Reflexion der beobachteten Aufgabenbearbeitung an einem erwarteten fachgerechten Vorgehen ermittelt, das die Besonderheiten der Aufgabenstellung berücksichtigt (siehe als Beispiel Kapitel 9.2.1). Die in Anlehnung an den vorausgehenden Unterricht konzipierte Aufgabe mit den erforderlichen Lösungsschritten gibt somit ein inhaltliches, fachwissenschaftliches Beurteilungsgerüst vor, an dem sich die für diesen Forschungsschwerpunkt relevanten Untersuchungsfragen ausrichten.



Übersicht 8.18: Übertragungsbeispiel, Kürzellegende siehe Übersichten 8.11 bis 8.13

Die an die Aufgabenbearbeitung herangetragen und nachfolgend wiedergegebenen Analyseaspekte dienen nicht als strenges `Kategoriensystem´ für die Beurteilung des Vorgehens. Sie werden auch nicht explizit und jeweils im einzelnen abgearbeitet. Vielmehr geben sie Richtungshinweise für die Charakterisierung des Bearbeitungsverlaufes.

Analyseaspekt (1) "Stringenz beim Durchlaufen der Arbeitsschwerpunkte"

Eine kompetente und qualitativ hochstehende Bearbeitung ist durch ein stringentes Durchlaufen der Arbeitsschwerpunkte `Orientierung´, `Planung´, `Umsetzung´ und `Dokumentation´ (siehe Kapitel 8.4.1 und Übersicht 8.6) gekennzeichnet. Hierbei folgt einer Orientierung über die verlangten Handlungsergebnisse eine schriftliche Planung der geforderten Schaltung. Diese wird darauf an der Anlage umgesetzt und anschließend dokumentiert.

Analyseaspekt (2) "Bearbeitung aller notwendigen Lösungsschritte"

Die korrekte Aufgabenbearbeitung erfordert mehrere schaltungstechnische Lösungsschritte (siehe Übersicht 8.6), deren Erkennen und Umsetzen eine Aussage zur Bearbeitungsqualität zuläßt. Alle hierzu benötigten Einzelelemente sind Inhalt des vorausgehenden Unterrichts.

Analyseaspekt (3) "Wiederkehrende Bearbeitungsschritte in den Bearbeitungsphasen"

Bei einer hohen Bearbeitungsqualität tritt jeder notwendige Bearbeitungsschritt jeweils nur einmal auf. Ein mehrmaliges Auftreten ein und desselben Bearbeitungsschrittes innerhalb eines Arbeitsschwerpunktes deutet auf Unsicherheit und fehlendes Wissen durch erforderlich werdende Korrekturmaßnahmen und Wiederholungen hin.

Analyseaspekt (4) "Bearbeitungsdauer"

Die für einzelne Ergebnisschritte als auch für die Gesamtlösung erforderliche Bearbeitungszeit ermöglicht eine Aussage über das in den Gruppen verfügbare Wissen und seine Anwendbarkeit bezogen auf die Aufgabenbearbeitung. Ein rasches Verfügen über die erforderlichen Wissensinhalte und deren Umsetzung deutet auf hohe aufgabenbezogene Qualifikationen hin.

Analyseaspekt (5) "Ergebnisse der Funktionsabläufe beim Test der Anlage/Simulation"

Die Ergebnisse der Funktionsabläufe beim Testen der verkabelten Anlage oder der Simulation am PC weisen auf Fehler und Probleme bei der Bewältigung eines bestimmten Bearbeitungsschrittes hin. Hierdurch werden Planungs- und Umsetzungsfehler deutlich.

Analyseaspekt (6) "Fähigkeit zur Beurteilung der eigenen Ergebnisse durch die Schüler"

Erreichte korrekte Ergebnisse erfordern ebenso wie fehlerhafte Handlungsergebnisse eine Beurteilung durch die handelnden Schüler. Fehlinterpretationen der Handlungsergebnisse weisen auf Defizite bei diesen Kontrolltätigkeiten oder bei der Rezeption der Aufgabenstellung hin.

Analyseaspekt (7) "Beachtung der Sicherheitsvorschriften"

Die Beachtung der Sicherheitsvorschriften ist ein wesentlicher Qualitätsmaßstab für eine kompetente Facharbeit, um Schäden an Personen und Anlagen zu vermeiden. Nichtbeachten kann hier auf unkonzentrierte Arbeitsweise oder fehlendes Sicherheitsbewußtsein hindeuten. In der Aufgabenstellung wird explizit auf diesen Gesichtspunkt hingewiesen.

Für die Expertenbeurteilung werden die vorausgehenden Ergebnisteile (siehe Kapitel 8.4.1 und 8.4.2) vor dem Hintergrund der vorausgehend vorgestellten Beurteilungsaspekte gesichtet. Im Bedarfsfall werden die vorliegenden Bearbeitungs- und Wortprotokolle ebenso wie alle weiteren zur Verfügung stehenden Daten herangezogen (siehe Übersicht 8.1). Dieser Auswertungsschritt erfolgt unabhängig von zwei Personen. Mit dem Autor dieser Arbeit bearbeiten hierzu die eingangs in Kapitel 8.4 vorgestellten Personen die von ihnen ausgewerteten Schülergruppen. Nach dem Erstellen individueller Einzelbeurteilungen werden diese im Anschluß verglichen, bei Unstimmigkeiten besprochen, zum Konsens gebracht und als gemeinsames Beurteilungsergebnis schriftlich fixiert. Diese Expertenbeurteilungen werden von einer weiteren Person, die an der Datenerhebung und -aufbereitung des ersten Beobachtungszeitraumes beteiligt war (siehe Kapitel 8.2 und 8.3), in Ausschnitten überprüft. Die Ergebnisse der Expertenbeurteilung für jede Gruppe finden sich in Kapitel 9.2.2. Den Einzelergebnissen folgt zu einem Gesamtüberblick in Kapitel 9.2.3 eine kurze Darstellung charakteristischer Merkmale der Aufgabebearbeitung für alle beobachteten Gruppen.

8.5 Methodenreflexion

Die nachfolgenden Ausführungen wollen das methodische Vorgehen beim Lösungsvorgehen von Schülern bei der Bearbeitung einer Handlungsaufgabe in der Erhebungssituation, zur Datentransformation und Datenauswertung einer kritischen Reflexion unterziehen. Dieser Untersuchungsansatz zeigt in weiten Teilen eine große methodische Nähe zum in Kapitel 7 beschriebenen Vorgehen bei der Unterrichtsevaluation. Im nachfolgenden Kapitel werden daher besonders die spezifischen Probleme der Untersuchung zur berufsnahen Handlungsaufgabe, sowohl konzeptions- als auch durchführungsbezogen, ihre Ursachen und mögliche Auswirkungen auf die Forschungsergebnisse diskutiert. Artverwandte Problembereiche des Vorgehens werden kurz vor dem Hintergrund der in Kapitel 7 parallel laufenden Diskussion thematisiert. Damit will dieser Abschnitt einen Beitrag leisten, die Güte der vorliegenden Untersuchung näher zu beleuchten und transparent zu machen.

8.5.1 Methodenreflexion zur Aufgabenstellung

Das in Kapitel 8.1 beschriebene Untersuchungsinstrument 'Handlungsaufgabe' entspricht als berufsnaher Problemstellung den Anforderungen dieses Untersuchungsansatzes bezüglich Inhalt, Schwierigkeitsgrad, Komplexität und Umfang. Entsprechend dem Forschungsinteresse der vorliegenden Arbeit und um den Schülern eine Bearbeitung auf der Basis der Unterrichtsinhalte zu ermöglichen, war eine Anlehnung der Aufgabeninhalte an die Unterrichtskonzeption zwingend erforderlich. Die Handlungsaufgabe deckt dabei alle vermittelten Lernziele zur Elektropneumatik ab. Somit war sie, wie die Ergebnisse zeigen (siehe Kapitel 9.2), für leistungsstarke Schüler keinesfalls eine Unterforderung. Leistungsschwächere Schüler konnten zumindest Teilergebnisse erzielen. Mit der gegenüber dem Unterricht auf drei anzusteuernde Zylinder gesteigerten Komplexität der Schaltung wurde ein bewältigbares Anforderungsniveau gefunden. Die von der Anlage herstellbaren Haltewinkel verkörpern den Berufsbezug der Biegevorrichtung.

Die geforderte Aufgabenstellung verlangte weitgehende Qualifikationen entsprechend den späteren beruflichen Anforderungen dieser Arbeitsinhalte. Die Bearbeitungssituation erlaubte unterschiedlichstes Lösungsvorgehen und bot verschiedenste Bauteile zur Aufgabenlösung an. Die Schüler waren somit von den äußeren Bedingungen in ihrem Vorgehen nicht eingeschränkt oder gegängelt.

Für den eben skizzierten Entwicklungsstand waren mehrere Vorerprobungen, aus denen wichtige Optimierungen hervorgingen, unerlässlich. Die ursprünglich anhand theoretischer Überlegungen konstruierte Aufgabenstellung hätte, wie in den Erprobungen erlebt, in keiner Weise aufgrund konzeptioneller Unzulänglichkeiten auch nur annähernd die beabsichtigten Einblicke ermöglicht.

8.5.2 Methodenreflexion zur Erhebungssituation

Die für die Untersuchung geschaffenen räumlichen Gegebenheiten ermöglichten es, die beobachtete Schülergruppe und den gesamten von ihr eingenommenen Arbeitsbereich ungestört von der eingesetzten Kamera optisch relativ gut bis ins Detail zu erfassen. Grenzen wurden bei Details der Verkabelung an den Relais und bei der Aufzeichnung des PC-Bildschirms erreicht. Teilweise konnten einzelne Anschlüsse anhand der Auflösung der Aufzeichnungen nicht mehr nachvollzogen werden. Probleme ergaben sich weiter dadurch, daß die Schüler teilweise an unterschiedlichen Arbeitsplätzen agierten und so eine Selektion des Bildausschnitts vorgenommen werden mußte. Dieses Problem konnte durch die Abstimmung der zwei Beobachter etwas aufgefangen werden. Audiovisuell wurde der Arbeitsbereich erfaßt, an dem der vermutlich wichtigere Teil der Aufgabenbearbeitung ablief. Der jeweils nicht audiovisuell erfaßte Arbeitsbereich wurde handschriftlich dokumentiert. Die Tonaufzeichnung der Bearbeitungssituation war gut, teilweise durch sehr leises Sprechen der Schüler oder völliges Vermeiden von verbalen Äußerungen jedoch nicht so ergiebig wie erhofft.

Ein höherer gerätetechnischer Aufwand, wie z.B. der Einsatz von Körpermikrofonen, der zu einer lückenlosen und präzisen Dokumentation der Gespräche erforderlich wäre, oder der Einsatz einer zweiten Kamera zum gleichzeitigen Erfassen mehrerer Arbeitsbereiche hätte, wie bereits in Kapitel 7.4 beschrieben, nicht zwingend zu einer höheren Güte der erhobenen Daten beigetragen. Daher wurde auch hier zugunsten einer geringstmöglichen Beeinflussung der Erhebungssituation und der darin handelnden Personen auf weitere Erhebungsinstrumente verzichtet. Selbstverständlich führte die Aufzeichnung der Untersuchungssituation zu einer Beeinflussung der handelnden Personen. Trotzdem konnte im Verlauf der Aufgabenbearbeitung bei nahezu allen Gruppen eine lockere, entspannte Arbeitsatmosphäre und ein engagiertes Vorgehen beobachtet werden.

Eine unstrukturierte schriftliche Beobachtung begleitete die audiovisuelle Datenerhebung. Sie richtete sich an grob formulierten Beobachtungsaufgaben aus und war bei den vielfältigen Handlungsmöglichkeiten der Schüler der einzig sinnvolle Zugangsweg zum breiten, nicht eingrenzbaaren Spektrum an beobachtbaren Handlungen.

Wie bei der Verlaufsuntersuchung des Unterrichts (siehe Kapitel 7) selektiert die audiovisuelle Aufzeichnung die in der Untersuchungssituation gewonnenen Daten bereits vor. Durch eine ausführliche Beobachterschulung wurde auch hier versucht, Selektionsverluste für die Untersuchung relevanter Daten möglichst gering zu halten.

Die Aufgabenstellung der Handlungsaufgabe wurde während der drei Erhebungszeiträume nicht verändert. Daher bestand theoretisch für die Schüler die Möglichkeit, sich bei Klassenkameraden über den Aufgabeninhalt zu informieren. Die Schüler wurden nach Testende jedoch gebeten, Stillschweigen über Inhalt und Ablauf der Aufgabe zu wahren. Der Einstieg in die Testsituation und die Aufgabenbearbeitung zeigte bei allen Gruppen, daß sie vermutlich keinerlei Vorinformationen zum anstehenden Test hatten.

Von den an der Erhebung teilnehmenden Schülern wurden einige vor der Aufgabenbearbeitung auch im Ausbildungsbetrieb im Bereich Elektropneumatik ausgebildet oder arbeiteten an elektropneumatischen Industrieanlagen. Der Ausbildungsstand und die Tätigkeiten einzelner Schüler wurden im Fachgespräch erhoben und durch den unterrichtenden Lehrer bestätigt. Diese Informationen lassen sich den Schülern zuordnen und sind im Ergebnisteil dieser Arbeit in Kapitel 9.2 dokumentiert. Betriebliche Ausbildungsinhalte beschränkten sich ausschließlich auf eine Prüfungsvorbereitung, die ein Nachvollziehen bestehender Schaltungen beinhaltete und bei der keine neuen Schaltungen, wie hier gefordert, zu generieren waren. Arbeitstätigkeiten an Industrieanlagen beschränkten sich ausschließlich auf das angeleitete Auswechseln einzelner Bauteile. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen keine signifikanten Unterschiede bei der Bearbeitungsqualität der Aufgabenstellung, die sich auf eine zusätzliche betriebliche Ausbildung rückführen lassen.

Die Bearbeitungssituation in der Gruppe ermöglichte weitgehend eine Aufgabenverteilung. Erkennbar war häufig, daß in den Gruppen Schüler die Führung übernahmen und andere Schüler sich eher unterordneten. Es konnte jedoch nur bei einer der intern annähernd leistungshomogenen Gruppen festgestellt werden, daß sich ein Schüler einer Dreiergruppe bei der Bearbeitung nahezu völlig ausklinkte.

Bei der Nachbesprechung der Aufgabenbearbeitung mit den Schülergruppen in einem fokussierten Interview übernahm häufig ein Schüler die Initiative, andere versuchten, sich etwas zurückzunehmen. Durch direktes Befragen einzelner Personen bezüglich der ihnen zugeordneten Handlungsabschnitte konnte dies etwas aufgefangen werden. Es zeigte sich im Interviewverlauf an der Biegevorrichtung, daß sich die beteiligten Personen in der Regel sehr gut auch an Details ihres Vorgehens erinnern konnten und parallel dazu in der Lage waren, ihr Vorgehen zu erläutern.

8.5.3 Methodenreflexion zur Datentransformation

Die Verschriftung der Rohdaten in ein Wortprotokoll und tabellarisches Bearbeitungsprotokoll wurde von den bereits an der Datenerhebung beteiligten Personen durchgeführt. Dies stellte eine möglichst realitätsgerechte Datentransformation weitgehend sicher. Bei dieser Umsetzung aufgetretene Probleme berührten ausschließlich das Bearbeitungsprotokoll. Sie resultierten aus der umfassenden Rohdatenmenge, die weiter selektiert und zusammengefaßt werden mußte. Dabei ablaufende Prozesse führten zu einer weiteren Ausschnittbildung. Um die Qualität dieser Abbildung möglichst hoch zu halten, wurden sämtliche Vertextungsschritte einer Person ebenso wie bei der Verlaufsuntersuchung des Unterrichts (siehe Kapitel 7) jeweils von zwei weiteren Personen überprüft. Besonderes Augenmerk lag dabei auf einer möglichst interpretationsfreien Beschreibung der vorgefundenen Situationen. Grenzen wurden dann erreicht, wenn aus einer reinen Beschreibung Sinnzusammenhänge verlorenzugehen drohten und eine Erläuterung der beobachteten Sequenzen erforderlich wurde.

Ein Problem qualitativer Forschung ist der unvermeidliche interpretative Anteil an den Forschungsergebnissen. Die vorliegende Arbeit ist sich daher bewußt, daß alle Zugriffe auf den Forschungsgegenstand immer auch subjektiven Einflüssen unterliegen. Durch eine weitestmögliche Offenlegung und Dokumentation des Forschungsvorgehens, das anhand von klar umschriebenen Regeln erfolgt, soll dieser Einfluß verringert und für Außenstehende transparenter werden.

8.5.4 Methodenreflexion zur Datenauswertung

Da sich die Datenauswertung zur beobachteten Bearbeitung einer berufsnahen Handlungsaufgabe nicht auf die reine Dokumentation der Bearbeitung beschränkt, sondern Zusammenhänge und Hintergründe aufzeigt und herausarbeitet, war ein stark interpretativ-verstehender Auswertungszugriff erforderlich. Nur auf diesem Wege konnten Einblicke in den Forschungsgegenstand entsprechend dem Frageinteresse der Forschung gewonnen werden. Ein regelgeleitetes Vorgehen und eine weitestmögliche Offenlegung der Auswertungsschritte versuchen diesen Prozeß transparent zu machen. Somit werden die subjektiven Einflüsse auf die Forschungsergebnisse dieser Arbeit verringert und leichter einschätzbar.

Die Auswertungsschritte zur Handlungsaufgabe führten zu drei eigenständigen, jedoch eng miteinander verflochtenen Ergebnisteilen. Die grafischen Darstellungen des Bearbeitungsverlaufs reduzieren in zwei Schritten die vorliegenden Rohdaten und die daraus entstandenen, in Protokollen verbal vorliegenden Daten. Die Zusammenführung aller bis zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Daten und ihre Umwandlung in Kürzel für die inhaltlich-symbolische Bearbeitungsdarstellung konnte weitgehend regelgeleitet erfolgen. Diese erhebliche Datenverdichtung war erforderlich, da ohne sie die hochkomplexe Bearbeitungssituation nicht in einem vernünftigen und überschaubaren Rahmen abbildbar und beurteilbar geworden wäre. Die inhaltlich-symbolische Bearbeitungsdarstellung ist daher eine unverzichtbare Grundlage für nachfolgende Auswertungsschritte. Diese Darstellung erfordert für Außenstehende ein umfangreiches Einlesen in die Regeln und komplexe Symbolik ihrer grafischen Abbildungsart, was zweifelsohne den Zugang zu diesem Ergebnisteil erschwert. Sein Rezipieren ist jedoch für den Forschungsschwerpunkt 'Handlungsaufgabe' der vorliegenden Arbeit nicht zwingend erforderlich, da die einfacher zugängliche erklärend-kommentierende Darstellung des darauffolgenden Ergebnisteils und insbesondere die Expertenbeurteilung ebenso einen intensiven und umfassenden Zugang zum Forschungsgegenstand erlauben und ihn offenlegen.

Für die erklärend-kommentierende Bearbeitungsdarstellung wurde die bis zu diesem Zeitpunkt vorliegende Datenmenge (siehe Übersicht 8.1) weiter reduziert und die Kürzeldarstellung einzelner Handlungen in eine zusammenfassende, erklärend-kommentierende Bearbeitungsdarstellung überführt. Sie enthält gegenüber der vorausgehenden inhaltlich-symbolischen Bearbeitungsdarstellung stärkere interpretative Zugriffe, die den Sinngehalt einzelner Bearbeitungssequenzen herausarbeiten und das Schülervorgehen vor diesem Hintergrund kommentieren. Das Bearbeitungsvorgehen wird durch diese Darstellung strukturiert. Ein Einblick in Zusammenhänge der Bearbeitungssituation und ein Erkennen der Hintergründe von Handlungen der Schüler wurden dadurch wesentlich erleichtert. Herausgestellt werden muß in diesem Zusammenhang, daß die Deutungen und Interpretationen der dokumentierten Situationen stets vor dem Expertisehintergrund und den pädagogischen Erfahrungen der Forscher erfolgen mußten und eine äußerst aufwendige, intensive und tiefgehende fachliche und inhaltliche Auseinandersetzung der

Auswerter mit dem Untersuchungsgegenstand erforderte. Sämtliche Auswertungszugriffe wurden ständig von mehreren Personen gegenseitig überprüft, um subjektiv verengte Einzelsichtweisen abzumildern.

Für den Leser der vorliegenden Arbeit ist die Expertenbeurteilung der eigentliche Ergebnisteil dieses Forschungsschwerpunktes, der das Schülervorgehen entsprechend der Fragestellung kennzeichnet. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wodurch sich der immense Auswertungsaufwand für die vorausgehenden Ergebnisteile rechtfertigen läßt, oder ob nicht auf direkterem Weg eine Expertenbeurteilung möglich gewesen wäre. Hierzu muß festgestellt werden, daß die inhaltlich-symbolische und die erklärend-kommentierende Bearbeitungsdarstellung für Außenstehende keine zwingende Voraussetzung zum Verständnis der Expertenbeurteilung und somit des Schülervorgehens darstellt. Beide Ergebnisteile ermöglichen zwar einen tiefergehenden Einblick in Details des Bearbeitungsverlaufs. Sie bilden weiter die Grundlage für mögliche, eigenständige Interpretationsansätze dritter. Die dringende Notwendigkeit für dieses Auswertungsvorgehen leitet sich jedoch aus der gewonnenen Erkenntnis ab, daß ohne diese 'Zwischenergebnisse' bei der Auswertungsarbeit die Qualität der Expertenbeurteilung in der vorliegenden Form nicht erzielbar gewesen wäre. Nur durch die klare, übersichtliche und zusammenhängende Abbildung und Strukturierung des gesamten Bearbeitungsverlaufs konnten in einer schrittweisen Datenfilterung die Ergebnisse in der in Kapitel 9.2 präsentierten Form herausgearbeitet werden. Mit dieser Aufarbeitung war über die grafische Darstellung hinaus eine sehr intensive Auseinandersetzung mit dem Protokoll und der Bearbeitungssituation erforderlich. Einer Verwässerung der Ergebnisqualität durch zu große oder zu oberflächliche Auswertungsschritte konnte entgegengewirkt werden.

Die Expertenbeurteilung als dritter Ergebnisteil wurde unabhängig von zwei Personen vorgenommen und anschließend in einem Gespräch zusammengeführt. Hierbei zeigte sich, daß kaum Differenzen in der Einschätzung einzelner Bearbeitungssequenzen auftraten. Leicht unterschiedliche Sichtweisen konnten unmittelbar zum Konsens gebracht werden.

Entsprechend der Fragestellung dieses Untersuchungsschwerpunktes (siehe Kapitel 2.3.3) erforderten die an die Aufgabenbearbeitung herangetragenen Beurteilungskomplexe eine Orientierung an den fachwissenschaftlichen Vorgaben der Aufgabenstellung, da sich das Frageinteresse zur Handlungsaufgabe insbesondere auf ein 'Wie' des Vorgehens richtet. Hierfür waren in erster Linie Kriterien für ein fachgerechtes Lösungsvorgehen relevant, die aus dem fachwissenschaftlichen Hintergrund der Bearbeitungssituation abgeleitet wurden. Eine Wissenschaftstheorie, wie sie z.B. für die Beurteilung des Lernprozesses im Unterricht angewandt werden konnte (siehe Kapitel 7.3.3), war als Beurteilungsgrundlage für die Aufgabenbearbeitung nicht geeignet. Die Beurteilung konnte nur vor dem subjektiv geprägten Erfahrungshintergrund der Auswerter erfolgen, die ebenso wie die vorausgehenden Auswertungsschritte weitgehende fachliche und pädagogische Kenntnisse erforderte. Eigenständige Beurteilungen dritter auf der Basis der vorausgehenden Ergebnisteile sind aufgrund der angestrebten Transparenz der vorliegenden Arbeit jedoch jederzeit möglich.

Alle Ergebnisteile, die aus einzelnen Auswertungsschritten hervorgingen, stehen nicht auf einer sich ständig verengenden Datenbasis, da es das jeweilige Untersuchungsinteresse mit dem angewandten Auswertungsvorgehen erforderte, immer wieder auf alle vorhandenen Datenquellen zurückzugreifen. Die Ergebnisteile sind vielmehr parallel untereinander vernetzt, sie erforderten daher ein reflexives Auswertungsvorgehen.

9 Darstellung der Ergebnisse

Das nachfolgende Kapitel stellt die Ergebnisse der vorliegenden Forschungsarbeit vor. Sie beziehen sich in Kapitel 9.1 auf die Verlaufsuntersuchung des begleiteten Unterrichtsvorhabens. Kapitel 9.2 präsentiert Ergebnisse zum Lösungsvorgehen von Schülern bei einer Handlungsaufgabe im Anschluß an diesen Unterricht.

9.1 Ergebnisse der Verlaufsuntersuchung eines handlungsorientierten Unterrichts

Die Verlaufsuntersuchung zum analysierten Steuerungstechnikunterricht umfaßt drei Ergebnisbereiche (siehe Übersicht 7.1). In Kapitel 9.1.1 wird stellvertretend für die bereits veröffentlichte Beschreibung des gesamten Beobachtungszeitraums ein Unterrichtstag daraus vorgestellt. Kapitel 9.1.2 zeigt Ergebnisse der inhalts- und ablauforientierten Bewertung des untersuchten Unterrichts auf. In Kapitel 9.1.3 werden die Ergebnisse einer übergreifenden und kriterienorientierten Unterrichtsbewertung vorgestellt.

9.1.1 Exemplarische Verlaufsbeschreibung eines Unterrichtstages

Die Unterrichtsbeschreibung als erster Ergebnisteil der Verlaufsuntersuchung gibt einen detaillierten Einblick in den inhaltlichen und methodischen Ablauf des durchgeführten Unterrichts. Dokumentiert sind die Lern- und Arbeitsweise der Schüler mit den von ihnen angefertigten Ergebnissen, die dabei eingesetzten Medien und Hilfsmittel sowie die Rolle des Lehrers. Umfassend und möglichst realitätsnah wird so der beobachtete Unterricht mit seinen Eigenheiten und Problemen als ein Beispiel für die Durchführung von fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichtsvorhaben vorgestellt und der Diskussion geöffnet.

Die nachfolgende Verlaufsbeschreibung eines willkürlich ausgewählten Unterrichtstages der in Kapitel 5 vorgestellten und von dieser Forschungsarbeit begleiteten Unterrichtskonzeption steht als Beispiel für den gesamten Untersuchungszeitraum. In SCHELTEN, RIEDL, TENBERG, SCHAUHUBER, SIEGERT (1995, S. 7 - 78) ist bereits eine umfassende Verlaufsbeschreibung dieses Unterrichts mit einer kurzen Beurteilung als Vorveröffentlichung von ersten Ergebnissen dieser Forschungsarbeit erfolgt, der das nachfolgende Beispiel entstammt (ebd. S. 35 - 37). Weiter geben SCHAUHUBER (1995) und SIEGERT (1995) Einblick in diesen Unterricht. Im Anhang (S. 272ff.) finden sich Ausschnitte der Rohdaten und transformierten Daten, die zu dieser Verlaufsbeschreibung herangezogen werden.

Unterrichtstag: 21.04.1994

Alle vier Schüler der Gruppe sind anwesend. Die Schüler stellten in der vorhergehenden Stunde ihre Dokumentation zu Leittext 7 fertig.

Der Lehrer gibt der Gruppe die korrigierte Dokumentation zurück. Da sie tadellos ausgeführt ist, wurde sie mit *'sehr gut'* bewertet. Dann erklärt der Lehrer der Gruppe, daß diesmal der Abschlußtest zu Leittext 7 entfällt, damit die Gruppe unmittelbar an Leittext 8 weiterarbeiten kann. Zum einen sprechen dafür Zeitgründe, andererseits hat sich die Gruppe ausführlich mit Leittext 7 beschäftigt und ihre Kenntnisse anhand von praktischen Arbeiten und der Dokumentation ihrer Arbeit mit Leittext 7 gezeigt.

Die Gruppe beginnt daraufhin mit dem Leittext 8 und bearbeitet gemeinsam den Eingangstest (siehe Anhang, S. 274). Die Fragen zielen auf die Umsetzung pneumatischer in elektropneumatische Kenntnisse ab und sollen zudem auf die Notwendigkeit einer Selbsthalteschaltung hinführen. In dieser Lerneinheit sollen die in der nachfolgenden Übersicht 9.1 wiedergegebenen Lernziele von den Schülern erreicht werden.

Lerneinheit 8: "Elektropneumatische Grundschaltungen II"

Die Schüler sollen ...

... eine direkte Schaltung zeichnen und aufbauen und den Aufbau und die Funktion einer direkten Schaltung erklären können.

... eine indirekte Schaltung zeichnen und aufbauen und den Aufbau und die Funktion einer indirekten Schaltung erklären können.

... die Selbsthalteschaltungen DOMINIEREND EIN und DOMINIEREND AUS zeichnen und aufbauen und den Aufbau und die Funktion einer Selbsthalteschaltung erklären können.

... den Unterschied zwischen einer Selbsthalteschaltung DOMINIEREND EIN und DOMINIEREND AUS erklären können.

... den Aufbau und die Funktion eines mechanischen Grenztasters erklären können.

Übersicht 9.1: Lernziele der Lerneinheit 8

Zunächst holt Schüler A die benötigten Arbeitsunterlagen. Die anderen Gruppenmitglieder werden danach ebenfalls aktiv. Sie arbeiten an verschiedenen Aufgaben des Testblattes von Leittext 8: Schüler D fertigt die Funktionsbeschreibung für das Transportband an. Schüler A beantwortet die Frage 2 des Testblattes. Die Schüler B und C suchen die in Frage 2 geforderten Bauteile im Gerätekasten.

Danach arbeiten die Schüler B und C an der Aufgabe 4 des Testblattes. Sie zeichnen anhand einer vorgegebenen Funktionsbeschreibung einen elektropneumatischen Schaltplan, den Übersicht 9.2 auf der nächsten Seite wiedergibt.

Die Schüler beschäftigen sich zwischendurch immer wieder kurz mit Fragen aus dem Fach Sozialkunde. Sie sind etwas nervös, denn sie schreiben heute in diesem Fach eine Schulaufgabe. Trotzdem werden sie zügig mit dem Testblatt fertig. Gemeinsam mit dem Lehrer besprechen und korrigieren sie die Ausarbeitung. Dabei geht der Lehrer ausführlich auf die Frage "Was ist eine Selbsthalteschaltung?" ein.

Das Testergebnis der Gruppe ist sehr gut (siehe Anhang, S. 274), daher können die Schüler direkt in die Steuerungsaufgabe des Leittextes 8 einsteigen (siehe Anhang, S. 277f.). Bei dieser Aufgabe ist letztendlich eine Selbsthaltungschaltung für einen Hubzylinder zu realisieren, ein weiterer Zylinder soll Werkstücke nach dem Anheben auf ein Transportband befördern.

Schüler C zeichnet den geforderten elektropneumatischen Schaltplan der neuen Aufgabe am PC. Schüler A erstellt die Schaltung am Steckbrett. Die Schüler B und D beschäftigen sich mit den weiterführenden Aufgabenstellungen. Schüler B ist der Meinung, daß der in dieser Aufgabe geforderte Schaltplan bereits in der vorangegangenen Stunde gezeichnet wurde. Der Lehrer bezweifelt dies zwar, da aber die Schüler sich ihrer Meinung ziemlich sicher sind, gibt er ihnen die Ausarbeitung der letzten Stunde zurück, die den von den Schülern angesprochenen Schaltplan enthält. Die Schüler A und B bauen daraufhin eine falsche (alte) Schaltung auf.

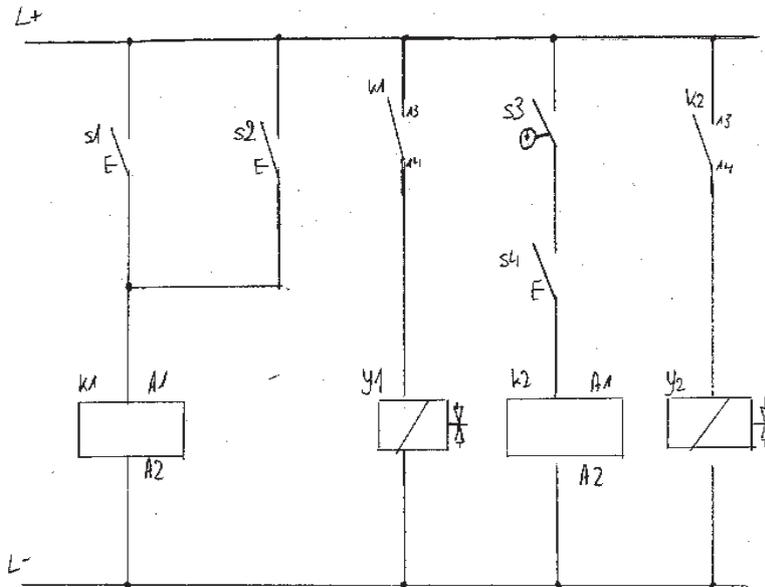
Schüler D überprüft den alten Schaltplan anhand der richtigen Funktionsbeschreibung und stellt fest, daß sich dieser durch die Anzahl der verwendeten Zylinder vom geforderten Schaltplan unterscheidet. Er teilt dies der Gruppe mit, worauf die Schüler A und B am Steckbrett an der neuen Aufgabenstellung weiterarbeiten.

Die Schüler C und D arbeiten am Zeichenprogramm. Es entstehen kleinere Probleme bei der Bedienung von SIMUCAD, die sie jedoch in kurzer Zeit und ohne fremde Hilfe ausräumen können.

Die beiden Kleingruppen sind konzentriert bei der Arbeit. Die von den Schülern A und B aufgebaute Schaltung funktioniert, nachdem sie einen Verkabelungsfehler behoben haben. Die Schüler C und D haben am PC ein 5/2-Wegeimpulsventil falsch eingezeichnet. Das hat zur Folge, daß der doppeltwirkende Zylinder im Ausgangszustand ausgefahren ist. Nach vergeblichem Bemühen, diesen Fehler zu beheben, geht Schüler C zum Steckbrett. Er bittet Schüler B, am PC weiterzuarbeiten. Schüler B tut dies bereitwillig.

Der Lehrer kommt zur Gruppe und testet mit ihr zusammen die aufgebaute Schaltung. Er stellt einige Fragen zur Schaltung und fordert die Gruppe auf, diese Schaltung noch einmal genau zu durchdenken.

Kurze Zeit später versucht Schüler D am PC die Schaltung zu verwirklichen. Der Rest der Gruppe kommt hinzu. Bald darauf fordert der Lehrer die Schüler jedoch zum Zusammenräumen auf. Schüler B bittet Schüler C, ihm beim Abbauen am Steckbrett zu unterstützen. Die Stunde endet, ohne daß ein Protokoll erstellt wird.



Übersicht 9.2: Schaltplan der Schüler B und C

9.1.2 Ergebnisse der inhalts- und ablauforientierten Unterrichtsanalyse

Die inhalts- und ablauforientierte Unterrichtsanalyse knüpft als zweiter Ergebnisteil der Verlaufsuntersuchung an die Ergebnisse aus Teil 1 (siehe Kapitel 9.1.1) an. Auf der Grundlage dieser bereits veröffentlichten Verlaufsbeschreibung des Unterrichts (vgl. SCHELTEN, RIEDL, TENBERG, SCHAUHUBER, SIEGERT 1995, S. 7 - 78, nachfolgend zitiert als `ARBEITSBERICHT 271`) werden Bewertungen und Einschätzungen zum dokumentierten Unterricht vorgenommen, die insbesondere konkrete Probleme und Optimierungsansätze aufgreifen. Sie orientieren sich an inhaltlichen und ablauforientierten Fragestellungen (siehe Kapitel 7.3.2), die Inhalte, Zusammenhänge, Ursachen, Wirkungen und Möglichkeiten des Unterrichtsablaufs herausarbeiten und offenlegen. Mit diesem Schritt wird der Unterricht einer Beurteilung unterzogen, die ihn auch hinsichtlich der Einlösung von handlungsorientierten Unterricht kennzeichnenden Merkmalen charakterisiert. Dieser Analyseschritt wird von Personen geleistet, die den Unterricht selbst miterlebten. Nur auf dieser Grundlage in Verbindung mit der anschließenden intensiven Beschäftigung mit dem Unterricht kann eine tiefgehende Bewertung einzelner Unterrichtssituationen und eine anschließende übergreifende Bewertung, die dem Unterricht gerecht wird, geleistet werden.

In der nachfolgenden Darstellung werden zuerst für die jeweiligen Lerneinheiten gesondert die gewonnenen Ergebnisse in Kapitel 9.1.2.1 aufgezeigt. Zu jeder Lerneinheit sind die dafür vorgesehenen und im zugehörigen Leittext abgedruckten Lernziele angeführt. Ein Ablaufdiagramm stellt die in der jeweiligen Lerneinheit enthaltenen und von den Schülern zu bearbeitenden Aufgaben mit ihren Inhalten vor. Die Aufgabenformulierungen aus den Leittexten sind zusammengefaßt wiedergegeben, formale Begriffe und Kennzeichnungen sind aus den Leittexten übernommen. Zur Bewertung des Unterrichts werden inhaltliche und ablaufspezifische Merkmale anhand der in Kapitel 7.3.2 formulierten Fragen hervorgehoben und analysiert. Am Ende jeder Lerneinheit steht eine Einschätzung vor dem Hintergrund des Unterrichtsverlaufs und der angefertigten Unterlagen, wie weit die Schüler die geforderten Lernziele erreicht haben. Die im Beobachtungszeitraum durchgeführte Schulaufgabe, die neben theoretischen Inhalten auch praktisches Handeln verlangt, wird nach der Lerneinheit 10 gesondert betrachtet. Abschließend werden in Kapitel 9.1.2.2 einige übergreifende Aspekte zu Organisation und Ablauf des Unterrichts herausgestellt. Alle Aufgaben in Kapitel 9.1.2 werden zitiert aus ARBEITSBERICHT 271.

9.1.2.1 Sequenzenbezogene Analyse

Anknüpfungsaufgabe 4: Pneumatische ODER-Schaltung

In der ersten Unterrichtseinheit zur Steuerungstechnik stellt der Lehrer in den ersten 45 Minuten den Schülern detailliert die Notengebung in diesem Lerngebiet vor und weist sie anschließend ausführlich in das Arbeiten mit den Leittexten ein. Die Schüler bearbeiten anschließend zur Wiederholung und Auffrischung von pneumatischen Grundlagen die Anknüpfungsaufgabe 4 (vgl. ARBEITSBERICHT 271, Anhang I, S. 10). Sie prüft und vertieft an einer konkreten Schaltungsaufgabe für eine pneumatische Türsteuerung bereits in der vorausgehenden Jahrgangsstufe behandelte Lernziele, da diese für das folgende Lerngebiet der Elektropneumatik als Grundlage erforderlich sind. Die Schüler benötigen zu ihrer Bearbeitung ca. zwei Unterrichtsstunden an zwei Schultagen.

Lerneinheit 6: Grundlagen der Elektropneumatik - direkte/indirekte Schaltung

Die Bearbeitung der Lerneinheit 6 umfaßt insgesamt acht Unterrichtsstunden an fünf Schultagen. Nachfolgend sind die in dieser Lerneinheit vorgesehenen Lernziele wiedergegeben. Den Lernweg und die zur Bearbeitung vorgesehenen Aufgaben der beobachteten Schülergruppe stellt Übersicht 9.3 weiter unten vor.

Lernziele der Lerneinheit 6: Die Schüler sollen ...

...die Normsymbole folgender Bauteile der Elektropneumatik erkennen und zeichnen können: Schließer, Öffner, Wechsler, Taster, Schalter, 5/2-Wegemagnetventil, 5/2-Wegemagnetimpulsventil, Relais, Kontakte eines Relais.

...die genauen Namen der elektropneumatischen Bauteile kennen, die entsprechenden Geräte im Gerätekasten finden und beschreiben können: Taster als Schließer mit Handbetätigung, Taster als Öffner mit Handbetätigung, Schalter als Schließer mit Handbetätigung, 5/2-Wegemagnetventil, 5/2-Wegemagnetimpulsventil, Relais.

... die Funktionen der elektropneumatischen Bauteile erklären können: Taster als Schließer mit Handbetätigung, Taster als Öffner mit Handbetätigung, Schalter als Schließer mit Handbetätigung, 5/2-Wegemagnetventil, 5/2-Wegemagnetimpulsventil, Relais.

... die wichtigsten Bauteile der Sensorik, Prozessorik und Aktorik nennen können.

... den Aufbau und die Funktion eines Relais erklären können.

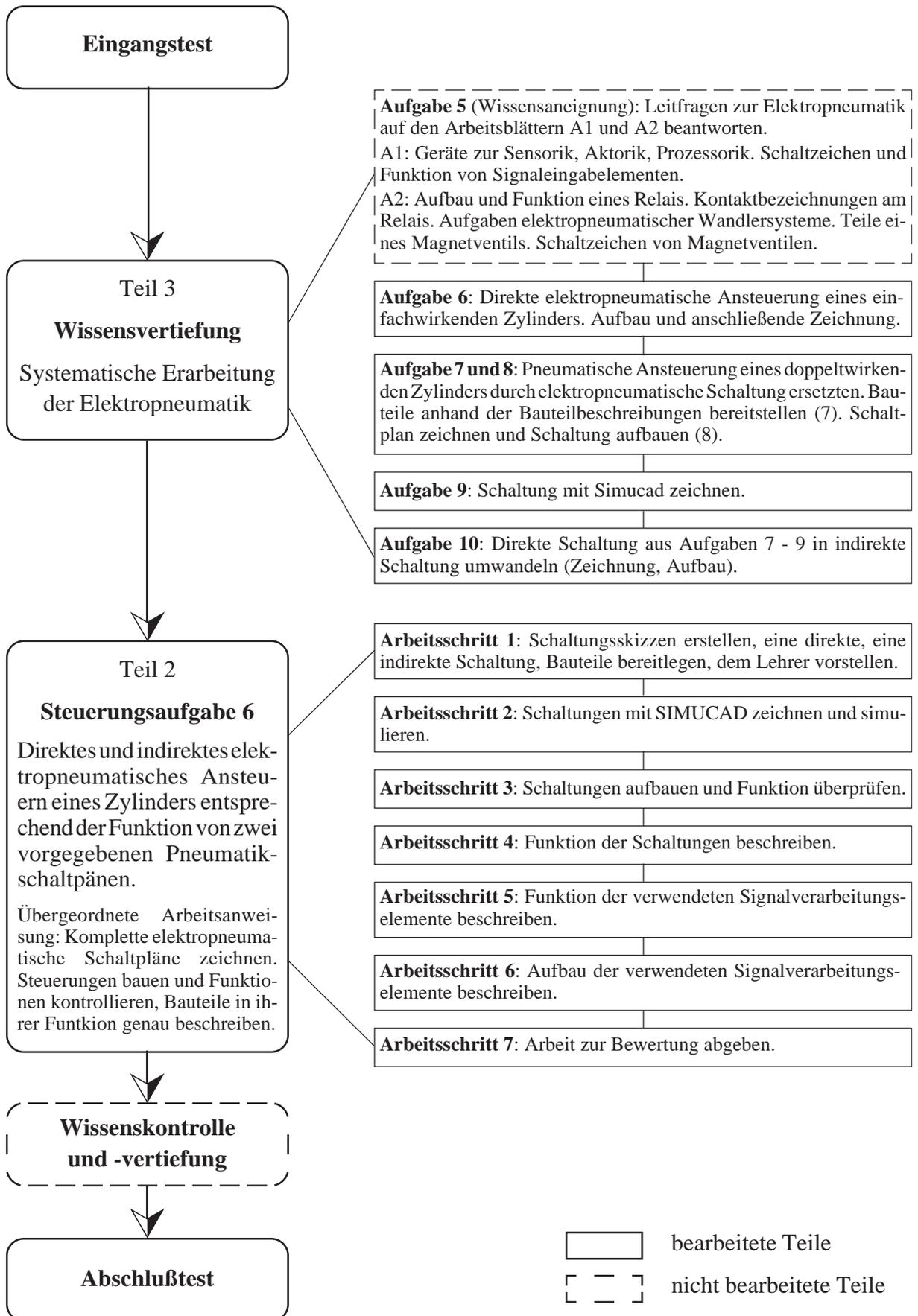
... die Anschlußbezeichnungen eines Relais benennen können.

... die folgenden Schaltungen zeichnen und aufbauen können: Direkte Ansteuerung eines einfachwirkenden Zylinders mit einem 3/2-Wegemagnetventil, direkte Ansteuerung eines doppeltwirkenden Zylinders mit einem 5/2-Wegemagnetventil, direkte Ansteuerung eines doppeltwirkenden Zylinders mit einem 5/2-Wegemagnetimpulsventil, indirekte Ansteuerung eines doppeltwirkenden Zylinders mit einem 5/2-Wegemagnetventil, indirekte Ansteuerung eines doppeltwirkenden Zylinders mit einem 5/2-Wegemagnetimpulsventil.

Im Eingangstest für Leittext 6 (ARBEITSBERICHT 271, Anhang I, S 13f.) bearbeiten die Schüler nach Abschluß der Anknüpfungsaufgabe (siehe oben) gemeinsam die Aufgabenstellungen. Sie arbeiten dabei gut zusammen, tauschen sich häufig aus und verwenden zugelassene Hilfsmittel.

Die Gruppe erhält am nächsten Schultag den korrigierten Test zurück. Da der Lehrer leichte Wissenslücken erkannt hat, fordert er sie auf, vor der Steuerungsaufgabe zuerst Teil 3 zur Wissensvertiefung zu bearbeiten (ARBEITSBERICHT 271, Anhang I, S 17ff.). Bevor sie in diesem Schulhalbjahr mit der leittextgesteuerten Lernarbeit beginnen, erhalten sie vom Lehrer einen detaillierten Überblick über die Arbeitsweise mit den Leittexten.

Im Anschluß daran ist die erste Aufgabe von Teil 3 zur Wissensaneignung vorgesehen. Sie greift Grundlagen auf, die von zentraler Bedeutung für ein prinzipielles Verständnis der gesamten Elektropneumatik sind (siehe Übersicht 9.3) und später in dieser Form nicht mehr behandelt werden. Weitere Aufgabenstellungen in diesem Leittextteil zielen auf ein Anwenden und Umsetzen dieser Grundlagen in elektropneumatischen Schaltungen. Die umfangreiche Aufgabe 5 wird von der Gruppe nicht bearbeitet. Der Lehrer reagiert nicht auf dieses Versäumnis, obwohl ihm hätte auffallen müssen, daß die Gruppe die für diese Aufgabe vorgesehenen Arbeitsblätter bei ihm nicht angefordert hat. Bei späteren Aufgabenbearbeitungen zeigen sich teilweise Mängel der Schüler zu diesen Grundlagen.



Übersicht 9.3: Bearbeitung der Lerneinheit 6 durch die beobachtete Schülergruppe

Die Schüler bearbeiten sofort die relativ einfache Aufgabe 6, sie wird von ihnen gut gelöst und anhand einiger Fragen vom Lehrer mit ihnen besprochen.

Anschließend bearbeiten sie die etwas schwierigeren Aufgaben 7 und 8. Sie stellen die Bauteile bereit und zeichnen einen korrekten Schaltplan. Die anschließend aufgebaute Schaltung funktioniert aufgrund eines defekten Ventils nicht. Ein Schüler erkennt nach einiger Zeit den Fehler. Die funktionsfähige Schaltung wird dem Lehrer vorgeführt und das defekte Ventil erwähnt. Das defekte Ventil ergibt außerhalb des durch den Leittext vorgegebenen Unterrichtsablaufs eine weitergehende Lernmöglichkeit, die durch die Konzeption dieses Unterrichts möglich wird. Die erfolgreiche Fehlersuche wirkt sich positiv auf den Unterrichtsverlauf aus. Der Lehrer greift diese Situation anschließend auf und zeigt der Gruppe die manuelle Funktionsprüfung des Ventils. Anschließend fordert er sie zur Bearbeitung von Aufgabe 10 auf.

Nach einer kurzen selbständigen Bearbeitung des ersten Aufgabenteils präsentieren die Schüler, wie im Leittextablauf verlangt, dem Lehrer die von ihnen ausgewählten Bauteile. Sie werden ihnen anschließend vom Lehrer detailliert erläutert. Der Leittext verlangt an dieser Stelle nicht, daß sich die Schüler mit der Funktionsweise der Bauteile auseinandersetzen. Die anschließend ohne vorher erstellten Schaltplan aufgebaute Schaltung funktioniert nicht, weil ein Ventil elektrisch falsch angeschlossen ist. Der Lehrer fordert nun die Gruppe auf, sich hierzu fehlende Kenntnisse selbst anzueignen. Die Schüler studieren daraufhin vorhandene Unterlagen. Nach längerer Zeit mit mehreren Versuchen gelingt es ihnen, kurz vor Stundenende eine funktionierende Schaltung aufzubauen, obwohl eine schriftliche Planung hierzu nicht vorausging. Die Aufgabenformulierung fordert dies nicht ausdrücklich genug. Am Stundenende weist der Lehrer einen Schüler der Gruppe zur Protokollierung ihrer Arbeit an.

Am nächsten Schultag löst die Gruppe Aufgabe 9. Anschließend bearbeiten sie in zwei Kleingruppen die Aufgabe 10. Dabei übernimmt eine Kleingruppe das Zeichnen des geforderten Schaltplans und seine Simulation. Sie beteiligen sich nicht am Aufbauen und somit am Umsetzen ihrer Schaltung. Während dieser Zeit versucht die andere Kleingruppe ohne schriftliche Planung die geforderte Schaltung aufzubauen. Beim Zeichnen treten mehrere Probleme durch die teilweise bedienungsunfreundliche Zeichensoftware auf. Es gelingt erst nach längerer Zeit, den Aufgabenteil zu lösen. Beim Schaltungsaufbau, der bereits in der vorausgehenden Stunde funktionsfähig vorlag, wird ein falsches Ventil verwendet. Erst mit Hilfe eines Schülers aus der anderen Kleingruppe, die am PC zeichnet, funktioniert die Schaltung.

Nach Abschluß von Teil 3 führt der Lehrer zur Kontrolle der Aufgabenbearbeitung ein Fachgespräch mit der Gruppe. Hierbei erklärt ein Schüler korrekt die Funktionsweise eines Relais. Danach fordert er sie zum Protokollieren der Unterrichtsstunde im vorgegebenen Protokollblatt (ARBEITSBERICHT 271, Anhang I, S. 46) auf.

Am nächsten Schultag bearbeitet die Gruppe die zu benotende Steuerungsaufgabe (ARBEITSBERICHT 271, Anhang I, S 15f.) mit der Lehrervorgabe, sie an diesem Tag auch abzuschließen. Die Gruppe teilt sich hierzu erneut in die selben Kleingruppen auf. Sie übernehmen jeweils wieder die gleichen Aufgabenschwerpunkte wie in der vorausgehenden Stunde: Einmal Arbeitsschritt 2, der auf Lehrerweisung Arbeitsschritt 1 mit einschließt und das Zeichnen und Simulieren ohne anschließendes Umsetzen und Aufbauen der Schaltungen beinhaltet. Hierbei greifen sie auf die bereits in der vergangenen Woche erstellte Schaltung zurück. Die andere Kleingruppe führt in Arbeitsschritt 3 den Schaltungsaufbau ohne vorausgehende schriftliche Planung aus.

Anschließend bearbeiten die Kleingruppen verschiedene, weiter geforderte Arbeitsschritte (siehe Übersicht 9.3). Die Gruppen tauschen sich hierzu untereinander aus. Eine Gruppe führt die von ihr übernommene Aufgabe 4 mit einer Textverarbeitungssoftware aus, die andere Gruppe bearbeitet die Aufgaben 5 und 6 handschriftlich. Kurz vor Stundenende sind alle Aufgaben erledigt und werden abgegeben. Der Lehrer weist die Schüler auf den Abschlußtest der nächsten Stunde hin. Eine Arbeitsprotokollierung erfolgt nicht.

In der nächsten Stunde bearbeiten die Schüler den Abschlußtest zu Lerngebiet 6 in Einzelarbeit mit Hilfe dafür vorgesehener Unterlagen (als Beispiel einer Schülerlösung vgl. ARBEITSBERICHT 271, Anhang I, S 20). Nach Testende wird dieser sofort vom Lehrer mit den Schülern besprochen. Diese unmittelbare Rückmeldung ermöglicht es, aus gemachten Fehlern sofort zu lernen und teilweise vorhandene Unsicherheiten aufzuarbeiten. Die Schüler sehen die Fehler rasch ein, eine Benotung erfolgt für sie transparent und nachvollziehbar. Es wurden die Noten 2/2/2-3/4 erzielt. Für die Steuerungsaufgabe erhielt die Gruppe die Gesamtnote 2.

Die Schüler haben in dieser ersten Lerneinheit zur Elektropneumatik eine wichtige Aufgabe zu den Grundlagen nicht bearbeitet. Eine ausgeprägte Planungs- und Umsetzungsphase beim Erstellen der Schaltungen findet in dieser Lerneinheit nicht für alle Schüler statt, da Aufgabenschritte teilweise ohne die erforderlichen Grundlagen durchgeführt und Rückkopplungsprozesse somit erschwert werden. Weiter hätten sich die Schüler Lernschritte zur Funktionsweise von Bauteilen selbst erarbeiten können. Im Gegensatz zur Lehrerdarbietung wäre hierfür ein Hinweis im Leittext auf vorhandene Unterlagen erforderlich.

Da die ersten drei Lernziele der Lerneinheiten 6 und 7 identisch sind, lernen die Schüler anhand der Aufgabenbearbeitung in Leittext 6 die in dieser Lerneinheit verwendeten Bauteile anhand der Normsymbole erkennen und zeichnen. Dabei werden nach Lerneinheit 6 die Normsymbole oft noch nicht zeichnerisch einwandfrei dargestellt. Durch die sich ständig wiederholende Anwendung der Normsymbole in allen Lerneinheiten zur Elektropneumatik verfestigen sich diese Lerninhalte bis zum Schuljahresende. Die Schüler können nach Lerneinheit 6 Bauteile der Sensorik, Prozessorik und Aktorik nennen und eine Zuordnung von konkreten Bauteilen zu diesen Typklassen vornehmen. Aufbau und Funktionsweise eines Relais mit den zugehörigen Anschlußbezeichnungen sind zwei der vier Schüler geläufig. Einer dieser beiden weist nach, daß er Aufbau und Funktion erklären kann. Die Schüler zeigen im Abschlußtest (ARBEITSBERICHT 271, Anhang I, S. 20) in Einzelarbeit, daß sie die in den Lernzielen geforderten Schaltungen zeichnen könnten. Die Schüler weisen nach, daß sie die Schaltungen in Gruppenarbeit auch am PC simulieren und aufbauen können. Einen Nachweis über diese Kenntnisse und Fertigkeiten in Einzelarbeit erbringen die Schüler in diesem Lerngebiet nicht.

Lerneinheit 7: Elektropneumatische Grundschaltungen I - Reihen-/Parallelschaltung

Die Bearbeitung der Lerneinheit 7 umfaßt insgesamt drei Unterrichtsstunden an zwei Schultagen. Nachfolgend sind die in dieser Lerneinheit vorgesehenen Lernziele wiedergegeben. Den Lernweg und die zur Bearbeitung vorgesehenen Aufgaben der beobachteten Schülergruppe stellt Übersicht 9.4 weiter unten vor.

Lernziele der Lerneinheit 7: Die Schüler sollen ...

...die Normsymbole folgender Bauteile der Elektropneumatik erkennen und zeichnen können: Schließer, Öffner, Wechsler, Taster, Schalter, 5/2-Wegemagnetventil, 5/2-Wegemagnetimpulsventil, Relais, Kontakte eines Relais.

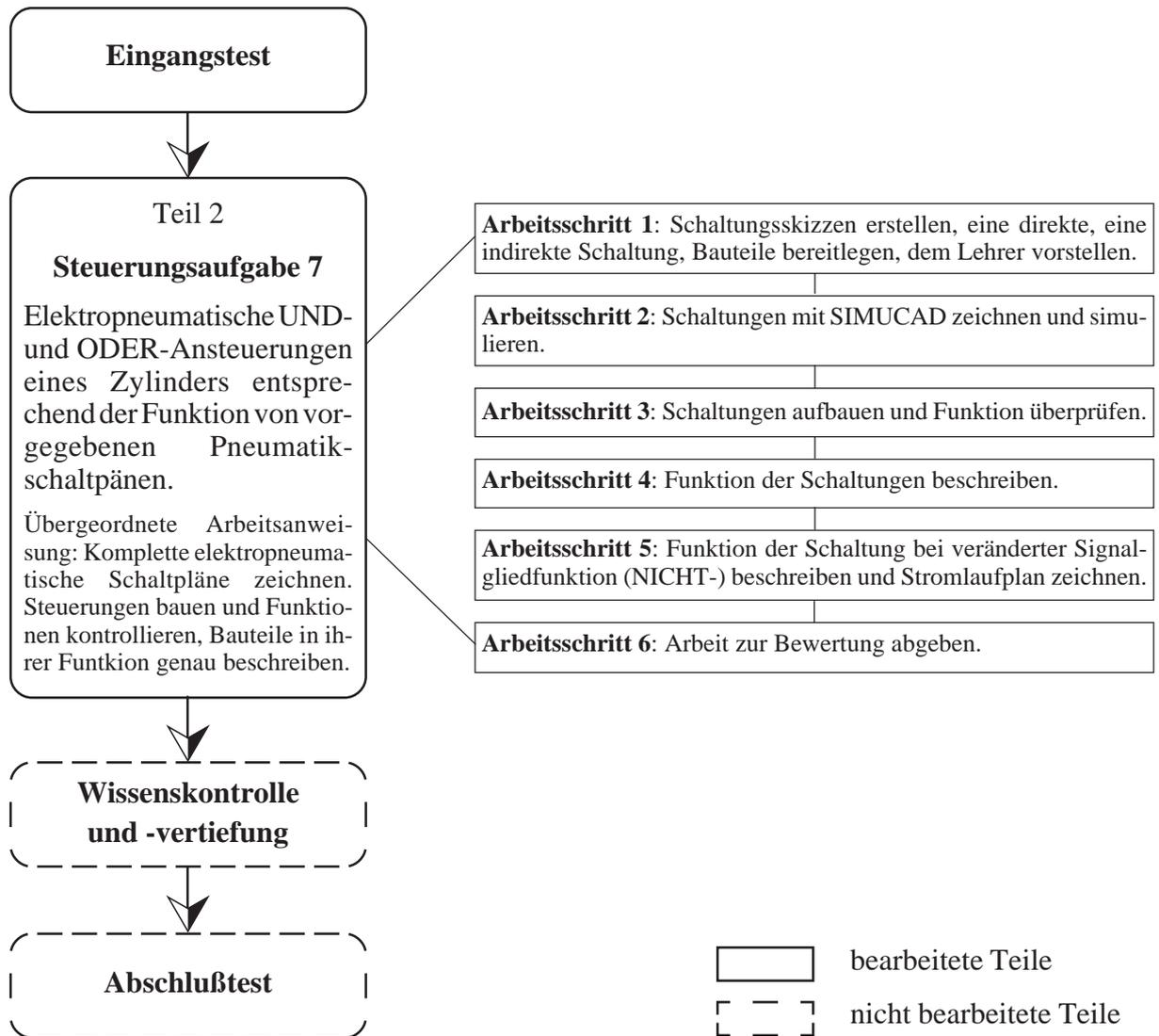
...die genauen Namen der elektropneumatischen Bauteile kennen, die entsprechenden Geräte im Gerätekasten finden und beschreiben können: Taster als Schließer mit Handbetätigung, Taster als Öffner mit Handbetätigung, Schalter als Schließer mit Handbetätigung, 5/2-Wegemagnetventil, 5/2-Wegemagnetimpulsventil, Relais.

... die Funktionen der elektropneumatischen Bauteile erklären können: Taster als Schließer mit Handbetätigung, Taster als Öffner mit Handbetätigung, Schalter als Schließer mit Handbetätigung, 5/2-Wegemagnetventil, 5/2-Wegemagnetimpulsventil, Relais.

... die folgenden Schaltungen zeichnen und aufbauen können: Direkte und indirekte Ansteuerung eines doppeltwirkenden Zylinders mit einer Reihenschaltung, direkte und indirekte Ansteuerung eines doppeltwirkenden Zylinders mit einer Parallelschaltung, indirekte Ansteuerung eines doppeltwirkenden Zylinders mit einem 5/2-Wegemagnetimpulsventil - Y1 mit Reihenschaltung und Y2 mit Parallelschaltung.

Zu den Fragen im Eingangstest für Leittext 7 (ARBEITSBERICHT 271, Anhang I, S 22f.) erarbeiten die Schüler gemeinsam anhand der zugelassenen Hilfsmittel die Antworten. Sie arbeiten gut zusammen und tauschen sich häufig aus. Geforderte Funktionsbeschreibungen erstellen sie mit einer Textverarbeitungssoftware am PC. Zur Behebung von Schwierigkeiten bei der Menüführung wird der Lehrer gerufen. Später ruft die Gruppe zu einer klar formulierten Frage im Eingangstest erneut den Lehrer. Hierbei zeigen die Schüler wenig Bereitschaft, Probleme selbständig anzugehen und ausdauernd zu lösen. Sie wählen den einfacheren Weg, den Lehrer zu fragen, der ihnen jedoch nur Erläuterungen zum Lösen der Aufgabe gibt.

Die Gruppe löst den Eingangstest in der vorgegebenen Zeit. Er wird mit ihnen direkt im Anschluß besprochen. Der Test überprüft für die Bearbeitung der Steuerungsaufgabe erforderliche Kenntnisse vorwiegend anhand der dort zu bearbeitenden Schaltplanvorgaben. Da die Schüler mit einem sehr guten Testergebnis den Nachweis dieser Kenntnisse erbringen, können sie direkt in die Steuerungsaufgabe einsteigen (ARBEITSBERICHT 271, Anhang I, S 25f.), deren Schaltplanvorgaben ihnen bereits vom Testblatt her bekannt sind. Die Schüler beginnen sofort mit der Aufgabenverteilung innerhalb der Gruppe. Bei der Bearbeitung der vorausgehenden Steuerungsaufgabe in Leittext 6 wurden sie vom Lehrer auf diese Möglichkeit der Arbeitsteilung hingewiesen. Es bilden sich die gleichen Kleingruppen wie bei der Bearbeitung von Leittext 6. Sie halten sich dabei jedoch nicht an die Vorgabe, zunächst eine Schaltplanskizze zu erstellen und diese mit den bereitgelegten Bauteilen dem Lehrer zu zeigen, sie dann am PC zu zeichnen und simulieren und erst anschließend aufzubauen. Zwei Schüler, die in der vorausgegangenen Lernarbeit vorwiegend am PC arbeiteten, übernehmen diesmal vorwiegend Tätigkeiten zum Aufbauen der Schaltungen am Steckbrett. Dies erfolgt jedoch ohne Schaltplan. Sollte ein Fehler



Übersicht 9.4: Bearbeitung der Lerneinheit 7 durch die beobachtete Schülergruppe

bei der Verkabelung auftauchen, haben sie keine Möglichkeit, mit Hilfe des Schaltplans auf Fehlersuche zu gehen. Obwohl ihre Schaltung funktioniert, scheint diese Vorgehensweise bei komplexeren Aufgabenstellungen fragwürdig. Trotzdem lobt der Lehrer den erfolgreichen Schaltungsaufbau, ohne die hier gezeigte Vorgehensweise zu hinterfragen. Die anderen beiden Schüler arbeiten am PC. Kurz vor Stundenende wird die heutige Arbeit protokolliert.

Nach zwei Ferienwochen haben die Schüler Schwierigkeiten, sich an die Aufgabenstellung und die bisher erledigten Arbeiten zu erinnern, da die Protokollierung ihrer bisherigen Arbeiten zu spärlich und ungenau erfolgte. Die Schüler sind dadurch unmotiviert; sie sehen einem Schüler, der sofort mit dem Zeichnen am PC beginnt, längere Zeit tatenlos zu. Erst nach einiger Zeit der Orientierung nehmen sie ihre Arbeit auf. Heute haben sich die Kleingruppen anders als in den vorausgehenden Unterrichtseinheiten zusammengesetzt. Sie bearbeiten unterschiedliche schriftliche Arbeitsschritte zur Steuerungsaufgabe. Die vom Lernablauf sinnvolle, aufeinander aufbauende Reihenfolge der Steuerungsaufgabe wird dabei nicht eingehalten.

Beim fertig gezeichneten Schaltplan funktioniert der Simulationsablauf nicht. Die Schüler sind nicht in der Lage, den Fehler zu erkennen. Der hinzugerufene Lehrer überprüft die Anschlüsse und korrigiert eine fehlerhafte Verbindung. Diese Fehlersuche und -korrektur hätte nach einem Hinweis auch von den Schülern erledigt werden können. Anschließend muß der Lehrer die Schüler zum Aufbauen der zweiten geforderten Schaltung anhalten, obwohl dies als Arbeitsschritt der Steuerungsaufgabe schriftlich gefordert ist. Zwei Schüler führen dies aus, die anderen beiden sehen anfangs dabei zu. Da die aufgebaute Schaltung nicht funktioniert, wenden sie sich an den Lehrer. Er erklärt, wie bei der Fehlersuche vorzugehen ist. Die von ihm vorgeschlagene manuelle Funktionsprüfung eines Ventils wurde dabei bereits angesprochen und hätte von den Schülern selbständig durchgeführt werden können. Da sie nicht zum Erfolg führt, weist der Lehrer die Gruppe an, den Betriebsdruck der Anlage zu prüfen. Diese Fehlerursache hätten die Schüler auch mit einer weniger konkreten Hilfestellung selbst erkennen können. Nach dem Beheben des Fehlers funktioniert die Anlage. Die Schüler erstellen anschließend die Dokumentation ihrer Arbeit und geben sie ab. Am nächsten Schultag erhalten sie diese korrigiert und mit `sehr gut´ bewertet zurück. Auf eine selbständige Wissenskontrolle und -vertiefung durch die Schüler und einen Abschlußtest in Einzelarbeit verzichtet der Lehrer mit dem Hinweis auf die guten gezeigten Leistungen und die mögliche Zeitersparnis. Die Gruppe hat durch die sehr gute und ausführliche Dokumentation zur Steuerungsaufgabe nach seinem Empfinden ihren Kenntnisstand nachgewiesen, für die sie die Note 1 erhielt. Außerdem konnten die Schüler in Fachgesprächen mit dem Lehrer ihren Kenntnisstand unter Beweis stellen. Das Weglassen des Abschlußtests kann in dieser Phase als sinnvoll eingestuft werden, da die Schüler bereits einen Einzeltest zu den inhaltlich ähnlichen Lernzielen in Leittext 6 bearbeitet haben und nun bereits seit längerer Zeit an den Grundlagen zur Elektrotechnik arbeiten. Die dadurch gewonnene Unterrichtszeit kann sinnvoll für neue Unterrichtsinhalte verwendet und ein schnelleres Vorankommen im Lerngebiet erreicht werden. Außerdem müssen die Schüler im Eingangstest zu Leittext 8 erneut ihre bisherigen Kenntnisse und Fertigkeiten nachweisen.

Eine ausgeprägte Planungs- und Umsetzungsphase beim Erstellen der Schaltungen findet in dieser Lerneinheit erneut nicht für alle Schüler statt, da sie Schaltungen teilweise ohne vorherige schriftliche Planung ausführen. Wie bereits bei Lerneinheit 6 angesprochen, werden hier in Leittext 7 erneut die ersten drei mit Leittext 6 deckungsgleichen Lernziele verfolgt und vertieft. Sie werden im weiteren Verlauf des Schulhalbjahres durch ihre ständig wiederkehrende Anwendung weiter gefestigt. Diese drei Lernziele werden von allen Schülern der Gruppe erreicht. Die Schüler können nach dieser Lerneinheit die geforderten Schaltungen in Zweiergruppen aufbauen, die Schaltungen zeichnen und am PC simulieren. Dieses Lernziel wurde ebenfalls von allen Schülern der Gruppe erreicht.

Lerneinheit 8: Elektropneumatische Grundschaltungen II - Selbsthalteschaltung

Die Bearbeitung der Lerneinheit 8 umfaßt insgesamt acht Unterrichtsstunden an vier Schultagen. Nachfolgend sind die in dieser Lerneinheit vorgesehenen Lernziele wiedergegeben. Den Lernweg und die zur Bearbeitung vorgesehenen Aufgaben der beobachteten Schülergruppe stellt Übersicht 9.5 weiter unten vor.

Lernziele der Lerneinheit 8: Die Schüler sollen ...

... eine direkte und eine indirekte Schaltung zeichnen und aufbauen und den Aufbau und die Funktion dieser Schaltungen erklären können.

... die Selbsthalteschaltungen DOMINIEREND EIN und DOMINIEREND AUS zeichnen und aufbauen und den Aufbau und die Funktion einer Selbsthalteschaltung erklären können.

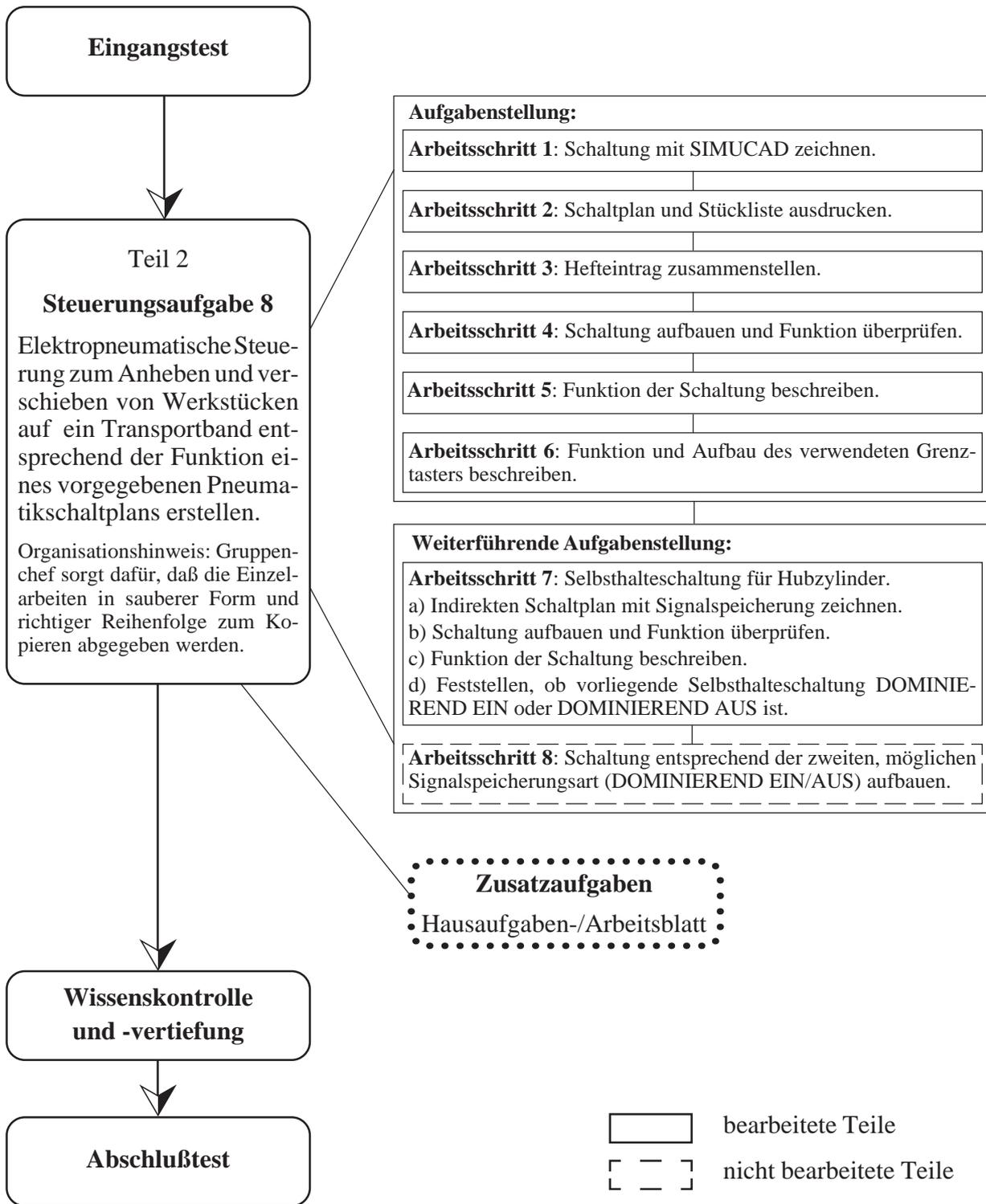
... den Unterschied zwischen einer Selbsthalteschaltung DOMINIEREND EIN und DOMINIEREND AUS erklären können.

... den Aufbau und die Funktion eines mechanischen Grenztasters erklären können.

Im Eingangstest von Leittext 8 (siehe Anhang, S. 274) bearbeiten die Schüler jeweils verschiedene Aufgaben. Sie verteilen die Arbeiten auf verschiedene Personen, um schneller vorwärts zu kommen. Nachdem sie in vorausgehenden Lerneinheiten häufig noch gemeinsam die Aufgabenstellungen bearbeiteten, ist diese Vorgehensweise mittlerweile vorherrschend und wird von ihnen auch im weiteren Verlauf des Leittextes praktiziert. Durch die Möglichkeit der Aufgabenverteilung befaßt sich nicht jeder Schüler mit allen Testfragen. Der Test führt auf die Steuerungsaufgabe anhand der dort zu bearbeitenden Pneumatikschaltplanvorgabe hin und überprüft die für ihre Bearbeitung erforderlichen Voraussetzungen. In der Testbesprechung geht der Lehrer ausführlich auf eine für die weitere Leittextbearbeitung zentrale Fragestellung ein und stellt so sicher, daß sich alle Schüler mit dieser Frage auseinandersetzen. Da die Schüler mit einem sehr guten Testergebnis den Nachweis der erforderlichen Kenntnisse erbringen (siehe Anhang, S. 274 und Übersicht 9.2 in Kapitel 9.1.1), können sie direkt in die Steuerungsaufgabe einsteigen (siehe Anhang, S. 277f.). Der vorgegebene Pneumatikschaltplan ist ihnen bereits vom Testblatt her bekannt.

Bei der Bearbeitung der Steuerungsaufgabe übernehmen die Schüler verschiedene Arbeitsschritte. Ein Schüler zeichnet den geforderten Schaltplan am PC. Hier wäre eventuell eine vorausgehende Skizze zur Planung sinnvoll. Ein Schüler baut sofort ohne vorliegenden Schaltplan an einer Schaltung am Steckbrett. Zwei Schüler beschäftigen sich mit den weiterführenden Aufgabenstellungen. Dabei ist einer der Meinung, der hier geforderte Schaltplan sei bereits in der vorausgehenden Stunde erstellt worden und fordert vom Lehrer diese Unterlagen an. Obwohl der Lehrer dies bezweifelt, erhält der Schüler die geforderten Unterlagen. Der Lehrer läßt zwar somit zu, daß die Schüler eine falsche Schaltung aufbauen, er ermöglicht ihnen jedoch auch die Lernmöglichkeit, dies durch ein intensives Vergleichen der Aufgabe mit der bereits vorliegenden Schaltung selbst zu erkennen. Da die Schüler relativ bald ihren Irrtum bemerken und korrigieren, kann hier von einem sinnvollen Lernumweg gesprochen werden.

Nachdem sich die Schüler zu zwei Kleingruppen formiert haben, arbeitet die eine am Schaltungsaufbau, die andere an der Zeichnung und Simulation. Ein Schüler aus dieser Gruppe kommt bei einem auftretenden Fehler nicht mehr weiter. Er bittet darauf einen Schüler aus der



Übersicht 9.5: Bearbeitung der Lerneinheit 8 durch die beobachtete Schülergruppe

anderen Kleingruppe, mit ihm die Aufgaben zu tauschen, was dieser bereitwillig tut. Es zeigt sich hier, daß die Schüler bereit und in der Lage sind, verschiedene Aufgaben zu übernehmen und sich in den Dienst der Gruppe stellen.

Der Lehrer kommt zur Gruppe, bespricht und testet gegen Stundenende die korrekt erstellte Schaltung. Die Schüler weisen dabei nach, daß sie die Schaltungsfunktion verstehen. Anschlie-

ßend fordert der Lehrer die Gruppe auf, die Schaltung noch einmal vertiefend zu durchdenken. Am Stundenende erfolgt keine Protokollierung der Arbeit. Dies führt in der folgenden Unterrichtseinheit wie schon in vorausgehenden zu Einstiegsproblemen und einem verzögerten Arbeitsbeginn.

Ein Schüler arbeitet erneut an einem Problem zur Schaltungssimulation. Die anderen unterstützen ihn dabei mehr oder weniger. Erst nach Aufforderung durch den Lehrer bearbeiten sie die von der Aufgabe geforderte Funktionsbeschreibung zu der bereits in der vergangenen Stunde aufgebauten Schaltung. Zwei Schüler übernehmen jeweils federführend Aufgabenstellungen und werden von den anderen beiden unterstützt, ohne daß diese konzentriert mitarbeiten. Hier zeigt sich die Möglichkeit für die Schüler, sich in der Gruppe verstecken zu können. Der Lehrer erkennt dies jedoch und fordert die beiden auf, sich mit einer eigenen Aufgabe zu beschäftigen. Als ein Schüler nun die Funktionsbeschreibung zur ersten Schaltungsvariante fertiggestellt hat, ruft der Lehrer in einem Fachgespräch die Gruppe zusammen und führt sie zu einem Erkenntnisschritt, der die Notwendigkeit einer Selbsthaltung für die zweite Schaltung begründet und somit erklärend und motivierend wirkt.

Die Schülern versuchen anschließend am Steckbrett ohne vorher erstellten Schaltplan die geforderte Selbsthaltungsschaltung aufzubauen. Es gelingt ihnen jedoch auch nach längerer Zeit nicht. Die Schüler versuchen die offensichtlich aufkommende Frustration zu kompensieren, indem sie sich bis zum Stundenende teilweise anderen Aufgaben zuwenden. Für die geforderte Schaltung hätte unbedingt eine schriftliche Planung vorausgehen müssen. Eventuell hätte das Schaltungsmuster zur Selbsthaltung eines Relais losgelöst von der Steuerungsaufgabe an einem einfachen Funktionsbeispiel verdeutlicht werden können, um den Schülern die prinzipielle Funktionsweise nahezubringen. Ein Protokoll dieser Stunde wird erneut nicht erstellt.

In der folgenden Unterrichtseinheit fordert der Lehrer die Gruppe eingangs auf, an zwei Steckbrettern die geforderte Selbsthaltungsschaltung aufzubauen. Er hat ihre Probleme zur Selbsthaltung erkannt und versucht so, möglichst alle Schüler mit diesem schwierigen Lerninhalt zu konfrontieren und gegebenenfalls ein gegenseitiges Lernen zwischen den Kleingruppen zu ermöglichen. Seine Hilfestellung hierbei bezieht sich auf Hinweise zum Vorgehen, er gibt die Lösung jedoch nicht vor. Ein Schüler erstellt am PC die geforderte Schaltung, die anderen arbeiten ohne vorliegende schriftliche Planung für die Selbsthaltung an zwei Steckbrettern.

Die vom Schüler am PC richtig gezeichnete Schaltung funktioniert in der Simulation erneut aufgrund fehlerhaft verbundener Leitungsanschlüsse nicht. Dieses häufig zu beobachtende Problem liegt weniger an den zu geringen Fähigkeiten der Schüler, das Software-Programm zu bedienen, sondern vielmehr an dessen Bedienungsunfreundlichkeit. Nachdem der Lehrer dem Schüler den erstellten Schaltplan als zeichnerisch korrekt bestätigt, druckt dieser den Plan aus. Die geforderte Schaltungssimulation erfolgt nicht. Anschließend arbeitet er mit einem weiteren Schüler am Schaltungsaufbau.

Die andere Kleingruppe erhält durch einen hinzukommenden Schüler der Klasse Unterstützung bei der Fehlersuche ihrer noch nicht funktionstüchtigen Schaltung. Die Gruppe dieses Schülers hat bereits eine funktionierende Schaltung erstellt. Er hilft der Kleingruppe kurz bei der Verkabelung und erklärt ihr den prinzipiellen Aufbau. Nach einiger Zeit gelingt es der Kleingruppe nach dieser Hilfestellung, die Schaltung funktionsfähig zu erstellen. Dies ist auf die sehr gute

Erklärung des helfenden Schülers zurückzuführen. Die Kleingruppe präsentiert dem Lehrer ihre Schaltung. Auch die andere Kleingruppe hat kurz darauf ihre Schaltung erfolgreich aufgebaut.

Beide Kleingruppen erhalten vom Lehrer ein Arbeitsblatt, das sie hätten anfordern müssen (siehe Anhang, S. 284) und das die Fähigkeit zum Unterscheiden von Selbsthaltungen DOMINIEREND EIN oder AUS vertiefen will. Die auf dem Arbeitsblatt geforderten Schaltungen werden nicht gezeichnet; lediglich den Lückentext ergänzen die Schüler. Sie wenden sich relativ schnell wieder ihrer Steuerungsaufgabe zu, um hier weiterzukommen. Der Einsatz des Arbeitsblattes ist in der ausgeführten Art nicht besonders lernwirksam, da die Schüler die Anweisungen nicht korrekt ausführen und wesentliche Aufgabenteile durch das Weglassen der geforderten Schaltungsskizzen zu den Funktionen DOMINIEREND EIN oder AUS nicht durchlaufen. Vom Lehrer erfolgt hier keine explizite Kontrolle.

Die Kleingruppen arbeiten weiter an einem Arbeitsschritt, der ein Identifizieren ihrer aufgebauten Schaltungen nach der Funktion DOMINIEREND EIN oder AUS fordert. Danach versuchen sie, wie verlangt, ihre Schaltungen umzubauen. Beide Kleingruppen unterstützen sich gegenseitig. Trotz der zur Verfügung stehenden Informationsunterlagen gelingt ihnen der Umbau längere Zeit nicht. Sie sind an dieser Stelle nicht in der Lage, diese Informationen nachzuvollziehen und sie zu verwerten.

Eine andere Gruppe der Klasse hat beide Schaltungsarten nebeneinander aufgebaut. Der Lehrer ruft die restlichen Schüler der Klasse hinzu und erläutert ausführlich in einer frontalunterrichtlichen Phase die Unterschiede der Schaltungen. Dieser Eingriff wirkt hier motivierend für alle Schüler der Klasse, für die einen bestätigend, für die anderen anspornend. Die beiden Kleingruppen wollen die Erklärungen des Lehrer umsetzen, was ihnen in der knappen Zeit bis zum Stundenende jedoch nicht gelingt. Sie erhalten jedoch vom Lehrer zur Vertiefung des von ihm Gesagten ein Hausaufgabenblatt (ARBEITSBERICHT 271, Anhang I, S. 32f.), das alle zur Selbsthaltung wichtigen Lerninhalte gut bündelt und anhand dessen die Schüler auch die eben vorgetragenen Lerninhalte noch einmal selbst erarbeiten können. Eine Protokollierung der Stunde erfolgt erneut nicht.

Am folgenden Unterrichtstag fehlt ein Schüler. Da er die gesamte Dokumentation der bisherigen Arbeit mit nach Hause genommen hat, wird die Gruppe vom Lehrer aufgefordert, diese noch einmal neu zu erstellen. Diesem Problem kann vorgebeugt werden, wenn die Dokumentation in der Schule gelassen wird. Der Lehrer gibt der Gruppe als weitere Aufgabe das Aufgabenblatt, das bereits in der vergangenen Doppelstunde oberflächlich bearbeitet wurde und im Leittext Teil 3 vorgesehen ist, zur erneuten Bearbeitung (siehe Anhang, S. 284). Ein Schüler beschäftigt sich damit, die anderen beiden besprechen das Hausaufgabenblatt, das sie Zuhause nicht bearbeitet haben. Die geforderte Arbeitsdokumentation wird von ihnen nicht neu erstellt. Nach einiger Zeit fordert der Lehrer die Gruppe auf, die bearbeiteten Blätter abzugeben, er erklärt ihnen, daß somit das Lerngebiet abgeschlossen sei und der Abschlußtest anstehe. Die im Leittext geforderte umgebaute Schaltung (DOMINIEREND EIN) wird von den Schülern nicht aufgebaut.

Vor dem Abschlußtest regt der Lehrer die Gruppe zur selbständigen Wissenskontrolle an. Hierbei kontrollieren sie anhand der vorgegebenen Lernziele selbständig ihren Wissensstand, ziehen zur Wissensauffrischung vorhandene Unterlagen heran und tauschen sich im Gruppengespräch intensiv aus. Diese Phase innerhalb des Leittextes wurde nur in Lerneinheit 8 durchlaufen, obwohl sie einen wichtigen Baustein in der Leittextarbeit darstellt und die geforderten Lernziele

einer Selbstkontrolle durch die Schüler zuführt und vertieft. Die Schüler gehen nach dieser Phase von sich aus auf den Lehrer zu und bitten um den Abschlußtest. Der in Einzelarbeit zu bearbeitende Test umfaßt neben einer Schaltungsplanung zum ersten Mal in Lerneinheit 8 auch ihren Aufbau. Hierbei wird die theoretische Planung einer Schaltung sinnvoll durch die praktische Umsetzung erweitert. Ein Schüler der Gruppe löst zügig die Aufgaben und erstellt eine funktionsfähige Schaltung. Den beiden anderen Schülern gelingt dies nicht auf Anhieb, sie sind längere Zeit mit der Fehlersuche an ihrer aufgebauten Schaltung beschäftigt. Ihr Vorgehen hierbei wirkt etwas unstrukturiert. Bis zum Ende der Bearbeitungszeit gelingt es einem Schüler selbständig, den anderen beiden durch eine geringe Hilfestellung des Lehrers eine funktionierende Schaltung zu erstellen. Die Testbearbeitung, insbesondere die schriftlichen Anteile sind gelungen. Die Schüler werden mit 1/2/2 benotet. Eine Bewertung der Gruppenarbeit anhand der von ihnen nicht vorgelegten Arbeitsdokumentation bleibt offen.

Die Schüler können im Verlauf dieser Lerneinheit eine direkte und eine indirekte Schaltung zeichnen, aufbauen und am PC simulieren. Sie sind in der Lage, eine direkte Schaltungsanordnung von einer indirekten zu unterscheiden. Diese Lernziele werden von allen Schülern der beobachteten Gruppe erreicht. Die Selbsthaltungschaltungen DOMINIEREND EIN und DOMINIEREND AUS können die Schüler nach dieser Lerneinheit in Gruppenarbeit zeichnen und am PC simulieren. Aufgebaut wurde nur die Signalspeicherung DOMINIEREND AUS. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, daß sie auch eine Selbsthaltung DOMINIEREND EIN aufbauen können. Die Schüler können weiter die beiden Selbsthaltungstypen voneinander unterscheiden und erklären.

Es zeigt sich jedoch bereits im Abschlußtest zu dieser Lerneinheit, daß zwei Schüler der Gruppe im Umgang mit den Lernzielen zur Signalspeicherung nur wenig Sicherheit aufweisen. Auch in der nachfolgenden Lerneinheit 9 zeigen sich diesbezüglich bei der Gruppe teilweise Unsicherheiten, die jedoch durch das weitere Arbeiten mit Selbsthaltungschaltungen in nachfolgenden Aufgaben abnehmen. In der Schulaufgabe (siehe weiter unten) zeigen sich bei zwei Schülern der Gruppe jedoch erneut leichte Unsicherheiten bezüglich der Verwendung einer Selbsthaltungschaltung. Den Aufbau und die Funktionsweise eines mechanischen Grenztasters können alle Schüler der Gruppe nach Lerneinheit 8 erklären.

Lerneinheit 9: Elektropneumatische Grundschaltungen III - Sensoren

Die Bearbeitung der Lerneinheit 9 umfaßt insgesamt acht Unterrichtsstunden an vier Schultagen. Nachfolgend sind die in dieser Lerneinheit vorgesehenen Lernziele wiedergegeben. Den Lernweg und die zur Bearbeitung vorgesehenen Aufgaben der beobachteten Schülergruppe stellt Übersicht 9.6 weiter unten vor.

Lernziele der Lerneinheit 9: Die Schüler sollen ...

... eine indirekte Schaltung mit einem berührungslosen Signalgeber zeichnen und aufbauen können.

... den Aufbau und die Funktion einer indirekten Schaltung mit berührungslosen Signalgebern erklären können.

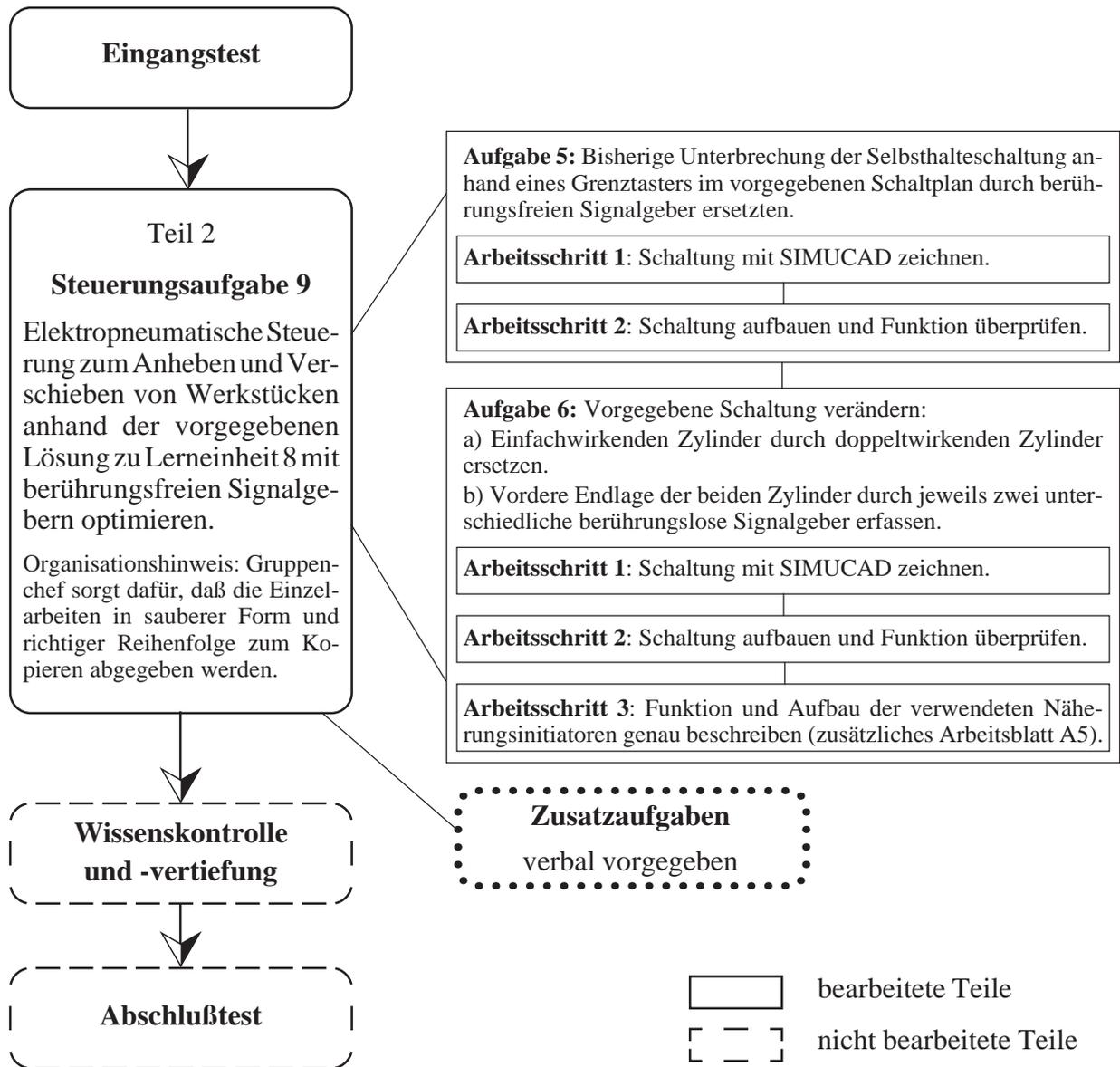
... Aufbau und Funktion eines mechanischen Grenztasters, eines magnetischen, eines induktiven, eines kapazitiven und eines optischen Näherungsschalters erklären können.

Die Schüler erhalten den Eingangstest für Leittext 9 (ARBEITSBERICHT 271, Anhang I, S 36) mit der Aufforderung durch den Lehrer, ihn gemeinsam zu bearbeiten. Zwei Schüler beginnen sofort, ohne vorherige Planungsüberlegungen eine in Aufgabe 4 geforderte Schaltung aufzubauen. Die Aufgabenstellung wurde von den Schülern nicht korrekt interpretiert, eine noch eindeutiger Formulierung kann hier Abhilfe schaffen. Sie bauen anstelle der verlangten Ansteuerung nur eines Zylinders eine Schaltung mit zwei Zylindern entsprechend des auf dem Aufgabenblatt abgebildeten Schaltplans, den sie als Planungsvorlage verwenden. Nachdem der Lehrer dies bemerkt, greift er mit einem Hinweis auf die zu umfangreiche Bearbeitung ein. Da die Schüler sich die von ihnen begonnene Schaltung zutrauen, setzen sie das Aufbauen fort. Der Lehrer unterbindet dieses Vorgehen nicht und läßt so die eigenständige Vorgehensweise der Schüler zu, diese komplexere Aufgabe bietet weitergehende Lernmöglichkeiten. Mit dieser Schaltung bearbeiten die Schüler bereits einen Aufgabenteil der später anstehenden Steuerungsaufgabe.

Nach Aufforderung durch den Lehrer bearbeiten die anderen beiden Schüler währenddessen theoretische Aufgabeninhalte, die sie nach kurzer intensiver Arbeit erledigt haben. Einer der beiden hilft danach einem schwächeren Schüler in einer weiteren Gruppe der Klasse. Er hat bereits in der vergangenen Woche einen Teil seiner Gesellenprüfung abgelegt und wird nur noch einen weiteren Schultag den Unterricht besuchen. Der Lehrer bittet ihn im weiteren Verlauf, dem anderen Schüler weiter zu helfen. Durch diese Betreuungsaufgabe ist ein Schüler gefordert, sein vorhandenes Wissen zu aktivieren und strukturiert darzustellen, der andere Schüler erhält durch die intensive Betreuung eine effizientere Lernmöglichkeit.

Den verbleibenden drei Schülern der Gruppe gelingt es auch nach dem Versuch, sich Hilfe bei einer anderen Gruppe der Klasse zu holen, nicht, ihre umfangreichere Schaltung funktionsfähig zu erstellen. Bei der Testbesprechung bringen die drei Schüler nach kleinen Hilfestellungen des Lehrers die Anlage zum Laufen. Sie werden aufgrund des insgesamt guten Testergebnisses aufgefordert, mit der Steuerungsaufgabe zu beginnen.

Die in der Steuerungsaufgabe vorgesehene Veränderung der Schaltung (ARBEITSBERICHT 271, Anhang I, S. 37f., Austausch von S3) muß anhand der in der Schule vorhandenen Bauteile durch die Ansteuerung eines Relais zur Signalumkehr (Öffner - Schließer) bewerkstelligt werden. Der Lehrer erläutert den Schülern eingangs, daß der direkte Austausch von S3 nicht möglich ist, da das hierzu erforderliche Bauteil an der Schule nicht vorhanden ist. Ein direkter Austausch wäre



Übersicht 9.6: Bearbeitung der Lerneinheit 9 durch die beobachtete Schülergruppe

fachlich nicht korrekt, da Näherungsinhibitoren stets über ein Relais schalten. Der Austausch von S3 stellt jedoch gegenüber S2 höhere Anforderungen an die Lösung, da hier ein weiterer gedanklicher Schritt zur Umkehr des Schaltimpulses berücksichtigt werden muß. Anhand einer verbalen Abänderung der Aufgabenstellung durch den Lehrer, dem Austausch von S2 anstelle von S3, sollen sie eine seiner Meinung nach einfachere Schaltungsaufgabe lösen. Der Lehrer will der Gruppe damit ermöglichen, ihre bereits im Eingangstest aufgebaute Schaltung zu verwenden und mit der geforderten Selbsthalteschaltung zu ergänzen.

Die Schüler beginnen somit ihre Arbeit an der Steuerungsaufgabe direkt mit Arbeitsschritt 2 der Aufgabe 5 (siehe Übersicht 9.6). Sie versuchen durch Ausprobieren verschiedener Verkabelungsvarianten die Aufgabe zu lösen. Dies gelingt ihnen jedoch längere Zeit nicht. Ihrer Arbeit liegt keine schriftliche Planung zugrunde. Bereits im Eingangstest erstellten sie die nun funktionsfähig vorliegende Schaltung mit leichten Hilfestellungen des Lehrers ohne ein tieferes theoretisches Durchdringen der dahinterliegenden Prinzipien nachgewiesen zu haben. Eine

systematische Aufgabenbearbeitung und somit gründliche Erarbeitung der Lerninhalte erfolgt an dieser Stelle nicht. Die Schüler scheitern an der zu hohen Komplexität bereits zu Beginn der Aufgabenbearbeitung, die ihnen ein exemplarisches Erkennen einzelner Aufgabenkomponenten und dahinter stehender Prinzipien erschwert.

Bei einem anschließenden Eingriff des Lehrers wird die Gruppe aufgefordert, ein aus der Aufgabe herausgelöstes und dort benötigtes Schaltungsmuster isoliert aufzubauen. Eine solche Aufgabenstellung enthält Leittext 9 nicht. Den Schülern gelingt dies sofort. Sie versuchen anschließend, die hierbei gewonnene Erkenntnis auf ihre noch nicht funktionierende Schaltung zu übertragen, was jedoch nicht zum Erfolg führt. Nach einiger Zeit rufen sie den Lehrer. Dieser überprüft die Schaltung und gibt Hinweise zur korrekten Verkabelung. Weiter stellt er fest, daß die Schüler seine eingangs formulierten verbalen Anweisungen zur Aufgabenmodifikation nicht berücksichtigt haben. Hier zeigt sich die Anforderung für die Schüler, die konkrete Aufgabenstellung stets schriftlich vorliegen zu haben, was in diesem Fall nicht gewährleistet ist. Auch nach erneutem Umbauen der Schaltung gelingt es den Schülern bis zum Stundenende nicht, sie funktionsfähig zu erstellen. Ein Schüler fertigt einen kurzen Protokolleintrag zu den absolvierten Arbeiten an.

Am nächsten Unterrichtstag diskutieren die heute anwesenden drei Schüler eingangs darüber, ob sie die bis dato noch nicht funktionierende Schaltung erneut aufbauen sollen. Sie entschließen sich nach einer kurzen Rückfrage beim Lehrer, die Schaltung zuerst zu zeichnen und zu simulieren. Zwei Schüler übernehmen diese Aufgabe. Ein weiterer Schüler wendet sich Aufgabe 6 zu (siehe Übersicht 9.6) und sammelt in den vorhandenen Unterlagen hierzu nötige Informationen. Der Lehrer bringt der Gruppe unaufgefordert ein Arbeitsblatt (ARBEITSBERICHT 271, Anhang I, S. 44) mit dem Hinweis, dieses für Aufgabe 6 (hier Arbeitsschritt 3) mitzuverwenden. Der Schüler, der diese Aufgabe bearbeitet, übersieht, daß er nur die für ihre Schaltung vorgesehenen Sensoren beschreiben soll. Er beschreibt hingegen alle auf dem Arbeitsblatt abgebildeten Sensoren und bearbeitet dieses Blatt daher umfangreicher und zeitintensiver als vorgesehen, dadurch beschäftigt er sich umfassend mit den Bauteilen.

Zwischenzeitlich haben die anderen beiden Schüler den Schaltplan fertiggestellt und simulieren ihn. Da die Simulation nicht funktioniert, gehen sie auf Fehlersuche. Der hinzukommende Lehrer erkennt ihr Problem der unvollständig angeschlossenen Näherungsinitiatoren und gibt ihnen den Hinweis, im Leittext nachzusehen, wie diese Bauteile korrekt angeschlossen werden. Es gelingt ihnen jedoch nicht, diese Informationen aus dem Leittext zu entnehmen und sie umzusetzen. Da auch eine weitere Gruppe der Klasse leichte Probleme mit dem Anschluß dieser Bauteile hat, erläutert der Lehrer in einer kurzen frontalunterrichtlichen Phase hierbei zu beachtende, schaltungstechnische Besonderheiten, die er an der Tafel skizziert. Ähnlich wie bei der Selbsthaltungsschaltung gelingt es den Schülern nicht, sich die erforderlichen Kenntnisse selbstständig zu erarbeiten, obwohl die hierzu vorhandenen Unterlagen dies zumindest inhaltlich ermöglichen. Die Aufgabenstellung und die in dieser Lerneinheit vorzufindende Bearbeitungsweise der Schüler führt jedoch zu einer zu komplexen Schaltung, die ihnen ein exemplarisches Bearbeiten der neu hinzukommenden Lerninhalte und ihr prinzipielles Verständnis erschwert.

Nach der Lehrerdarbietung arbeiten zwei Schüler erneut einige Zeit erfolglos an der Simulation. Der dritte Schüler kommt nach Fertigstellen des Arbeitsblattes unterstützend hinzu. Es gelingt ihnen jedoch nicht, die Ausführungen des Lehrers umzusetzen. Bei einer erneuten Hilfestellung spricht er die Funktion der Schaltung mit der Gruppe durch, nach einiger Zeit läuft

die Simulation erfolgreich. Auf Rückfrage des Lehrers reflektieren die Schüler die vorhandenen Probleme, was zu einem stärkeren Bewußtwerden dieser Lerninhalte führt. Nach dem Ausdrucken des Schaltplans erfolgt keine weitere Unterrichtsprotokollierung. Die Lerneinheit wird am nächsten Schultag durch die Schulaufgabe, die weiter unten einer gesonderten Betrachtung unterzogen wird, unterbrochen.

Am nächsten Unterrichtstag in dieser Lerneinheit benötigt die nun auf drei Schüler reduzierte Gruppe (ein Schüler schied durch eine vorzeitig abgelegte Gesellenprüfung bereits aus) längere Zeit, um mit dem Lehrer die weiter anstehenden Aufgaben zu besprechen. Hierbei treten Unstimmigkeiten zu den bisher erledigten Aufgabenteilen auf. Da die Gruppe das bereits bearbeitete Aufgabenblatt (ARBEITSBERICHT 271, Anhang I, S. 44) nicht finden kann, fordert der Lehrer dessen erneute Bearbeitung. Sie wird vom selben Schüler anschließend redundant abgearbeitet, ohne daß dadurch ein großer Lernfortschritt erzielbar ist. Weiter behaupten die Schüler, die in Aufgabe 6 (siehe Übersicht 9.6) geforderte Schaltung bereits aufgebaut zu haben, was nicht der Fall war. Sie haben die Schaltung zu Aufgabe 5 gezeichnet und simuliert. Ein erfolgreicher Aufbau (Arbeitsschritt 2) ist hierbei noch nicht gelungen. Eine klare Arbeitsprotokollierung und ihr Abgleich an den vorliegenden Aufgabenstellungen hätte diese Unstimmigkeiten erneut vermieden. Ein zielstrebigere Lernweg, der den vorgesehenen Inhalten folgt, hätte beschritten werden können.

Auf Anweisung des Lehrers baut die Gruppe nun die Schaltung zu Aufgabe 6 auf. Eine schriftliche Planung hierfür liegt nicht vor. Die Schüler verwenden als Grundlage hingegen den Schaltplan aus Aufgabe 5, der jedoch nicht dieser Aufgabenstellung entspricht. Es gelingt ihnen dabei längere Zeit nicht, die Schaltung erfolgreich zu erstellen. Als zentrales Problem zeigt sich erneut, wie bereits beim Zeichnen des Schaltplans, das korrekte Anschließen der Näherungsinhibitoren. Die Schüler haben bisher nie theoretische Überlegungen mit dem praktischen Anschließen der Bauteile verbunden. Die Schüler sind durch das komplexe Problem der Signalumkehr für S3 (ARBEITSBERICHT 271, Anhang I, S. 37) überfordert, da ihnen das nötige Wissen zur prinzipiellen Funktionsweise der zu verwendenden Bauteile und zur schaltungstechnischen Lösung fehlt. Der Lehrer zeigt der Gruppe ihre bisherigen Fehler auf, nachdem sie längere Zeit erfolglos versuchte, die Schaltung aufzubauen. Er hält sie dann zu einer neuen, schriftlichen Planung ihrer Schaltung an. Erst im Anschluß daran sollen sie noch einmal mit dem Aufbauen beginnen. Die Gruppe hat sehr lange an ihrer Schaltung gearbeitet, ohne jedoch vorwärts zu kommen, da eine schriftliche Planung nicht vorlag. In diesem Fall müßte der Lehrer darauf hinwirken und diese einfordern.

Kurz vor Unterrichtsende ruft der Lehrer die Gruppe ans Steckbrett der Nachbargruppe. Dort erläutert er anhand der funktionsfähig vorliegenden Schaltung die geforderte Funktion. Am Stundenende fordert er die Gruppe auf, in der nächsten Stunde diese Schaltung ebenfalls nach erfolgter Planung aufzubauen. Ein Arbeitsprotokoll wird erneut nicht erstellt.

Trotz der vorausgehenden Arbeitsanweisung vom vorherigen Schultag betrachtet die Gruppe am folgenden Schultag den Leittext 9 auf Rückfrage des Lehrer als abgeschlossen. Erst auf detailliertes Nachfragen sehen sie ein, daß sie in dieser Lerneinheit vorgesehene Bauteile noch nicht kennen. Aufgrund der bisher relativ erfolglosen Aufgabebearbeitung ist ihre Motivation in dieser Lerneinheit stark gesunken. Anstelle des noch nicht erfolgten Schaltungsaufbaus aus Aufgabe 6 (siehe Übersicht 9.6) erhält die Gruppe vom Lehrer verbal gestellte Aufgaben für zwei einfachere Schaltungen mit den von ihnen noch nicht eingesetzten Bauteilen. Hierzu sind

Schaltungsplanung und Aufbau erforderlich. Nachdem sich die Schüler Informationen zu den Bauteilen beschafft haben, treten Unstimmigkeiten beim Versuch der Aufgabenverteilung auf, da sich zwei Schüler nicht mehr an die konkreten Aufgabenstellungen erinnern. Eine schriftliche Aufgabenfixierung wäre hier erforderlich gewesen. Sie arbeiten darauf gemeinsam an einer der geforderten Schaltungen. Zwei der Schüler nehmen sich dabei stark zurück. Beim Zeichnen der Schaltung am PC treten Schwierigkeiten bei der Dateihandhabung auf. Der Lehrer fordert die Gruppe daher auf, die Schaltung von Hand zu skizzieren. Die hierbei vorhandenen Lernmöglichkeiten zur Dateiverwaltung werden nicht näher verfolgt.

Beim Skizzieren der Schaltung haben die Schüler erneut Probleme, die erforderliche Signalumkehr für das vorliegende Bauteil anhand eines Relais zu lösen. Der Lehrer gibt ihnen die erforderliche intensive Hilfe. Auch das anschließende Aufbauen der Schaltung anhand des Schaltplans gelingt der Gruppe nicht ohne kleinere Korrekturen durch den Lehrer. Er lobt sie jedoch trotzdem und erkennt ihre bisherige Leistung an, um sie zur Weiterarbeit zu motivieren. Die Schüler erstellen am Stundenende ein Protokoll. Für sie endet damit der Steuerungstechnik-Unterricht, da sie am darauffolgenden, letzten Unterrichtstag eine gesonderte Aufgabenstellung (siehe Kapitel 8 und 9.2) für die vorliegende Forschungsarbeit bearbeiten.

Auch in dieser Lerneinheit zeigen sich Probleme, die bereits in vorhergehenden Lerneinheiten zu beobachten waren. Dazu zählen vor allem der Schaltungsaufbau ohne Planung durch das parallele Arbeiten der Gruppe an PC und Steckbrett und die mangelnde Protokollierung am Ende der Unterrichtseinheiten, die den Einstieg am folgenden Unterrichtstag erschweren. Die häufigen 'trial and error'-Phasen, mit denen sich die Schüler an der Aufgabenstellung versucht haben verdeutlichen, daß die Schüler im Verlaufe des Leittext 9 zu keinem Zeitpunkt durch vorherige gemeinsame Information und Planung an die Aufgabe herangegangen sind.

Die beobachtete Gruppe zeigte in dieser Lerneinheit ein kaum an der Leittextvorgabe orientiertes Arbeitsverhalten. Zu Beginn der Lerneinheit wird die Gruppe durch eine Aufgabenmodifikation des Lehrers zu einer Abänderung der vom Leittext gesteuerten Aufgabenbearbeitung angehalten. Den Schülern gelingt es im Verlauf der gesamten Lerneinheit nicht mehr, sich auf die Leittextvorgaben zurück zu besinnen und sich unmittelbar an ihnen zu orientieren. Alle Aufgabenteile werden zwar bearbeitet, häufig jedoch in mehr oder weniger willkürlicher Reihenfolge. Sie werden nicht umfassend gelöst. Zusätzlich verbal vorgegebene Arbeitsaufträge werden ebenfalls nur teilweise erfolgreich bearbeitet. Aufgrund des daraus resultierenden Mangels an motivierenden Erfolgserlebnissen und einer unvollständigen Zielerreichung bleibt die Bearbeitung der Lerneinheit weniger erfolgreich.

Der Rettungsversuch des Lehrers, den zentralen Teil der Schaltung isoliert bei gleichzeitig intensiver Betreuung aufbauen zu lassen, weist ihn als engagierten und kompetenten Lehrer aus. Es zeigt aber zugleich, daß die Steuerungsaufgabe dieses Leittextes wichtige Lerninhalte in einen zu komplexen Gesamtzusammenhang stellt und die Gruppe überfordert.

Die Schüler können in dieser Lerneinheit eine indirekte Schaltung mit einem berührungslosen Signalgeber zeichnen und am PC simulieren. Der Aufbau dieser Schaltung bereitet Schwierigkeiten und wird innerhalb des Unterrichts nicht vollständig ausgeführt. Die Schüler weisen jedoch in der Gruppe während der oben angesprochenen Handlungsaufgabe nach, daß sie die in Lerneinheit 9 geforderte Schaltung auch aufbauen und erklären können. Die Schüler weisen im Unterricht auch nach, daß sie Aufbau und Funktion der in den weiteren Lernzielen genannten Bauteile erklären können.

Lerneinheit 10: Elektropneumatische Grundschaltungen IV - Zeitrelais

Die Bearbeitung der Lerneinheit 10 durch eine andere Schülergruppe, die eine gesonderte Aufgabenstellung für die vorliegende Forschungsarbeit bereits an einem vorausgehenden Schultag bearbeitet hatte, erfolgte aufgrund des verbleibenden einen Schultages in zwei Unterrichtsstunden. Nachfolgend sind die in dieser Lerneinheit vorgesehenen Lernziele wiedergegeben. Den Lernweg und die zur Bearbeitung vorgesehenen Aufgaben der beobachteten Schülergruppe stellt Übersicht 9.7 weiter unten vor.

Lernziele der Lerneinheit 10: Die Schüler sollen ...

... eine indirekte Schaltung mit Zeitrelais zeichnen und aufbauen können.

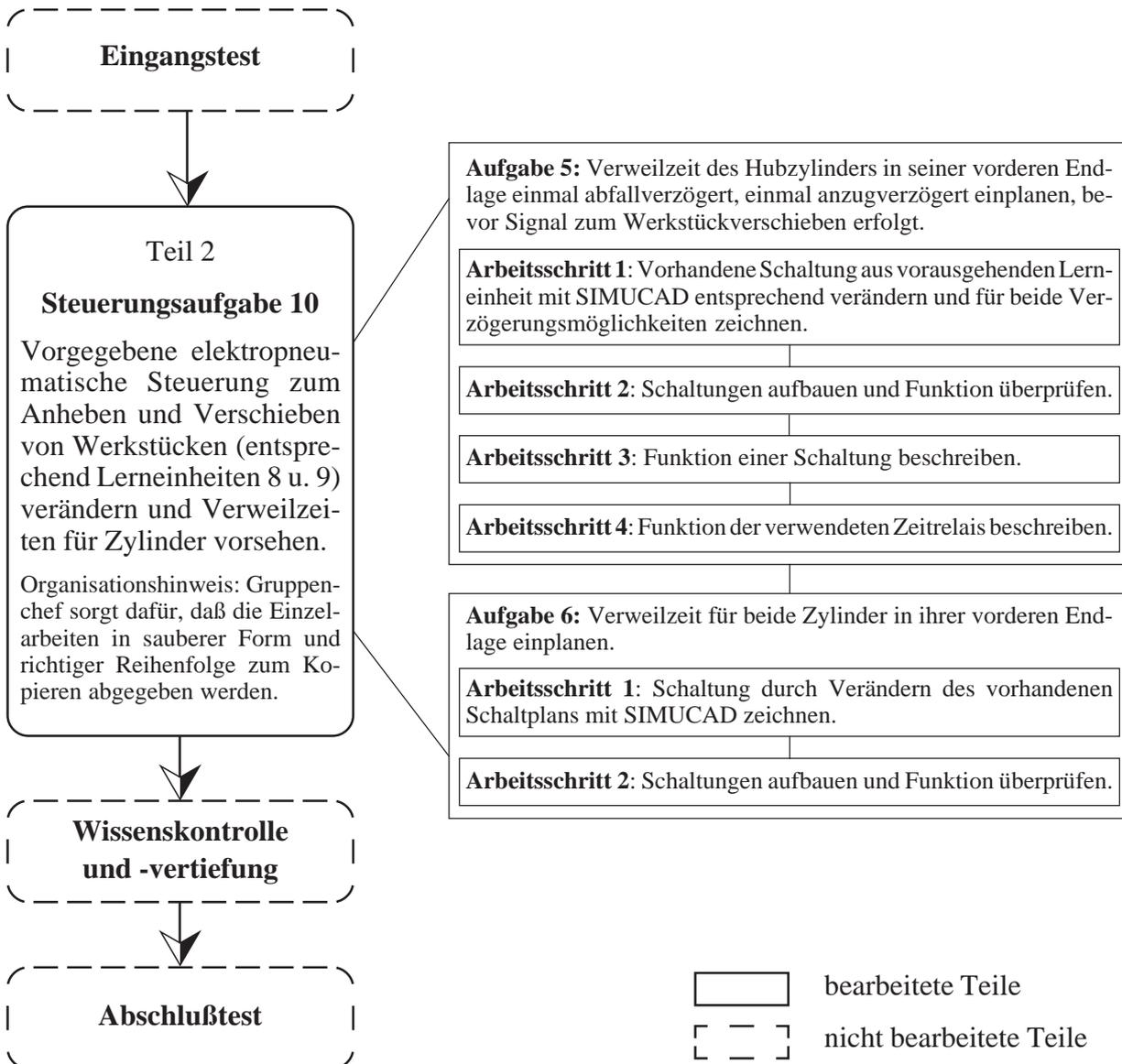
... Aufbau und Funktion einer indirekten Schaltung mit Zeitrelais erklären können.

... Aufbau und Funktion eines anzugverzögerten und eines abfallverzögerten Zeitrelais erklären können.

Aus den bereits angedeuteten organisatorischen Gründen bearbeitet die aus zwei Schülern bestehende, leistungsstarke Gruppe in Rücksprache mit dem Lehrer am verbleibenden letzten Unterrichtstag dieses Schuljahres sofort die in dieser Lerneinheit vorgesehene Steuerungsaufgabe (ARBEITSBERICHT 271, Anhang I, S. 41f.). Ein Schüler übernimmt am PC den im Leittext vorgegebenen Schaltplan. Er berücksichtigt dabei die Leittextvorgabe nicht, auf bereits bestehende Schaltpläne zurückzugreifen und sie zu modifizieren. Da die Gruppe Leittext 9 erfolgreich abgeschlossen hat, müßte ihr dieser Schaltplan bereits als Datei vorliegen. Diese redundante Arbeit des Schülers beim Abzeichnen einer vorliegenden Schaltung ist hier wenig sinnvoll und lernwirksam. Der anschließende Simulationsablauf der nachgezeichneten Schaltung ist nicht erfolgreich. An der Zeichnung ist ein Strompfad nicht korrekt angeknüpft. Erneut trägt in diesem Fall die Software, die ein äußerst präzises Vorgehen beim Zeichnen erfordert und hier wenig Toleranz zeigt, zu Problemen bei (siehe weiter oben). Zudem ist durch einen Flüchtigkeitsfehler eine falsche Bauteilbezeichnung vorgenommen worden. Der zweite Schüler baut parallel am Steckbrett die Schaltung nach der Leittextvorgabe auf. Anschließend stellt er jedoch fest, daß die Anlage nicht funktioniert. An der Schaltung verhindert ein defektes Ventil die geforderte Funktion. Diese Fehlerursache wird vom Schüler nicht erkannt.

Beide Schüler versuchen jeweils kurze Zeit, die Fehlerursachen zu finden. Hierzu tauschen sie sich untereinander aus. Als sie sich nach kurzer erfolgloser Suche an den Lehrer wenden, hilft er ihnen die Fehler zu beheben. Der Lehrer verhindert hier durch seine intensive Hilfe eine eigenständige, lernwirksame Fehlersuche. Zeitliche Gründe aufgrund der hohen inhaltlichen Dichte dieser Unterrichtseinheit können diesen Eingriff rechtfertigen. Der Gruppe liegt nun die vorgegebene Schaltung vor. Ein Lernfortschritt hinsichtlich der zentralen Lerninhalte 'Zeitrelais' erfolgt bis hier noch nicht.

Nachfolgend erläutert der Lehrer den Schülern Bauart und Funktionsweise von Zeitrelais in einem kurzen Vortrag. Sie integrieren anschließend diese Bauteile jeweils in Simulation und Schaltungsaufbau. Währenddessen tauschen sie sich ständig aus. Diese Phase wird vom Lehrer auf Anfragen der Schüler hin intensiv betreut. Er hilft bei der Optimierung einer umständlichen Schaltungslösung eines Schülers am Steckbrett. Dieser modifizierte ohne schriftliche Planungsvorlage seine vorhandene Schaltung. Die Schaltungsfunktionen mit anzugsverzögernden Zeitrelais sind in Simulation und Anlage korrekt. Anschließend erklärt der Lehrer den Unterschied einer



Übersicht 9.7: Bearbeitung der Lerneinheit 10 durch die beobachtete Schülergruppe

abfallverzögernden Schaltung. Erneut kann durch die geringe verbleibende Unterrichtszeit dieser Lehrervortrag gerechtfertigt werden. Anschließend bauen die Schüler nach Auftrag durch den Lehrer ihre Schaltung um, er begleitet sie durch fachliche Erläuterungen. Bis zum Stundenende haben die Schüler die beiden geforderten Schaltungen erstellt und einen Schaltplan zur Dokumentation ausgedruckt.

Durch die inhaltlich verdichtete Vorgehensweise und intensive Betreuung durch den Lehrer können die Schüler in dieser Lerneinheit indirekte Schaltungen mit unterschiedlichen Zeitrelais am PC zeichnen und simulieren. Sie sind weiter in der Lage, die verschiedenen Schaltungen aufzubauen und die Funktion der unterschiedlichen Zeitrelais innerhalb der Schaltungen zu erklären. Sie erreichen damit alle Lernziele dieser Lerneinheit. Eine eigenständige Wissenskontrolle und Wissensvertiefung fällt aus zeitlichen Gründen weg. Ebenso muß auf den Abschlußtest verzichtet werden. Der Lehrer hat jedoch durch den intensiven Kontakt mit den Schülern einen

guten Eindruck über ihre erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten. Die von ihnen in der Handlungsaufgabe erreichten Ergebnisse zeigt Kapitel 9.2.

Für eine übergreifende Kennzeichnung dieser Unterrichtseinheit ist anzuführen, daß nach einer vorbereitenden Phase mit kaum neuen Lerninhalten eine inhaltlich dichte und vom Lehrer sehr intensiv betreute, lernwirksame Phase folgte, in der die leistungsstarken Schüler die zentralen Lerninhalte dieses Leittextes in kurzer Zeit erarbeiten konnten.

Analyse der Schulaufgabe

Die Schüler der beobachteten Gruppe hatten wie eine weitere Schülergruppe der Klasse vor der Schulaufgabe bereits an zwei Unterrichtstagen die Lerneinheit 9 bearbeitet. Die hier erworbenen Kenntnisse zu berührungslosen Näherungsinitiatoren (siehe weiter oben) werden für die Schulaufgabe zwar nicht benötigt, können jedoch eingebracht werden. Die an einem Schultag in zwei Unterrichtsstunden durchgeführte Schulaufgabe (siehe Anhang, S. 302) verbindet Theorie- und Praxisanteile. Zwei geforderte Schaltpläne sind jeweils als funktionsfähige Schaltungen aufzubauen. Der gesamte Ablauf dieses Tests ist mit exemplarischen Arbeitsergebnissen eines Schülers detailliert in SIEGERT (1995) und SCHELTEN, RIEDL, TENBERG, SCHAUHUBER, SIEGERT (1995, S. 49 -57) beschrieben. An der Klassenarbeit nehmen sieben Schüler teil, jeder arbeitet für sich, zugelassenes Hilfsmittel ist nur das TABELLENBUCH METALL. Der Schulaufgabe ging in der vorausgehenden Unterrichtsstunde eine kurze Vorbesprechung zu den Inhalten und zum Ablauf voraus.

Die Schulaufgabe umfaßt zwei Teile. In einem ersten Teil wird von den Schülern die Planung und der Schaltungsaufbau für einen Spannungsvorgang mit einem doppeltwirkenden Zylinder anhand einer vorgegebenen Funktionsbeschreibung gefordert. Bedingungen sind eine UND- und eine ODER-Verknüpfung, weiter ist die Auswahl eines Signalgliedes zum Erfassen der vorderen Endlage des Zylinders erforderlich. Dieser einfachere Aufgabenteil prüft Lernziele aus den Lerneinheiten 6 und 7. Vor dem Schaltungsaufbau muß die Schaltplanzeichnung mit genauen Normbezeichnungen der Bauteile dem Lehrer zur Begutachtung vorgelegt werden. Die Schüler erhalten bereits an dieser Stelle eine Rückmeldung über ihre Arbeit. Eventuelle Planungsfehler werden korrigiert. Der anschließend geforderte Schaltungsaufbau erfolgt anhand einer korrekten Schaltplanzeichnung. Mit dieser zwischengeschalteten Kontrolle kann der Lehrer erkennen und bewerten, ob die Schüler zu einer korrekten Planung einer einfacheren Schaltung in der Lage sind. Weiter wird offensichtlich, ob sie den vorliegenden, gegebenenfalls korrigierten Schaltplan korrekt umsetzen können. Die Schüler erhalten durch die Zwischenkontrolle des Lehrers die Möglichkeit, trotz eventuell fehlerhafter Planung eine funktionsfähige Schaltung zu erstellen und diese Fähigkeit gesondert nachzuweisen. Dieser Aufgabenteil wurde von sechs Schülern vollständig, von einem zum Teil gelöst.

Ein zweiter Aufgabenteil fordert, die vorhandene Schaltung zu modifizieren und den Spannungsvorgang mit einer Selbsthalteschaltung zu bewerkstelligen. In diesem Teil müssen die Schüler das verwendete Signalglied zum Erfassen der vorderen Endlage des Zylinders genau beschreiben, einen Schaltplan zeichnen und eine Funktionsbeschreibung anfertigen. Weiter müssen sie die von ihnen geplante Selbsthaltung als DOMINIEREND EIN oder AUS kennzeichnen. Anschließend muß die Schaltung ohne Rücksprache mit dem Lehrer aufgebaut, ihre Funktion überprüft und eventuell vorhandene Planungsmängel beschrieben werden. Spätestens in diesem anspruchsvol-

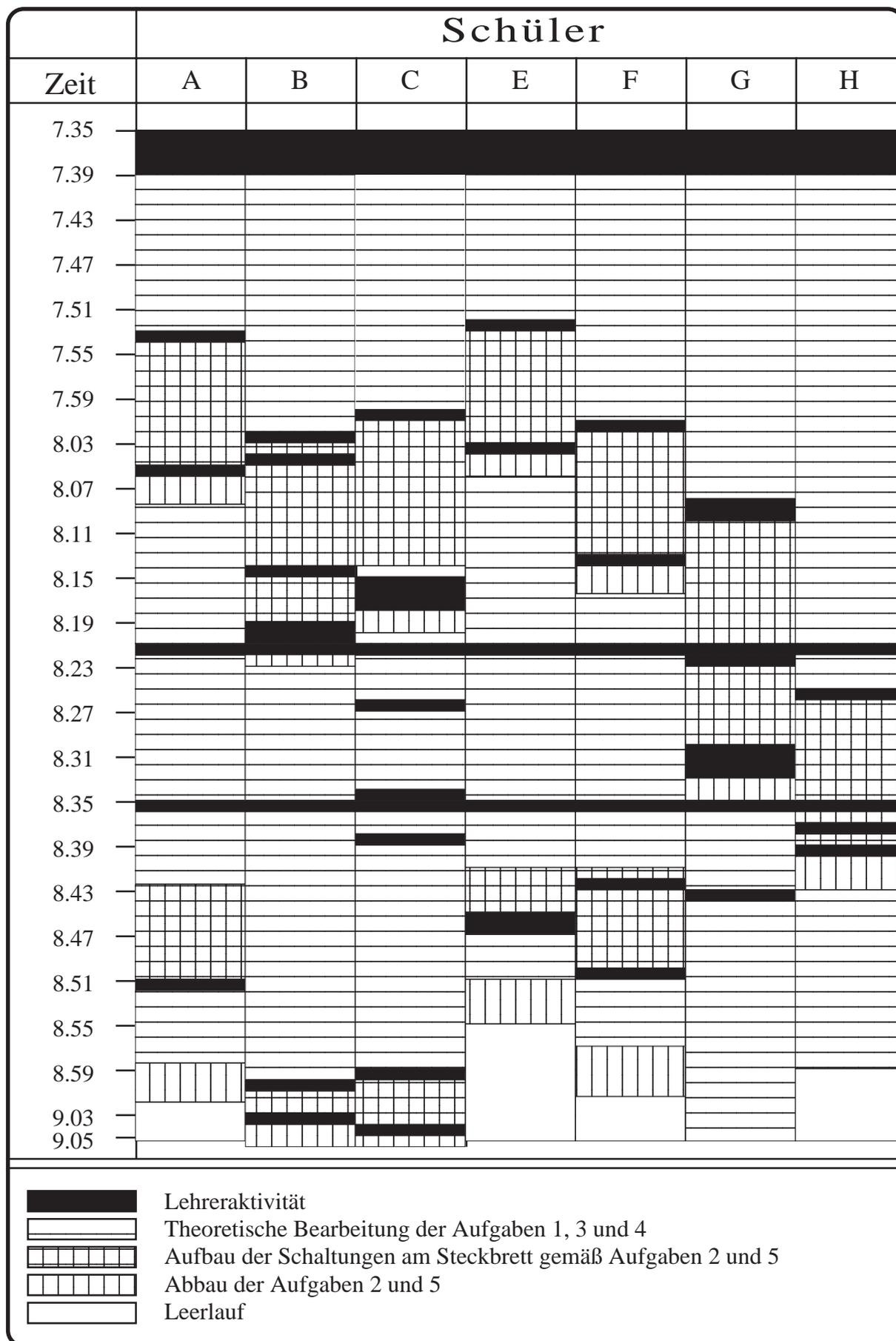
leren und komplexeren Aufgabenteil ist eine indirekte Schaltung und eine Signalspeicherung verlangt; geprüft werden vorwiegend Lernziele aus Lerneinheit 8. Die Planung der Schaltung und ihre anschließende Umsetzung erfolgt ohne zwischengeschaltete Kontrolle durch den Lehrer. Die Umsetzung des Schaltplans muß exakt den Planungsvorgaben entsprechen. Eventuell auftretende Planungsfehler müssen erkannt und beschrieben werden, was die Schüler zu einer sehr sorgfältigen Planung anhält. Fünf Schüler waren in der Lage, diesen Aufgabenteil zu lösen. Nach einer längeren Planungsphase gelang ihnen der anschließende Schaltungsaufbau meist zügig (siehe Übersicht 9.8).

Während der Schulaufgabe wechseln sich theoretische und praktische Aufgaben ab. Im Klassenzimmer herrscht eine für eine herkömmliche Schulaufgabe ungewöhnliche Arbeitsatmosphäre, da die Schüler ihre Arbeitsplätze wechseln müssen, Betriebsgeräusche der Schaltungen auftreten und der Lehrer häufig zu den Schülern gerufen wird. Die in diesen Situationen entstehenden Möglichkeiten für die Schüler, sich kurz auszutauschen, stellen jedoch keine Beeinträchtigung für eine individuelle Leistungsfeststellung dar. Die zu erstellenden Schaltungen sind relativ komplex, individuelle Lösungswege sind möglich und für die Aufgabenlösung und den Schaltungsaufbau muß die Schaltung im Gesamten verstanden werden.

Die Leistungen der Schüler zeigen, daß die Lernziele der Lerneinheiten 6 und 7 (siehe weiter oben) mehr oder weniger umfassend von allen Schülern erreicht werden. Die Lernziele der Lerneinheit 8 werden von zwei Schülern der Klasse nicht, von zwei weiteren mit geringen Abstrichen, von drei Schülern jedoch voll erreicht. Die erzielten Gesamtnoten sind 1/1/1/3/3/5/5 (zur genauen Punkteverteilung und Benotung vgl. SCHELTEN, RIEDL, TENBERG, SCHAUHUBER, SIEGERT 1995, S. 57). Ein Schüler ist nicht in der Lage, eine indirekte Schaltung aufzubauen. Er konzipiert stattdessen eine direkte Ansteuerung eines doppeltwirkenden Zylinders. Der Lehrer erkennt die Schwierigkeiten dieses Schülers und veranlaßt ihn, eine vereinfachte Schaltung zu erstellen. Der Schüler ist in der Lage, seinen Schaltplan umzusetzen. Diese Fähigkeit wird in der Beurteilung berücksichtigt. Durch diese modifizierte Aufgabenstellung kann der Schüler seinen, wenn auch geringen individuellen Kenntnisstand nachweisen und ein zumindest geringes Erfolgserlebnis verbuchen, was ihm bei einer herkömmlichen Testform nicht möglich gewesen wäre.

Die Organisation und Durchführung der Schulaufgabe in diesem Stil erfordert eine sehr hohe zeitliche und arbeitsplatzbedingte Koordination der vorhandenen Ressourcen. Die Übersicht 9.8 auf der folgenden Seite zeigt für jeden Schüler die Anteile seiner Bearbeitungszeit für theoretische Aufgabenbearbeitung, Aufbauen und Abbauen der Schaltungen und Leerlaufphasen sowie die Zeitanteile, die der Lehrer aktiv ist. Aus der Übersicht kann auch die Auslastung der fünf Arbeitsplätze entnommen werden. Sie zeigt, daß z.B. um 8.03 Uhr alle Plätze belegt sind. Da von jedem Schüler ein Steckplatz zum Auf- und Abbauen seiner Schaltung beansprucht wird, kann somit auf die maximale Anzahl der Schüler, die diese Schulaufgabe in diesem Unterrichtsraum (siehe Übersicht 5.2) bearbeiten können, geschlossen werden. Es zeigt sich, daß in der ersten Aufbauphase fünf Schüler gleichzeitig diese Aufgabe bearbeiten. Der Fachraum mit seinen fünf Steckplätzen ist dadurch voll ausgelastet.

Die in Übersicht 9.8 gekennzeichneten Lehreraktivitäten, wie z.B. Gespräche zur Korrektur der Schaltpläne und zur Bewertung der aufgebauten Schaltungen, lassen ebenfalls erkennen, daß dem Lehrer nach einer kurzen Eingangsphase kaum zeitliche Freiräume verbleiben, und er



Übersicht 9.8: Zeitlicher Ablauf der Schulaufgabe

während der Durchführung der Schulaufgabe durch die vielen individuellen Betreuungsphasen stark in Anspruch genommen ist. Auch aus diesem Grund ist die Anzahl der Schüler, die eine Schulaufgabe in dieser Form gleichzeitig bearbeiten und von einem Lehrer betreut werden können, beschränkt.

In Übersicht 9.8 ist weiter der Wechsel zwischen theoretischen und praktischen Arbeitsphasen deutlich zu erkennen. Zudem sind die Zeitanteile erkennbar, in denen die Schüler mit dem Lehrer in Kontakt stehen. Entsprechend dieser Darstellung ergibt sich in etwa folgende Verteilung der durchschnittlichen Schülerarbeitszeit: Theoretische Bearbeitung (Aufg. 1, 3 und 4) etwa 61 %, Aufbauen am Steckbrett (Aufg. 2 und 5) etwa 21 %, Abbauen der Aufgaben 2 und 5 etwa 7 %, Lehrerkontakt etwa 11 %.

Die eben betrachtete Schulaufgabe entspricht von ihren Inhalten und ihrem Ablauf voll dem Unterrichtskonzept, in dem sie integriert ist. Die Aufgaben prüfen sowohl theoretische als auch praktische Lerninhalte und verbinden diese miteinander. Dieser ganzheitliche Unterrichtsansatz wird auch hier durchgehalten. Die Schüler haben bereits in einem vorausgehenden Abschlußtest zur Lerneinheit 8 (siehe weiter oben) eine individuelle Leistungsfeststellung in dieser Form durchlaufen und sind somit mit dieser Prüfungsart bereits in Berührung gekommen. Neben den vielen positiven Aspekten dieser Schulaufgabe offenbaren sich räumlich und zeitlich bedingte Grenzen bezüglich der Anzahl der von einem Lehrer noch zu betreuenden Schülerzahl.

9.1.2.2 Übergreifende Analyse

Eine Beurteilung des hier betrachteten Unterrichtsvorhabens anhand der von SCHELTEN, GLÖGGLER (1992, S. 11) vorgestellten Kennzeichen handlungsorientierten Unterrichts sowie eine Beurteilung der Besonderheiten dieses Unterrichtsvorhabens erfolgte durch den Autor in Ansätzen bereits in SCHELTEN, RIEDL, TENBERG, SCHAUHUBER, SIEGERT (1995, S. 72 - 78). Die nachfolgende, übergreifende Analyse des Unterrichts berücksichtigt bei ihrer Ergebnispräsentation die dort aufgegriffenen Aspekte und stellt sie nach dem vorausgehenden, lerneinheitenbezogenen Analyseschritt mit zusätzlich gewonnenen Einblicken auf ein breiteres Erkenntnisfundament. Dazu werden übergreifende Merkmale, die über einzelne Lernsequenzen hinaus das Unterrichtsvorhaben kennzeichnen, entsprechend den in Kapitel 7.3.2 formulierten Fragenkomplexen aufgezeigt. Die Betrachtungen widmen sich konzeptionellen Vorgaben, dem Unterrichtsablauf und den Unterrichtsergebnissen.

Konzeptionelle Vorgaben: Äußere, schulorganisatorische Vorgaben bedingen für den Steuerungstechnikunterricht eine nur zweistündige Unterrichtszeit pro Schultag und Woche. Das Lerngebiet erstreckt sich jeweils in drei Jahrgangsstufen kontinuierlich über ein Schulhalbjahr. Selbstgesteuertes Arbeiten ist den Schülern vertraut. Bereits zu Beginn des Beobachtungszeitraumes können sie diese Form der Lernarbeit aufgrund der zeitlich langfristigen Erfahrungen im vorausgehenden Schuljahr unmittelbar aufnehmen. 90 Minuten Unterrichtszeit pro Tag verhindern jedoch ein zeitlich längeres Bearbeiten einzelner Aufgaben, da mit den erforderlichen Vorlauf- und Aufräumzeiten eine noch geringere Unterrichtskernzeit verbleibt. Dieser enge zeitliche Rahmen und die Unterrichtsorganisation in Einzeltagesform im Gegensatz zum Blockunterricht bringen mit sich, daß die Schüler relativ häufig Aufgabenbearbeitungen unterbrechen müssen. Hierbei können z.B. Schaltungen nicht unmittelbar nach ihrer Planung aufgebaut werden, bereits begonnene Arbeitsschritte müssen abgebrochen und am folgenden Schultag in

der nächsten Woche wiederholt werden oder bereits aufgebaute Schaltungen müssen abgebaut und am nächsten Schultag zur Bearbeitung und Modifikation erneut aufgebaut werden.

Um die Unterrichtszeit optimal zu nutzen, sind klare Orientierungshilfen und eine präzise Protokollierung der jeweils erledigten Arbeiten erforderlich, um in der folgenden Stunde direkt an vorausgehende Arbeiten anknüpfen und zügig mit der Lernarbeit fortfahren zu können. Der von der Unterrichtskonzeption vorgegebenen Forderung nach einem Protokolleintrag am Unterrichtsende (vgl. ARBEITSBERICHT 271, Anhang I, S. 46) kommen die Schüler nur ungenügend nach. An zwölf Unterrichtstagen wäre in den jeweiligen Lerneinheiten eine Arbeitsprotokollierung nötig gewesen, lediglich an sechs Tagen wurden Eintragungen vorgenommen. Zeitliche Verzögerungen bei der Aufnahme der Lernarbeit sind hieraus resultierend häufig zu beobachten.

Parallel zu diesem Problem zeigt sich, daß den Schülern teilweise der Überblick über den Arbeitsablauf im Leittext verloren geht. Mit Hilfe der 'Leitlinie' im Leittext (siehe Anhang, S. 273 und ARBEITSBERICHT 271, Anhang I, S. 12, 24, 28, 35, 40) gelingt es ihnen nicht, sich zu orientieren, da sie aus dieser Vorlage nie Informationen für die anstehenden Bearbeitungsschritte entnehmen können. Vor dem Hintergrund der beiden eben skizzierten Aspekte stellt ein Optimierungsvorschlag (siehe Anhang, S. 301) die Arbeitsprotokollierung auf eine verbindliche Stufe und verbindet sie mit der Orientierung im Lerngebiet. Nähere Erläuterungen hierzu geben SCHAUHUBER (1995), SIEGERT (1995) und ENGERER (1997).

Die im Lehrplan vorgesehenen Lernziele sind handlungssystematisch entlang von berufsnahen Aufgabenstellungen mit geeignetem Schwierigkeitsgrad verortet. In den Lerneinheiten 8 bis 10 werden die Lerninhalte an einer gemeinsamen Steuerungsaufgabe bei ihrer schrittweisen Erweiterung und Optimierung erarbeitet. Alle Lerninhalte zur Elektropneumatik lassen sich an dieser übergreifenden Aufgabenstellung wiederfinden. In den Leittexten 6 bis 10 konfrontiert der Eingangstest die Schüler mit später in der Steuerungsaufgabe zu bearbeitenden Schaltungen, die dort modifiziert werden müssen und prüft so vorhandene und erforderliche Kenntnisse im Hinblick auf diese Aufgabenstellung. Ein rascher Einstieg in die Steuerungsaufgabe gelingt aufgrund dieser unmittelbaren Hinführung. Klare Aufgabenformulierungen und Hinweise zum Vorgehen bei der Aufgabenbearbeitung leiten die Schüler. Umfangreiche ergänzende Aufgaben und Lernvarianten stehen für alle Lerneinheiten zur Verfügung, kommen im beobachteten Unterricht jedoch nur selten zum Einsatz (siehe Lerneinheit 8).

Schriftliche Lern- und Arbeitsmedien mit unterschiedlichem didaktischem Aufbereitungsgrad umfassen Lerntexte, Skizzen, Zeichnungen und Herstellerunterlagen für vorhandene Bauteile. Aus diesen verschiedenen, gut geeigneten schriftlichen Quellen greifen die Schüler besonders häufig auf eine Unterlage zurück (BUNDESINSTITUT FÜR BERUFSBILDUNG 1993, siehe Quellenverzeichnis im Anhang, S. 304). Im Unterricht sind zur praktischen Arbeit didaktisch aufbereitete Originalbauteile und Industriekomponenten der Firma FESTO vorhanden, die teilweise ein nicht praxisgerechtes Vorgehen beim Erstellen von Schaltungen ermöglichen. Aufgrund der baulichen Ausführungen, die besonders im Elektroteil der Anlagen die Verkabelung vereinfachen, ist es bis zu einem bestimmten Komplexitätsgrad der Schaltungen möglich, auch ohne vorher erfolgte schriftliche Planung Schaltungen zu bauen und sie zu verändern. Wird die schriftliche Planung vernachlässigt, kann dies bei den Schülern leicht zu einem 'trial and error'-Vorgehen führen, da der Schaltungsaufbau oder eine Fehlersuche oft direkt durch Stecken an den Anlagen ohne Einbeziehung der schriftlichen Planung erfolgt.

Unterrichtsablauf: Die Schüler arbeiten in leistungshomogenen Gruppen zusammen, innerhalb derer sie im Unterrichtsverlauf immer wieder unterschiedliche Aufgaben übernehmen. Eine Spezialisierung und ständig wiederkehrende Übernahme bestimmter Aufgaben durch einen Schüler, z.B. Zeichnen am PC, können nicht beobachtet werden, sie arbeiten somit in allen vorhandenen Lernbereichen. Ihre Zusammenarbeit zeichnet sich durch kollegiales Arbeiten aus, bei der neben den eigenen Gruppenmitgliedern auch andere Schüler der Klasse bereitwillig unterstützt oder um Hilfe gebeten werden. Häufig ist eine gruppeninterne und gruppenübergreifende Kommunikation erkennbar. Die beobachtete Vierergruppe teilt sich zur Aufgabebearbeitung oft in zwei Kleingruppen, bestehend aus jeweils einem Schülerpaar, auf.

Bei der Aufgabebearbeitung halten sich die Schüler oftmals nicht präzise an die Leittextvorgabe, da sie diese nicht genau lesen und somit manche Aufgaben nicht bearbeiten oder teilweise die vorgesehene Reihenfolge der Arbeitsschritte verlassen. Ein solches Vorgehen führt dazu, daß die Schüler die erforderlichen Schritte einer vollständigen Handlung (siehe Kapitel 3) nicht durchlaufen und somit Defizite im Lernvorgehen auftreten. Dies ist oft beim Erstellen von Schaltungen zu beobachten. Hierbei übernimmt häufig eine Kleingruppe die Schaltungsplanung und das Zeichnen des Schaltplans am PC, parallel dazu wird von anderen Schülern die geforderte Schaltung ohne schriftliche Vorlage aufgebaut. Nur ein vorausgehender gemeinsamer Planungsentwurf (evtl. als Handskizze), der in dieser Form vom Leittext jedoch nicht gefordert wird, kann diese erst dann auch sinnvolle Arbeitsteilung auf eine gemeinsame Planungsgrundlage stellen.

Der Lehrer engt die Schüler in ihrer Lernarbeit kaum ein. Er läßt eigenes Vorgehen der Schüler auch leicht abseits der vorgegebenen Ablaufplanung zu und ermöglicht so anhand von auftretenden Fehlern oder Lernumwegen einen selbstinitiierten Erkenntniszuwachs der Schüler. Hierbei ist er stets bereit, auf Fragen zu reagieren und steht als Berater ständig zur Verfügung. Der Lehrer versucht außerdem, seine aktive Zuwendung zu den Schülern im Verlauf des Lerngebietes stetig zurückzunehmen und Hinweise immer weniger konkret zu formulieren, um die Schüler verstärkt zu einem selbständigen Arbeiten hinzuführen. Er greift im Lerngebiet insgesamt zweimal auf die Möglichkeit der frontalunterrichtlichen Darbietung zurück, da er diese Vermittlungsform aus zeitlichen Gründen und zur Klärung und Homogenisierung von bisher nicht verstandenen Lerninhalten als angebracht sieht.

Wissenskontrollen finden in diesem Unterricht in verschiedenen Formen statt. In den Eingangstests müssen die Gruppen ihre Kenntnisse im Hinblick auf die Steuerungsaufgabe nachweisen und gegebenenfalls Wissenslücken schließen. Bei den Abschlußtests zu jedem Lerngebiet und der Schulaufgabe (siehe gesondertes Kapitel weiter oben) belegen die Schüler ihren Kenntnisstand in Einzelarbeit. Dabei entsprechen die geforderte Planung einer Schaltung mit ihrer anschließenden Umsetzung und Funktionsbeschreibungen zum Verständnis der Schaltungen sowohl dem unterrichtlichen Vorgehen wie den in der beruflichen Realität erforderlichen Kompetenzen. Neben den Tests belegen auch die von den Schülern anzufertigenden Dokumentationen ihr Lernergebnis. Durch Fachgespräche, die der Lehrer entweder von sich aus oder auf Initiative der Schüler führt, erhält er ebenfalls einen Eindruck zum vorliegenden Kenntnisstand. Eine in den Leittexten vorgesehene Selbsteinschätzung und Überprüfung des eigenen Wissens durch die Schüler, das anschließend eine Auffrischung von Lerninhalten und das Schließen von Wissenslücken ermöglichen soll, finden nur in der Lerneinheit 8 statt.

Neben den im Leittext enthaltenen Aufgaben und den damit verbundenen fachlichen Lerninhalten ermöglicht dieser Unterricht aufgrund seiner Konzeption und Komplexität und dem mit großen Freiheitsgraden verbundenen Vorgehen der Schüler weitere fachliche, methodische oder soziale Lernsituationen. So z.B. durch auftretende Fehler oder Problemsituationen (siehe z.B. Kapitel 9.1.2.1, Lerneinheit 6), der Notwendigkeit, sich Lösungen selbst zu erarbeiten oder häufig vorhandene soziale Lernsituationen bei der gegenseitigen Hilfe, verbunden mit kommunikativen und kooperativen Elementen.

Unterrichtsergebnisse: Die Schüler der beobachteten Gruppe erreichen die Lernziele der von ihnen bearbeiteten Lerneinheiten. Die Lerninhalte zu Zeitrelais werden zwar von ihnen nicht bearbeitet, da der Lehrplan bei der Auswahl zu behandelnder Bauteile hier Freiheiten einräumt, entsprechen die Schüler den Lehrplanvorgaben. Da nur für die Lerneinheiten 6 und 8 ein Abschlußtest in Einzelarbeit bearbeitet wird, läßt sich jedoch nicht feststellen, ob teilweise die Unterstützung durch Gruppenmitglieder zur Zielerreichung beiträgt, und mit welcher Dauer und welchem Tiefgang diese Kenntnisse verfestigt sind (siehe hierzu auch in Kapitel 9.2 die Ergebnisse dieser Gruppe bei der Bearbeitung der Handlungsaufgabe).

Die vom Leittext geforderten Arbeitsergebnisse als Dokumentation der Lernarbeit werden sorgfältig und auf einem hohen Qualitätsniveau angefertigt und belegen den Lernerfolg der Gruppe. Diese Unterlagen dienen den Schülern gleichzeitig als Ergebnissicherung und schriftliche Fixierung dieser Lerninhalte. Die gesamte Bearbeitung der Schulaufgabe durch einen Schüler der begleiteten Gruppe mit den erzielten Ergebnissen ist in SCHELTEN, RIEDL, TENBERG, SCHAUHUBER, SIEGERT (1995, S. 49 - 57) belegt.

Neben den fachlichen Kenntnissen zeigen die Schüler ein ausgeprägtes Sozialverhalten im Umgang mit den Gruppenmitgliedern und weiteren Schülern aus dem Klassenverband. Es offenbart sich in einem kompetenten Kommunikationsverhalten, einer ausgeprägten Hilfsbereitschaft und einer selbstsicheren Arbeitsweise. Daneben weisen sie nach, daß sie methodisch in der Lage sind, selbstgesteuert die Aufgaben zu bearbeiten, anstehende Arbeiten effektiv zu verteilen, Lösungswege zu entwickeln und vorhandene Informationsquellen zu nutzen und ihnen Informationen zu entnehmen.

9.1.3 Ergebnisse der kriterienorientierten Lernprozeßanalyse

Die kriterienorientierte Lernprozeßanalyse rundet als dritter Ergebnisteil die Verlaufsuntersuchung des handlungsorientierten Unterrichtsvorhabens ab. Sie zeigt für den dokumentierten Unterricht zusammenfassend auf, inwieweit die darin stattfindenden Wissenserwerbsprozesse einer konstruktivistischen Auffassung von Lernen entsprechen (siehe Kapitel 3.2.4 u. 3.3.2). Die herangetragenen Merkmale fragen nach einem aktiven, selbstgesteuerten und selbstkontrollierten, konstruktiven, situativen und sozialen Lernen. Die Auswertung orientiert sich dabei an den eben genannten Merkmalkriterien, die durch Unterfragen (siehe Kapitel 7.3.3) näher differenziert werden. Beachtet wird die Tätigkeit der Schüler im Lernprozeß, die Eingriffe des Lehrers, die konzeptionelle Anlage des Unterrichts und die äußeren Bedingungen der Lernumgebung.

Zum Auswertungsaspekt (1) "**Aktive Beteiligung der Lernenden**":

Fragen zu einem aktiven Lernprozeß richten sich auf das Anforderungsniveau des Unterrichts, die Motivationslage der Schüler, ihr Interesse an den Lerngegenständen und die Art der Rückmeldungen des Lehrers zur Schülerarbeitsweise. Weiter werden die Berücksichtigung bestehender Interessen und Gefühle sowie Möglichkeiten zum Erleben positiver emotionaler Eindrücke betrachtet.

Das Anforderungsniveau eines Unterrichts versinnbildlicht, inwieweit einzelne Schüler von den Aufgaben unter- bzw. überfordert sind. Es muß daher vor dem jeweiligen Leistungsvermögen einzelner Schüler betrachtet werden; daher macht es als 'allgemeine Kenngröße' für einen Klassenverband wenig Sinn. Die beobachtete Schülergruppe entspricht in ihrem Leistungsvermögen einem gehobenen Durchschnitt in der Klasse (Schulabschlüsse siehe Kapitel 7.1.1). In der beobachteten Klassenhälfte arbeiten weiter eine leistungsstärkere Schülergruppe und eine leistungsschwächere Schülergruppe zusammen. Die Leistungsfähigkeit einzelner Schüler der beobachteten Gruppe unterscheidet sich nur leicht voneinander. Zwei geringfügig leistungsstärkeren Schülern stehen zwei leistungsschwächere gegenüber. Innerhalb der beobachteten Gruppe bestehen kaum Probleme, den Schwierigkeitsgrad der Aufgaben zu bewerkstelligen. Auch liegt bei keinem Schüler (der Klasse) eine Unterforderung vor, da sie ihre Leistungsfähigkeit in einem zügigen und mit eigenen Ideen versehenen Lösungsvorgehen umsetzen können. Der Unterricht mit seiner hohen Differenzierungsbreite bietet in den einzelnen Lerneinheiten drei unterschiedliche Eingangsniveaus, die alle zum selben Lernstand innerhalb der Lerneinheit führen. Mit steigendem Schwierigkeitsgrad werden die Aufgabenformulierungen zunehmend offener. Diese Aufgabendifferenzierung bietet sowohl schwachen als auch besonders leistungsstarken Schülern der Klasse ein passendes Einstiegs- und Anforderungsniveau. Da sich insbesondere leistungsschwache Schüler zeitintensiver mit den Lerninhalten beschäftigen können gelingt es auch ihnen, sich ebenfalls aktiv mit dem Lerngegenstand auseinanderzusetzen und eigenständig Wissensstrukturen aufzubauen.

Die Motivationslage der Schüler im Unterricht bezogen auf Lerngegenstand und -inhalt kann zu Beginn des Schulhalbjahres als sehr hoch betrachtet werden. Im Verlauf des Unterrichts nimmt sie aufgrund von Mißerfolgserlebnissen (siehe Kapitel 9.1.2.1, Lerneinheiten 8 u. 9) bis zum Schuljahresende etwas ab. Während der einzelnen Unterrichtstage läßt sich über die relativ kurze Unterrichtszeit von 90 Minuten durchgehend eine nahezu gleichbleibende Motivationslage ohne größere Einbrüche erkennen. Private oder unterrichtsfremde Aktivitäten finden nur sehr vereinzelt und äußerst kurz statt, eine Rückbesinnung auf den Unterricht erfolgt meist umgehend. Die zentralen Lerngegenstände (didaktisch aufbereitete Praxisteile und ein PC mit Anwendersoftware) führen zu einem hohen Interesse der Schüler an den Lernobjekten. Aufbauen von Schaltungen und Hantieren mit der Elektropneumatik-Anlage finden ebenso Interesse wie der bereitstehende PC zur Schaltungsplanung und -simulation. Im Unterrichtsverlauf ist nicht erkennbar, daß sich einzelne Schüler der Gruppe spezialisieren. Sie übernehmen abwechselnd die verschiedenen Aufgabenbereiche.

Der Lehrer gibt den Schülern durch fest eingeplante Fachgespräche und Ergebniskontrollen präzise fachliche Rückmeldungen, die auf einen Berufsbezug der Lernsituation und fachlich korrektes Vorgehen hinweisen. Weiter finden je nach Bedarf nicht geplante Kontakte auf Lehrerinitiative oder auf Nachfrage der Schüler statt. Bestehende Interessen der Lernenden

werden durch entsprechende Freiräume bei der Aufgabenbearbeitung und Veränderungsmöglichkeiten bei der Zielstellung und Aufgabenbearbeitung nach Rücksprache mit dem Lehrer berücksichtigt. Positive emotionale Eindrücke stellen sich z.B. durch Erfolgserlebnisse beim Lösen einer Aufgabe oder bei einer erfolgreichen Kooperation in der Gruppe ein.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Lernenden im beobachteten Unterricht in hohem Maße aktiv beteiligt werden. Ein passendes Anforderungsniveau führt zusammen mit interessanten Lerngegenständen zu einer insgesamt guten Motivationslage der Schüler. Fachliche Expertenrückmeldung und eine Berücksichtigung möglicher Schülerinteressen führen zu Erfolgserlebnissen und damit einem positiven Erleben des Unterrichts.

Zum Auswertungsaspekt (2) "**Selbststeuerung und Selbstkontrolle**":

Fragen zum selbstgesteuerten und selbstkontrollierten Lernvorgehen zielen auf den möglichst eigenständigen Einstieg in die Aufgabenbearbeitung, die Selbststeuerung und -kontrolle der Lernprozesse und das selbständige Erarbeiten von neuen Inhalten und Hintergrundinformationen durch die Lernenden. Zudem ist von Interesse, ob sie eigene Kompetenzen wahrnehmen, Selbstwirksamkeitserwartungen ausbilden und ihr Selbstwertgefühl aufrechterhalten.

Den Schülern gelingt es im beobachteten Unterricht problemlos, selbständig in die Bearbeitung eines Lerngebietes und die darin vorgesehenen Aufgaben einzusteigen. Da alle durchlaufenen Lerneinheiten nach einem ähnlichen, vorher erläuterten Vorgehen zu bearbeiten sind und die Arbeitsergebnisse in ähnlicher Form dokumentiert werden müssen, ist den Schülern der Lernablauf vertraut. Es fällt ihnen jedoch aufgrund einer ungenügenden Protokollierung ihrer Arbeit am Ende eines Schultages schwer, sich am darauffolgenden Schultag, der mindestens eine Woche später stattfindet, bezüglich des Bearbeitungsstandes ihrer Aufgaben innerhalb eines Lerngebietes zu orientieren und sich erneut und zielstrebig der Aufgabenbearbeitung zuzuwenden (siehe Kapitel 9.1.2).

Während der Lernarbeit steuern und kontrollieren die Schüler ihr Vorgehen weitgehend selbst, da ihnen sowohl die Zusammensetzung der Arbeitsgruppen als auch das Vorgehen bei der Aufgabenbearbeitung selbst überlassen ist. Die klar formulierten Aufgaben und Anweisungen der Leittexte bieten einen gut geeigneten formalen Leitfaden, der präzise die geforderten Ziele einer Lerneinheit vorzeichnet. Dieser Leittext wird jedoch manchmal von den Schülern nicht genau genug beachtet. Aufgrund einer erkennbaren Lesefaulheit versuchen sie, lieber auf den Lehrer als Informanten für die geforderte weitere Vorgehensweise zurückzugreifen, da sie hierbei weniger planerische Eigenleistungen erbringen müssen. Dieser verweigert jedoch meist eine klare Anweisung für den nächsten Arbeitsschritt mit dem Hinweis auf diesbezügliche Informationsgehalte der Leittexte. Durch die weitgehend selbständige Lernarbeit und den Lernzielen entsprechenden Aufgabenstellungen erarbeiten sich die Schüler neue Lerninhalte und Hintergrundinformationen zu den Problemstellungen vorwiegend selbst. In wenigen Fällen (siehe Lerneinheit 9) sind unterstützende Maßnahmen von außen zu einer Vertiefung des Lerngegenstandes erforderlich.

Durch die erfolgreiche Lösung der bearbeiteten Aufgaben nehmen die Schüler bereits vorhandene und in die Aufgabenbearbeitung eingebrachte sowie ihre neu erworbenen Kompetenzen wahr. Sie sind zudem am Ende jeder Lerneinheit zur Selbstevaluation ihres Kenntnisstandes

aufgefordert, um gegebenenfalls erkannte Lücken eigenverantwortlich vor der Bearbeitung eines abschließenden Tests zu beheben. Im Hinblick auf die Ziele einer jeden Lerneinheit bilden die Schüler Selbstwirksamkeitserwartungen aus, indem sie sich mit den Zielen der Lerneinheit auseinandersetzen und sie für sich als erstrebenswert definieren. Durch Bearbeitungserfolge nach einer gelösten Aufgabe, einem anspornend wirkenden Arbeitsklima in der Gruppe und erfolgreichen Leistungsnachweisen gelingt es ihnen, ihr Selbstwertgefühl aufrechtzuerhalten.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Lernenden weitgehend selbständig und selbstgesteuert vorgehen und eigene Kompetenzen wahrnehmen. Eine wesentliche Störgröße hierbei ist die ungenügende Protokollierung der Lernarbeit, die einen erneuten Einstieg an folgenden Unterrichtstagen erheblich erschwert. Einer generell erkennbaren Lesefaulheit der Schüler wirkt der Lehrer oft durch erneutes Verweisen auf die Leittexte entgegen.

Zum Auswertungsaspekt (3) "**Konstruktives Lernen**":

Fragen zur Konstruktivität des Wissenserwerbs suchen danach, ob die Lernenden ihr Vorwissen in den Lernvorgang einbringen, neue Wissensstrukturen aufgebaut und mit bereits bestehenden vernetzt werden können. Dabei ist zu beachten, ob die Lernenden veränderte oder neu entstandene Wissensstrukturen in unterschiedlichen Situationen und neuen Kontexten zum Einsatz bringen können und auftretende Fehler besprochen und korrigiert werden.

Der begleitete Elektropneumatikunterricht will neues Wissen bezogen auf die Funktion steuerungstechnischer Anlagen mit ihren Bauteilen und Schaltungsmöglichkeiten vermitteln. Hierzu sollen Inhalte aus einem vorausgehend durchlaufenen herkömmlichen Unterricht zur Elektrotechnik einfließen. Im Eingangstest zu Lerneinheit 6 und damit dem Beginn der Elektropneumatik zeigt sich jedoch, daß die spärlichen Grundkenntnisse der Schüler vertieft und in Bezug zur Elektropneumatik gebracht werden müssen (siehe Kapitel 9.1.2, Lerneinheit 6). Der beobachtete Steuerungstechnikunterricht greift Inhalte vorausgehender Lernsequenzen auf. Seine Gesamtkonzeption sieht vor, daß die in vorausgehenden Lerneinheiten erworbenen Wissens Elemente die Grundlage für zentrale Lerninhalte nachfolgender Einheiten bilden und in darauffolgenden Lernsequenzen erneut aufgegriffen und in ähnlichen Situationen wiederholt zum Einsatz gebracht werden. So setzt die von den Schülern bearbeitete Lerneinheit 9 zur Sensorik sowohl die Signalspeicherung (Lerneinheit 8), UND-/ODER-Schaltung (Lerneinheit 7) als auch direkte-/indirekte Schaltung von Bauteilen mittels Relais (Lerneinheit 6) voraus und bringt sie wiederholt zum Einsatz.

Neue Wissensstrukturen zu Funktion und Aufbau von Bauteilen, Steuerungen und Schaltungsmustern werden entlang der Lösung konkreter Aufgabenstellungen aufgebaut. Hierbei wird die zentrale Aufgabenstellung der vorausgehenden Lerneinheit durch eine zusätzlich geforderte Funktion oder zusätzlich einzusetzende Bauteile erweitert. Durch die wiederholte Anwendung von bereits gelernten Inhalten werden neu aufgebaute und hinzukommende Wissens Elemente mit bereits bestehenden vernetzt. Erworbenene Wissensstrukturen müssen jedoch kaum in unterschiedlichen Situationen und neuen Kontexten zum Einsatz gebracht werden, da sich die inhaltliche Problemstellung, ihr Anwendungskontext und ihre formale Art in aufeinander folgenden Lerneinheiten sehr ähnlich sind. Ein Erarbeiten und Umsetzen neuer Lerninhalte erfolgen in der Regel pro Lerneinheit an einer zentralen Aufgabenstellung. In Lerneinheit 8 zur Signalspeicherung zeigt sich, daß den Schülern auf diesem Weg das Schaltungsmuster einer Selbsthalteschaltung nicht

vollständig klar wird. In der komplexen Aufgabenstellung gelingt es ihnen nicht, dieses Schaltungsmuster isoliert vom Aufgabenkontext zu verstehen. Eine Wissensvernetzung dieses Lerninhaltes, die zu einem sicheren Verfügen über den Lerngegenstand und seiner Anwendbarkeit in neuen Situationen führt, kann hierauf bezogen nicht festgestellt werden.

Auftretende Fehler werden von den Schülern häufig selbst durch eine lerneffektive Fehlersuche zu beheben versucht. Der Lehrer fördert diese Eigenaktivität und unterstützt, bespricht und korrigiert Fehlersituationen, falls die Schüler dies wünschen und selbst nicht zu einer Fehlerbehebung in der Lage sind.

Der Wissenserwerb im beobachteten Unterrichtsvorhaben kann zusammenfassend als konstruktives Lernen beim Aufbauen von Wissensstrukturen und dem Vernetzen mit bereits bestehenden betrachtet werden. Auftretende Fehler werden sinnvoll in die Wissenskonstruktion einbezogen. Veränderte oder neu entstandene Wissensstrukturen müssen jedoch kaum in verschiedenen Situationen und neuen Kontexten wiederholt zum Einsatz gebracht werden.

Zum Auswertungsaspekt (4) "**Situatives Lernen**":

Fragen zur Situativität des Lernens richten sich auf den Erwerb von Wissen und Fertigkeiten in Kontexten, die realen Anwendungsmöglichkeiten des Gelernten entsprechen oder zumindest nahekommen. Hierbei ist wichtig, daß die Lernenden die Bedeutung und den Anwendungsbezug der erworbenen Kenntnisse erfahren und in verschiedenen Beispielen und unterschiedlichen Perspektiven der beruflichen Praxis betrachten und anwenden können.

Die im vorausgehenden Beurteilungsaspekt kurz skizzierten Ziele des beobachteten Unterrichts werden in jeder Lerneinheit an praxisrelevanten Schaltungsaufgaben vermittelt. Zwar verkörpern die Aufgabenstellungen in ihrer Komplexität und ihrer Problemstellung nicht typischerweise den Einsatz eines Facharbeiters bei seiner Tätigkeit an steuerungstechnischen Anlagen, da sein Tätigkeitsgebiet vorwiegend Wartung, Instandhaltung und Fehlersuche sowie ein Aufbauen von Steuerungsanlagen nach Plan umfaßt. Das Unterrichtsziel, die Vermittlung von Logik, Funktionsweise und Aufbau steuerungstechnischer Anlagen, ist jedoch unabdingbare Voraussetzung für den eben beschriebenen Aufgabenbereich.

Im Unterricht werden alle gestellten Aufgaben an praxisnahen Steuerungsbauteilen der Firma FESTO realisiert. Die Pneumatikkomponenten entsprechen Industriestandard, bei dem lediglich die Anschlüsse der Druckluftleitungen und ihre Halterungen modifiziert sind und für eine leichtere Handhabung im Unterricht sorgen sollen. Ihre Anordnung erfolgt auf einem Steckbrett, auf dem die Aktoren die in den Aufgaben geforderten Funktionen zwar sinnbildlich, nicht jedoch real (z.B. Anheben einer Last) ausführen. Der elektrische Teil der eingesetzten Steuerungsbauteile weist einen stärkeren didaktischen Reduktionsgrad als die Pneumatikbauteile zugunsten einer leichteren Verkabelung der elektrischen Anschlüsse auf. Hierbei zeigt sich häufig, daß sich die Schüler dadurch zu einem nicht fachgemäßen Handeln verleiten lassen, da sie durch die noch gegebene Übersichtlichkeit der Verkabelung bei einfachen Schaltungen auf ein vorausgehendes Planen verzichten. Mit dieser Vorgehensweise versuchen sie dann oft, auch komplexere Schaltungen zu bearbeiten. Ein häufiges Scheitern ist hierbei erkennbar. Trotzdem scheinen diese didaktisch aufbereiteten Realbauteile bei einer entsprechenden Aufgabenkonzeption und einer nachdrücklich verlangten vorausgehenden Schaltungsplanung gut geeignet, die Bearbeitung steuerungstechnischer Aufgabenstellungen, Probleme oder Fehlersituationen zu unterstützen, da

sie realen Anwendungsmöglichkeiten zumindest sehr nahe kommen. Die zusätzliche Bearbeitung einer industriegemäßen elektropneumatischen Steuerung würde jedoch die Situativität des Lernens zusätzlich erhöhen.

Aufgabenformulierung und die Anwendungsmöglichkeit des Gelernten an den steuerungstechnischen Aufgaben verleihen den Lerninhalten eine praktische Bedeutung und zeigen den Lernenden den Anwendungsbezug der erworbenen Kenntnisse auf. Jedoch könnten die Aufgabenformulierungen noch stärker eine konkrete Anwendungssituation beschreiben und etwas weniger abstrakt formuliert und präsentiert werden. Die Anwendung des erarbeiteten Wissens, die in der Regel nur an eine Aufgabenstellung, der Steuerungsaufgabe erfolgt, läßt verschiedene Beispiele und unterschiedliche Perspektiven der beruflichen Praxis teilweise vermissen.

Der Unterricht vermittelt zusammenfassend betrachtet die von ihm angestrebten Lernziele jeweils an einem konkreten Kontext, der realen Anwendungsmöglichkeiten des Gelernten nahekommt und auf den beruflichen Einsatz des erworbenen Wissens vorbereitet. Den Lernenden wird die Bedeutung und der Anwendungsbezug der erworbenen Kenntnisse an einer dem Berufsfeld entstammenden Aufgabe im Ansatz nahegebracht.

Zum Auswertungsaspekt (5) "**Soziales Lernen**":

Fragen nach einem sozialen Lernen betrachten den Lernprozeß vor dem Hintergrund einer erforderlichen Kooperation und Kommunikation, bei der sich die Lernenden gegenseitig unterstützen. Hierbei ist von Interesse, ob Möglichkeiten, Anreize und Anleitungen für verbale Austauschprozesse bestehen, bei denen die Artikulation eigener und das Aufnehmen anderer Gedanken gefördert wird und sich die Interagierenden (Schüler als auch Lehrer) als gleichberechtigte Partner betrachten.

Im begleiteten Unterricht, der eine Zusammenarbeit der Schüler in Gruppen zwischen zwei und vier Personen vorsieht, umfaßt die beobachtete Gruppe vier Schüler. Die konzeptionelle Unterrichtsgestaltung und die räumliche Unterrichtssituation unterstützen Kooperation und Kommunikation der Lernenden. Das Arbeitsklima im Fachunterrichtsraum mit auftretenden Betriebsgeräuschen der steuerungstechnischen Anlagen erlaubt jederzeit Gespräche im Unterricht zwischen allen anwesenden Personen. Die gestellten Aufgaben erfordern vielfältige soziale Interaktionsprozesse. Die Aufgabenkonzeption macht eingangs bereits eine Planung und Verteilung der geforderten Arbeit nötig. Die Aufgabenstellungen der Leittexte führen zu einer Arbeitsverteilung innerhalb der Gruppe. Aufgaben werden abgesprochen und einvernehmlich von den Schülern übernommen. Dabei sind die sozialen Positionen der vier Schüler innerhalb der Gruppe als etwa gleich stark zu betrachten. Eine besondere Dominanz einzelner Schüler ist nicht erkennbar. Autorität entsteht vorwiegend auf der Basis fachlicher Kompetenz.

Während der Aufgabenbearbeitung bestehen zahlreiche Möglichkeiten und Anreize für verbale Austauschprozesse. Die Schüler informieren sich gegenseitig über ihren Bearbeitungsstand und fordern häufig untereinander Informationen und Hilfestellungen an. Dabei ist zu erkennen, daß sie sich großteils bereitwillig gegenseitig unterstützen. Gelegentlich werden Hilfen verweigert oder Fragen ignoriert, wenn sich einzelne Schüler stark in eine Aufgabe vertieft haben und ihre Bearbeitung nicht unterbrechen wollen. Hilfestellungen oder Informationsbitten finden auch klassenweit über die Gruppe hinaus statt. Konkurrenzdenken, bei dem im negativen Sinn

vorhandenes Wissen anderen Schülern vorenthalten wird, ist nicht erkennbar. Demgegenüber führt die Konkurrenzsituation der Gruppen untereinander bezüglich der gelösten Aufgaben und erledigten Arbeitsschritte zu einem gegenseitigen Ansporn. Die vielen Gespräche zwischen den Schülern während der Aufgabebearbeitung führen zur Artikulation eigener und zum Aufnehmen anderer Gedanken.

Die Aufgabebearbeitung macht an bestimmten, vorgegebenen Stellen eine Kommunikation mit dem Lehrer erforderlich, der den Leistungs- und Kenntnisstand der Schüler durch Fachgespräche überprüft. Über diese vorgegebenen Interaktionen hinaus richten sich die Schüler gelegentlich mit Fragen an den Lehrer, oder dieser informiert sich informell über den aktuellen Bearbeitungsstand der Aufgaben. In allen Gesprächssituationen zwischen den Schülern und dem Lehrer ist ebenfalls ein partnerschaftliches Gesprächsverhalten erkennbar, bei dem die Schüler eigene Interessen artikulieren und der Lehrer diese Interessen berücksichtigt und toleriert.

Für den beobachteten Unterricht läßt sich zusammenfassend feststellen, daß ein soziales Lernen die fachlichen Inhalte ständig begleitet. Der Lernprozeß macht Kooperation und Kommunikation erforderlich und bietet viele Möglichkeiten und Anreize für verbale Austauschprozesse. Die Lernenden unterstützen sich gegenseitig, Schüler als auch Lehrer betrachten sich als gleichberechtigte Gesprächspartner.

Zusammenfassung: Zusammenfassend kennzeichnet den beobachteten Unterricht, daß er ein aktives, selbständiges und selbstgesteuertes, konstruktives, situatives und soziales Lernen in vielen Bereichen unterstützt und somit in hohem Maße den Prozeßmerkmalen für einen Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive nachkommt. Durch ein schülergerechtes Anforderungsniveau aufgrund breiter Differenzierungsmöglichkeiten und interessante Lerngegenstände sind die Lernenden hochgradig aktiv am Unterricht beteiligt, ein positives Erleben der Lernsituation geht damit einher. Die Schüler arbeiten weitgehend selbständig und selbstgesteuert, sie sind zur Selbstevaluation ihrer Lernfortschritte angehalten. Probleme entstehen durch eine ungenügende Protokollierung der Lernarbeit. Wissenserwerb findet im beobachteten Unterrichtsvorhaben vielfach konstruktiv beim Aufbauen von Wissensstrukturen und dem Vernetzen mit bereits bestehendem Wissen statt. Dabei werden auftretende Fehler sinnvoll in die Wissenskonstruktion einbezogen. Jedoch müssen veränderte oder neu entstandene Wissensstrukturen kaum in neuen Situationen zum Einsatz gebracht werden. Die vom Unterricht angestrebten Lernziele werden an konkreten Aufgabenstellungen mit Anwendungsmöglichkeiten des Gelernten an didaktisch aufbereiteten Originalbauteilen vermittelt. Dabei erkennen die Lernenden die Bedeutung und den Anwendungsbezug der erworbenen Kenntnisse an einer dem Berufsfeld entstammenden Aufgabe. Soziales Lernen begleitet die fachlichen Unterrichtsinhalte. Der Unterricht erfordert Kooperation und Kommunikation und bietet viele Möglichkeiten und Anreize für verbale Austauschprozesse. Hierbei unterstützen sich die Lernenden gegenseitig, Schüler als auch Lehrer betrachten sich als gleichberechtigte Gesprächspartner.

9.2 Ergebnisse der Untersuchung zum Lösungsvorgehen von Schülern bei einer Handlungsaufgabe

Die Untersuchung, wie Schüler eine berufsnahe Handlungsaufgabe lösen, umfaßt für jede beobachtete Aufgabenbearbeitung jeweils drei Ergebnisbereiche (siehe Übersicht 8.1). Der zentrale Ergebnisteil hierbei ist die Expertenbeurteilung der Aufgabenbearbeitung. Die grafischen Darstellungen des Bearbeitungsverlaufs bilden wie in der Methodenreflexion in Kapitel 8.5 beschrieben, eine wesentliche Grundlage für diese Beurteilung. Sie sind methodisch insbesondere für das Auswertungsvorgehen von besonderer Bedeutung. Ihr Rezipieren ist jedoch für die im Mittelpunkt stehenden Expertenbeurteilungen nicht nötig. Da diese grafischen Darstellungen aller Schülergruppen den Rahmen der vorliegenden Arbeit sprengen würden, werden diese Ergebnisteile weiter unten zusammenhängend für eine Gruppe präsentiert. Dieses Beispiel dokumentiert das Bearbeitungsvorgehen einer durchschnittlichen Gruppe. Es erfolgt bei dieser Gruppe facettenreich und bietet sich daher für eine beispielhafte Darstellung an. Zusätzlich belegen hierzu Ausschnitte aus den Rohdaten und transkribierten Daten im Anhang das Auswertungsvorgehen (siehe Kapitel 8). Neben den beobachteten Schülergruppen werden im Verlauf der Untersuchung auch Experten bei ihrer Vorgehensweise zur Aufgabenlösung beobachtet. Im Kapitel 9.2.1 werden alle drei Ergebnisteile einer Expertenbearbeitung als weiteres Beispiel vorgestellt. Kapitel 9.2.2 bildet jeweils die Expertenbeurteilungen der Aufgabenbearbeitung für alle zwölf beobachteten Gruppen als zentrale Ergebnisse dieses Untersuchungsschwerpunkts ab. Hinzu kommen die Ergebnisse der inhaltlich-symbolischen und erklärend-kommentierenden Bearbeitungsdarstellung für Gruppe 11. Kapitel 9.2.3 stellt einige quantifizierte Ergebnisse zu allen zwölf beobachteten Gruppen im Überblick vor.

9.2.1 Ergebnisse einer Expertenbearbeitung

Neben den beobachteten zwölf Schülergruppen wird zusätzlich das Vorgehen eines Experten ausgewertet, um ein Beispiel für ein fachlich korrektes Lösungsvorgehen eines einzelnen, fachkompetenten Bearbeiters vorlegen zu können. Mehrere Beobachtungen zur Bearbeitung der Handlungsaufgabe durch fachkompetente Einzelpersonen oder Expertengruppen zeigen bei der Aufgabenstellung, mit der auch die Schüler konfrontiert werden, ein weitgehend identisches Lösungsvorgehen. Nachfolgend wird ein Beispiel der Aufgabenbearbeitung eines Experten abgebildet. Bei dieser Person handelt es sich um den Lehrer der in Kapitel 5 beschriebenen und in der vorliegenden Arbeit ebenfalls untersuchten Unterrichtskonzeption zur Elektropneumatik. Er verfügt über einschlägige Fachkenntnis und Praxiserfahrung. Dem Lehrer ist die Aufgabenstellung vor Beginn der Bearbeitung nicht bekannt. Die Erhebung findet unter den selben Rahmenbedingungen und anhand der gleichen Aufgabenstellung wie bei der Erhebung der Schülergruppen statt (siehe Übersichten 8.3 und 8.4). Lediglich auf die Dokumentation der erstellten Schaltung mit einer Zeichensoftware wird verzichtet. Der Experte steht in keinem weiteren Bezug zur durchgeführten Forschung und hat nach der Aufgabenbearbeitung keinen Einfluß auf die Auswertung des bei ihm beobachteten Lösungsvorgehens. Die Datenerhebung, -aufbereitung und -auswertung erfolgt wie für die Schülergruppen in der selben räumlichen Umgebung und nach dem in Kapitel 8 beschriebenen Vorgehen.

Expertenbeurteilung des beobachteten Lösungsbeispiels eines Experten

Das Herangehen des Experten an die Aufgabenbearbeitung kennzeichnet ein sehr ausführliches Lesen der Aufgabenstellung verbunden mit einem differenzierten Erfassen der vorgegebenen Anlage, bei dem er die vorgegebene Biegevorrichtung ausprobiert. Die Orientierung bezüglich der Vorgaben und der geforderten Funktion der Anlage erfordert knapp sechs Minuten.

Im anschließenden Arbeitsschwerpunkt zur Planung skizziert der Experte eine Schaltungslösung. Er verwendet in einem ersten Schritt einen magnetischen Näherungsschalter, zum Erfassen der vorderen Endlage des ausfahrenden Vorbiegezyinders Z2. Mit diesem Signalglied steuert er ein weiteres Relais K3 an, um mit einem Schließer für Y3 den Zylinder Z3 zum Ausfahren zu bringen. Diese beiden Lösungsschritte, für die der Experte ca. drei Minuten benötigt, plant er in unmittelbarem Zusammenhang. Nach einem kurzen Vergleich der vorgegebenen Aufgabenstellung und des zugehörigen Schaltplans mit seiner erstellten Handskizze sieht der Experte in einem weiteren Bearbeitungsschritt das Einfahren des Zylinders Z2 durch einen Öffner des Relais K3 vor dem Ventil Y2 vor. Danach testet er die Anlage, die in der vorgegebenen Grundfunktion abläuft, vollzieht dabei theoretisch seine bisherigen Lösungsschritte an der Biegevorrichtung und überlegt das weitere Lösungsvorgehen. In einem nächsten Arbeitsschritt plant der Experte eine Selbsthalteschaltung für das Relais K3. Hierfür zeichnet er einen Schließer K3 vor dieses Relais ein. Die Realisierung dieser Signalspeicherung, die er ausführlich überdenkt, nimmt ca. fünf Minuten in Anspruch. Unmittelbar nach dem Überdenken der eingezeichneten Selbsthalteschaltung sieht der Experte das Löschen der Signalspeicherung durch einen eingezeichneten Schließer K1 vor dem Relais K3 vor. Für die gesamte Schaltungsplanung sind zwölf Minuten erforderlich.

Nachdem der Experte die entwickelte Schaltung noch einmal kurz überdenkt, setzt er sie im nächsten Arbeitsschwerpunkt an der Anlage um. In einem ersten Schritt baut er den magnetischen Näherungsschalter an Z2 an, justiert ihn durch Ausprobieren der Anlage und überprüft das korrekte Ansteuern des Relais. Dies geschieht vor seinem Erfahrungshintergrund zu magnetischen Näherungsschaltern, die durch ihre empfindliche Bauausführung zu Funktionsstörungen neigen. In einem nächsten Arbeitsschritt verkabelt der Experte das geplante Einfahren des Zylinder Z2. Er schließt hierfür den Öffner K3 vor Y2 an und verkabelt die zugehörige Signalspeicherung und ihr Löschen. Diese Arbeitsschritte zur Schaltungsumsetzung erfolgen nicht parallel zur Planung, da das zusammengehörige Umsetzen aller zur Ansteuerung von Z2 erforderlichen Schritte hier der geeignetere Weg ist. In einem letzten Arbeitsschritt steuert der Experte das Ausfahren von Z3 an. Er ist sich seiner Verkabelung sehr sicher und biegt unmittelbar danach einen Blechstreifen. Diese Umsetzung erfordert acht Minuten. Die gesamte, fachkompetente, klar gegliederte und stringente Bearbeitung erfolgt innerhalb von 25 Minuten.

Erklärend-kommentierende Bearbeitungsdarstellung - Experte (X)				
	Orientierung	Planung	Umsetzung	Dokumentation
13.11	Experte erfaßt die Aufgabe und die Anlage. Er überträgt die Aufgabe auf die Anlage. Er drückt dabei mehrmals die Taster.			
13.12	detailliert, vergleicht Schaltplan, Anlage und Aufgabe.			
13.13				
13.14				
13.15				
13.16		Experte erfaßt die vordere Endlage über Näherungsschalter B1 und steuert Z 3.0 über SK3 an.	Experte skizziert auf Anhieb den richtigen Näherungsschalter. Er erkennt, daß sich Z2.0 und Z3.0 gleichzeitig bewegen sollen.	
13.17		Experte betätigt die Taster mehrmals. Er läßt Z 2.0 über Öffner K3 einfahren.	Experte verdeutlicht sich die Schaltung und überlegt einen weiteren Lösungsschritt.	
13.18				
13.19				
13.20	10 Minuten			
13.21				
13.22		Experte erkennt, daß das Signal von B1 gespeichert werden muß. Er plant eine Selbsthaltungsschaltung für Relais K3.	Experte überdenkt laut seine bisherige Schaltung nochmals.	
13.23				
13.24				
13.25				
13.26				
13.27		Experte löscht die Selbsthaltung über Öffner K1.		
13.28		Experte überprüft gedanklich die geplante Funktion vor der Umsetzung.		
13.29				
13.30	20 Minuten		Experte baut B1 an die vordere Endlage von Z 2.0 an. Er justiert B1 und schließt ihn an. Er steuert damit Relais K3.	Experte überprüft, ob der ausgewählte Näherungsschalter funktioniert.
13.31				
13.32				
13.33				
13.34		Experte verdeutlicht sich die Verkabelung an der Anlage.	Experte steuert Z 2.0 durch Öffner K3 an. Er vergleicht seinen Schaltplan mit der gesteckten Verkabelung. Experte steckt Selbsthaltung, Löschen der Selbsthaltung.	
13.35	25 Minuten	Experte ist sich seiner Verkabelung sicher.	Er steuert Y3 durch Schließer K3 an, biegt Blechstreifen.	Die Anlage funktioniert korrekt.
				Anmerkung: Auf eine Dokumentation des Schaltplans am PC wurde bei dem Experten verzichtet.

Übersicht 9.10: Erklärend-kommentierende Bearbeitungsdarstellung 'Experte', Kürzellegende siehe Übersichten 8.11 bis 8.13

9.2.2 Ergebnisse der einzelnen Gruppen

Auf den nachfolgenden Seiten werden die Ergebnisse der Expertenbeurteilung der einzelnen Gruppen zusammenhängend abgebildet. Die Ergebnispräsentation erfolgt entsprechend der Numerierung der jeweiligen Gruppen von 1 bis 12 mit Angabe des Beobachtungszeitraumes und der Ordnungsbuchstaben der Schüler (siehe Übersicht 8.7). Zusätzlich werden die grafischen Darstellungen der inhaltlich-symbolischen und der erklärend-kommentierenden Bearbeitungsdarstellung für die Gruppen 1 abgebildet.

Expertenbeurteilung der Gruppe 1 (I - A, B)

Beide Schüler arbeiten während der Orientierungsphase sehr gut zusammen. Sie setzen sich differenziert und tiefgehend mit der Problemstellung an der Biegevorrichtung auseinander. Die Anlage probieren sie in ihrer Grundfunktion nicht aus, da ihnen anhand der schriftlichen Unterlagen die Funktionsweise klar ist. Nach sieben Minuten haben sie theoretisch die vorgegebene und geforderte Funktion der Anlage voll erfaßt und schlagen zielstrebig den richtigen Lösungsweg ein.

Sie wählen den zum Erfassen der vorderen Endlage von Zylinder 2.0 erforderlichen Näherungsschalter aus und montieren ihn korrekt am Zylinder. Danach teilen sie sich die Aufgaben. Schüler A übernimmt die Schaltungsdokumentation. Da er die Aufgabe nicht richtig gelesen hat, fertigt er eine Handskizze an. Schüler B arbeitet an der Anlage, er steckt ohne schriftliche Planungsgrundlage die Verkabelung. Er steuert mit dem Signal des am Zylinder 2.0 angebauten Näherungsschalters B1 ein Relais an, mit dem er sowohl den Strom zu Zylinder 2.0 unterbricht und den Strompfad zu Zylinder 3.0 schließt.

A kommt bei seinem Skizzieren alleine nicht weiter. Er geht zu B an die Anlage und fragt nach seinem Lösungsplan. B erläutert A präzise die Funktion der von ihm im Kopf geplanten Schaltung. Beide Schüler arbeiten nun zusammen an der Anlage. Sie erkennen gemeinsam kurz vor dem beabsichtigten Ausprobieren ihrer erstellten Schaltung an der Anlage, daß eine Signal-speicherung für B1 fehlt. B steckt diese rasch und sicher ohne Hilfsmittel. Die Anlage erfüllt nach 17 Minuten die geforderte Funktion. Ein Blechstreifen wird gebogen.

Während des Steckens der Schaltungslösung erkundigen sich beide Schüler nach den im Schaltplan eingezeichneten Drosseln, die sie an der Anlage nicht erkennen. Sie sind im Gegensatz zu den im Unterricht verwendeten Bauteilen direkt an den Zylindern angebaut und werden von ihnen nicht als solche identifiziert. Da beide Schüler im Ausbildungsbetrieb bisher nicht mit Elektropneumatik-Anlagen arbeiteten, kennen sie nur die im Unterricht eingesetzte, didaktisch aufbereitete Ausführung.

Nach dem Biegen des Blechstreifens sind sich die Schüler aufgrund der erst kurzen Bearbeitungszeit unsicher, ob sie die Aufgabe bereits gelöst haben. A ist von der korrekten Lösung überzeugt, B zweifelt daran. Er will einen weiteren Näherungsschalter für Zylinder 3.0 einbauen, damit dieser nach dem Biegevorgang automatisch zurückfährt. Bei dieser lebhaften Diskussion der kontroversen Meinungen kann sich A nicht durchsetzen.

B steckt an der Anlage die von ihm angestrebte Funktion der Biegevorrichtung. Es gelingt ihm jedoch nicht, die Schaltung in der von ihm beabsichtigten Funktion zu erstellen, da er ohne

vorliegenden Schaltplan die zu Zylinder 2.0 parallele Ansteuerung von Zylinder 3.0 vornehmen will. Die Verkabelung an den Relais ist mittlerweile für ihn unübersichtlich. Es gelingt ihm nicht, ohne schriftliche Unterlage das bereits einmal sicher gesteckte Schaltungsmuster für Zylinder 2.0 erneut zu verkabeln. Er bricht nach einigen Minuten sein Vorhaben ab und stellt den ursprünglichen Verkabelungszustand wieder her.

Während dieser Zeit dokumentiert A die Schaltung. Er fragt beim Testleiter nach der Aufgabenstellung, die er bisher nicht genau gelesen hat und erhält einen Hinweis auf die vorgegebene Datei. Nach einiger Zeit kommt B nach seinem abgebrochenen erweiterten Lösungsversuch hinzu. Beide arbeiten gemeinsam an der Dokumentation. Sie bedienen den PC mit der Zeichensoftware routiniert und sicher. Auftretende Probleme und fehlende Lösungsschritte erkennen sie sofort und beheben sie umgehend. Die erforderliche Selbsthalteschaltung für das Signal von B1 kann jedoch von ihnen nicht auf Antrieb gezeichnet werden. A fragt Schüler B, der dieses Schaltungsmuster sicher gesteckt hatte, wie dies zu zeichnen sei. B kann die zeichnerische Ausführung der von ihm sicher gesteckten Selbsthalteschaltung nicht beschreiben. Daher gehen beide an die Anlage, um dieses Schaltungsmuster nachzuschauen. Nach 42 Minuten gesamter Bearbeitungszeit und nur fünfzehnminütiger Arbeit an der Schaltungsdokumentation funktioniert auch die Simulation der identisch dokumentierten Schaltung am PC.

Im Fachgespräch weisen die Schüler nach, daß sie die Aufgabenstellung differenziert erfaßt und ihre Schaltungslösung auch theoretisch verstanden haben. Schüler B will nach dem Fachgespräch die von ihm bereits während der vorausgehenden Bearbeitung beabsichtigte erweiterte Lösung verwirklichen. Er steckt erneut ohne schriftliche Unterlagen die Verkabelung um. Dieses Mal gelingt es ihm problemlos in kurzer Zeit, eine Selbsthaltung für Zylinder 3.0 zu stecken. Ein vergessenes Löschen dieser Signalspeicherung wird von ihm sofort erkannt und behoben. Die Anlage funktioniert nach weiteren fünf Minuten der Bearbeitung mit der erweiterten Funktion, bei der auch Zylinder 3.0 nach dem Biegen des Blechstreifens automatisch einfährt.

Das Lösungsvorgehen dieser beiden Schüler ist durch hohe Zielstrebigkeit gekennzeichnet. Sie greifen dabei auf ein umfangreiches fachbezogenes Wissen zurück, das sie rasch und situationsgerecht einsetzen. Nach dem Arbeitsschwerpunkt 'Orientierung' findet nur eine sehr kurze verbale Planung zum Lösungsvorgehen statt. Anschließend widmet sich ein Schüler sofort der Umsetzung an der Anlage, die ihm aufgrund der für ihn überschaubaren Komplexität der Schaltung problemlos gelingt. Aufgrund des nur kurzen Zeitbedarfs für die erfolgreiche Bearbeitung sind sich die Schüler unsicher darüber, ob die Aufgabe schon gelöst sei. B erkennt dies nicht anhand der schriftlichen Anweisung.

Beim Übertragen der gesteckten Schaltung zeigt sich, daß der nachfolgende Entwurf eines Schaltplans offensichtlich nicht in engem Zusammenhang mit dem Lösungsvorgehen an der Anlage gebracht, sondern für sich alleine abgearbeitet wird. Hier tendiert die Gruppe dazu, bei der Schaltungsdokumentation erneut die Schaltung zu entwickeln, anstatt die korrekt gesteckte Schaltung zu übernehmen.

Das im Anschluß an das Fachgespräch folgende Erweitern der Anlagenfunktion zeigt einen hohen Motivationsgrad der Gruppe und eine kreative Aufgabenbearbeitung. Die rasche Ausführung bestätigt ihre sehr guten fachlichen Kenntnisse. Gruppe 1 bearbeitet von allen zwölf beobachteten Gruppen die Aufgabenstellung am erfolgreichsten.

Expertenbeurteilung der Gruppe 2 (I - C, D)

Die Schüler erfassen zielstrebig und schnell direkt an der Anlage die Aufgabenstellung. Sie probieren die Biegevorrichtung aus. Bereits nach vier Minuten wählen sie zielsicher das richtige Bauteil zum Erfassen der vorderen Endlage von Zylinder 2.0 aus und montieren den magnetischen Näherungsschalter an der Anlage. Seine Verkabelung ist ihnen jedoch unklar.

Sie wechseln zum PC, um gemeinsam eine Schaltungsplanung zu erstellen. Dazu verwenden sie wie gefordert die vorgegebene Datei. Sie handhaben den PC und die Zeichensoftware sicher. Kleinere Planungsfehler und ein softwarespezifisches Problem des Simulationsprogrammes werden sofort erkannt und behoben. Ihr Lösungsversuch enthält bereits nach kurzer Zeit bis auf die Signalspeicherung des Näherungsschalters B1 alle erforderlichen Schritte. Als Folge der fehlenden Selbsthalteschaltung alterniert Zylinder 2.0. Die Ursache erkennen die Schüler jedoch nicht. Sie wollen das Problem durch einen zweiten Näherungsschalter auf Zylinder 2.0 beheben, der in der hinteren Endlage angebaut wird.

Nach einem erfolglosen Simulationsversuch erkennen sie erst nach einiger Zeit die erforderliche Signalspeicherung. Zur ihrer Umsetzung sind sie jedoch nicht unmittelbar in der Lage, daher suchen sie in bereitstehenden Unterlagen nach Informationen über die Selbsthalteschaltung. Sie besprechen verschiedene Lösungsansätze, da sie bis hier keinen konkreten Lösungsvorschlag entwickelt haben und zeichnen ein Schaltungsmuster ein, daß ihrer Meinung nach zu einer Signalspeicherung führt, aber nicht korrekt ist. Obwohl ein Schüler den korrekten Lösungsansatz verbalisiert, verfolgen sie diesen nicht näher, da sie ihn als Lösung nicht erkennen. Sie probieren weiter relativ unstrukturiert verschiedene Schaltungsvarianten an der Simulation aus, die jedoch nicht zum Erfolg führen. Ihnen ist zwar prinzipiell die geforderte Signalspeicherung von B1 klar, zur ihrer Ausführung sind sie jedoch auch unter Zuhilfenahme von Unterlagen nicht in der Lage.

Die Schüler wechseln nach 63 Minuten der erfolglosen theoretischen Bearbeitung zur Anlage, um sie mit dem vorgegebenen Schaltplan zu vergleichen. Sie versuchen sich neu zu orientieren, lesen erneut die Aufgabenstellung und überlegen den Einsatz einer Lichtschranke als Alternative zum Näherungsschalter, ohne dies jedoch näher zu verfolgen. Anschließend probieren sie am PC erneut ein bereits erfolglos angewandtes Schaltungsmuster zur Aufgabenlösung aus. Obwohl sie keinen konkreten Lösungsansatz vorliegen haben, erkennen sie, daß sie auf dem richtigen Weg sind und einen Teil der Aufgabe bereits lösen konnten. Probleme bereiten ihnen jedoch nach wie vor das von ihnen zwar als erforderlich erkannte Prinzip einer Selbsthaltung richtig in den Lösungsansatz einzubinden.

Die Schüler wenden sich an den Testleiter mit der Bitte um Hilfe. Dabei zeigen sie im Gespräch, daß sie die Schaltungslogik des geforderten Biegeablaufes prinzipiell verstanden haben. Die relativ allgemein gehaltenen Hinweise des Testleiters können sie jedoch nicht unmittelbar umsetzen. Das anschließende Verändern der Schaltung führt nicht zum Erfolg. In einem erneuten Lösungsversuch ersetzen sie den magnetischen Näherungsschalter, der die vordere Endlage von Zylinder 2.0 bisher erfaßt hat, durch einen mechanischen Grenztaster. Es gelingt ihnen in kurzer Zeit, die Schaltungslösung mit einer Selbsthalteschaltung mit dem Grenztaster am PC zu verwirklichen und eine korrekt funktionierende Simulation durchzuführen. Dabei auftretende kleinere, vorwiegend zeichnungstechnische Probleme erkennen sie rasch und beseitigen sie.

Die Schüler versuchen anschließend, die gezeichnete Schaltungslösung mit einem Grenztaster an der Anlage zu verwirklichen. Da dieses Bauteil aber nicht angebaut werden kann, ersetzen sie ohne Probleme den in ihrer Schaltung vorgesehenen Grenztaster durch einen aufgrund von drei Anschlüssen schwieriger einzubindenden Näherungsschalter, obwohl sie nicht in der Lage waren, diesen zeichnerisch richtig in ihre Lösungsplanung einzufügen. Das Umsetzen ihrer Planung, wenn auch von der ausgeführten Schaltung unterschiedlich, erfolgt sehr sicher.

Das generelle Vorgehen dieser Schüler, die neben dem Elektropneumatikunterricht in der Berufsschule auch im Ausbildungsbetrieb Lerneinheiten zu diesem Themenkomplex durchlaufen haben, kann als fachgerecht betrachtet werden. Die Schüler schicken der praktischen Ausführung eine schriftliche Planung voraus. Erst auf dieser Grundlage einer funktionsfähig geplanten Schaltung erfolgt ein sicheres und schnelles Umsetzen.

Probleme bereitet den Schülern bei ihrer Planung die Signalspeicherung eines magnetischen Näherungsschalters B1, bei dem drei Anschlüsse zu verkabeln sind. Sie beschäftigen sich damit wiederholt und über einen sehr langen Zeitraum relativ unstrukturiert und erfolglos. Erstaunlich ist, daß von ihnen dasselbe Schaltungsmuster einer Selbsthalteschaltung mit einem mechanischen Grenztaster umgehend richtig konzipiert werden kann. Bei der Wahl dieses Bauteils für ihre Planung beachten sie jedoch nicht, daß es an der Anlage nicht angebaut werden kann. Erstaunlich ist hierbei weiter, daß die anschließende praktische Verkabelung der mit einem Grenztaster geplanten Selbsthalteschaltung auch für den magnetischen Näherungsschalter problemlos erfolgt.

Expertenbeurteilung der Gruppe 3 (I - E, F, G)

Die beiden Schüler E und F, die bereits im Ausbildungsbetrieb Lernstrecken zur Elektropneumatik durchlaufen haben, arbeiten in der Orientierungsphase gut zusammen und setzen sich intensiv mit der Funktion der Anlage durch Testabläufe und Überprüfen der Verkabelung auseinander. Schüler G, der neben dem Unterricht in der Berufsschule keine weiteren Elektropneumatikkenntnisse erworben hat, verhält sich passiv. Er beteiligt sich insgesamt kaum an der Aufgabenbearbeitung. Nach Rückfrage beim Testleiter wird die Anlage von E und F komplett neu verkabelt. Um sich die Grundfunktion zu verdeutlichen, gehen E und F die jeweils nötigen Schritte parallel zum Anschließen der Kabel durch und verbalisieren die Funktionszusammenhänge.

Nach der Orientierung über die geforderte Schaltungsfunktion versuchen die Schüler E und F direkt an der Anlage eine Lösung ohne vorausgehende schriftliche Planung zu realisieren. G beteiligt sich nach wie vor nicht an der Aufgabenbearbeitung. E und F versuchen einen mechanischen Grenztaster und einen Infrarot-Sensor zum Erfassen der vorderen Endlage des Zylinders 2.0 einzusetzen. Da sie erkennen, daß diese Bauteile nicht angebaut werden können, wählen sie einen magnetischen Näherungsschalter B1 aus, der von F montiert wird. Die anschließende Verkabelung der Anlage führt nach dem Justieren von B1 zum Alternieren von Zylinder 2.0, da die erforderliche Signalspeicherung für das Signal des Näherungsschalters nicht gesteckt wurde. Die Schüler sind irritiert und über die Ursache dieses Schaltungsablaufs im Unklaren. Nach kurzem Umstecken ist bei einem Testablauf nur die Grundfunktion aufgrund eines nun falsch angeschlossenen Näherungsschalters gegeben.

G erhält in dieser Phase von E und F Anweisungen zur Mitarbeit. Er beschränkt sich auf die Ausführung der Weisungen seiner Kollegen. E führt fälschlicherweise die aufgetretene Fehlfunktion auf einen defekten Näherungsschalter zurück und will ihn austauschen. Für die Montage benötigt er die Hilfe von F, der den neuen Näherungsschalter montiert. Die Fehlfunktion des Alternierens tritt aber erneut auf. Eine klare Ursachenzuschreibung wird von den Schülern nicht getroffen. Eine strukturierte Fehlersuche ist im weiteren Verlauf nicht erkennbar. Durch wiederholtes Probieren und Ändern der Verkabelung an der Anlage wird die korrekte Schaltungslösung jedoch erreicht und nach 34 Minuten der erste erfolgreiche Test mit einem Biegen des Haltewinkels durchgeführt.

E und F zeichnen die verkabelte Schaltung von Hand ab und versuchen dabei die Schaltung an der Anlage nachzuvollziehen. Nach kurzer Unsicherheit über die Positionen und die Verkabelung der Relais werden diese Informationen direkt von der Anlage übernommen. Das Schaltsymbol des Näherungsschalters wird von einem anderen Näherungsschalter abgezeichnet. E möchte den nun korrekt fertig skizzierten Schaltplan abgeben, wird aber von F auf die Notwendigkeit einer PC-Zeichnung hingewiesen.

E und F wollen am PC den gesamten Schaltplan zeichnen, da sie die Aufgabenstellung nicht genau gelesen haben. Nach einem Hinweis des Testleiters liest F die Aufgabenstellung noch einmal nach und weist E auf die schon vorhandene Datei hin. Auftretende kleinere Probleme bei der Bedienung der Zeichensoftware werden durch die Hilfestellung des Testleiters beseitigt. Anschließend handhaben die Schüler den PC sicher und zeichnen zügig am Schaltplan. Durch einen Bedienungsfehler der Software wird versehentlich das Ventil Y1 manuell umgeschaltet, wodurch die anschließende Simulation fehlerhaft abläuft. Diese Fehlerursache erkennen die Schüler nicht. Sie stellen sogar ihre von der funktionierenden Anlage direkt übernommene Schaltungslogik in Frage. Ein zusätzlich auftretender formaler Fehler, der durch die mangelnde Eingabetoleranz der Software nicht kompensiert wird (k anstelle von K), führt zur Ratlosigkeit der Schüler. G zieht sich hierbei erneut völlig aus der Zusammenarbeit zurück. Nach mehreren erfolglosen Lösungsversuchen beschreibt F das vorliegende Problem prinzipiell richtig, kann aber daraus die vorliegende Fehlerursache nicht ableiten. Der Testleiter erkennt, daß die Gruppe nicht weiterkommt und bricht den Test ab.

In der Dreiergruppe übernehmen zwei Schüler nahezu vollständig die Aufgabenbearbeitung. Sie gehen nach einer längeren ausführlichen Orientierung unmittelbar an die Anlage und verkabeln ohne vorausgehende schriftliche Planung eine Schaltungslösung. Diese kann nach relativ kurzer Bearbeitungszeit nach zielorientiertem Ausprobieren verschiedener Schaltungsvarianten erfolgreich abgeschlossen werden. Die anschließende Dokumentation wird in engem Zusammenhang mit der verkabelten Anlage angegangen. Auftretende Unklarheiten werden durch Einbeziehen der Anlage beseitigt. Die sehr lange Bearbeitungszeit zur Dokumentation ist vorwiegend auf formale Probleme sowie auf die spezifischen Eigenheiten der verwendeten Software zurückzuführen.

Expertenbeurteilung der Gruppe 4 (I - H, J)

Beim Erfassen der Aufgabenstellung fragen die Schüler nach, ob der beiliegende Schaltplan der vorverkabelten Schaltung entspricht. Sie beachten dabei jedoch die Anlage nicht. Schülerin H zeichnet den bereits vorhandenen Schaltplan von Hand ab, um seine Funktion nachzuvollziehen. Sie fragt dabei zwischendurch J zu Schaltungsfunktionen, der weiter die Aufgabenstellung liest.

H erkennt nach acht Minuten, daß der Zylinder 2.0 beim Ausfahren ein Signal zum Einfahren von Zylinder 3.0 geben muß. Sie erklärt J diese Funktionsweise und die zu ihrer Realisierung mögliche Verwendung einer Lichtschranke oder eines mechanischen Grenztasters. Dabei beachtet sie nicht, daß diese Bauteile an der Biegevorrichtung nicht montierbar sind. J hat Probleme, die Arbeitsabfolge der Biegevorrichtung zu verstehen. Er verdeutlicht sich die Funktion jedoch nicht an der Anlage. H schlägt weiter einen magnetischen Näherungsschalter vor. J stimmt ihr zu und zeigt im Schaltplan an, wo dieser zu positionieren ist. Im anschließenden Gespräch mit H zeigt sich, daß der Arbeitsablauf der Anlage von ihm noch nicht völlig verstanden wird. H zeichnet mit Unterbrechungen an einer Schaltungslösung weiter und holt ihre Unterrichtsaufzeichnungen zu Hilfe. Beide sprechen längere Zeit über Lösungsmöglichkeiten, entwickeln jedoch keinen konkreten Lösungsansatz. Sie versteifen sich in diesem Zusammenhang völlig auf theoretische Überlegungen und berücksichtigen dabei weder die Vorgaben der Anlage noch simulieren sie ihre Lösungsplanung.

Nach dieser längeren Phase theoretischer Überlegungen schalten die Schüler den PC ein, um ihre bisherige Handskizze zu übernehmen. Sie wollen dabei einen komplett neuen Schaltplan erstellen. Nach Hinweis des Testleiters auf die Aufgabenstellung orientieren sich die Schüler erneut an den geforderten Bearbeitungsinhalten. Dabei erkennen sie, daß der Schaltplan bereits als Datei vorliegt und verwenden diese Vorlage. Sie haben dabei Schwierigkeiten mit der Zoomfunktion der Software, da sie diese im Unterricht bisher nicht benötigt haben.

In einer anschließenden Planungsphase am PC löschen die Schüler die Marke des Schalters S3 an der hinteren Endlage von Zylinder 1.0 im vorgegebenen Pneumatikschaltplan (siehe Übersicht 8.4). Sie zeichnen die Marke in der vorderen Endlage wieder ein. Sie setzen die Marke falsch, weil sie die Biegevorrichtung nicht beachten und nicht erkennen, daß Zylinder 1.0 in Ruhelage ausgefahren ist. Im vorausgehenden Unterricht waren Zylinder in Ruhelage immer eingefahren. Hierbei wird deutlich, daß ihnen die vorgegebene Funktion der Anlage immer noch nicht klar ist.

Anschließend übertragen sie ihren handschriftlich entworfenen Schaltplan in die vorgegebene Zeichnung PC. Die Bedienung der ihnen bekannten Befehle an der Software erfolgt sicher. J fragt beim Testleiter nach, ob auch die Ventile verändert werden können. Nach einem Verweis auf die vorgegebene Anlage erkennt J, daß diese Bauteile fest montiert sind. Mehr als eine Stunde nach Testbeginn probiert J im Anschluß an dieses Gespräch die Anlage zum ersten Mal aus. Anschließend arbeiten die Schüler weiter ausschließlich an der Zeichensoftware. Beabsichtigte Schaltungslösungen werden durch Simulieren getestet. Als Folge der bereits zu Beginn ihrer Bearbeitung veränderten Schaltungsfunktion der vorgegebenen Grundschaltung (Marke S3 verschieben) gelingt es ihnen nicht, Lösungsfortschritte zu erzielen. Ihre Fehlersuche ist insgesamt planlos. Die vorliegende Schaltung ist von den Schülern durch die vielen Veränderungen mit zunehmender Bearbeitungszeit immer schwerer zu durchschauen. Unsicherheiten treten auch bezüglich der Bedeutung von Bezeichnungen auf.

Bei der Aufgabenbearbeitung zeigen sich folgende Kernprobleme: Die Gruppe glaubt zum einen, daß zwei Signalelemente jeweils für das Einfahren von Zylinder 2.0 und das Ausfahren von Zylinder 3.0 notwendig sind. Ihnen ist nicht klar, daß ein Signal mehrere Funktionen ansteuern kann. Zum anderen glauben sie, daß Zylinder 3.0 erst ausfahren darf, wenn Zylinder 2.0 wieder eingefahren ist. Nach ca. 90 Minuten ist ein erfolgversprechender Lösungsansatz auch nur annähernd nicht erkennbar. Der Testleiter bricht daher nach Absprache mit der Gruppe die Bearbeitung ab.

Im nachfolgenden Fachgespräch bestätigen sich die eben formulierten Defizite dieser Gruppe. Die Schüler sind auch anhand einer vorgegebenen Musterlösung im Anschluß an das Fachgespräch nicht in der Lage, die Schaltung funktionsfähig zu verkabeln. Dabei zeigen sich erneut große Probleme bei der Übertragung der schriftlichen Schaltungsvorlage auf die Biegevorrichtung. Beide Schüler haben bereits in ihren Betrieben Ausbildungsinhalte zur Elektropneumatik bearbeitet. Trotzdem ist diese Gruppe die schwächste aller beobachteten. Große Defizite zeigen sich insbesondere beim Herstellen von Bezügen des, wenn auch gering vorhandenen Wissens zur Biegevorrichtung. Die Schüler können zwar den erforderlichen magnetischen Näherungsschalter zeichnerisch korrekt in ihre Schaltungsplanung einbinden. Die hierfür erforderliche Signalspeicherung wird jedoch nicht erkannt. Ihre auf rein theoretische Überlegungen reduzierte Aufgabebearbeitung ohne Bezug zur Anlage läßt ein Anwenden ihres vorhandenen Wissens vermissen. Dies bestätigt auch die nicht erfolgreiche Verkabelung anhand der vorgegebenen Musterlösung.

Expertenbeurteilung der Gruppe 5 (II - A, B)

Beide Schüler erfassen rasch und jeder für sich die vorgegebene Bearbeitungssituation. Dabei vergleichen sie Schaltplan, Aufgabenblatt und Anlage. Beide wechseln anschließend zum PC, um eine Schaltung zu skizzieren. Da B die Aufgabenstellung nicht genau gelesen hat, will er die Schaltung komplett neu zeichnen. Nach Hinweis des Testleiters liest er die Aufgabe noch einmal durch, erkennt aber nicht, daß der Schaltplan bereits zum Teil vorgegeben ist. Sie brechen kurz darauf das Planen einer Schaltung ab und gehen direkt an die Biegevorrichtung.

Nach sieben Minuten wählt A einen magnetischen Näherungsschalter B1 zum Erfassen der Verfahrbewegung von Zylinder 2.0 aus, montiert ihn an der hinteren Endlage von Zylinder 2.0 und verkabelt ihn korrekt. Nach mehrmaligem Testen der Grundfunktion verfolgen beide einen Lösungsansatz mit einem Zeitrelais mit Ansprechverzögerung. Dieser eigenwillige Lösungsansatz kommt zustande, da sie bisher noch nie mit der Ansteuerung von drei Zylindern konfrontiert waren. Ihnen ist nicht klar, daß ein Signal über ein Relais mehrere Funktionen wie z.B. das Einfahren von Zylinder 2.0 und das gleichzeitige Ausfahren von Zylinder 3.0 steuern kann. Sie wollen daher durch das Signal des Näherungsschalters B1 über ein Relais Zylinder 2.0 zum Einfahren bringen und unabhängig davon über ein zweites Relais mit Ansprechverzögerung, das durch die Taster S1 und S2 angesteuert wird, Zylinder 3.0 ausfahren lassen.

Für die Verkabelung dieser Lösungsidee, die an der Anlage ohne vorausgehende schriftliche Planung erfolgt, überlegen sie längere Zeit. Ihr Vorgehen, bei dem sie einen weiteren Näherungsschalter an Zylinder 3.0 anbauen und die Anlage mehrmals ausprobieren, führt längere Zeit zu keinem unmittelbaren Fortschritt. Ein klarer Lösungsplan ist nicht erkennbar. Das zielgerichtete Ausprobieren verschiedener Schaltungsvariationen führt nicht zum gewünschten Ergebnis. Die Fehlersuche bei auftretenden Fehlfunktionen der Anlage ist jedoch zielstrebig und führt meist

zum Erkennen der Fehlerursachen. Trotzdem gelingt ihnen die korrekte Einbindung des Zeitrelais in einer fünfundzwanzigminütigen Bearbeitungsphase nicht.

Nach diesem erfolglosen Lösungs bemühen versuchen beide Schüler, ihr Vorgehen schriftlich zu planen. A skizziert eine neue Planung und erwähnt dabei eine Selbsthalteschaltung. Dieses prinzipielle, in dieser Aufgabenstellung vorliegende Problem haben sie somit erkannt. Die Planungsphase wird jedoch nach kurzer Zeit abgebrochen, die Schüler wenden sich erneut der Anlage zu. Nach Rücksprache mit dem Testleiter entfernt A alle Kabel an den Relais und steckt sie neu, um sich so die Funktion der Anlage zu verdeutlichen. A integriert bei dieser Neuverkabelung das Zeitrelais. Beim Testablauf ist jedoch nur die Grundfunktion gegeben. Da die Taster S1 und S2 bei der anschließenden Verkabelungsänderung versehentlich überbrückt werden, verfahren die Zylinder schon nach Einschalten des Netzgerätes. Dieses Problem wird schnell behoben, es folgen jedoch mehrere erfolglose Versuche, die geforderte Funktion zu erfüllen.

Erneut skizzieren die Schüler in einer zweiten, längeren Planungsphase einen Schaltplan. B steckt diesen anschließend nach Anweisung von A. Bei Testabläufen alterniert Zylinder 2.0, da das Signal von B1 nicht mit einer Selbsthalteschaltung gespeichert ist. A erkennt das Fehlen der Signalspeicherung und verwirklicht diese ohne Zuhilfenahme von Hilfsmitteln direkt an der Anlage. Es ergibt sich anschließend nach 93 Minuten zwar prinzipiell die geforderte Zylinderbewegung, die ein Biegen der Haltewinkel ermöglicht. Die Zylinder 2.0 und 3.0 fahren jedoch ständig abwechselnd ein und aus. Die Zylinderbewegungen können nur durch Loslassen der beiden Taster S1 und S2 unterbrochen werden. B ist hierbei der Meinung, daß die geforderte Funktion noch nicht gegeben ist, sein Einwand wird aber von A nicht beachtet, der die Aufgabe als korrekt erfüllt betrachtet.

A zeichnet anschließend am PC den Stromlaufplan, er benutzt hierbei jedoch nicht die bereits vorgegebene Datei. Er handhabt die Zeichensoftware sicher, hat jedoch Probleme mit der korrekten Bezeichnung der Kontakte. Das Fehlen der Selbsthalteschaltung wird sofort erkannt und von ihm ergänzt. B erkennt sofort nicht richtig angeschlossene Kontakte und beseitigt nach Zoomen der Bildschirmdarstellung diese softwarespezifischen Fehler. Auftretende Platzprobleme zum nachträglichen Einzeichnen der Pneumatik können sie jedoch nicht beseitigen. Der Testleiter schlägt daher vor, nur den Stromlaufplan zu simulieren. A ist sich nicht bewußt, daß eine Simulation auch ohne Pneumatikplan möglich ist. B startet eine aufgrund fehlerhafter Kontaktbezeichnungen nicht funktionierende Simulation. Da die Schüler nun aufgrund der für sie unübersichtlich gewordenen Schaltung Schwierigkeiten mit der Fortführung ihrer Bemühungen haben, bricht der Testleiter die Dokumentation ab.

Beim Versuch einen Blechstreifen zu biegen, kollidieren die Zylinder 2.0 und 3.0. Das Zeitrelais muß zum erfolgreichen Biegen erneut justiert werden. Die Anlage unterbricht anschließend die Zylinderbewegungen von 2.0 und 3.0 erst nach Loslassen der Taster S1 und S2.

Während des gesamten Bearbeitungsverlaufs übernimmt A die führende Rolle, da er im Ausbildungsbetrieb im Gegensatz zu B bereits zur Elektropneumatik unterwiesen wurde. B ordnet sich bereitwillig unter, entwickelt trotzdem eigene Lösungsgedanken und arbeitet A effektiv zu. Das Umgehen der gleichzeitigen Ansteuerung eines dritten Zylinder bringt eine kreative Lösungsidee mit einem Zeitrelais hervor, das jedoch die Schaltung erheblich erschwert. Trotzdem gelingt es den Schülern, einen Blechstreifen durch die annähernde Verwirklichung der

geforderten Anlagenfunktion zu biegen. Bei ihrem Lösungsvorgehen zeigen sie nur jeweils kurze Phasen einer expliziten Schaltungsplanung. Sie bevorzugen, direkt an der Anlage ohne vorausgehende schriftliche Planung zu arbeiten. Ein ausgeprägtes Sicherheitsbewußtsein ist nicht vorhanden. Offene Stromanschlüsse bei unsachgemäßen Steckverbindungen der didaktisch aufbereiteten Anschlußstecker belegen dies.

Expertenbeurteilung der Gruppe 6 (II - C, D, E)

Alle drei Schüler verdeutlichen sich die Aufgabenstellung und geforderte Anlagenfunktion direkt an der Biegevorrichtung. Ihnen ist jedoch einige Minuten nicht klar, daß sowohl die Anlage als auch der Schaltplan vervollständigt werden müssen. E hat nach zehn Minuten die vorgegebene Anlagenfunktion verstanden und bespricht sie mit seinen Kollegen. Sie erkennen anschließend schnell, daß die vordere Endlage von Zylinder 2.0 erfaßt werden muß und wählen einen magnetischen Näherungsschalter B1 aus, justieren und verkabeln ihn umgehend. Nach kurzem Stecken an der Verkabelung weist D auf den Vorteil einer schriftlichen Planung hin. C stimmt zu. Trotzdem führt die Schülergruppe keine separate schriftliche Planung aus, sondern arbeitet direkt an der Anlage weiter. Die Schüler bauen einen zweiten Näherungsschalter B2 an Zylinder 3.0 an.

Die Verkabelung der Anlage ist ohne vorliegende schriftliche Planung nun für die Gruppe sehr unübersichtlich. Die Schüler entfernen nach Rücksprache mit dem Testleiter die gesamte Verkabelung und schließen die Bauteile neu an. Dabei benötigen die Schüler für die Grundschaltung keine Planungsvorlage, da ihnen die hierfür erforderliche Verkabelung bereits vertraut ist. Beim anschließenden Justieren des Näherungsschalters irritiert sie das Alternieren von Zylinder 2.0. Einige Minuten können sie sich diesen für sie überraschenden Funktionsablauf nicht erklären. D erwähnt schließlich die benötigte Signalspeicherung und erklärt seinen Kollegen völlig korrekt den Vorgang des Alternierens. Er verfolgt aber seinen richtigen Lösungsansatz mit der Selbsthaltungsschaltung nicht, da er sich über ihre konkrete Ausführung nicht im klaren ist. Alternativ möchte er mit einem zweiten Näherungsschalter an Zylinder 2.0 das Problem lösen. C erkennt sofort daß dieser überflüssig ist.

Da die Schüler längere Zeit keinen Lösungsfortschritt erreichen, beginnt E nach Bestärkung durch den Testleiter mit dem Skizzieren einer Selbsthaltungsschaltung. Da er aber dieses Schaltungsmuster zeichnerisch nicht ausführen kann, beteiligt er sich nach fünf Minuten wieder am Umstecken der Verkabelung. Nach 57 Minuten ist die anhaltende Erfolglosigkeit der Auslöser dafür, daß C die Bearbeitung abbrechen möchte. Nach kurzem Gespräch mit dem Testleiter erneuert C jedoch die komplette Verkabelung und kontrolliert dabei schrittweise die Teilfunktionen der Anlage. Als Zylinder 2.0 alterniert, spricht D erneut das Problem der fehlenden Signalspeicherung an, ohne sie jedoch ausführen zu können.

Nach einem Hinweis des Testleiters auf vorhandene Unterlagen widmen sich D und E den bereitgestellten Ordnern. Währenddessen arbeitet C weiter an der Anlage. Es gelingt ihm ohne weitere Hilfsmittel, die benötigte Selbsthaltung zu verkabeln.

Nach 65 Minuten ist die korrekte Funktion erfüllt. Die Schülergruppe ist jedoch der Meinung, daß auch Zylinder 3.0 selbsttätig wieder einfahren muß. Mit einem zweiten Näherungsschalter an der vorderen Endlage von Zylinder 3.0 verwirklichen sie diese Funktion. Eine fehlende Selbsthaltung wird nach dem Alternieren des Zylinders 3.0 sofort erkannt und ergänzt. Auch das

fehlende Löschen der Selbsthaltung wird von C erkannt und beseitigt. D stellt fest, daß diese Erweiterungsfunktion, bei der auch Zylinder 3.0 selbsttätig einfährt, nicht gefordert ist.

Aufgrund einer nur geringen Motivation, noch einen Schaltplan zu zeichnen, muß die Gruppe hierzu vom Testleiter aufgefordert werden. Die Bedienung der Software erfolgt sicher, jedoch bereitet das Erstellen des Schaltplans Probleme, da es den Schülern nicht gelingt, die gesteckte Schaltung auf eine Zeichnung am PC umzusetzen. Da es der Gruppe längere Zeit nicht gelingt, die geforderte Schaltung zu erstellen, bricht der Testleiter die Dokumentation ab.

Alle drei Schüler haben bisher nur in der Berufsschule Lerninhalte zur Elektropneumatik durchlaufen. Die Gruppe nahm nur in der vorausgehenden Jahreshälfte in der zwölften Klasse am handlungsorientierten Steuerungstechnikunterricht in Weilheim teil, da die Schüler zuvor einem anderen Schulsprengel angehörten. In den Jahrgangsstufen 10 und 11 wurden sie nicht handlungsorientiert unterrichtet. Trotz des vorhandenen Bewußtseins, eine schriftliche Planung der Ausführung an der Anlage zugrunde zu legen, erfolgt eine direkte Umsetzung der Lösungsgedanken direkt an der Anlage. Insbesondere Schüler D liefert entscheidende Ideen zur Lösung und setzt sie meist zusammen mit Schüler C um. Schüler E nimmt sich weitgehend zurück und beobachtet häufig nur das Vorgehen seiner Kollegen.

Ein zentrales Problem der Gruppe ist, daß sie zwar die Notwendigkeit einer Signalspeicherung erkennt, jedoch längere Zeit nicht in der Lage ist, eine Selbsthaltungsschaltung zu entwickeln. Gut und zielstrebig arbeiten die Schüler bei der Fehlersuche. Ihnen gelingt es meist umgehend, Fehlerursachen zu lokalisieren und Lösungsansätze zu entwickeln. Ein mehrmaliges Neuverkabeln der Anlage wird zur Neuorientierung verwendet. Zur Schaltungsdokumentation ist nur noch eine geringe Bereitschaft der Schüler erkennbar. Hierbei zeigt sich, daß es ihnen schwer fällt, die mittlerweile verwirrende Verkabelung der Relais in eine Zeichnung umzusetzen.

Expertenbeurteilung der Gruppe 7 (II - F, G)

Beide Schüler lesen die Aufgabe und vergleichen Anlage, Schaltplan und Aufgabenstellung. Schüler F ist schnell klar, daß der ausfahrende Zylinder 2.0 ein Signal zur weiteren Anlagensteuerung geben muß. Er montiert zielstrebig einen Näherungsschalter B1 an Zylinder 2.0, positioniert ihn nach kurzem Gespräch mit G an der vorderen Endlage und schließt ihn korrekt an.

F steckt an der Verkabelung. G will mit ihm seinen Lösungsgedanken besprechen, die hintere Endlage von Zylinder 3.0 mit einem weiteren Näherungsschalter zu erfassen. F bricht das Gespräch mit dem Hinweis ab, nicht gestört werden zu wollen. F befaßt sich eigenständig und intensiv mit der Anlage, um ihre Funktion zu erfassen. G arbeitet an seinem eigenen Lösungsansatz, den er handschriftlich plant und skizziert.

F verkabelt die Anlage ohne schriftliche Planungsgrundlage. Bei einem Testablauf alterniert Zylinder 2.0, was F irritiert. Er hat die Schaltung zu diesem Zeitpunkt bis auf eine fehlende Signalspeicherung von B1 korrekt verkabelt. Er erkennt nach kurzem Überlegen die Ursache für das Alternieren von Zylinder 2.0, das Erlöschen des Signals von B1. Er hat aber keine Lösung parat, dies zu beheben. Der erforderliche Einbau einer Selbsthaltungsschaltung ist ihm nicht bewußt. Er versucht durch Verändern der Verkabelung das Alternieren zu beseitigen, was ihm jedoch nicht gelingt.

G vergleicht seine geplante Skizze mit der Verkabelung von F. Er hat bis auf die fehlende Selbsthaltung eine korrekte Planung entwickelt. Beide Schüler gelangen hier unabhängig voneinander zur selben Lösung, bei der die Signalspeicherung für B1 fehlt. Nach kurzem Gespräch steckt F weiter alleine an der Verkabelung. Er hat Probleme, seine Lösungsgedanken umzusetzen und reagiert heftig und zurückweisend auf Einwendungen von G. G trennt während des Steckens von F die Netzversorgung und beachtet so erforderliche Sicherheitsvorkehrungen. F übernimmt dieses Sicherheitsverhalten von G und schaltet im weiteren Verlauf beim Umstecken ebenfalls die Spannungsquelle ab. Er versucht weiter, mit einem zweiten Näherungsschalter das vorliegende Problem zu lösen.

Nach mehreren Fehlversuchen von F, während denen G an einer Schaltungslösung zeichnet, überlegen sie gemeinsam in einer kurzen Planungsphase an einer Lösung. Ein konkreter Lösungsansatz wird dabei jedoch nicht entwickelt. F arbeitet anschließend wieder an der Anlage. Er versucht durch ein weiteres Relais das Alternieren des Zylinders 2.0 abzustellen. G erwähnt kurze Zeit später die Selbsthaltungsschaltung. F greift diesen Lösungsgedanken auf und will ihn an der Anlage umsetzen. G versucht ihn zu skizzieren. Die Umsetzung bereitet aber beiden Probleme. G möchte den PC nutzen, um das Schaltungsmuster einer Selbsthaltung nachzuschauen. Nach Rücksprache mit dem Testleiter erfährt er, daß keine weiteren Schaltungen auf dem PC abgespeichert sind. Auf die vorhandenen schriftlichen Unterlagen greift er nicht zurück.

F arbeitet weiter eigenständig an einer Lösung. Er montiert einen zweiten Näherungsschalter an der vorderen Endlage des Zylinders 3.0, um auch ihn automatisch einfahren zu lassen. Er gelangt schließlich zu einer Anlagenfunktion, bei der Zylinder 2.0 und 3.0 abwechselnd aus- und einfahren. Das Biegen eines Bleches ist bereits bei dieser zyklisch ablaufenden Anlagenfunktion möglich. F versucht jedoch weiter, die Schaltung zu optimieren. F erkennt hierbei die Unnötigkeit des zweiten Näherungsschalters und entfernt dessen Verkabelung. G kommt hinzu und beide sprechen die Funktion der Anlage durch. G überläßt seinem dominanten Kollegen die Bearbeitung und erwartet, daß F die Aufgabe löst. Nach erneutem Umstecken der Verkabelung ist nach 74 Minuten die geforderte Funktion erreicht. Die Schüler biegen bei korrekter Anlagenfunktion einen Blechstreifen.

Zur Dokumentation der Schaltung wollen sie die bereits vorliegende Handskizze an der gesteckten Verkabelung vervollständigen und anschließend damit die vorgegebene Datei am PC ergänzen. F, der erneut die Bearbeitung übernimmt, gelingt es jedoch nicht, die von ihm gesteckte Selbsthaltungsschaltung zu zeichnen. Nach dem Wechsel an den PC, den sie sicher handhaben, suchen die Schüler das Schaltzeichen des Näherungsschalters im Tabellenbuch. Zwar wird hierbei die Ansteuerungsart des vorgesehenen Schließers korrekt zugeordnet, doch dieses Bauteil entspricht nicht dem in der Anlage verkabelten Näherungsschalter. Eine Schaltplansimulation funktioniert aufgrund einer fehlenden Marke an Zylinder 2.0 nicht. Dies wird rasch erkannt und ergänzt. Ein erneuter Simulationsversuch ist aufgrund der nicht der verkabelten Anlage entsprechenden, fehlerhaften Zeichnung am PC erfolglos. Der Testleiter bricht aufgrund der vorliegenden Probleme die Schaltungsdokumentation ab.

Beide Schüler, die bisher nur in der Berufsschule zur Elektropneumatik ausgebildet wurden, arbeiten nahezu während des gesamten Bearbeitungszeitraums an eigenständigen Lösungsansätzen. Hierbei liegt jedoch keine Aufgabenteilung, sondern weitgehend eine durch mangelnde Zusammenarbeit resultierende, ineffektive doppelte Aufgabenbearbeitung vor. Zentrales Pro-

blem für beide Schüler ist die Signalspeicherung für den Näherungsschalter B1. Sie sind nicht in der Lage, eine Selbsthaltung zielstrebig und umgehend in ihren Lösungsansatz einzubinden. Die schließlich doch erreichte, korrekte Anlagenfunktion kann von den Schülern in der verwirklichten Form nicht dokumentiert werden, da sie für den verwendeten Näherungsschalter ein schaltungs-technisch unterschiedliches Bauteil (Schließer mit nur zwei Anschlüssen) einzeichnen. Weiter gelingt ihnen die zeichnerische Umsetzung einer Selbsthaltungsschaltung ebenfalls nicht. Positiv kann angemerkt werden, daß sie den zum Blechbiegen eigentlich ausreichenden zyklischen Anlagenablauf nicht als Lösung akzeptieren und die korrekte Anlagenfunktion verkabeln.

Expertenbeurteilung der Gruppe 8 (II - H, J)

Beide Schüler lesen die Aufgabenstellung und verschaffen sich einen Überblick über Aufgabe, Schaltplan und Anlage. H beschäftigt sich eingehend mit der vorgegebenen Anlage, um sich ihre Funktion zu verdeutlichen. Beide besprechen die Funktion der Anlage und die Lösung der Aufgabe. Während H den PC startet, testet J mehrmals die Grundfunktion der Anlage. Er verschafft sich einen Überblick über die zur Verfügung stehenden Bauteile und erkennt dabei, daß ein von ihm ergriffener Sensor nicht montierbar ist.

H wirkt im Umgang mit dem PC sicher, hat jedoch Probleme den vorgegebenen Gesamtplan darzustellen. Nach Hilfestellung durch den Testleiter findet er die ihm vom Unterricht bisher nicht bekannte Zoom-Funktion. J erklärt H die Funktionsweise der vorgegebenen Anlage und die geforderte Biegefunktion. Allerdings ist er der Meinung, die beiden Taster S1 und S2 sollen nur kurz gedrückt werden, um den Anlagenablauf in Gang zu setzen. Nach nochmaligem Lesen der Aufgabe korrigiert er diese Erklärung. H sucht am PC vergeblich nach ähnlichen Schaltungen, um einen Lösungsansatz zu finden.

J erkennt die Notwendigkeit des Signalabgriffs beim Ausfahren von Zylinder 2.0 und montiert einen Näherungsschalter B1 an der vorderen Endlage. J verändert die Verkabelung der Anlage ohne vorausgehende schriftliche Planung. Die Verkabelung erfolgt bis auf die Signalspeicherung von B1 korrekt. Beide sind sich im klaren darüber, mit dem Signal des Näherungsschalters gleichzeitig das Einfahren des Zylinders 2.0 und das Ausfahren von Zylinder 3.0 ansteuern zu können. Eine Selbsthaltungsschaltung ist jedoch nicht integriert. Das Alternieren von Zylinder 2.0 irritiert beide und hat zur Folge, daß sie sich noch einmal mit der Aufgabenstellung auseinandersetzen. J montiert einen zweiten Näherungsschalter an der vorderen Endlage von Zylinder 3.0. Er übernimmt die Führungsrolle, H ordnet sich bereitwillig unter. Als J aufgrund der fehlenden Dokumentation seiner Planung den Überblick über die bisherige Schaltung verliert, entfernen sie alle Kabel und stecken die Schaltung neu. J ist der Aktiverer der beiden, die gut zusammenarbeiten und die einzelnen Arbeitsschritte besprechen. Nach der Neuverkabelung der Anlage alterniert Zylinder 2.0 erneut. J erwähnt eine erforderliche Selbsthaltung, kann diesen Lösungsgedanken aber nicht konkretisieren. Es folgt ein längeres Probieren verschiedener Schaltungsvarianten ohne erkennbare Planung oder ein Lösungskonzept.

J wechselt nach dieser Arbeitsphase an den PC, um dort die aufzubauende Schaltung zu planen. H bleibt an der Anlage, liest mehrmals die Aufgabenstellung und versucht weiter, ohne schriftliche Planung eine Lösung zu erreichen. J arbeitet am PC mit Hilfe der Simulation an einer Lösung. Dabei testet er jeweils die eingezeichneten Schaltungselemente und erstellt schrittweise eine funktionsfähige Schaltung. Bei seiner Schaltungslösung sind zwei Näherungsschalter

jeweils an Zylinder 2.0 und 3.0 vorgesehen, um auch Zylinder 3.0 zum automatischen Einfahren zu bringen. Für beide Bauteile ist ein Schaltsymbol eingezeichnet, das nicht den vorhandenen und angebauten Näherungsschaltern entspricht, in der Simulation jedoch die selbe Funktion ausführt. J hat nur für den Näherungsschalter an Zylinder 2.0 eine Selbsthaltung geplant. Daher ergibt sich bei der Simulation ein zyklischer Ablauf der Verfahrbewegungen von Zylinder 2.0 und Zylinder 3.0, nach dessen Einfahren 2.0 erneut ausfährt. J bricht diese Simulation, mit der er zufrieden scheint, ab, speichert den Schaltplan ab und druckt ihn aus.

H gelangt bei seinen Bemühungen zu keiner Lösung. Daher will J seine Planung an der Anlage umsetzen. H entfernt auf die Anweisung von J die Verkabelung bis auf die Grundschaltung. J steckt anschließend nach seinem ausgedruckten Plan die Verkabelung. Beim Test bleibt jedoch Zylinder 2.0 ausgefahren und Zylinder 3.0 fährt ebenfalls aus. J entdeckt einen Fehler in seinem Schaltplan und ändert diesen darauf am PC. Er ist sich seiner Korrektur sicher, verzichtet auf eine erneute Simulation und druckt den neuen Schaltplan aus. Danach ändert er die Verkabelung entsprechend des neuen Schaltplans. Beim Testablauf ergibt sich ein zyklischer Ablauf der Verfahrbewegungen von Zylinder 2.0 und Zylinder 3.0 wie bereits in der vorausgehenden Simulation. Dieses nicht vollständig korrekte Funktionieren der Schaltung wird den Schülern jedoch erst nach einem Hinweis des Testleiters bewußt. Sie wollen daraufhin erneut eine Änderung am PC planen. Da sie jedoch keinen unmittelbaren Lösungsgedanken haben, beenden sie einvernehmlich mit dem Testleiter die weitere Aufgabenbearbeitung. Ein Blechstreifen wird von den Schülern nach 110 Minuten gebogen, der zyklisch sich wiederholende Anlagenablauf durch Loslassen der beiden Taster S1 und S2 unterbrochen.

Beide Schüler, die bisher nur in der Berufsschule an Lerninhalten zur Elektropneumatik gearbeitet haben, bearbeiten weitgehend unabhängig voneinander die Aufgabenstellung. J ist dabei federführend und wenig kooperativ. Er steckt in der ersten Hälfte der Bearbeitung in mehreren Versuchen ohne vorausgehende Planung an der Schaltung. Bis auf die fehlende Signalspeicherung für B1 ist der Lösungsansatz korrekt. Die Ursache für das Alternieren des Zylinder 2.0 bleibt jedoch längere Zeit unklar. Nach diesen erfolglosen Versuchen wendet sich J einer schriftlichen Planung mit gleichzeitiger Simulation zu, die er bis auf die Signalspeicherung für den zweiten Näherungsschalter B2 erfolgreich ausführt. Das Umsetzen dieser Planung an der Anlage erfolgt weitgehend problemlos.

Expertenbeurteilung der Gruppe 9 (II - K, L, M)

Die Gruppe 9 nimmt von ihrer Ausbildung eine Sonderstellung unter allen beobachteten Gruppen ein. Die Schüler erlernen den Beruf des Industriemechanikers mit dem Schwerpunkt 'Gerätefeinwerktechnik'. Sie hatten daher entsprechend den beruflichen Anforderungen im vorausgehenden Unterricht schwerpunktartig an pneumatischen Schaltungen gearbeitet und weniger intensiv als die Schüler der anderen Gruppen die Elektropneumatik-Lerneinheiten durchlaufen.

Die Schüler lesen die Aufgabenstellung und übertragen sie auf die Anlage. L simuliert am PC den vorgegebenen Schaltplan, um sich die Funktion zu verdeutlichen. In Gesprächen diskutieren sie den genauen geforderten Ablauf der Zylinder. Sie teilen sich die Arbeit in der Gruppe auf. L arbeitet am PC, um hier eine Schaltungslösung zu entwickeln. K und M bemühen sich um eine Lösung direkt an der Anlage ohne vorausgehende schriftliche Planung.

K erkennt als erster die Problemstellung und erfaßt an der Anlage mit einem magnetischen Näherungsschalter B1 die vordere Endlage von Zylinder 2.0. Nachfolgend verkabelt er jedoch die vorhandenen Steuerungskomponenten fehlerhaft. Beim Testen der Anlage erkennen dies K und M und korrigieren die Schaltung. Nach ca. 25 Minuten haben sie eine Schaltung verkabelt, die bis auf die Signalspeicherung von B1 der geforderten Lösung entspricht. Das Alternieren des Zylinders 2.0 überrascht die Schüler. Sie erkennen zwar die erforderliche Selbsthaltung, sind jedoch nicht in der Lage, dieses Schaltungsmuster zu verwirklichen.

Schüler L zeichnet im gesamten Bearbeitungsverlauf vorwiegend am Stromlaufplan. Die beiden anderen Schüler versuchen ihre Gedanken, die sie in vielen Gesprächen untereinander austauschen, sofort an der Anlage umzusetzen. Zwischendurch besprechen sie sich mit L. Trotz mehrerer Anläufe in 127 Minuten Bearbeitungszeit kommen die Schüler weder an der Anlage noch in der Simulation über das Erfassen der vorderen Endlage von Zylinder 2.0 und über das Ansteuern von Zylinder 2.0 durch einen Öffner und von Zylinder 3.0 durch einen Schließer jeweils von Relais K3 hinaus. In beiden Arbeitsbereichen probieren die Schüler zielgerichtet verschiedene Bauteile und Schaltungsvarianten aus. Ein strukturiertes Vorgehen, wie z.B. der Informationsbeschaffung über die als erforderlich erkannte Selbsthaltung, erfolgt jedoch nicht. Die Schüler haben zwar das Problem der Aufgabe schnell erfaßt und den korrekten Näherungsschalter B1 ausgewählt. Die Verwirklichung der notwendigen Selbsthaltung gelingt ihnen aber nicht, obwohl sie dieses Schaltungsmuster ständig ins Gespräch bringen. Aus einem sporadischen, nur relativ oberflächlichem Nachschauen in bereitstehenden Unterlagen gehen keine umsetzbaren Informationen hervor. Die alternierenden Testabläufe an der Anlage und in der Simulation resultieren aus der fehlenden Selbsthaltung. Andere zwischenzeitlich erreichte Anlagenfunktionen ergeben sich meist aus einem fehlenden Öffner vor Magnetventil Y2, der Zylinder 2.0 einfahren läßt. Probleme bereiten in diesem Zusammenhang häufig das gleichzeitige Anschließen eines Öffners K3 vor Magnetventil Y2 und eines Schließers K3 vor Magnetventil Y3.

Die Gruppe kommt der Lösung zwar sehr nah, insbesondere nachdem der Testleiter sie zur Verwirklichung der angesprochenen Selbsthaltung bestärkt. Alle Schüler sind intensiv um eine Lösung des Tests bemüht und arbeiten sehr gut im Team zusammen. Sie sprechen sich während des gesamten Bearbeitungsverlaufs untereinander ab und informieren sich gegenseitig über ihren momentanen Bearbeitungsstand. Aufgrund fehlender Kenntnisse zum Einsatz der Selbsthaltung drehen sich die Schüler bei ihren Lösungsbemühungen ständig im Kreis, da sie keine neuen Lösungsansätze einbringen können. Sie hatten bisher neben der Elektropneumatikausbildung in der Berufsschule keine weiteren Ausbildungsmaßnahmen zu diesem Lernfeld durchlaufen. Der Testleiter bricht die erfolglose Bearbeitung der Aufgabe daher nach 127 Minuten ab.

Expertenbeurteilung der Gruppe 10 (II - N, O)

Beide Schüler lesen die Aufgabenstellung und probieren kurz darauf die Anlage aus. O baut zielstrebig einen Näherungsschalter an den Zylinder 2.0 an. Anschließend erfassen beide längere Zeit die Aufgabenstellung mit der geforderten Schaltungsfunktion. Danach arbeiten die Schüler ohne vorausgehende schriftliche Planung an einer Lösung. Hierbei ist vor allem Schüler O federführend. Schüler N arbeitet ihm zu und beobachtet weitgehend die Tätigkeit von O. Absprachen zwischen den Schülern finden nur vereinzelt statt.

Ein erster Testablauf beim Umsetzen ihrer Schaltung an der Anlage führt zum Alternieren von Zylinder 2.0. Die Schüler berücksichtigen hier die erforderliche Signalspeicherung für den Näherungsschalter B1 nicht. Beide sind durch dieses Ergebnis verunsichert. Sie probieren anschließend über einen längeren Zeitraum wenig strukturiert verschiedene Schaltungsvariationen mit bis zu drei Näherungsschaltern (B2, B3) aus. Dabei liegt die Anlage ständig unter Spannung. Dieses Vorgehen führt längere Zeit zu keinem Erfolg. Nach ca. 60 Minuten Bearbeitungszeit gehen sie die Bauteile und ihre Verkabelung einzeln durch und versuchen, die Ergebnisse ihrer bisherigen Testabläufe zu analysieren.

Ohne explizit vorausgehende Planung verkabeln die Schüler anschließend erneut die Anlage. Sie stecken eine Signalspeicherung für B1 und nach einigen Minuten erfüllt Zylinder 2.0 die geforderte Funktion. Anschließend beschäftigen sie sich erneut unstrukturiert mit der weiteren Lösung. Etwa nach 80 Minuten hat O eine Schaltung gesteckt, bei der beide Signale der Näherungsschalter B1 und B2 an den Zylindern 2.0 und 3.0 gespeichert werden. Die erweiterte Anlagenfunktion, bei der auch Zylinder 3.0 automatisch einfährt, ist jedoch nur einmal gegeben, da das Löschen der Signalspeicherungen fehlt. Dies wird von den Schülern längere Zeit nicht erkannt. Anschließende Korrekturen versuchen durch Ausprobieren eine Lösung herbeizuführen. Nach 100 Minuten erfüllt die Anlage schließlich die geforderte Funktion einschließlich des automatischen Einfahrens von Zylinder 3.0.

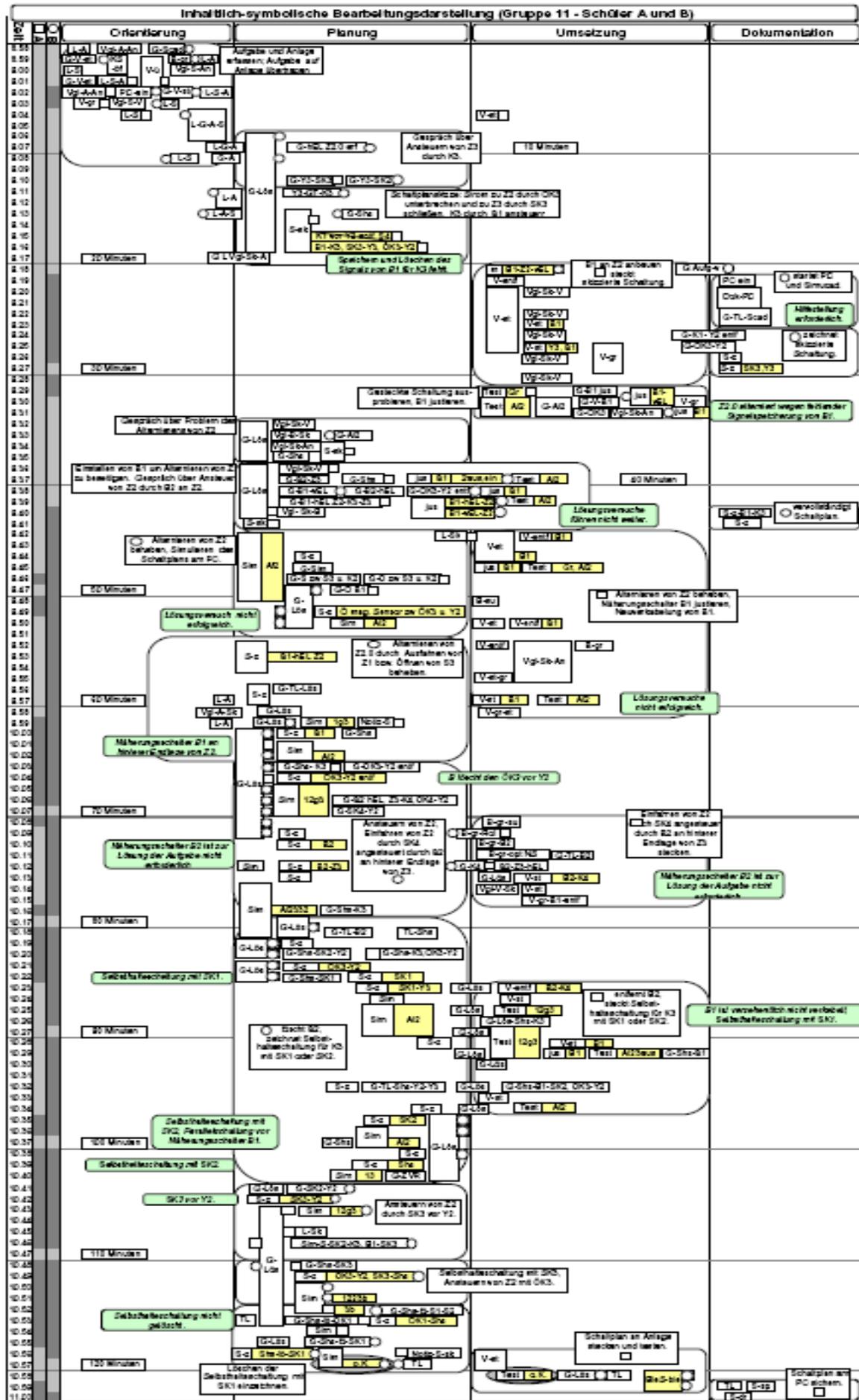
Bei der anschließenden Schaltungsdokumentation beachten die Schüler die vorgegebene Datei erst nach Hinweis durch den Testleiter. Sie handhaben die Zeichensoftware sicher. Zu ihrer Schaltungsdokumentation skizzieren sie in guter Zusammenarbeit die Verkabelung der Anlage von Hand ab. Die anschließende Umsetzung am PC sprechen die Schüler ausführlich durch. Eine korrekte Schaltungsdokumentation wird in ca. fünfzigminütiger Bearbeitung erstellt. Ihre Simulation funktioniert jedoch durch einen fehlerhaft angeschlossenen Kontakt an einem Bauteil aufgrund der geringen Fehlertoleranz der Software nicht.

Beide Schüler haben eingangs Probleme, die erforderliche Signalspeicherung für B1 und B2 zu erkennen. Sie wird jedoch, nachdem ihre Notwendigkeit erkannt wurde, sicher umgesetzt. Weitere Probleme ergeben sich aus dem erforderlichen Löschen der Signalspeicherung von B1 und B2. Die Lösung dieser beiden Aufgabenelemente erfordert nahezu die Hälfte der gesamten Bearbeitungszeit. Die Gruppe hat hierbei jedoch die Aufgabe durch das Einfahren von Zylinder 3.0 bei betätigter Anlage erweitert. Beide haben mit dem Erkennen der erforderlichen Selbsthaltungsschaltung und ihrem Löschen Schwierigkeiten.

Die Schüler dieser Gruppe, die vorausgehend auch im Lehrbetrieb zur Elektropneumatik ausgebildet wurden, benötigen zur vollständigen Bearbeitung der Handlungsaufgabe insgesamt 162 Minuten und somit am längsten von allen beobachteten Gruppen. Ihr Vorgehen ist weitgehend durch zielgerichtetes Ausprobieren verschiedener Schaltungsmöglichkeiten gekennzeichnet, ohne jedoch hierfür eine schriftliche Planungsgrundlage zu erstellen.

Expertenbeurteilung der Gruppe 11 (III - A, B),

Für diese Gruppe sind auf den folgenden beiden Seiten zusätzlich die grafischen Darstellungen des Bearbeitungsverlaufs in den Übersichten 9.11 und 9.12 wiedergegeben. Die Beurteilung der Aufgabenbearbeitung erfolgt im Anschluß daran.



Übersicht 9.11: Inhaltlich-symbolische Bearbeitungsdarstellung 'Gruppe 11', Kurzlegende siehe Übersichten 8.11 bis 8.13
Verkleinerte Darstellung gegenüber der Buchfassung

Übersicht 9.12: Erklärend-kommentierende Bearbeitungsdarstellung 'Gruppe 11', Kürzellegende siehe Übersichten 8.11 bis 8.13
Verkleinerte Darstellung gegenüber der Buchfassung

Erklärend-kommentierende Bearbeitungsdarstellung (Gruppe 11 - Schüler A und B)					
Min	Sec	Orientierung	Planung	Umsetzung	Dokumentation
19:59	00	<p>Beide lesen die Aufgabe und erfassen die Anlage; sie übertragen die Aufgabe auf die Anlage.</p> <p>Beide lesen sich noch kurzer Absprache auf um verschiedene Aufgabenbereiche zu klären.</p>	<p>Gespräch über Erfassen der Bewegung von Z2 und Ansteuern von Z3 durch K2 oder durch K3</p> <p>Anweisung von Z3 durch weitere Relais auf Signal von Z2 erkannt.</p> <p>A skizziert Schaltung: Mit Signal von B1 Strom zu Z2 durch ÖK3 unterbrechen, Strom zu Z3 durch SK3 schließen.</p> <p>Beide versuchen, Schaltung sei korrekt gezeichnet und fertig skizziert Selbsthaltung für K2 nicht jedoch.</p>	<p>11 Minuten</p>	
20:00	01				
20:02	02				
20:03	03				
20:04	04				
20:05	05				
20:06	06				
20:07	07				
20:08	08				
20:09	09				
20:10	10	<p>Beide bauen Näherungsschalter an vordere Endlage von Z2 an. A steckt geplante Schaltung an der Anlage.</p> <p>A wirkt auch beim Stecken und Ansteuern von B1. Er erwartet eine korrekte Anlagefunktion. Er durchschaut den Testlauf!</p> <p>A probiert Anlage aus und justiert B1. Z2 alterniert.</p> <p>Beide sprechen über die fehlerhafte Funktion ihrer Schaltung.</p> <p>Beide versuchen erst durch Justieren von B1, dann durch weiteren Näherungsschalter B2 an hintere Endlage von Z3, das Alternieren von Z2 zu beheben.</p> <p>Beide probieren Schaltungsmöglichkeiten, um das Alternieren von Z2 zu beheben. Nach wie vor erkennen sie nicht die erforderliche Signalspeicherung.</p> <p>B versucht, das Alternieren von Z2 durch Ausfahren von Z1 bzw. Öffnen von B3 zu beheben. Er liest noch einmal die Aufgabe.</p> <p>B überlegt, daß beim beabsichtigten Öffnen von B3 der Schaltkreis nicht mehr gespannt wird.</p> <p>Ein kurzer Hinweis von A auf eine Selbsthaltung wird nicht näher verfolgt. B beschließt stattdessen, einen zweiten Näherungsschalter an Z3.0 anzubauen. Er versucht, seine Idee am PC umzusetzen.</p> <p>Näherungsschalter B2 ist zur Lösung der Aufgabe nicht erforderlich.</p> <p>A erkennt die Notwendigkeit einer Signalspeicherung, die Z2 u. Z3 im Wechsel alternieren.</p> <p>Nach Rückfrage beim TL entfernen sie B2 und sprechen über die Selbsthaltungsschaltung.</p> <p>B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK1 vor Y3.</p> <p>B fragt den TL nach der Position der Selbsthaltung.</p> <p>A schlägt vor, SK2 vor B1 parallel einzuziehen, B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK2 bei B1 ein.</p> <p>B zeichnet die Selbsthaltung bei B1 mit SK2 korrekt ein.</p> <p>Beide arbeiten am Ausfahren von Z2. Sie zeichnen SK3 anstelle ÖK3 vor Y2. Nach der fehlerhaften Funktion überlegen sie an einer weiteren Lösung.</p> <p>Sie zeichnen eine Selbsthaltung mit K3 und simulieren die Funktion.</p> <p>Sie erkennen, daß das Löschen der Selbsthaltungsschaltung fehlt. A zeichnet sofort die richtige Korrektur ein.</p>	<p>B startet PC, Simulad, lädt nach Gespräch mit TL BIEGEN.PNE. Selbsthaltung aktiviert.</p> <p>B zeichnet Schaltung ohne Vorlage am PC. B stellt beim Zeichnen vorerst auf A in Kontakt.</p> <p>Z2 alterniert.</p> <p>Z2 und Z3 fließen gleichzeitig aus.</p> <p>Z2 alterniert, Z3 fließt gleichzeitig aus.</p> <p>A verwendet nicht den richtigen Schalter.</p> <p>A und B arbeiten gemeinsam am PC.</p> <p>Sie werden auf diese Funktion hingewiesen und Z2 nach ausfahren muß.</p> <p>Z2 und Z3 fließen gleichzeitig aus.</p> <p>Endgültiger Stegerversuch 10.00</p> <p>Beide vervollständigen die Dokumentation.</p>		
20:11	11				
20:12	12				
20:13	13				
20:14	14				
20:15	15				
20:16	16				
20:17	17				
20:18	18				
20:19	19				
20:20	20	30 Minuten			
20:21	21	<p>Sie stellen korrekte Verteilung ihrer Schaltungslösung fest und erkennen, daß danach Z2 alternieren muß.</p> <p>Alternieren von Z2 läßt sich nicht durch Justieren von B1 beheben.</p> <p>B arbeitet mit der Simulation. Er zeichnet am entworfenen Schaltplan am PC. B will das Alternieren von Z2 durch Öffnen vor K2, dann Öffnen vor Y2 beheben.</p> <p>B versucht, das Alternieren von Z2 durch Ausfahren von Z1 bzw. Öffnen von B3 zu beheben. Er liest noch einmal die Aufgabe.</p> <p>Ein kurzer Hinweis von A auf eine Selbsthaltung wird nicht näher verfolgt. B beschließt stattdessen, einen zweiten Näherungsschalter an Z3.0 anzubauen. Er versucht, seine Idee am PC umzusetzen.</p> <p>Näherungsschalter B2 ist zur Lösung der Aufgabe nicht erforderlich.</p> <p>A erkennt die Notwendigkeit einer Signalspeicherung, die Z2 u. Z3 im Wechsel alternieren.</p> <p>Nach Rückfrage beim TL entfernen sie B2 und sprechen über die Selbsthaltungsschaltung.</p> <p>B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK1 vor Y3.</p> <p>B fragt den TL nach der Position der Selbsthaltung.</p> <p>A schlägt vor, SK2 vor B1 parallel einzuziehen, B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK2 bei B1 ein.</p> <p>B zeichnet die Selbsthaltung bei B1 mit SK2 korrekt ein.</p> <p>Beide arbeiten am Ausfahren von Z2. Sie zeichnen SK3 anstelle ÖK3 vor Y2. Nach der fehlerhaften Funktion überlegen sie an einer weiteren Lösung.</p> <p>Sie zeichnen eine Selbsthaltung mit K3 und simulieren die Funktion.</p> <p>Sie erkennen, daß das Löschen der Selbsthaltungsschaltung fehlt. A zeichnet sofort die richtige Korrektur ein.</p>	<p>B vervollständigt Schaltplan</p>		
20:22	22				
20:23	23				
20:24	24				
20:25	25				
20:26	26				
20:27	27				
20:28	28				
20:29	29				
20:30	30				
20:31	31	40 Minuten			
20:32	32	<p>Beide versuchen erst durch Justieren von B1, dann durch weiteren Näherungsschalter B2 an hintere Endlage von Z3, das Alternieren von Z2 zu beheben.</p> <p>Beide probieren Schaltungsmöglichkeiten, um das Alternieren von Z2 zu beheben. Nach wie vor erkennen sie nicht die erforderliche Signalspeicherung.</p> <p>B versucht, das Alternieren von Z2 durch Ausfahren von Z1 bzw. Öffnen von B3 zu beheben. Er liest noch einmal die Aufgabe.</p> <p>Ein kurzer Hinweis von A auf eine Selbsthaltung wird nicht näher verfolgt. B beschließt stattdessen, einen zweiten Näherungsschalter an Z3.0 anzubauen. Er versucht, seine Idee am PC umzusetzen.</p> <p>Näherungsschalter B2 ist zur Lösung der Aufgabe nicht erforderlich.</p> <p>A erkennt die Notwendigkeit einer Signalspeicherung, die Z2 u. Z3 im Wechsel alternieren.</p> <p>Nach Rückfrage beim TL entfernen sie B2 und sprechen über die Selbsthaltungsschaltung.</p> <p>B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK1 vor Y3.</p> <p>B fragt den TL nach der Position der Selbsthaltung.</p> <p>A schlägt vor, SK2 vor B1 parallel einzuziehen, B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK2 bei B1 ein.</p> <p>B zeichnet die Selbsthaltung bei B1 mit SK2 korrekt ein.</p> <p>Beide arbeiten am Ausfahren von Z2. Sie zeichnen SK3 anstelle ÖK3 vor Y2. Nach der fehlerhaften Funktion überlegen sie an einer weiteren Lösung.</p> <p>Sie zeichnen eine Selbsthaltung mit K3 und simulieren die Funktion.</p> <p>Sie erkennen, daß das Löschen der Selbsthaltungsschaltung fehlt. A zeichnet sofort die richtige Korrektur ein.</p>	<p>B vervollständigt Schaltplan</p>		
20:33	33				
20:34	34				
20:35	35				
20:36	36				
20:37	37				
20:38	38				
20:39	39				
20:40	40				
20:41	41				
20:42	42	50 Minuten			
20:43	43	<p>Beide versuchen erst durch Justieren von B1, dann durch weiteren Näherungsschalter B2 an hintere Endlage von Z3, das Alternieren von Z2 zu beheben.</p> <p>Beide probieren Schaltungsmöglichkeiten, um das Alternieren von Z2 zu beheben. Nach wie vor erkennen sie nicht die erforderliche Signalspeicherung.</p> <p>B versucht, das Alternieren von Z2 durch Ausfahren von Z1 bzw. Öffnen von B3 zu beheben. Er liest noch einmal die Aufgabe.</p> <p>Ein kurzer Hinweis von A auf eine Selbsthaltung wird nicht näher verfolgt. B beschließt stattdessen, einen zweiten Näherungsschalter an Z3.0 anzubauen. Er versucht, seine Idee am PC umzusetzen.</p> <p>Näherungsschalter B2 ist zur Lösung der Aufgabe nicht erforderlich.</p> <p>A erkennt die Notwendigkeit einer Signalspeicherung, die Z2 u. Z3 im Wechsel alternieren.</p> <p>Nach Rückfrage beim TL entfernen sie B2 und sprechen über die Selbsthaltungsschaltung.</p> <p>B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK1 vor Y3.</p> <p>B fragt den TL nach der Position der Selbsthaltung.</p> <p>A schlägt vor, SK2 vor B1 parallel einzuziehen, B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK2 bei B1 ein.</p> <p>B zeichnet die Selbsthaltung bei B1 mit SK2 korrekt ein.</p> <p>Beide arbeiten am Ausfahren von Z2. Sie zeichnen SK3 anstelle ÖK3 vor Y2. Nach der fehlerhaften Funktion überlegen sie an einer weiteren Lösung.</p> <p>Sie zeichnen eine Selbsthaltung mit K3 und simulieren die Funktion.</p> <p>Sie erkennen, daß das Löschen der Selbsthaltungsschaltung fehlt. A zeichnet sofort die richtige Korrektur ein.</p>	<p>B vervollständigt Schaltplan</p>		
20:44	44				
20:45	45				
20:46	46				
20:47	47				
20:48	48				
20:49	49				
20:50	50				
20:51	51				
20:52	52				
20:53	53	60 Minuten			
20:54	54	<p>Beide versuchen erst durch Justieren von B1, dann durch weiteren Näherungsschalter B2 an hintere Endlage von Z3, das Alternieren von Z2 zu beheben.</p> <p>Beide probieren Schaltungsmöglichkeiten, um das Alternieren von Z2 zu beheben. Nach wie vor erkennen sie nicht die erforderliche Signalspeicherung.</p> <p>B versucht, das Alternieren von Z2 durch Ausfahren von Z1 bzw. Öffnen von B3 zu beheben. Er liest noch einmal die Aufgabe.</p> <p>Ein kurzer Hinweis von A auf eine Selbsthaltung wird nicht näher verfolgt. B beschließt stattdessen, einen zweiten Näherungsschalter an Z3.0 anzubauen. Er versucht, seine Idee am PC umzusetzen.</p> <p>Näherungsschalter B2 ist zur Lösung der Aufgabe nicht erforderlich.</p> <p>A erkennt die Notwendigkeit einer Signalspeicherung, die Z2 u. Z3 im Wechsel alternieren.</p> <p>Nach Rückfrage beim TL entfernen sie B2 und sprechen über die Selbsthaltungsschaltung.</p> <p>B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK1 vor Y3.</p> <p>B fragt den TL nach der Position der Selbsthaltung.</p> <p>A schlägt vor, SK2 vor B1 parallel einzuziehen, B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK2 bei B1 ein.</p> <p>B zeichnet die Selbsthaltung bei B1 mit SK2 korrekt ein.</p> <p>Beide arbeiten am Ausfahren von Z2. Sie zeichnen SK3 anstelle ÖK3 vor Y2. Nach der fehlerhaften Funktion überlegen sie an einer weiteren Lösung.</p> <p>Sie zeichnen eine Selbsthaltung mit K3 und simulieren die Funktion.</p> <p>Sie erkennen, daß das Löschen der Selbsthaltungsschaltung fehlt. A zeichnet sofort die richtige Korrektur ein.</p>	<p>B vervollständigt Schaltplan</p>		
20:55	55				
20:56	56				
20:57	57				
20:58	58				
20:59	59				
21:00	00				
21:01	01				
21:02	02				
21:03	03				
21:04	04	70 Minuten			
21:05	05	<p>Beide versuchen erst durch Justieren von B1, dann durch weiteren Näherungsschalter B2 an hintere Endlage von Z3, das Alternieren von Z2 zu beheben.</p> <p>Beide probieren Schaltungsmöglichkeiten, um das Alternieren von Z2 zu beheben. Nach wie vor erkennen sie nicht die erforderliche Signalspeicherung.</p> <p>B versucht, das Alternieren von Z2 durch Ausfahren von Z1 bzw. Öffnen von B3 zu beheben. Er liest noch einmal die Aufgabe.</p> <p>Ein kurzer Hinweis von A auf eine Selbsthaltung wird nicht näher verfolgt. B beschließt stattdessen, einen zweiten Näherungsschalter an Z3.0 anzubauen. Er versucht, seine Idee am PC umzusetzen.</p> <p>Näherungsschalter B2 ist zur Lösung der Aufgabe nicht erforderlich.</p> <p>A erkennt die Notwendigkeit einer Signalspeicherung, die Z2 u. Z3 im Wechsel alternieren.</p> <p>Nach Rückfrage beim TL entfernen sie B2 und sprechen über die Selbsthaltungsschaltung.</p> <p>B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK1 vor Y3.</p> <p>B fragt den TL nach der Position der Selbsthaltung.</p> <p>A schlägt vor, SK2 vor B1 parallel einzuziehen, B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK2 bei B1 ein.</p> <p>B zeichnet die Selbsthaltung bei B1 mit SK2 korrekt ein.</p> <p>Beide arbeiten am Ausfahren von Z2. Sie zeichnen SK3 anstelle ÖK3 vor Y2. Nach der fehlerhaften Funktion überlegen sie an einer weiteren Lösung.</p> <p>Sie zeichnen eine Selbsthaltung mit K3 und simulieren die Funktion.</p> <p>Sie erkennen, daß das Löschen der Selbsthaltungsschaltung fehlt. A zeichnet sofort die richtige Korrektur ein.</p>	<p>B vervollständigt Schaltplan</p>		
21:06	06				
21:07	07				
21:08	08				
21:09	09				
21:10	10				
21:11	11				
21:12	12				
21:13	13				
21:14	14				
21:15	15	80 Minuten			
21:16	16	<p>Beide versuchen erst durch Justieren von B1, dann durch weiteren Näherungsschalter B2 an hintere Endlage von Z3, das Alternieren von Z2 zu beheben.</p> <p>Beide probieren Schaltungsmöglichkeiten, um das Alternieren von Z2 zu beheben. Nach wie vor erkennen sie nicht die erforderliche Signalspeicherung.</p> <p>B versucht, das Alternieren von Z2 durch Ausfahren von Z1 bzw. Öffnen von B3 zu beheben. Er liest noch einmal die Aufgabe.</p> <p>Ein kurzer Hinweis von A auf eine Selbsthaltung wird nicht näher verfolgt. B beschließt stattdessen, einen zweiten Näherungsschalter an Z3.0 anzubauen. Er versucht, seine Idee am PC umzusetzen.</p> <p>Näherungsschalter B2 ist zur Lösung der Aufgabe nicht erforderlich.</p> <p>A erkennt die Notwendigkeit einer Signalspeicherung, die Z2 u. Z3 im Wechsel alternieren.</p> <p>Nach Rückfrage beim TL entfernen sie B2 und sprechen über die Selbsthaltungsschaltung.</p> <p>B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK1 vor Y3.</p> <p>B fragt den TL nach der Position der Selbsthaltung.</p> <p>A schlägt vor, SK2 vor B1 parallel einzuziehen, B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK2 bei B1 ein.</p> <p>B zeichnet die Selbsthaltung bei B1 mit SK2 korrekt ein.</p> <p>Beide arbeiten am Ausfahren von Z2. Sie zeichnen SK3 anstelle ÖK3 vor Y2. Nach der fehlerhaften Funktion überlegen sie an einer weiteren Lösung.</p> <p>Sie zeichnen eine Selbsthaltung mit K3 und simulieren die Funktion.</p> <p>Sie erkennen, daß das Löschen der Selbsthaltungsschaltung fehlt. A zeichnet sofort die richtige Korrektur ein.</p>	<p>B vervollständigt Schaltplan</p>		
21:17	17				
21:18	18				
21:19	19				
21:20	20				
21:21	21				
21:22	22				
21:23	23				
21:24	24				
21:25	25				
21:26	26	90 Minuten			
21:27	27	<p>Beide versuchen erst durch Justieren von B1, dann durch weiteren Näherungsschalter B2 an hintere Endlage von Z3, das Alternieren von Z2 zu beheben.</p> <p>Beide probieren Schaltungsmöglichkeiten, um das Alternieren von Z2 zu beheben. Nach wie vor erkennen sie nicht die erforderliche Signalspeicherung.</p> <p>B versucht, das Alternieren von Z2 durch Ausfahren von Z1 bzw. Öffnen von B3 zu beheben. Er liest noch einmal die Aufgabe.</p> <p>Ein kurzer Hinweis von A auf eine Selbsthaltung wird nicht näher verfolgt. B beschließt stattdessen, einen zweiten Näherungsschalter an Z3.0 anzubauen. Er versucht, seine Idee am PC umzusetzen.</p> <p>Näherungsschalter B2 ist zur Lösung der Aufgabe nicht erforderlich.</p> <p>A erkennt die Notwendigkeit einer Signalspeicherung, die Z2 u. Z3 im Wechsel alternieren.</p> <p>Nach Rückfrage beim TL entfernen sie B2 und sprechen über die Selbsthaltungsschaltung.</p> <p>B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK1 vor Y3.</p> <p>B fragt den TL nach der Position der Selbsthaltung.</p> <p>A schlägt vor, SK2 vor B1 parallel einzuziehen, B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK2 bei B1 ein.</p> <p>B zeichnet die Selbsthaltung bei B1 mit SK2 korrekt ein.</p> <p>Beide arbeiten am Ausfahren von Z2. Sie zeichnen SK3 anstelle ÖK3 vor Y2. Nach der fehlerhaften Funktion überlegen sie an einer weiteren Lösung.</p> <p>Sie zeichnen eine Selbsthaltung mit K3 und simulieren die Funktion.</p> <p>Sie erkennen, daß das Löschen der Selbsthaltungsschaltung fehlt. A zeichnet sofort die richtige Korrektur ein.</p>	<p>B vervollständigt Schaltplan</p>		
21:28	28				
21:29	29				
21:30	30				
21:31	31				
21:32	32				
21:33	33				
21:34	34				
21:35	35				
21:36	36				
21:37	37	100 Minuten			
21:38	38	<p>Beide versuchen erst durch Justieren von B1, dann durch weiteren Näherungsschalter B2 an hintere Endlage von Z3, das Alternieren von Z2 zu beheben.</p> <p>Beide probieren Schaltungsmöglichkeiten, um das Alternieren von Z2 zu beheben. Nach wie vor erkennen sie nicht die erforderliche Signalspeicherung.</p> <p>B versucht, das Alternieren von Z2 durch Ausfahren von Z1 bzw. Öffnen von B3 zu beheben. Er liest noch einmal die Aufgabe.</p> <p>Ein kurzer Hinweis von A auf eine Selbsthaltung wird nicht näher verfolgt. B beschließt stattdessen, einen zweiten Näherungsschalter an Z3.0 anzubauen. Er versucht, seine Idee am PC umzusetzen.</p> <p>Näherungsschalter B2 ist zur Lösung der Aufgabe nicht erforderlich.</p> <p>A erkennt die Notwendigkeit einer Signalspeicherung, die Z2 u. Z3 im Wechsel alternieren.</p> <p>Nach Rückfrage beim TL entfernen sie B2 und sprechen über die Selbsthaltungsschaltung.</p> <p>B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK1 vor Y3.</p> <p>B fragt den TL nach der Position der Selbsthaltung.</p> <p>A schlägt vor, SK2 vor B1 parallel einzuziehen, B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK2 bei B1 ein.</p> <p>B zeichnet die Selbsthaltung bei B1 mit SK2 korrekt ein.</p> <p>Beide arbeiten am Ausfahren von Z2. Sie zeichnen SK3 anstelle ÖK3 vor Y2. Nach der fehlerhaften Funktion überlegen sie an einer weiteren Lösung.</p> <p>Sie zeichnen eine Selbsthaltung mit K3 und simulieren die Funktion.</p> <p>Sie erkennen, daß das Löschen der Selbsthaltungsschaltung fehlt. A zeichnet sofort die richtige Korrektur ein.</p>	<p>B vervollständigt Schaltplan</p>		
21:39	39				
21:40	40				
21:41	41				
21:42	42				
21:43	43				
21:44	44				
21:45	45				
21:46	46				
21:47	47				
21:48	48	110 Minuten			
21:49	49	<p>Beide versuchen erst durch Justieren von B1, dann durch weiteren Näherungsschalter B2 an hintere Endlage von Z3, das Alternieren von Z2 zu beheben.</p> <p>Beide probieren Schaltungsmöglichkeiten, um das Alternieren von Z2 zu beheben. Nach wie vor erkennen sie nicht die erforderliche Signalspeicherung.</p> <p>B versucht, das Alternieren von Z2 durch Ausfahren von Z1 bzw. Öffnen von B3 zu beheben. Er liest noch einmal die Aufgabe.</p> <p>Ein kurzer Hinweis von A auf eine Selbsthaltung wird nicht näher verfolgt. B beschließt stattdessen, einen zweiten Näherungsschalter an Z3.0 anzubauen. Er versucht, seine Idee am PC umzusetzen.</p> <p>Näherungsschalter B2 ist zur Lösung der Aufgabe nicht erforderlich.</p> <p>A erkennt die Notwendigkeit einer Signalspeicherung, die Z2 u. Z3 im Wechsel alternieren.</p> <p>Nach Rückfrage beim TL entfernen sie B2 und sprechen über die Selbsthaltungsschaltung.</p> <p>B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK1 vor Y3.</p> <p>B fragt den TL nach der Position der Selbsthaltung.</p> <p>A schlägt vor, SK2 vor B1 parallel einzuziehen, B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK2 bei B1 ein.</p> <p>B zeichnet die Selbsthaltung bei B1 mit SK2 korrekt ein.</p> <p>Beide arbeiten am Ausfahren von Z2. Sie zeichnen SK3 anstelle ÖK3 vor Y2. Nach der fehlerhaften Funktion überlegen sie an einer weiteren Lösung.</p> <p>Sie zeichnen eine Selbsthaltung mit K3 und simulieren die Funktion.</p> <p>Sie erkennen, daß das Löschen der Selbsthaltungsschaltung fehlt. A zeichnet sofort die richtige Korrektur ein.</p>	<p>B vervollständigt Schaltplan</p>		
21:50	50				
21:51	51				
21:52	52				
21:53	53				
21:54	54				
21:55	55				
21:56	56				
21:57	57				
21:58	58				
21:59	59	120 Minuten			
22:00	00	<p>Beide versuchen erst durch Justieren von B1, dann durch weiteren Näherungsschalter B2 an hintere Endlage von Z3, das Alternieren von Z2 zu beheben.</p> <p>Beide probieren Schaltungsmöglichkeiten, um das Alternieren von Z2 zu beheben. Nach wie vor erkennen sie nicht die erforderliche Signalspeicherung.</p> <p>B versucht, das Alternieren von Z2 durch Ausfahren von Z1 bzw. Öffnen von B3 zu beheben. Er liest noch einmal die Aufgabe.</p> <p>Ein kurzer Hinweis von A auf eine Selbsthaltung wird nicht näher verfolgt. B beschließt stattdessen, einen zweiten Näherungsschalter an Z3.0 anzubauen. Er versucht, seine Idee am PC umzusetzen.</p> <p>Näherungsschalter B2 ist zur Lösung der Aufgabe nicht erforderlich.</p> <p>A erkennt die Notwendigkeit einer Signalspeicherung, die Z2 u. Z3 im Wechsel alternieren.</p> <p>Nach Rückfrage beim TL entfernen sie B2 und sprechen über die Selbsthaltungsschaltung.</p> <p>B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK1 vor Y3.</p> <p>B fragt den TL nach der Position der Selbsthaltung.</p> <p>A schlägt vor, SK2 vor B1 parallel einzuziehen, B zeichnet eine Selbsthaltung für K3 mit SK2 bei B1 ein.</p> <p>B zeichnet die Selbsthaltung bei B1 mit SK2 korrekt ein.</p> <p>Beide arbeiten am Ausfahren von Z2. Sie zeichnen SK3 anstelle ÖK3 vor Y2. Nach der fehlerhaften Funktion überlegen sie an einer weiteren Lösung.</p> <p>Sie zeichnen eine Selbsthaltung mit K3 und simulieren die Funktion.</p> <p>Sie erkennen, daß das Löschen der Selbsthaltungsschaltung fehlt. A zeichnet sofort die richtige Korrektur ein.</p>	<p>B vervollständigt Schaltplan</p>		
22:01	01				

Beide Schüler lesen und erfassen die Aufgabenstellung an der Anlage. Dabei verschaffen sie sich einen differenzierten Überblick in dem sie die vorgegebene Anlage genau untersuchen. Im folgenden Arbeitsschwerpunkt planen die Schüler eine Lösung und skizzieren eine Schaltung, die bis auf die Signalspeicherung für einen magnetischen Näherungsschalter B1 alle erforderlichen Lösungselemente enthält. Beide betrachten dies als korrekte Lösung und teilen sich zielstrebig die Aufgaben. A verkabelt die Schaltung an der Anlage. B zeichnet die Schaltung am PC. Erst nach Hinweis des Testleiters greift er hierzu auf die vorgegebene Datei zurück. Als beim Ausprobieren der Anlage Zylinder 2.0 alterniert, sind beide überrascht und sprechen über die fehlerhafte Funktion ihrer Schaltung. Hierbei stellen sie die korrekte Verkabelung anhand der erstellten Skizze fest und erkennen, daß demnach Zylinder 2.0 alternieren muß.

Nachfolgend wird ihnen längere Zeit die erforderliche Signalspeicherung für B1 nicht klar. A versucht, an der Anlage ohne weitere Planung durch verschiedene Schaltungsvarianten das Alternieren von Zylinder 2.0 zu beheben. B arbeitet mit der Simulation, um durch das Ausprobieren verschiedener Schaltungsvarianten ebenfalls das Alternieren von Zylinder 2.0 zu beheben. A kommt nach seinen längeren erfolglosen Bemühungen zu B hinzu. Beide wollen durch eine vorausgehende Planung und Simulation die Aufgabe lösen.

Obwohl A eine Selbsthalteschaltung anspricht, wird dieser Lösungsgedanke nicht weiter verfolgt. Stattdessen soll ein zweiter Näherungsschalter an Zylinder 3.0 das Problem beheben. B arbeitet weiter am PC. A versucht an der Anlage diesen Lösungsgedanken umzusetzen. Er erkennt nach ca. 75 Minuten, nachdem die Zylinder 2.0 und 3.0 alternieren, die notwendige Selbsthalteschaltung. Nach Rückfrage beim Testleiter planen sie die Signalspeicherung für den Näherungsschalter B1.

Beide Schüler sind jedoch nicht umgehend in der Lage, dieses Schaltungsmuster an der richtigen Position in ihre Schaltung zu integrieren. Sie probieren erneut an der Anlage und am PC verschiedene Schaltungsmöglichkeiten aus, die jedoch nicht zum Erfolg führen. Nach 110 Minuten entwickeln sie in einer gemeinsamen Planung am PC die korrekte Schaltungslösung. Ein Fehlen des Lösens der Signalspeicherung wird umgehend erkannt und korrigiert. In wenigen Minuten kann die funktionsfähige Schaltungssimulation anhand des Schaltplans an der Anlage verkabelt werden.

Beide Schüler, die neben der Berufsschule auch in ihrem Ausbildungsbetrieb zur Elektropneumatik unterwiesen worden sind, stimmen sich beim Bearbeiten der Handlungsaufgabe sehr gut ab. Sie teilen sich untereinander die Arbeit am PC und an der Anlage auf. In ausführlichen Gesprächen verdeutlichen sie sich detailliert den jeweiligen Funktionsumfang ihrer jeweiligen Schaltungsausführung.

Ihr Vorgehen ist durch eine der praktischen Ausführung weitgehend vorausgehende Planung einzelner Arbeitsschritte gekennzeichnet. Die beiden Testpersonen A und B beschäftigten sich mit der Arbeitsaufgabe insgesamt 123 Minuten. Sie erreichen sowohl eine korrekte Simulation als auch die Verkabelung der Anlage.

Expertenbeurteilung der Gruppe 12 (III - C, D, E)

Die Schüler dieser Gruppe beschäftigen sich intensiv und längere Zeit mit der vorgegebenen Anlage und der Aufgabenstellung. Nach kurzer Zeit haben die Schüler bereits erkannt, daß die vordere Endlage von Vorbiegezyylinder 2.0 mit einem Näherungsschalter B1 erfaßt und damit ein Relais angesteuert werden muß. Sie planen schrittweise eine Lösung, die bis auf die Signalspeicherung für B1 der geforderten Anlagenfunktion entspricht. Nachdem der Zylinder 2.0 nach der anschließenden Verkabelung alterniert, erkennen sie die erforderliche Signalspeicherung. Nach umgehender vorausgehender Planung wird sie an der Anlage verkabelt. Beim anschließenden Testablauf verfährt Zylinder 2.0 nur einmal, da das Löschen der Selbsthaltungeschtaltung fehlt.

Die Schüler planen, das Löschen der Selbsthaltung durch einen zweiten Näherungsschalter B2 an der selben Position wie B1 zu verwirklichen. Beide Näherungsschalter eliminieren sich jedoch gegenseitig. Die Schüler löschen zum wiederholten Ausprobieren der Anlage die Selbsthaltungeschtaltung durch Ein- und Ausschalten des Netzteils. Diese Funktion können sie jedoch nicht korrekt in ihre bisherige Schaltungsplanung einbeziehen. Sie sind nachfolgend lange Zeit mit dem Problem des Löschens der Signalspeicherung von B1 beschäftigt. Dabei gehen ihren Lösungsversuchen an der Anlage jeweils schriftliche Lösungsskizzen voraus. Erst nachdem sie 30 Minuten an diesem Problem arbeiten erkennen sie, daß der zweite Näherungsschalter nicht erforderlich ist.

Anschließend erstellt die Gruppe eine neue Schaltplanskizze, bei der das Löschen der Signalspeicherung für B1 durch die Taster S1 und S2 erfolgt. Anschließend setzen sie diese zwar mögliche, aber etwas umständlichere Schaltung an der Anlage um und können nach 58 Minuten einen Blechstreifen biegen.

Für die Schaltungsdokumentation wird erst nach Hinweis des Testleiters die auf dem PC vorgegebene Schaltung verwendet. Die Schüler unterstützen sich gegenseitig, haben aber bei der Auswahl des Schaltzeichens für den Näherungsschalter Probleme, da dieses nicht dem in der Anlage verkabelten Bauteil entspricht. Die Simulation der in Details von der verkabelten Anlage abweichenden Schaltung funktioniert aufgrund fehlerhafter Anschlüsse von Schaltelementen durch die mangelnde Toleranz der Zeichensoftware nicht. Nachdem die Schüler längere Zeit erfolglos versuchen, die fehlerhaft angeknüpften Strompfade zu korrigieren, bricht der Testleiter die Aufgabenbearbeitung ab.

Die Gruppe kennzeichnet bei ihrem Vorgehen, daß allen Arbeitsschritten an der Anlage eine handschriftliche Skizze als Planungsunterlage vorausgeht. Die Schüler wirken beim Planen, Verkabeln und Arbeiten am PC sicher. Auffällig ist, daß sie mit einem Relais jeweils nur eine Schaltfunktion ansteuern, wie z.B. über ein Relais K3 das Öffnen von Magnetventil Y2 und über ein weiteres Relais K4 das gleichzeitige Schließen des Magnetventils Y3. Die erforderliche Signalspeicherung erkennen die Schüler umgehend. Probleme bereitet jedoch lange Zeit das diesem Schaltungsmuster zugehörige Löschen der Selbsthaltungeschtaltung. Die Möglichkeit, die Selbsthaltungeschtaltung indirekt über einen Öffner K1 zu löschen, erkennt die Gruppe nicht.

Zwei der Schüler haben neben dem Unterricht in der Berufsschule auch im Betrieb Lerninhalte zur Elektropneumatik bearbeitet. Der dritte Schüler der Gruppe hat bisher nur in der Schule Kontakt zu Lerninhalten zur Elektropneumatik. Er beteiligt sich jedoch ebenso an der Problemlösung und ist in der Lage, konstruktiv mitzuarbeiten.

9.2.3 Ergebnisse der Gruppen im Überblick

Die vorausgehend für jede Gruppe einzeln dargestellten Ergebnisse zu ihrem Lösungsvorgehen bei einer berufsnahen Handlungsaufgabe werden nachfolgend gruppenübergreifend präsentiert. Anhand einiger charakteristischer Merkmale zur Aufgabenbearbeitung entsteht so ein Gesamtüberblick über alle Gruppen. Übersicht 9.13 auf der folgenden Seite bildet hierfür die Einzelergebnisse der Gruppen zu bestimmten Merkmalen der Aufgabenbearbeitung in einer Tabelle ab. Nachfolgend werden die jeweiligen Merkmale kurz erläutert und ihre Ausprägungen vorgestellt.

Zehn der zwölf Gruppen haben die `Aufgabe gelöst`. Sie können im Verlauf ihrer Bearbeitung die vorgegebene Anlage so verkabeln, daß ein Haltewinkel gebogen werden kann. Die `Bearbeitungszeit in Minuten` gibt hierzu an, wie lange die jeweilige Gruppe insgesamt an der Aufgabenstellung arbeitet. Die durchschnittliche Bearbeitungszeit aller Gruppen beträgt ca. 111 Minuten. Die kürzeste Bearbeitungszeit mit erfolgreichem Biegen eines Haltewinkels erreicht die Gruppe 1 mit 45 Minuten. Am längsten arbeitet die ebenfalls erfolgreiche Gruppe 10 mit 162 Minuten an der Anlage.

Die `Anlagenfunktion` kennzeichnet den Steuerungsablauf des Biegevorganges hinsichtlich der Zylinderbewegungen der Biegezyylinder. Dabei entspricht der geforderte Anlagenablauf vollständig der in der Aufgabenstellung verlangten Funktion (siehe Übersicht 8.3). Dieses Ergebnis haben fünf Gruppen (1, 2, 3, 7, und 11) erreicht. Gruppe 1 hat die Anlage nach dem Fachgespräch zusätzlich für einen erweiterten Anlagenablauf verkabelt. Ein erweiterter Ablauf schließt das automatische Rückfahren des Fertigbiegezyinders (siehe Übersicht 8.2) ohne Loslassen der Taster S1 und S2 mit ein. Diese, über die Aufgabenstellung zwar hinausgehende, aber durchaus sinnvolle Lösung erreichen drei Gruppen in der Bearbeitungszeit (6, 10 und 11). Bei den Gruppen 5 und 8 verfahren die Biegezyylinder in einem zyklischen Ablauf. Hierbei kann ein Haltewinkel zwar gebogen werden. Die Biegezyylinder 2.0 und 3.0 unterbrechen ihre Verfahrbewegungen aufgrund geringer schaltungstechnischer Mängel entgegen der Vorgabe der Aufgabenstellung jedoch erst nach Loslassen der Taster S1 und S2. Das Merkmal `Anlagenfunktion nach Zeit in Minuten` gibt an, wie lange die Schüler benötigen, um die von ihnen verwirklichte Biegefunktion so zu verkabeln, damit ein Haltewinkel gebogen werden kann. Die durchschnittliche Zeit aller erfolgreichen Gruppen beträgt hierfür 79 Minuten.

Eine `deckungsgleiche Dokumentation` liegt dann vor, wenn der zur Anlagendokumentation gezeichnete Schaltplan bezüglich Schaltungslogik und verwendeter Bauteile genau der verkabelten Anlage entspricht. Eine solche Dokumentation erstellt nur die Hälfte der erfolgreichen Gruppen (1, 3, 5, 10 und 11). Die fünf weiteren Gruppen (2, 6, 7, 8 und 12) dokumentieren ihre Schaltung entweder anhand zur praktischen Ausführung unterschiedlichen Komponenten oder einer abweichenden Schaltungslogik. Im Zusammenhang mit der Art der Schaltungsdokumentation wird weiter angegeben, ob hierzu von den Schülern, wie in der Aufgabenstellung gefordert, die `vorgegebene Datei umgehend genutzt` wird. Nur vier der zwölf Gruppen (2, 7, 8 und 9) greifen im Bearbeitungsverlauf umgehend auf die in der Aufgabenstellung angegebene Datei als Vorlage für ihre Schaltungsplanung oder -dokumentation zurück. Alle anderen Gruppen müssen vom Testleiter hierauf hingewiesen werden.

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5	Gruppe 6	Gruppe 7	Gruppe 8	Gruppe 9	Gruppe 10	Gruppe 11	Gruppe 12
Aufgabe gelöst	ja	ja	ja	nein	ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja	ja
Gesamtbearbeitungszeit in Minuten ¹⁾	45	115	94	126	125	98	113	119	127	162	123	83
Anlagenfunktion	gefordert + erweitert	gefordert	gefordert	-	zyklischer Ablauf ⁶⁾	erweitert	gefordert	zyklischer Ablauf ⁶⁾	A12 ⁴⁾	erweitert	gefordert	erweitert
Anlagenfunktion nach Zeit in Minuten ²⁾	17	115	34	-	93	68	74	110	-	100	121	58
deckungsgleiche Dokumentation	ja	nein	ja	-	ja	nein	nein	nein	-	ja	ja	nein
vorgegebene Datei umgehend genutzt	nein	ja	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein
Simulation erfolgreich nach Zeit in Minuten	42	106	nein ³⁾	nein	nein	nein	nein	92	nein	nein ³⁾	119	nein ³⁾
explizites Planen des Vorgehens	nein	ja	nein	-	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja
erster Schaltungsentwurf	komplett	A12 ⁴⁾	A12 ⁴⁾	-	ZR ⁵⁾ A12 ⁴⁾	A12 ⁴⁾	A12 ⁴⁾	A12 ⁴⁾	A12 ⁴⁾	A12 ⁴⁾	A12 ⁴⁾	A12 ⁴⁾
Speicherungs- umgehend erkannt	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja
sicheres Verkabeln des Näherungsschalters	ja	nein	nein	-	ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja	ja
Elektropneumatik- ausbildung im Betrieb	nein nein	ja ja	ja ja nein	ja ja	ja nein	nein nein nein	nein nein nein	nein nein nein	nein nein nein	ja ja ja	ja ja ja	ja ja nein

1) durchschnittliche Bearbeitungszeit aller Gruppen ca. 111 Minuten

2) durchschnittliche Zeit der erfolgreichen Gruppen ca. 79 Minuten

3) beeinflusst durch softwarespezifische Probleme

4) Alternieren des Zylinders 2.0

5) Zeitrelais, angesteuert durch S1 und S2

6) zyklisch aufeinander folgende Bewegung der Zylinder 2.0 und 3.0

Übersicht 9.13: Gesamtüberblick über einige charakteristische Merkmale der Aufgabenbearbeitung für alle Gruppen

Das Merkmal `Simulation erfolgreich nach Zeit in Minuten´ kennzeichnet, ob die Schüler ihren Schaltplan am PC korrekt und funktionsfähig für einen Simulationsablauf zeichnen. Falls dies erfolgt, wird die Zeit, nach der die Simulation erfolgreich durchgeführt wird, angegeben. Von allen Gruppen gelingt jedoch nur vier Gruppen (1, 2, 8 und 11) zu ihrer Aufgabenbearbeitung zusätzlich eine erfolgreiche Schaltungssimulation anhand ihrer Zeichnung am PC. Davon planen und simulieren nur zwei Gruppen (2 und 11) weitgehend konsequent ihr Vorgehen am PC und verkabeln erst nach erfolgreicher Simulation die Schaltung. Eine weitere erfolgreiche Gruppe (12) plant ihr Vorgehen schriftlich. Die anderen Gruppen betrachten die Schaltungsdokumentation als weitgehend eigenständigen Aufgabenteil und führen sie erst nach der erfolgreichen Verkabelung der Anlage, die ohne vorausgehende Planung erfolgt, durch. Ein `explizites Planen des Vorgehens´ weist daher für die jeweilige Gruppe aus, ob ihren Handlungen an der Anlage eine schriftliche Planung vorausgeht, oder ob sie ohne erkennbare, explizite Planung eine Lösung zu verwirklichen sucht. Hierbei zeigt sich, daß nur die drei eben angesprochenen erfolgreichen Gruppen (2, 11 und 12) ihren Lösungsversuchen eine explizite schriftliche Planung vorausschicken.

Das Merkmal `erster Schaltungsentwurf´ kennzeichnet für alle Gruppen die Schaltungsfunktion, die von ihnen in ihrem ersten Lösungsversuch entwickelt und als richtige Lösung angenommen wird. Hierbei zeigt sich, daß nur die Gruppe 1 bereits im ersten Lösungszugang eine komplett richtige Schaltung entwickelt. Alle anderen Gruppen übersehen die erforderliche Signalspeicherung für ein Signal, das der ausfahrende Vorbiegezyylinder 2.0 gibt. Sie gehen dabei aber von einer korrekten Schaltungslösung aus und erwarten entgegen dem Alternieren des Zylinders 2.0 einen voll funktionsfähigen Anlagenablauf. Das Kürzel A12 gibt dies an. Nur eine weitere Gruppe (12) erkennt neben der Gruppe 1 im Anschluß an ihren ersten erfolglosen Ansteuerungsversuch umgehend die erforderliche Selbsthalteschaltung für das Signal des magnetischen Näherungsschalters auf Zylinder 2.0. Alle weiteren Gruppen erkennen längere Zeit nicht, daß dieses Schaltungsmuster hier benötigt wird oder es gelingt ihnen nicht, es in ihre Schaltung zu integrieren. Nur acht Gruppen (1, 5, 6, 7, 8, 10, 11 und 12) gelingt weiter ein `sicheres Verkabeln des Näherungsschalters´, der von ihnen eingesetzt wird. Drei Gruppen (2, 3 und 9) haben mit dem Anschließen dieses Bauteils Probleme. Nur Gruppe 4 ist sich nicht bewußt, daß ein magnetischer Näherungsschalter zur Aufgabenlösung zwingend benötigt wird.

Über die eben skizzierten Merkmale zur Bearbeitungssituation hinaus gibt die Übersicht 9.13 durch Einzelnennungen für die Schüler entsprechend der Reihenfolge ihrer Ordnungsbuchstaben an, ob die Schüler eine `Elektropneumatikausbildung im Betrieb´ zusätzlich zum Unterricht in der Berufsschule durchlaufen haben. Wie bereits in Kapitel 8.2 angedeutet, haben von den 28 beobachteten Schülern 13 Schüler neben dem Berufsschulunterricht an elektropneumatischen Anlagen gearbeitet. Aus den Angaben der Schüler in den Fachgesprächen wird von ihnen der Einfluß der betrieblichen Elektropneumatikausbildung auf die Bearbeitung der in Anlehnung an den Unterricht konstruierten Aufgabenstellung weitgehend als gering eingestuft. Eine Abschätzung und Beurteilung dieses Aspektes erfolgt zusätzlich in Kapitel 10.3.

Neben den hier im Überblick dargestellten Einzelergebnissen muß festgestellt werden, daß die Schüler weitgehend ein geringes bis nicht vorhandenes Sicherheitsverhalten bei der Aufgabenbearbeitung zeigen. Sie arbeiten oft bei eingeschaltetem Strom an der Anlage und verkabeln die offenen Steckkontakte der Stromleitungen unter Spannung. Die niedrige Sicherheitsspannung

von 24 Volt, mit der die zur Bearbeitung herangezogene Biegevorrichtung ebenso wie die im Unterricht verwendeten Elektropneumatikanlagen betrieben werden, beugt zwar einem Unfallrisiko vor. Jedoch kann dieses unsachgemäße und unachtsame Verhalten zumindest in der beruflichen Alltagssituation zu ernststen Gefahrensituationen durch nicht vorhersehbare Anlagebewegungen führen. An Industrieanlagen teilweise übliche höhere Spannungen bergen ein weiteres Gefahrenpotential.

Die zur Schaltungsdokumentation eingesetzte Zeichensoftware (SIMUCAD), die ein Simulieren von Schaltungsfunktionen erlaubt, zeigt sich in einigen Bereichen als wenig eingabe- und fehlertolerant. So müssen die Strompfade bei der Verbindung von elektrischen Leitungen zeichnungstechnisch punktgenau und äußerst präzise angeknüpft werden. Ein größerer Toleranzbereich würde die Handhabung der Software in diesem Bereich erheblich erleichtern und die sich bei drei Gruppen (3, 10 und 12) hieraus ergebenden Fehler verringern. Weitere Gruppen sind bereits durch umfangreiche Vorerfahrungen mit diesen Eigenheiten des Programms vertraut und verwenden zur Fehlervermeidung einen hohen Grad an Aufmerksamkeit, der sich in einem erhöhten Zeitbedarf bei der Schaltungsplanung und -dokumentation widerspiegelt. Zusätzlich zeigt sich bei einer Gruppe die Unterscheidung des Programms zwischen Klein- und Großbuchstaben bei der Kontaktbezeichnung von elektrischen Anschlüssen als problematisch. Eine korrekte Ansteuerung der mit K und k unterschiedlich angesprochenen Schaltungskomponenten wird dadurch unterbunden. Eine DIN-gerechte, tolerante Eingabeakzeptanz durch Nichtunterscheidung zwischen Klein- und Großschreibung kann auch hier Fehler vermeiden helfen.

Die in den vorausgehenden Kapiteln vorgestellten Ergebnisse zum Untersuchungsschwerpunkt 'Lösungsvorgehen von Schülern bei einer Handlungsaufgabe' werden im Kapitel 10.3 einer individuellen Beurteilung unterzogen und in Kapitel 10.4 in Bezug zum Untersuchungsschwerpunkt 'Verlaufsuntersuchung eines handlungsorientierten Unterrichts' gebracht.

10 Beurteilung der Ergebnisse

Gegenstand der durchgeführten Untersuchung ist ein handlungsorientiertes Unterrichtsvorhaben in der Berufsschule. Betrachtet werden Konzeption und Verlauf des Unterrichts sowie die Bearbeitung einer Handlungsaufgabe durch Schüler im Anschluß an diesen Unterricht. Das Forschungsvorhaben dokumentiert die exemplarische Lernarbeit einer Schülergruppe dieses Unterrichts und beurteilt daran anschließend den Unterrichtsversuch im Hinblick auf die Einlösung von handlungsorientierten Unterricht kennzeichnenden Merkmalen. Hierbei werden inhaltliche, ablaufbezogene und lernprozeßspezifische Kriterien beleuchtet. Als Ergebnisteile zu dieser Verlaufsuntersuchung liegen neben der detaillierten, exemplarischen Beschreibung des Unterrichtsablaufs (siehe als Beispiel Kapitel 9.1.1) eine inhalts- und ablauforientierte Unterrichtsanalyse (siehe Kapitel 9.1.2) und eine kriterienorientierte Lernprozeßanalyse (siehe Kapitel 9.1.3) vor. Ein weiterer Schwerpunkt der Forschung betrachtet, wie Schüler eine berufsnah Handlungsaufgabe im Anschluß an den durchlaufenen Unterricht bearbeiten (siehe Kapitel 9.2). Hierbei wird das Vorgehen der Schüler nachgezeichnet und einer Beurteilung unterzogen. Die vielfältigen methodischen Zugänge und Auswertungsebenen eröffnen ein differenziertes Bild vom Untersuchungsgegenstand. Um aus den verschiedenen Ergebnisteilen zu allgemeinen Aussagen zur Gestaltung und Lernwirksamkeit des beobachteten Unterrichts zu gelangen, werden diese zuerst eigenständig interpretiert, anschließend aneinander gespiegelt und einer übergreifenden Beurteilung zugeführt.

Kapitel 10.1 interpretiert die gewonnenen Ergebnisse der Verlaufsuntersuchung des Unterrichts bezogen auf die inhaltlich-organisatorischen Merkmale eines handlungsorientierten Unterrichts, wie sie Kapitel 3.3.3 vorstellt. Einbezogen werden hierbei die konzeptionellen Vorgaben und Rahmenbedingungen für den Unterricht sowie gewonnene Erkenntnisse zum Unterrichtsablauf, die bezogen auf die herangetragenen Merkmale zu Qualitätsaussagen führen. Kapitel 10.2 interpretiert die Ergebnisse der kriterienorientierten Lernprozeßanalyse. Die Interpretation des Schülervorgehens beim Lösen der Handlungsaufgabe erfolgt in Kapitel 10.3. Die abschließende übergreifende Interpretation versucht in Kapitel 10.4 alle Ergebnisteile in einer Gesamtbeurteilung zusammenzuführen.

10.1 Beurteilung der inhaltlich-organisatorischen Merkmale der Unterrichtskonzeption

Handlungsorientierter Unterricht unterscheidet sich erheblich von traditionellen Unterrichtsformen. Ein solches Unterrichtskonzept erfordert jedoch ebenso konzeptionelle Richtlinien, die der Lehrkraft einen Orientierungsrahmen für Inhalte und Organisation des Unterrichts liefern. Für die nachfolgende Beurteilung des beobachteten Unterrichts, der bereits eine mehrjährige Entwicklung durchlaufen hat, werden die in Kapitel 3.3.3 vorgestellten Merkmale für handlungsorientierten Unterricht herangezogen. Demnach muß ein solcher Unterricht in der Berufsschule eine komplexe Aufgabenstellung in einem komplexen Lerngebiet beinhalten und handlungssystematisch durchlaufen werden. Das Lernen erfordert Freiheitsgrade und die Selbststeuerung der

Schüler, die in einem integrierten Fachunterrichtsraum gleichzeitig Theorie- und Praxisarbeit verbinden können. Handlungsorientierter Unterricht muß eine innere Differenzierung gewährleisten und kooperatives und kommunikatives Lernen fördern, bei dem der Lehrer eine beratende Rolle einnimmt. Leistungskontrollen sollen in entsprechender, integrativer Formen stattfinden.

Beurteilungsaspekt "**Komplexe Aufgabenstellung und Lerngebiet**":

Die Unterrichtskonzeption umspannt über drei Jahrgangsstufen und Schulhalbjahre mit einer vorgesehenen Stundenzahl von 114 Unterrichtsstunden ein äußerst komplexes Lerngebiet, das zeitlich sehr langfristig bearbeitet wird und daher eine besonders hohe Kontinuität bezüglich eines fächerübergreifenden und handlungsorientierten Arbeitens aufweist. Steuerungstechnik-Lerninhalte zur Pneumatik und Elektropneumatik aus den Fächern Praktische Fachkunde, Fachtheorie, Technisches Zeichnen / Arbeitsplanung sind integriert. Zudem werden Datenverarbeitungskennntnisse gefördert. Die in einzelnen Lerneinheiten thematisch gebündelten Lernziele werden an Aufgaben vermittelt, die berufsspezifische Problemstellungen beinhalten. Ihre Darstellung erfolgt abstrakt anhand von Schaltplanzeichnungen und Ablaufbeschreibungen. Konkrete Steuerungsabläufe in realen Einsatzgebieten, die einen erheblichen organisatorisch und gerätetechnischen Aufwand erfordern würden, werden nicht präsentiert. Die Aufgaben im beobachteten Unterricht greifen Ausschnitte aus berufstypischen Einsatzbereichen der Elektropneumatik, wie z.B. Spann- und Zuführungsaufgaben auf. Die Aufgabenstellungen umfassen vielschichtige Aspekte und Problemfelder möglicher Einsatzbereiche der Elektropneumatik. Zwar kann in diesem Zusammenhang nicht von typischen Berufssituation gesprochen werden, sie weisen jedoch trotz ihrer relativ abstrakten Darbietung einen deutlichen Praxisbezug für die Schüler auf.

Obwohl der Komplexitätsgrad der Steuerungsaufgaben in diesem Unterricht in Bezug zur Realität als gering eingestuft werden kann, ist dieser für die Schüler aufgrund nicht oder kaum vorhandener Vorkenntnisse und Vorerfahrungen aus den Ausbildungsbetrieben erheblich. Die Aufgaben stellen eine Herausforderung dar, der Komplexitäts- und Schwierigkeitsgrad ist angemessen. Zudem wird durch eine gegenüber der Realität verringerten Komplexität der Gefahr zu begegnen versucht, auf Kosten einer stark abarbeitungsbetonten praktischen Tätigkeit am Lerngegenstand einen nur oberflächlichen Zugang zu Theorieinhalten zu suchen und ihre tiefgehende Bearbeitung und Durchdringung zu verwässern. Handlungsziele der Lerneinheiten sind funktionsfähige Schaltungen mit didaktisch aufbereiteten Industriekomponenten inklusive Schaltplan und Funktionsbeschreibung sowie die Dokumentation der Lernarbeit in der Lerneinheit. Obwohl diese Handlungsziele weniger situativ erscheinen, müssen die Schüler zu ihrer Lösung berufstypische Handlungsstrategien entwickeln. Sie sollen sich tiefgehend mit der hinter den Aufgabenstellungen liegenden Theorie auseinandersetzen. Die Aufgabenbearbeitung fordert aktiv handelnde Problemlöseversuche und einen Planungsaufwand der Schüler, bei denen auch übergreifende methodische Qualifikationen erlernt werden.

Die einzelnen Schaltungsaufgaben der Elektropneumatik-Lerneinheiten beinhalten alle den selben geforderten Steuerungsablauf mit zwei Zylindern, das Anheben und Verschieben eines Werkstücks. Sie bauen aufeinander auf, greifen jeweils die vorausgehende Steuerungsaufgabe auf und realisieren den Funktionsablauf anhand unterschiedlicher Bauteile und veränderter Schaltungslogik. Die verschiedenen Schaltungsfunktionen und unterschiedlichen Bauteile ließen sich auch an jeweils eigenständigen Handlungsaufgaben in einer komplexeren Gesamtschaltung

integrieren und als übergeordnetes Unterrichtsziel zusammenführen. Ein Beispiel einer solchen übergeordneten Aufgabenstellung in einer konkreten Anwendungssituation dokumentieren für einen ähnlichen Elektropneumatikunterricht BERKMILLER (1996) und SCHLEICH (1996).

Beurteilungsaspekt "**Handlungssystematisches Vorgehen**":

Ein handlungssystematisches Vorgehen erfordert ein Ausrichten des Unterrichtsablaufes an der Handlungslogik einer zugrundeliegenden Aufgabenstellung. Im beobachteten Unterricht sind alle wichtigen, im Lehrplan vorgesehenen Lernziele und -inhalte entlang der Steuerungsaufgaben in den jeweiligen Lerneinheiten angeordnet und sinnvoll in einen Arbeitsablauf integriert. Die Aufgabenbearbeitung richtet sich an einer funktionsfähigen elektropneumatischen Steuerung als Handlungsziel aus. Lernziele, wie die im Lehrplan im Zusammenhang mit der Steuerungstechnik vorgesehenen Druck-, Flächen- und Volumenberechnungen werden konsequenterweise bei der Konzeptionierung des Unterrichts weggelassen, da sie sich nicht sinnvoll in die voraussichtliche Bearbeitung der im Mittelpunkt stehenden Arbeitsaufgabe integrieren lassen.

Die Erarbeitung von theoretischen Inhalten zu den verwendeten Bauteilen und ihrer schaltungslogischen Verknüpfung erfolgt konsequent vor dem Hintergrund der Steuerungsaufgabe. Das problem- und zielgerichtete Vorgehen der Schüler ist theoriehaltig, es deckt weite Lernzielbereiche ab und versucht, den Zusammenhang zwischen Theorie und Praxis zu verdeutlichen. Durch die Aufgabenstellungen unterliegen die Lernenden oft der Notwendigkeit, sich mit theoretischen Inhalten auseinanderzusetzen, um die praktischen Problemstellungen lösen zu können. Eine entsprechend hohe Motivationslage der Schüler geht aus den Aufgabenstellungen hervor, die von einem problemorientierten Planen, Entscheiden und Ausführen mit selbständigem Beurteilen der Ergebnisse geprägt sind.

Den von allen Schülern zu bearbeitenden Steuerungsaufgaben gehen für leistungsschwächere Schüler darauf hinführende Lernsequenzen voraus. Diese wiederholen für die Steuerungsaufgabe erforderliche allgemeine Grundlagen z.B. zur Elektrotechnik und bereits gelernte Inhalte zur Steuerungstechnik und vertiefen sie an vorwiegend fachsystematisch gegliederten Aufgaben. Mit diesem geringeren Anforderungsniveau sollen leistungsschwächere Schüler anhand von hinführenden, vorwiegend theoretischen Lerninhalten an die Steuerungsaufgabe herangeführt werden. Obwohl hier keine handlungssystematische Vorgehensweise zugrunde liegt, scheinen diese Differenzierungsmöglichkeiten ein geeigneter Weg, um auch leistungsschwächeren Schülern die lerneffektive, handlungssystematische Bearbeitung der komplexen Steuerungsaufgabe auf einer entsprechenden Wissensgrundlage zu ermöglichen. Ein wenig übersichtliches Schema zur Ablaufsystematik in den Leittexten versucht, den Schülern als Leitlinie für ihre Lernarbeit zu dienen. Die getroffene Nummernzuweisung der Lernertexteile ist eher verwirrend (siehe Anhang, S. 273), da sie nicht dem ansteigenden Schwierigkeitsgrad und damit der Reihenfolge der Bearbeitung entspricht. Optimierungsvorschläge hierzu, die gleichzeitig zur Arbeitsprotokollierung verwendet werden können, finden sich im Anhang (S. 301), bei SCHAUHUBER (1995, S. 71) und ENGERER (1997, Anhang-S. 38).

Beurteilungsaspekt "**Integrierter Fachunterrichtsraum**":

Für den Steuerungstechnikunterricht steht an der Berufsschule Weilheim ein integrierter Fachunterrichtsraum zur Verfügung (siehe Übersicht 5.2 u. 7.3), der für das Unterrichtskonzept und die

Klassengröße nahezu ideale Voraussetzungen bietet. Die Lernumgebung ermöglicht in diesem Unterricht ein Optimum zwischen störungsarmer Theorie- und realitätsnaher Praxisarbeit, da an fünf identisch ausgestatteten Elektropneumatik-Arbeitsbereichen ein praktisches Umsetzen der theoretischen Überlegungen an realitätsnahen Geräten unmittelbar und ohne Störeinflüsse oder Beeinträchtigung anderer oder durch andere erfolgen kann. Der geschlossene Charakter der Arbeitsbereiche macht ein direktes räumliches Nebeneinander von Theorie und Praxis möglich (siehe Übersicht 7.3). Auftretende Druckluftgeräusche der arbeitenden Steuerungen beeinträchtigen das Lernen anderer Schüler(-gruppen) nicht. Andere Störemissionen treten in diesem Lerngebiet nicht auf.

Die reichhaltige Medienausstattung der Arbeitsbereiche mit realitätsnahen Geräten, PC mit verschiedener Anwendersoftware und entsprechendem Lern- und Informationsmaterial orientiert sich generell an berufstypischen Realsituationen, Standardkomponenten und Herstellerunterlagen. Sie ist den Erfordernissen des Unterrichts angepaßt, wengleich die didaktisch zwar vorwiegend gering reduzierten Elektropneumatik-Industriekomponenten berufliche Realsituationen nur annähernd abbilden. Das auf den Rechnern vorhandene Zeichen- und Simulationsprogramm unterstützt theoretisches und praxisbezogenes Lernen, da es Funktionsabläufe simulativ, schrittweise und verlangsamt abbilden kann. Softwareschwächen erschweren jedoch die Handhabung des Programms. Die Textverarbeitungssoftware führt zu einem erweiterten Kenntniserwerb am PC. Eine Verlagerung der Steuerungstechnik im Schuljahr 1994/95 in einen größeren Fachunterrichtsraum optimiert die Gegebenheiten weiter (vgl. näher ENGERER 1997, S. 21ff.).

Beurteilungsaspekt "**Innere Differenzierung**":

Die Unterrichtskonzeption im Lerngebiet Steuerungstechnik ermöglicht den Schülern ein weitgehend vom Lehrer unabhängiges Vorgehen gemäß ihrer eigenen Lerngeschwindigkeit, da in diesem Unterricht keinerlei frontalunterrichtliche oder darbietende Phasen geplant sind. Eine tendenziell leistungshomogene Gruppenzusammensetzung führt dazu, daß leistungsstarke und leistungsschwächere Schüler entsprechend ihrem eigenen Lerntempo vorgehen können. Hierbei entspricht das eigene Lerntempo weitgehend dem der Lernpartner in der Gruppe. Die Arbeitsleistungen werden in etwa gleich verteilt. Dadurch ist jedem einzelnen Schüler sowohl innerhalb seiner Gruppe als auch im Verhältnis zu anderen Gruppen ein individueller Lernprozeß möglich. Die hohe Differenzierungsbreite in den einzelnen Lerneinheiten ermöglicht vor allem auch leistungsschwächeren Schülern, die in einem herkömmlichen Unterricht durch das für sie oft zu hohe Durchschnittsniveau nicht erreicht werden, einen Zugang zu den Lerninhalten. Der Lehrer kann sich gerade dieser Schülergruppe stärker zuwenden und sie individuell fördern, da die leistungsstärkeren Schüler sehr viel weniger Betreuungsaufwand erfordern und weitgehend selbständig arbeiten.

Die Lerneinheiten beinhalten jeweils Lerntextteile mit einem abgestuften Schwierigkeitsniveau. Heranführende, vorwiegend fachwissenschaftlich geplante Wiederholungs- und Vertiefungssequenzen arbeiten Grundlagen auf und bereiten insbesondere lernschwächere Schüler auf die eigenständige Bearbeitung der handlungssystematischen Steuerungsaufgabe mit den zentralen Lernzielen der jeweiligen Lerneinheit vor. Dabei verringert sich der Konkretheitsgrad der Aufgabenformulierungen, sie fordern zunehmend eine eigenständig geplante Bearbeitung der Steuerungsaufgabe. Leistungsstarke Schüler können unmittelbar in die Bearbeitung dieser

Aufgabe einsteigen. Im beobachteten Unterricht zeigt sich, daß durch diese Vorgehensweise auch sehr leistungsschwache Schüler befähigt werden, zumindest einfachere Steuerungsprobleme selbständig zu bearbeiten und zu einer Lösung zu gelangen.

Beurteilungsaspekt "**Kooperatives und kommunikatives Lernen**":

Der Klassenverband im beobachteten Unterricht ist aufgelöst, frontalunterrichtliche Einheiten sind nicht geplant. Die Schüler arbeiten in Gruppen zwischen zwei und vier Personen zusammen, die bereits im vorausgehenden 11. Schuljahr ein Team bildeten. Auch Einzelarbeit wäre möglich, alle beobachteten Schüler bevorzugen jedoch eine Zusammenarbeit in der Gruppe. Die Gruppenzusammensetzung erfolgt auf freiwilliger Basis in der 10. Klasse, dem ersten Schulhalbjahr zur Steuerungstechnik. Schülerinitiierte Veränderungen sind möglich. Im Laufe der Lernarbeit finden sich häufig ohne fremden Einfluß leistungsähnliche Schüler zu Arbeitsgemeinschaften zusammen und bilden neue Koalitionen. Der Lehrer greift zur Optimierung im Unterrichtsverlauf nur dann regulierend ein, wenn die Leistungsunterschiede seiner Meinung nach zu groß sind und sich die Veränderungen einvernehmlich mit den betroffenen Schülern durchführen lassen. Für den beobachteten Unterricht zeigt sich, daß leistungshomogene Gruppen zur relativ gleichmäßigen Verteilung der Aufgaben und Lernarbeit in der Gruppe führen. Gruppenphänomene wie z.B. ein überaktiver Schüler, der durch seine Dominanz andere überdeckt, oder 'Trittbrettfahrertum' treten kaum auf, da sich alle Schüler aktiv am Fortschritt der Lernarbeit beteiligen müssen und so einer vorwiegend passiven Haltung einzelner, meist schwächerer Gruppenmitglieder entgegenwirkt wird.

Die beobachtete, aus vier Schülern zusammengesetzte Gruppe teilt sich bei der Aufgabenbearbeitung meist in zwei Teilgruppen auf, um eigenständige Arbeitsaufträge wie das Aufbauen der Schaltung oder ihre Dokumentation am PC zu übernehmen. Dadurch ist in einer Lerneinheit nicht gewährleistet, daß jeder Schüler die vorgegebenen Aufgaben und Lerninhalte selbst bearbeitet. Eine paarweise Gruppenzusammensetzung würde dem entgegenwirken.

Die Aufgabenstellungen mit weitgehenden Freiheiten bei ihrer Bearbeitung und die hierzu nötige Informationsbeschaffung erfordern die Zusammenarbeit der Schüler und ihren gegenseitigen Austausch. Anstehende Arbeitsaufgaben müssen in der Gruppe in sozialer und sachbezogener Interaktion eigenverantwortlich verteilt, übernommen und koordiniert werden.

Beurteilungsaspekt "**Selbststeuerung und Freiheitsgrade**":

Die jeweiligen Lerneinheiten des Unterrichts strukturieren Leittexte, die Aufgaben, Informationsmaterial und Lernziele enthalten (siehe Anhang, S. 272ff.). Die auf die zentrale Aufgabenstellung in der Steuerungsaufgabe (Lerntextteil 2) vorbereitenden Lerntextteile 1 und 3 mit ihrer vorwiegend fachsystematisch organisierten Wissensaneignung von Grundlagenwissen kennzeichnet eine relativ enge und direktive Führung des Lernenden durch klare und eingegrenzte Aufgaben und Arbeitsanweisungen. Bei den Steuerungsaufgaben steht eine übergeordnete Schaltungsaufgabe im Mittelpunkt, die durch einzelne Aufgabenstellungen näher präzisiert wird. Sie erfordert von den Schülern einen Planungsaufwand bezüglich Lösungsvorgehen und möglicher Aufgabenverteilung. Das geforderte Endprodukt einer Lerneinheit umfaßt eine funktionsfähige Schaltung, einen Schaltplan mit korrektem Simulationsablauf am PC und eine Funktionsbeschreibung. Die zeitlichen Rahmenbedingungen mit nur zwei Unterrichtsstunden pro Woche

lassen eine Aufgliederung übergeordneter Problemstellungen in kleinere, in diesen Zeiteinheiten sinnvoll bearbeitbare Teilaufgaben als vernünftig erscheinen. Sie gibt den Schülern einen Orientierungsrahmen für ihre Bearbeitung vor und ermöglicht ihnen an den meisten Unterrichtstagen ein Erfolgserlebnis durch eine erfolgreich bearbeitete Teilaufgabe.

Insbesondere bei der Bearbeitung der Steuerungsaufgabe können die Schüler weitgehend eigenverantwortlich ihren Lernprozeß organisieren, gestalten und Entscheidungssituationen durchlaufen, in denen sie ihre individuellen Bearbeitungswege festlegen. Für die Aufgabenstellungen und Handlungsziele sind meist mehrere Lösungen bezüglich Bauteilauswahl und Schaltungskonzeption denkbar. Freiheitsgrade und Handlungsspielräume werden von den Schülern wahrgenommen und sinnvoll genutzt, indem sie die zu bauenden Schaltungen teilweise erweitern oder abändern.

Nach Durchlaufen der Lerneinheit sind die Schüler zur selbständigen Wissenskontrolle angehalten. In dieser Phase reflektieren sie anhand vorgegebener Lernziele den von ihnen erreichten Kenntnisstand. Eine eigenverantwortliche Wiederholung und Auffrischung einzelner Lernziele ist hierbei angestrebt. Die Lernenden gehen nach dieser Phase auf den Lehrer zu und absolvieren auf eigene Initiative den Abschlußtest zu jeder Lerneinheit. Im begleiteten Unterricht durchläuft die beobachtete Schülergruppe diese stark selbstgesteuerte Phase allerdings nur in einer von vier bearbeiteten Lerneinheiten.

Die Bearbeitung einer Lerneinheit mündet in eine Dokumentation, in der die Lernenden gemeinsam die neben den praktischen Ausführungen geforderten Aufgaben schriftlich fixieren. Bei der Gestaltung dieser Arbeitsergebnisse können die Schüler zu ihrer Verdeutlichung zusätzlich Bilder oder Beschreibungen aus vorliegenden Lernunterlagen aufnehmen. Geforderte Funktionsbeschreibungen lassen sich mit einem Textverarbeitungsprogramm am PC erstellen oder können handschriftlich ausgeführt werden. Diese Arbeitsdokumentation wird als Lernunterlage für alle Gruppenmitglieder kopiert. Die hierbei bestehenden Freiheiten machen ebenfalls eine selbständige Planung der Vorgehensweise erforderlich.

Beurteilungsaspekt "**Beratende Lehrerrolle**":

Der Lehrer tritt in diesem Unterricht als Berater der Lernvorgänge in den Hintergrund und überläßt den Schülern weitgehend selbst die Steuerung ihrer Lernprozesse. Er reagiert flexibel auf nicht vorhersehbare, detaillierte Fragen, Situationen und Probleme. Dabei vermeidet er meist die Präsentation vorgefertigter Lösungen, begleitet beratend den gesamten Lernprozeß und versucht, die Schüler in die Lage zu versetzen, eigene Lösungswege zu finden. Er zeichnet sich hierbei durch eine hohe Toleranzschwelle bezüglich seines Eingreifens in die Lernarbeit der Schüler aus. Dieses 'Ertragen-Können' von Situationen, die den eigenen Vorstellungen nicht entsprechen, aber trotzdem zum Ziel führen können, ist für die Beraterrolle eines Lehrers im handlungsorientierten Unterricht sehr wichtig. Für die Schüler können dadurch bei ihrer Lernarbeit auch Fehler bedeutsam werden. Der Lehrer unterbricht sie nicht an ungeeigneten Punkten ihrer Lernarbeit, sie müssen dadurch selbständiger und konstruktiver arbeiten. Demgegenüber steht der Lehrer ständig als Berater und Ansprechpartner zur Verfügung und wird vor allem dann aktiv, wenn die Schüler Fragen an ihn richten oder Unterlagen von ihm anfordern.

Durch Fachgespräche an wichtigen Punkten des Lernprozesses stützt der Lehrer das Lernen der Schüler, ohne in die Rolle des Wissensvermittlers zu schlüpfen. Die Lernenden erhalten durch

diese Gespräche wichtige Rückmeldungen über ihren Lernstand. In Phasen, in denen die Schüler bei ihrer Lernarbeit nicht vorwärts kommen, greift der Lehrer nicht oder oft sehr spät ein, um sie zu einer weitgehend selbständigen Bearbeitung zu zwingen. Dadurch treten teilweise längere ineffektive Unterrichtsphasen auf, in denen die Schüler relativ orientierungslos hantieren und durch einen unterstützenden Anstoß erneut motiviert und auf den richtigen Weg gebracht werden könnten. In den Fachgesprächen versucht der Lehrer sicherzustellen, daß der praktischen Ausführung eine theoriegeleitete Planung vorausgeht. Nicht immer fordert der Lehrer dies mit genügend Nachdruck ein, da die Schüler häufig auch ohne die vorausgehende Planung ohne vorliegende Schaltungsskizze mit dem Aufbauen der Schaltungen beginnen.

Die Unterrichtskonzeption im Lerngebiet Steuerungstechnik mit seinen Lerninhalten, Arbeitsabläufen und der geteilten Klasse ermöglicht, daß nur eine Person, hier ein Lehrer des höheren Dienstes, das Unterrichtsvorhaben betreut. Die praktischen Problemstellungen machen es hier nicht erforderlich, einen speziell im praktischen Bereich ausgebildeten Lehrer des gehobenen Dienstes hinzuzuziehen.

Beurteilungsaspekt "**Integrative, offene Leistungsfeststellung**":

Die Leistungsfeststellungen in dieser Unterrichtskonzeption berücksichtigen die Qualität der nachgewiesenen Kenntnisse und abgelieferten Arbeiten, darüberhinaus den Lernfortschritt und somit das erreichte Kenntnisniveau der Schüler am Ende eines Schulhalbjahres. Die regelmäßig in den Lerneinheiten neben den Fachgesprächen stattfindenden Leistungskontrollen können von den Lernenden weitgehend streßfrei durchlaufen werden, da sie vorwiegend auf eigene Initiative und im Bewußtsein ihrer eigenen Kompetenzen ihren Kenntnisstand nachweisen. Die Leistungskontrollen entsprechen von ihren Inhalten und ihrem Ablauf weitgehend dem ganzheitlichen Ansatz eines handlungsorientierten Unterrichts. Sie umschließen ähnlich wie im Unterricht meist theoretische als auch praktische Lerninhalte und verbinden diese miteinander. Die Leistungskontrollen sind für die Schüler transparent, da ihr Modus vorher offengelegt wird. Sie bieten die Möglichkeit zu offenen, sozialen Interaktionen, bei denen der Lehrer seine Benotung plausibel begründet und die Schüler zum Teil in die Notengebung mit einbezieht.

In Weilheim wird im Lerngebiet Steuerungstechnik eine Schulaufgabe als Handlungsaufgabe durchgeführt (siehe Kapitel 9.1.2.1 u. vgl. SCHELTEN, RIEDL, TENBERG, SCHAUHUBER, SIEGERT 1995, S. 49ff.). Die Qualität dieser Schulaufgabe ergibt sich aus der Verbindung von theoretischen Vorüberlegungen und Planungsarbeiten mit ihrer anschließenden Realisierung im praktischen Ausführen und Handeln. Hierbei berücksichtigt sie im Gegensatz zu 'Papier-und-Bleistift-Tests' oder rein praktischen Aufgabenstellungen die integrative Vorgehensweise im Unterricht und nähert sich mit dieser Form der Leistungserhebung der beruflichen Realität.

Zusammenfassung: Das bereits seit mehreren Schuljahren erprobte und weitgehend handlungsorientiert vorgehende Unterrichtsvorhaben in Weilheim verkörpert einen hohen Entwicklungsstand. Es umfaßt zeitlich langfristig ein komplexes Lerngebiet zur Steuerungstechnik. Dies führt für die Lernenden zu einer besonders hohen Kontinuität von fächerübergreifendem und handlungsorientiertem Arbeiten. Teilweise beeinträchtigend wirken die sehr kurzen Lernsequenzen von nur 90 Minuten pro Woche und damit die häufigen Unterbrechungen der Lernarbeit.

In einem für das Lerngebiet nahezu optimal ausgestatteten Fachunterrichtsraum bearbeiten die Schüler berufsnahe Problemstellungen mit geeignetem Komplexitäts- und Schwierigkeitsgrad. Neue Lerninhalte werden an theoriehaltigen Problemstellungen konsequent handlungssystematisch erarbeitet, der Bezug zwischen Theorie und Praxis ist durch die Unterrichtskonzeption weitgehend gegeben. Vertiefende und wiederholende Lernsequenzen für leistungsschwächere Schüler sind vorwiegend fachsystematisch aufbereitet. Handlungsziele im Unterricht sind praxisnahe elektropneumatische Steuerungen, die reale Funktionsabläufe mit didaktisch geringfügig aufbereiteten Industriekomponenten der Firma FESTO symbolisch abbilden. Die Komplexität des Unterrichts und seine Realitätshaltigkeit ließen sich durch ein Zusammenführen einzelner Schaltungen der Lerneinheiten zu einer übergeordneten Gesamtsteuerungsaufgabe an einer konkreten Anwendungssituation weiter steigern.

Der Unterricht ermöglicht einen sehr hohen Grad an innerer Differenzierung. Da die leistungsstarken Schüler weitgehend selbständig arbeiten, profitieren insbesondere leistungsschwächere Schülern davon, daß sich der Lehrer ihnen stärker zuwenden kann. Das Lernen erfolgt kooperativ und kommunikativ in leistungshomogen zusammengesetzten Gruppen, in denen sich die Lernenden mit ähnlicher Aktivität an der Lernarbeit beteiligen. Im Unterricht sind Gruppengrößen zwischen zwei und vier Personen möglich. Durch die meist paarweise Zusammenarbeit der Schüler und Übernahme einzelner Aufgabenteile ist eine Bearbeitung aller Aufgabenstellungen durch jeden einzelnen Schüler nicht sichergestellt.

Die Aufgabenbearbeitung durchlaufen die Schüler vorwiegend selbstgesteuert. Eine grobe Vorstrukturierung der Lernarbeit nehmen Leittexte vor, die Aufgabenstellungen, Informationen zu den Lerninhalten und die Lernziele enthalten. Auf dem Weg zu den Handlungszielen des Unterrichts bieten sich den Schülern Freiräume zur Gestaltung ihrer Lernarbeit bezüglich Lernweg und -inhalt. Der Lehrer nimmt sich weitgehend zurück, er verkörpert nahezu ideal die von ihm in einem solchen Unterricht geforderte Berater- und Expertenrolle. In den Fachgesprächen, in denen er den Schülern wichtige Rückmeldungen über ihren Lernstand gibt, müßte der Zusammenhang zwischen theoretischer Planung und praktischer Ausführung noch stärker betont und eingefordert werden, da Schüler teilweise ohne vorausgehende Planung Schaltungen aufbauen. Leistungskontrollen in diesem Unterricht entsprechen dem integrativen Unterrichtsvorgehen, da sie theoretische mit praktischen Inhalten verbinden. Sie sind für die Schüler transparent und eröffnen weitere Möglichkeiten zur offenen, sozialen Interaktion.

10.2 Beurteilung des Lernverlaufs im Unterricht

Die nachfolgende Interpretation beurteilt die im Unterricht ablaufenden Lernprozesse. Hierbei finden insbesondere die Ergebnisteile der Kapitel 9.1.2 und 9.1.3 Eingang, die eine inhalts- und ablauforientierte Unterrichtsanalyse sowie eine kriterienorientierte Lernprozeßanalyse umfassen. Die theoretische Grundlage für die Diskussion und Kommentierung dieser Ergebnisse bilden die in Kapitel 3 skizzierten Überlegungen zu einem Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. Demnach muß ein konstruktivistisch orientierter Lernprozeß aktiv, selbstgesteuert, konstruktiv, situativ und sozial erfolgen.

Den beobachteten Unterricht kennzeichnet in hohem Maße eine **aktive Beteiligung der Lernenden**. Die hohe Differenzierungsbreite dieser Unterrichtskonzeption bietet jedem Schüler ein passendes Anforderungsniveau. Dies führt zusammen mit interessanten Lerngegenständen zu einer insgesamt guten und kontinuierlichen Motivationslage. Intrinsische Motivationsanteile sind eine wichtige Aktivierungskomponente dieses Unterrichts und führen teilweise zum Flowerleben der Schüler. Das Lernen erfolgt zumindest entlang der Steuerungsaufgabe in vollständigen Handlungen, bei denen auch übergreifende methodische Qualifikationen erlernt werden. Wissen wird vorwiegend über aktiv handelnde Problemlöseversuche erworben, da frontalunterrichtliche Phasen in der Konzeption nicht vorgesehen sind und im beobachteten Unterricht nur in einer kurzen Sequenz einen verschwindend geringen Anteil einnehmen. Die Problemstellungen berücksichtigen mögliche Interessen und Erfahrungen der Schüler soweit diese vorliegen und unterstützen dadurch ihre Identifikation mit der Aufgabenstellung. Sie führen zusammen mit Expertenrückmeldungen zu Erfolgserlebnissen und damit zu einem positiven Erleben des Unterrichts. Vereinzelt könnten in Bearbeitungssituationen, in denen die Schüler selbst nicht oder nur kaum weiterkommen, zusätzliche äußere Hilfestellungen durch den Lehrer die Schüleraktivität sicherstellen und die Lerneffektivität weiter fördern. Durch den weitgehend aktiven Lernprozeß aller Schüler kann bei diesem Unterricht davon ausgegangen werden, daß die Lernenden berufsbezogene Lerninhalte verstehen, bestehendes Vorwissen z.B. zur Elektrotechnik in Bezug zur Elektropneumatik bringen und ein Verständnis für übergreifende Zusammenhänge entwickeln. Eine Übertragbarkeit des Wissens auf neue, berufsspezifische Situationen wird zumindest angebahnt.

Die Unterrichtskonzeption und der Lehrer, der sich als Steuerungsinstanz stark zurücknimmt, ermöglichen den Schülern weitgehende Freiheiten zur **Selbststeuerung und Selbstkontrolle** ihrer Lernprozesse. Die Bearbeitung der Aufgabenstellungen anhand präziser Leitfragen und -hinweise erfordert eigenverantwortliches Vorgehen, bei dem die Lernenden selbstinitiierte Steuerungsmaßnahmen ergreifen und ihren Lernfortgang auch selbst kontrollieren. Die häufig ungenügende Dokumentation der Lernarbeit zwingt die beobachtete Gruppe teilweise zu längeren ineffizienten Orientierungsphasen. Das vorwiegend selbstbestimmte Lernen aller Gruppenmitglieder führt zu kognitiven Fähigkeiten der Selbstbeobachtung, Selbstbewertung und Selbstverstärkung, das in der beobachteten Gruppe auch auf die Lernpartner ausgedehnt wird. Die Lernenden nehmen bei der Bearbeitung und Lösung der Aufgabenstellungen eigene Kompetenzen wahr und bilden Selbstwirksamkeitserwartungen aus. Dadurch halten sie ihr Selbstwertgefühl aufrecht. Der Unterricht unterstützt dadurch die Entwicklung von Selbststeuerungsfähigkeit und bahnt Kontrollstrategien an. Metakognitives Wissen und sein kontrollierender Zugriff auf z.B. vorhandenes Faktenwissen oder vorhandene Strategien werden gefördert.

Das vorwiegend aktive und selbstgesteuerte Vorgehen im Unterricht führt zu **konstruktivem Lernen** im Handlungskontext. Hierbei bauen die Schüler hauptsächlich neue Wissensstrukturen zum Lerngegenstand auf. Diese werden untereinander und mit bereits bestehenden vernetzt. Die Wissensanwendung erfolgt meist bezogen auf eine bestimmte Problemsituation. Ein häufiger Übertrag des Wissens auf neue Kontexte und unter verschiedenen Perspektiven erfolgt nicht. Die Gestaltung der Lernumgebung versucht, möglichst authentische, berufsnaher Lernkontexte anzubieten, in denen sich das Wissen manifestiert. Die Komplexität der Problemstellungen und Lerngegenstände ist zwar gegenüber der Realität vereinfacht, kann jedoch im Hinblick auf das Unterrichtsziel und die bestehende Vorerfahrung der Lernenden als angemessen betrachtet

werden. Fehlersituationen, die der Unterricht mit ihrer anschließenden Aufarbeitung ermöglicht, wirken verständnisfördernd und tragen zur besseren Konstruktion von Wissen bei. Ebenso wird durch die Selbstevaluation und -beurteilung der Arbeitsergebnisse und geeignete Arbeitsmethoden die Wissenskonstruktion im Unterricht unterstützt.

Im beobachteten Unterricht entsprechen die für **situatives Lernen** erforderlichen Kontexte nur annähernd realen Anwendungsmöglichkeiten des Gelernten. Wissen und Fertigkeiten werden in Verbindung mit didaktisch aufbereiteten Industriekomponenten erworben, die Steuerungsabläufe symbolisch nachbilden. Die einfachere pneumatische und elektrische Anschließbarkeit der didaktisch aufbereiteten Industriekomponenten und ihre leichte Montage auf einem Steckbrett ermöglichen eine zeiteffektivere Handhabung der Bauteile. Dadurch lassen sich innerhalb der vorgesehenen Unterrichtszeit mehr Problemstellungen bearbeiten. Die Lernenden erfahren an den Schulungsanlagen kontextbezogen die Bedeutung und den Anwendungsbezug der erworbenen Kenntnisse. Da der Unterricht die Realität nur geringfügig vereinfacht und abstrahiert, bahnt er weitgehend anwendbares Wissen an und verleiht den Lerngegenständen eine Bedeutsamkeit. Da jedoch zu den einzelnen Lernkomplexen verschiedene Beispiele und unterschiedliche Perspektiven der beruflichen Praxis fehlen, wird das erworbene Wissen nicht genügend dekontextualisiert und einer breiten Anwendbarkeit zugeführt.

Den beobachteten Unterricht begleiten weitgehende Möglichkeiten zu **sozialem Lernen**, da die gesamte Lehr-Lern-Situation ständig verbale Austauschprozesse in unmittelbarer sozialer Interaktion erfordert. Hierbei nehmen sich die Interagierenden als gleichberechtigte Partner wahr. Der hohen Kontinuität des zeitlich langfristigen Unterrichts können zwar keine grundlegenden Veränderungen, zumindest jedoch Einflüsse auf das Sozialverhalten der Schüler (im Unterricht) zugesprochen werden. Die Aufgabenstellungen machen Gruppenleistungen erforderlich. Gegenseitige Absprachen, das Verteilen von Aufgaben, Artikulieren und Vertreten eigener Interessen sowie ein Eingehen auf die Interessen und Sichtweisen anderer bestimmen das kooperative Lernen. Eine Aufgabenbearbeitung durch mehrere Personen erweitert die Problemsicht durch vielfältigere Perspektiven. Positive Kontaktbedingungen helfen, soziale Kompetenzen anzubahnen und die Motivation und das Selbstwertgefühl der Schüler zu verbessern. Über fachliche und methodische Kompetenzen hinaus fördert der Unterricht den Gesprächs- und Kommunikationsstil und hilft, Konfliktlöseverhalten und die Toleranz gegenüber der Meinungen anderer zu verbessern. Dies ermöglicht eine bessere Enkulturation der Lernenden in die Gesellschaft wie auch in ihr berufliches Umfeld.

Zusammenfassung: Das begleitete Unterrichtsvorhaben entspricht in weiten Teilen den Ansprüchen an eine Lernumgebung, die einen Wissenserwerb aus konstruktivistischer Sicht ermöglicht. Die Schüler lernen aktiv und vorwiegend selbstgesteuert. Die Lerngegenstände weisen eine geringe Reduktion der beruflichen Realität auf. Sie werden jedoch weitgehend den Ansprüchen des Unterrichts gerecht. Der Wissenserwerb erfolgt konstruktiv, wenn auch eine Dekontextualisierung des Wissens in multiplen Situationen unter verschiedenen Blickwinkeln zu gering ausgeprägt ist. Der Unterricht betont stark kooperatives und kommunikatives Lernen und hilft somit, soziale Kompetenzen anzubahnen.

10.3 Beurteilung des Lösungsvorgehens von Schülern bei einer Handlungsaufgabe

Im Anschluß an die Verlaufsuntersuchung eines handlungsorientierten Unterrichts in der Berufsschule beurteilt das nachfolgende Kapitel, wie Schülergruppen eine berufsnahe Handlungsaufgabe nach diesem Unterricht bearbeiten. Die vorliegende Forschungsarbeit interpretiert hierbei das in Kapitel 9.2 vorgestellte Lösungsvorgehen der Schüler. Aufgezeigt und kritisch reflektiert wird, zu welchen Bearbeitungsergebnissen das Schülervorgehen bei der mit deutlichem Praxisbezug in Anlehnung an den Unterricht konstruierten Aufgabensituation führt und wie die beobachteten Stärken und Schwächen der Schüler im Bearbeitungsverlauf einzuschätzen sind. Die hierbei gewonnenen Einsichten werden anschließend in Kapitel 10.4 in Beziehung zum vorausgehenden Unterricht gebracht.

Bearbeitungsgegenstand ist als berufsnahe Handlungsaufgabe eine Biegevorrichtung, die sich hinsichtlich Komplexität und Praxisnähe deutlich von den Lernsituationen im vorausgehenden Unterricht abhebt. Gegenüber den dort vorfindlichen, didaktisch aufbereiteten Steuerungstechnik-Anlagen der Firma FESTO repräsentiert die Biegeapparatur eine funktionsfähige Industriearbeitsausführung (siehe Übersicht 8.2), bei der lediglich zum Verkabeln der Anschlüsse didaktisch aufbereitete Bauteile aus dem Unterricht verwendet wurden. Der Anlagenumfang ist gegenüber den im Unterricht zu bearbeitenden Problemstellungen von zwei auf drei anzusteuernde Zylinder erweitert, was für die Schüler eine erhebliche Komplexitätssteigerung darstellt. Da sich die Aufgabeninhalte eng an den vorausgehenden Unterricht anlehnen, können alle zur erfolgreichen Aufgabenbearbeitung erforderlichen Schritte durch ein Übertragen der Inhalte des vorausgehenden Unterrichts und des dabei erworbenen Wissens gelöst werden.

Einige Schüler haben neben der berufsschulischen Ausbildung auch in ihren Lehrbetrieben Lerneinheiten zur Elektropneumatik durchlaufen oder vereinzelt an elektropneumatisch gesteuerten Industrieanlagen Arbeitshandlungen ausgeführt (siehe auch Kapitel 8.5.2). Nach ihren Aussagen unterscheiden sich diese Tätigkeiten bezüglich Inhalt und Verlauf stark vom Unterricht in der Berufsschule. Über die Intensität und die Inhalte dieser Tätigkeiten sind jedoch keine differenzierten Informationen verfügbar. Die Einzelergebnisse der Aufgabenbearbeitung (siehe Kapitel 9.2) zeigen keinerlei Zusammenhänge zwischen den Ausbildungsstellen und der vermuteten Qualität der Aufgabenbearbeitung, die eigentlich einen höheren Kenntnisstand für Schüler erwarten läßt, die zusätzlich im Betrieb unterwiesen werden. Gegenüber dieser naheliegenden Vermutung hat die erfolgreichste Gruppe bis zur Bearbeitung der Handlungsaufgabe nur in der Berufsschule eine Elektropneumatikausbildung erhalten. Die leistungsschwächste Gruppe hat zusätzlich auch im Ausbildungsbetrieb in diesem Lerngebiet gearbeitet. Bei allen weiteren Gruppen zeigen sich keine signifikanten Unterschiede, nach denen die Bearbeitung der Handlungsaufgabe durch zusätzliche betriebliche Ausbildungsmaßnahmen verbessert worden wäre. Da bis auf die erfolgreichste Gruppe alle nahezu gleiche Schwierigkeiten bei der Aufgabenbearbeitung haben, kann davon ausgegangen werden, daß die für die Aufgabenbearbeitung herangezogenen Wissensbestandteile in erster Linie dem Unterricht entstammen. Schüleraussagen in den fokussierten Interviews nach der Aufgabenbearbeitung untermauern ebenfalls, daß vorwiegend die Lerninhalte des Elektropneumatik-Unterrichts in der Berufsschule zur Bearbeitung der in Anlehnung daran konstruierten Aufgabe herangezogen worden sind. Die nachfolgende Beurteilung des Schülervorgehens erfolgt vor dem Hintergrund dieser plausiblen Annahme.

10.3.1 Beurteilung des Bearbeitungserfolges

Zehn von zwölf Gruppen können die komplexe und berufsnahe Handlungsaufgabe zur Elektropneumatik im Anschluß an einen handlungsorientierten Unterricht lösen. Eine weitere Gruppe kommt der Lösung sehr nahe. Nur eine von zwölf Gruppen ist nicht in der Lage, auch nur annähernd ein Lösungskonzept zu entwickeln. Aufgrund des Anspruchs der Aufgabenstellung kann hier von einem hohen Erfolg der Arbeitsgruppen gesprochen werden.

Eine Schülergruppe hebt sich bei diesem insgesamt hohen Bearbeitungserfolg durch ein sehr erfolgreiches Lösungsvorgehen ab. Sie entwickelt umgehend und direkt an der Anlage in einer stringenten Bearbeitung alle erforderlichen Lösungsschritte und setzt sie parallel dazu um. Die Schüler erkennen alle erforderlichen Schaltungselemente und verbinden sie zu einem Lösungskomplex. Ohne explizite schriftliche Planung sind sie in der Lage, aufgrund der für sie noch überschaubaren Komplexität der vorliegenden Bearbeitungssituation eine Schaltung direkt an den Relais zu verkabeln. Da diese leistungsstarke Gruppe im vorausgehend beobachteten und evaluierten Unterricht teilgenommen hat (siehe Kapitel 9.1), ist eine generelle Einschätzung ihres Lern- und Arbeitsverhaltens im Unterricht möglich. Sie kennzeichnet sich dabei durch eine sehr hohe Arbeitsgeschwindigkeit und damit verbunden einer vielschichtigen Aufgabenbearbeitung, die anhand eigener, teilweise zusätzlich konstruierter Problemstellungen die vom Unterricht vorgegebenen Zugänge zu den spezifischen Lerninhalten der Lerngebiete qualitativ und quantitativ erweitern (vgl. z.B. SCHELTEN, RIEDL, TENBERG, SCHAUHUBER, SIEGERT (1995, S. 40f.).

Elf weitere Gruppen müssen ihren ersten, fehlgeschlagenen Lösungsversuch überarbeiten. Er beinhaltet zwar bei zehn Gruppen bereits eine korrekte schaltungstechnische Ansteuerung der Biegezyylinder in bezug auf elektropneumatische Grundlagen, der Schaltungselemente zur Reihen- und Parallelschaltung aus den Lerneinheiten 6 und 7 (siehe Kapitel 9.1.2.1). Das weiter benötigte Schaltungsmuster einer Signalspeicherung ist hierbei jedoch nicht in die Schaltungen integriert. Nahezu alle Gruppen haben mit der Umsetzung dieser Inhalte aus Lerneinheit 8 (siehe Kapitel 9.1.2.1 und Anhang, S. 299) Schwierigkeiten. Neun der zehn Gruppen erkennen nicht unmittelbar, daß eine Signalspeicherung für die Lösung der Aufgabe und für die durch ihre bisherige Planung aufgetretenen Probleme erforderlich ist. Es zeigen sich weitgehende Defizite, was das Verfügen über Kenntnisse zu einer Selbsthalteschaltung oder ihre Anwendung in der Aufgabensituation anbelangt. Nur einer weiteren Gruppe gelingt es umgehend nach ihrem ersten erfolglosen Lösungsversuch, eine Signalspeicherung in ihren Schaltungsentwurf zu integrieren. Aber auch sie hat im weiteren Verlauf länger Schwierigkeiten, das im Zusammenhang mit diesem Schaltungsmuster erforderliche Löschen der Signalspeicherung zu erkennen.

Die Signalspeicherung durch eine Selbsthalteschaltung wird im Bearbeitungsverlauf von den meisten Gruppen angesprochen. Ein prinzipielles Wissen um diese schaltungstechnische Möglichkeit liegt daher weitgehend vor. Es gelingt den Schülern aber aufgrund einer zu wenig differenziert vorliegenden Wissensgrundlage oder Defiziten bei der Wissensanwendung nicht, ihren prinzipiell richtigen Gedanken zu konkretisieren und umgehend auf die vorliegende Situation zu übertragen. Aussagen in den Fachgesprächen bestätigen dies. Demgegenüber entstehen durch die meist sicher eingesetzten Lösungselemente weniger komplexer schaltungstechnischer Grundlagen, wie die im Unterricht behandelten und ihn ständig begleitenden Reihen- und Parallelschaltungen, keinerlei Schwierigkeiten. Ein sicheres Verfügen darüber ist bei elf der

zwölf Gruppen erkennbar. Probleme bereitet bei mehreren Gruppen zudem das Anschließen magnetischer Näherungsschalter. Diese Bauteile verfügen gegenüber konventionell angesteuerten Öffnern oder Schließern (zwei Anschlüsse) über drei Anschlüsse. Mehreren Gruppen fehlt hierbei das erforderliche Grundlagenwissen zum prinzipiellen Aufbau und der Funktion dieser Bauteile. Sie ersetzen zudem teilweise zeichnerisch einen von ihnen an der Anlage angebauten Näherungsschalter in der Schaltplanzeichnung durch ein grundlegend anders aufgebautes Bauteil, was diese fehlenden Wissenszusammenhänge offenlegt.

Insgesamt zeigen neun der elf nicht auf Anhieb erfolgreichen Gruppen eine weitgehend ausgeprägte Problemlösefähigkeit, da es ihnen gelingt, ihre vorausgehend fehlerhafte Planung erfolgreich zu optimieren. Sie gelingen meist nach längerdauernder, zielorientierter Problembearbeitung zu einer erfolgreichen Lösung der Aufgabe. Nach einer langen und intensiven Beschäftigung mit der entstandenen Problemlage, dem Alternieren eines Zylinders, können sie ihr wenn auch nicht ausgeprägt vorhandenes Wissen zur erforderlichen Selbsthalteschaltung schließlich doch in einer Form heranziehen, die zu einer erfolgreichen Bearbeitung der Aufgabe führt. Eine Gruppe entwickelt zudem einen äußerst kreativen Lösungsgedanken, indem sie ein von ihr bisher nicht erfolgtes gleichzeitiges Ansteuern von drei Zylindern durch eine Abkopplung des dritten Zylinders anhand eines Zeitrelais umgeht, mit dem sie diesen unabhängig von den beiden anderen Zylindern anspricht.

Eine weitere Gruppe kommt der Lösung sehr nahe, scheitert jedoch an fehlenden inhaltlichen Kenntnissen zur Signalspeicherung. Ihr Scheitern muß ihrer Sonderstellung innerhalb der beobachteten Gruppen zugeschrieben werden, da sie entsprechend ihres beruflichen Schwerpunktes mit erheblich reduzierter Intensität die zur Aufgabebearbeitung wichtigen Lerneinheiten durchlaufen haben. Nur einer Gruppe gelingt auch nicht annähernd eine Lösung. Sie verändert aufgrund offensichtlicher Wissensdefizite bereits zu grundlegenden Lerninhalten zur Elektropneumatik den vorgegebenen Schaltplan mit der Folge, daß sie sich dadurch jeglicher Möglichkeit beraubt, eine funktionsfähige Schaltung zu entwickeln.

10.3.2 Beurteilung des Bearbeitungsvorgehens

Die Aufgabebearbeitung durch die Schülergruppen erfolgt weitgehend durch ein direktes Verkabeln einer beabsichtigten Lösung ohne explizit vorausgehende schriftliche Planung. Nur eine Gruppe arbeitet ausschließlich auf einer separaten Planungsgrundlage, bei der sie vor der Umsetzung an der Anlage ihre Schaltungsentwürfe bis zur kompletten Lösung zeichnet und ständig am PC simuliert. Nach Angaben der Schüler im Fachgespräch entwickelt die Gruppe dieses Vorgehen konsequent aus den Erfahrungen des Unterrichts, da Steckfehler an den Verkabelungen ohne schriftliche Planungsgrundlage sehr schnell zu unüberschaubaren Schaltungen führen. Nur zwei weitere Gruppen schicken ihren wesentlichen Lösungsschritten ebenfalls eine schriftliche Planung der einzelnen Umsetzungsschritte voraus. Alle weiteren Gruppen lassen dies vermissen. Ein solches Vorgehen an größeren Industrieanlagen ist aufgrund ihrer Komplexität nicht möglich und wäre zum Scheitern verurteilt. Auch im Bearbeitungsverlauf an der Biegevorrichtung zeigt sich bei einigen Gruppen, daß sie bereits hier den Überblick über die gesteckte Verkabelung ohne begleitenden Schaltplan verlieren.

Vier Gruppen verkabeln die Anlage während der Bearbeitung teilweise mehrmals neu. Ihren Aussagen nach fällt es ihnen durch ein praktisches Hantieren an der Anlage gegenüber einem theoretischen Auseinandersetzen mit dem Schaltplan leichter, Informationen zur vorgegebenen Funktion zu gewinnen. Hierbei zeigen sich bei vielen Gruppen Defizite beim Nachvollziehen und Übertragen theoretischer Inhalte auf real vorliegende Bearbeitungssituationen. Ein offensichtlicher Bezug zwischen schriftlich vorliegendem Schaltplan und der Anlage ist bei vielen nicht klar gegeben.

Diesen eben angesprochenen Aspekt belegt auch die weitgehend eigenständige Bearbeitung der verlangten Schaltungsdokumentation im Anschluß an das Verkabeln der Anlage. Vor allem, wenn die Anlage ohne vorausgehende Planung verkabelt wird, fehlt bei vielen Gruppen der unmittelbare Zusammenhang zwischen der Anlage und einer in der Praxis zwingend erforderlichen Dokumentation ihres Verkabelungszustandes durch einen Schaltplan. Meist wird daher nach dem Stecken einer erfolgreichen Schaltung die Dokumentation in einem davon losgelösten Arbeitsschritt ohne engen Bezug zur verkabelten Anlage erstellt und die Funktion der Schaltung teilweise erneut entwickelt. Folge ist bei der Hälfte der erfolgreichen Gruppen eine nicht mit der verkabelten Anlage deckungsgleiche Schaltungsdokumentation. Ursachen hierfür können in einer mangelnden Abstraktionsfähigkeit gesehen werden, die es den Schülern erschwert, die in einer Zeichnung enthaltenen Informationsgehalte unmittelbar auf eine Anwendungssituation zu übertragen und umgekehrt. Weiter leitet sich hieraus ab, daß Bezüge zwischen Theorie und praktischer Umsetzung bei der Aufgabenbearbeitung nur unzureichend hergestellt werden, somit eine Reflexion der theoretischen Hintergründe nicht vertieft erfolgt.

Etwas relativierend kommt jedoch hinzu, daß sich viele Gruppen nach ihrem erfolgreichen Biegen nur mehr mit geringer Motivation der Schaltungsdokumentation zuwenden. Dies kann zum einen aus der bereits länger dauernden und sicher anstrengenden Bearbeitungssituation resultieren. Weiter sehen die Schüler oft die Erfordernisse einer solchen Schaltungsdokumentation nach der erfolgreichen Verkabelung der Anlage als für sie zentralen Aufgabenteil nicht. Nur vier Gruppen sind in der Lage, einen funktionsfähigen Simulationsablauf zu bewerkstelligen. Drei weitere Gruppen scheitern teilweise an den Eigenheiten der Software. Die drei verbleibenden, erfolgreichen Gruppen bringen die gezeichnete Schaltung nicht annähernd in Beziehung zu der von ihnen gesteckten Lösung. Ihnen gelingt daher auch die Simulation nicht.

Acht Gruppen nutzen die am PC vorgegebene Datei zur Planung oder Schaltungsdokumentation erst nach einem Hinweis des Testleiters. Sie haben entweder die Aufgabe nicht vollständig oder korrekt gelesen oder falsch interpretiert. Hier zeigen sich Defizite bezüglich der Aufnahme und Speicherung schriftlicher Informationen. Die Vermutung liegt zudem nahe, daß eine Gesamtplanung des Arbeitsablaufes nicht erfolgt und die Schüler nach der erfolgreichen Bearbeitung des praktischen Aufgabenteils das vom Unterricht her gewöhnte Vorgehen einer vollständigen Schaltungsdokumentation übernehmen. Hierbei ignorieren sie die für sie zu diesem Zeitpunkt bereits zurückliegende Vorgabe der Aufgabenstellung.

Bei auftretenden Problemen und offensichtlichen Wissenslücken wird bereitstehendes Informationsmaterial von keiner Gruppe effektiv genutzt. In den wenigen Fällen, in denen darauf zurückgegriffen wird, können den Unterlagen keine hilfreichen Informationen entnommen werden. Dies weist entweder auf Defizite im Bewußtsein dieser Möglichkeiten oder im Bereich des methodischen Vorgehens zur Informationsbeschaffung hin. Der geringe Zugriff auf bereitste-

hende Informationsmaterialien kann auch aus der Diskrepanz einer raschen Aufgabenlösung und in der für die Schüler hohen Zeitintensität dieser Art der Informationsbeschaffung herrühren.

Im Bearbeitungsverlauf kann bei den vier Dreiergruppen ein effektives Zusammenarbeiten innerhalb der Teams an dieser Aufgabenstellung nur vereinzelt beobachtet werden. Bei zwei der Dreiergruppen nimmt sich jeweils ein Schüler stark zurück. In einem Aufgabenbereich sind bei allen Gruppen höchstens zwei Personen gleichzeitig aktiv. Die weitere Person bearbeitet dann einen eigenständigen, meist aber nicht unmittelbar mit den weiteren Gruppenmitgliedern abgestimmten Lösungsansatz, was einer doppelten Aufgabenbearbeitung entspricht.

Während dem Verkabeln der Anlage muß bei den meisten Gruppen immer wieder ein mangelndes Sicherheitsbewußtsein festgestellt werden, da sie teilweise unter Spannung das Anschließen der elektrischen Schaltungskomponenten vornehmen. Nur wenige Gruppen schalten konsequent das Netzteil beim Hantieren an der Verkabelung ab. Viele Gruppen, die dies eingangs ihrer Bearbeitung tun, verzichten mit zunehmender Bearbeitungsdauer darauf. Nur die Trennung von der Versorgungsspannung kann jedoch ein absolut sicheres Arbeiten an elektropneumatischen Anlagen sicherstellen. Das plötzliche Verfahren der Biegezyylinder, während sich ein Schüler mit den Händen in ihrem Arbeitsraum aufhält und sein Kollege parallel dazu an der Verkabelung hantiert, belegen die davon ausgehenden Gefahren auch bei einer Schutzkleinspannung wie z.B. bei der eingesetzten Biegeapparatur.

Zusammenfassung: Die Bearbeitung einer berufsnahen Handlungsaufgabe durchlaufen zehn von zwölf Schülergruppen erfolgreich. Eine Schülergruppe kommt auf direktem Weg und unmittelbar zum geforderten Ergebnis. Neun weitere Gruppen absolvieren die Aufgabe nach längerer problemlösender Bearbeitung ebenfalls erfolgreich. Eine weitere Gruppe nähert sich der Lösung. Einer Gruppe gelingt kein Lösungsansatz. Damit zeigen die Schüler weitgehend eine ausgeprägte Problemlösefähigkeit. Als zentrales Problem zeigt sich bei elf der zwölf Gruppen ein wenig konkretes, einsetzbares Wissen zu einem schwierigen, im vorausgehenden Unterricht behandelten Themenkomplex. Einfachere Lösungsschritte werden sicher bearbeitet. Das Lösungsvorgehen erfolgt von neun der zwölf Gruppen ohne explizite Planung ihres Vorgehens. Eine im Nachhinein erfolgende Bearbeitungsdokumentation wird von vielen Gruppen nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit der praktischen Aufgabenbearbeitung gesehen.

10.4 Übergreifende Beurteilung

Die beiden Untersuchungsschwerpunkte der vorliegenden Forschungsarbeit blicken in einer Verlaufsuntersuchung auf einen handlungsorientierten Unterricht in der Berufsschule und im Anschluß daran auf die Bearbeitung einer Handlungsaufgabe durch Schülergruppen. Die Forschungsarbeit gewinnt durch die Unterrichtsevaluation Einblick in den inhaltlich-organisatorischen Unterrichtsverlauf und in Lernprozesse des Unterrichts. Daraus ergeben sich Hinweise auf die Art der Kenntnisse und Fähigkeiten, die dieser Unterricht anbahnt. Bei der Bearbeitung einer berufsnahen Handlungsaufgabe im Anschluß an diesen Unterricht wird das Lösungsvorgehen der Schüler mit seinen Stärken und Schwächen untersucht. Entgegen von 'Papier-und-Bleistift-Tests' zeigt sich hier konkret die Anwendung von Wissenskomponenten in einer berufsbezoge-

nen Aufgabensituation, die eng in Anlehnung an den vorausgehenden Unterricht konstruiert worden ist. Beide Forschungsschwerpunkte ergänzen sich hierbei gegenseitig mit dem Ziel, die Lernwirksamkeit des evaluierten Unterrichts im Hinblick auf die Vermittlung von anwendungsrelevantem Wissen in einer berufstypischen Situation einschätzbar zu machen. Hierzu werden nachfolgend die Unterrichtsbeurteilungen der Kapitel 10.1 und 10.2 zusammengeführt und daran anschließend vor dem Hintergrund beobachteter Defizite bei der Bearbeitung der Handlungsaufgabe reflektiert.

Das untersuchte fächerübergreifende und handlungsorientierte Unterrichtsvorhaben entspricht weitgehend den geforderten Merkmalen und somit als Lehr-Lern-Arrangement in vielen Bereichen den Erfordernissen einer modernen Unterrichtsgestaltung. Es ermöglicht ein selbstbestimmtes, selbstverantwortetes, sinnvolles und anwendungsgerechtes Lernen. Wissensaneignungsprozesse führen zu einem Erfahrungsgewinn aus erster Hand durch ein unmittelbares Auseinandersetzen mit Ausschnitten aus der beruflichen Realität. Gegenüber einer 'Tafel-Kreide-Schwamm-Pädagogik' wird das Wissen situiert in konkreten Handlungsvollzügen erworben. Die Lerngegenstände weisen eine geringe Reduktion der beruflichen Realität auf. Sie werden den Zielstellungen des Unterrichts jedoch gerecht. Wissenskonstruktionen finden bei der vorwiegenden Aneignung von neuem Wissen statt, bei der bestehendes Wissen mit neu hinzukommendem vernetzt wird.

Die berufsnahen Aufgabenstellungen des Unterrichts erfordern ein Denken in komplexen Zusammenhängen, das Konzipieren von Schaltungen mit einer teilweise erforderlichen Fehlersuche fördert analytisches und synthetisches Denken. Problemlösungsprozesse finden zwar nicht an komplexen beruflichen Aufgabenstellungen statt. Die inhaltlich anspruchsvollen Steuerungsaufgaben erfordern jedoch ständig ein problemlösendes Vorgehen. Der psychomotorische Anspruchsgrad dieser Aufgaben ist aufgrund der didaktisch leicht reduzierten Ausführungen der Bauteile in diesem Unterricht gering. Das ständige Arbeiten mit Zeichnungsvorlagen für die praktischen Arbeitsausführungen bahnt eine Abstraktionsfähigkeit an. Zur Bearbeitung der praktischen Schaltungsausführung ist bei den Schülern ein technisches Verständnis und flexibles Denken ebenso gefordert, wie bei der Handhabung des PCs mit einer Anwendersoftware. Konzentrationsfähigkeit ist in allen Bereichen der Lernhandlungen erforderlich.

Nahezu ideale äußere Bedingungen der Lernumgebung fördern die Lernprozesse, bei denen neu zu erwerbendes Wissen konsequent handlungssystematisch erarbeitet wird. Die Unterrichtskonzeption erfordert dabei in vielen Situationen einen theoretischen Hintergrund für praktische Ausführungen. Handlungsorientierter Unterricht ist daher auch geeignet, neue Wissensinhalte den Schülern zugänglich zu machen. Die Schüler sind hier gezwungen, sich theoretische Inhalte nahezu ausschließlich selbst anhand von Fachunterlagen zu erarbeiten. Dieses arbeitstechnische Vorgehen fördert die Fähigkeit zur eigenständigen Informationsbeschaffung. Die Lernarbeit wird durch Leittexte grob vorstrukturiert, die Aufgabenstellungen und Informationen zu den Lerninhalten enthalten. Der Lehrer nimmt sich zur Unterrichtssteuerung stark zurück, er verkörpert nahezu ideal die von ihm in einem solchen Unterricht geforderte Berater- und Expertenrolle. Dem Zusammenhang zwischen theoretischer Planung und praktischer Ausführung könnte jedoch noch stärker Nachdruck durch ein ständiges Einfordern eines solchen Vorgehens verliehen werden. Der Nachweis für ein grundlegendes Verständnis der Schaltungslogik und der Wirkprinzipien der verwendeten Bauteile muß von den Schülern in Fachgesprächen ausdrücklich gefordert werden. Übergreifende, von der Aufgabenstellung meist geforderte Funktionsbeschreibungen des gesam-

ten Schaltungsablaufes oder einzelner Bauteile belegen dies nicht nachdrücklich genug. Die Leistungskontrollen in diesem Unterricht entsprechen dem integrativen Unterrichtsvorgehen, da sie theoretische mit praktischen Inhalten verbinden.

Durch den zeitlich sehr langfristigen Unterricht erfahren die Lernenden eine besonders hohe Kontinuität von fächerübergreifendem und handlungsorientiertem Arbeiten. Eine ausgeprägte innere Differenzierung ermöglicht das Arbeiten in leistungshomogen zusammengesetzten Gruppen. Der Unterricht betont dabei stark kooperatives und kommunikatives Lernen. Die verschiedenen individuellen Sichtweisen zu Problemstellungen und Lösungsansätzen führen zu multiplexen Perspektiven der Aufgabenbearbeitung. Soziale Fähigkeiten wie Kooperationsbereitschaft, Teamgeist und Kommunikationsfähigkeit werden gefördert. Der Unterricht wirkt damit einem Verlust von zwischenmenschlichen Beziehungen durch isoliertes Lernen entgegen. Durch die aktive Aufgabenbearbeitung in Gruppen können die Schüler ihre personalen Kompetenzen hinsichtlich Anpassungsfähigkeit, Selbständigkeit und Leistungsbereitschaft bereichern.

Der evaluierte Unterricht, der bereits eine mehrjährige Entwicklung durchlaufen hat, ist somit geeignet, neben der Vermittlung von Fachinhalten auch überfachliche Qualifikationen anzubahnen. Da er nicht nur die Vermittlung von inhaltsbezogenem Wissen fördert, sondern durch die Lernprozesse im Unterricht methodische, und soziale Lernbereiche anspricht, leistet er einen Beitrag zur geforderten Berufskompetenz angehender Facharbeiter, um sie auf die Anforderungen einer modernen Arbeitswelt vorzubereiten. Weitere Optimierungen sind jedoch möglich. Diese werden nach der vorausgehenden Unterrichtsbeurteilung auch aus einer Reflexion der Bearbeitung einer berufsnahen Handlungsaufgabe und den dabei erkennbaren Defiziten bei der Anwendung von im Unterricht gelernten Wissenskomponenten abgeleitet. Sie ermöglichen Rückschlüsse auf die Wirksamkeit vorausgehender Lernstrecken des Unterrichts im Hinblick auf den Erwerb eines anwendungsbezogenen Wissens. Einige Unterrichtsinhalte und die damit angestrebten Kenntnisse und Fähigkeiten können von den Schülern nicht in der erwarteten Form umgesetzt werden. Dabei ist jedoch grundsätzlich zu berücksichtigen, daß die Übertragbarkeit von Wissen auf neue Situationen generell schwierig ist. Zahlreiche Forschungsarbeiten belegen dies (siehe z.B. Kapitel 3.2.2). Eine zu hohe Erwartung an die Transferleistung der Schüler wäre daher nicht angebracht. Die nachfolgenden interpretativen Aufarbeitungen und Zusammenführungen der Ergebnisse und Beurteilungen der beiden Untersuchungsschwerpunkte dieser Arbeit aus den vorangegangenen Kapiteln stellen dabei vorsichtige hypothesenartige Einschätzungen einer Einzelsituation dar. Sie sind keineswegs auf das Gesamtkonzept handlungsorientierter Unterrichtsvorhaben übertragbar, da sie ausschließlich für das beobachtete handlungsorientierte Unterrichtsvorhaben stehen.

Auf der Grundlage des vorangegangenen handlungsorientierten Unterrichts erreichen zehn der zwölf Schülergruppen das von der Handlungsaufgabe gesetzte Ziel. Meist nicht unmittelbar, jedoch nach länger dauernden Problemlöseversuchen können im Unterricht erworbene Wissensbestandteile zur Aufgabenlösung herangezogen werden. Die bei der Aufgabenbearbeitung bei elf der zwölf Gruppen aufgetretenen Schwierigkeiten mit dem Schaltungsmuster Selbsthalteschaltung legen hierzu jedoch Wissensdefizite bei den Schülern offen. Zu diesem Lerngegenstand bauen die Schüler im vorausgehenden Unterricht neue Wissensstrukturen in der Lerneinheit 8 auf und vernetzen sie mit vorausgehenden Lerninhalten. In der darauffolgenden Lerneinheit 9 kommen diese Lerninhalte zusammen mit einem Neuerwerb von Wissen zu berührungslosen Näherungsschaltern erneut zum Einsatz. Bei der Verlaufsuntersuchung des Unterrichts zeigen

hierzu die Ergebnisse in Kapitel 9.1.2.1, daß die Schüler der beobachteten Gruppe im Unterricht zwar in der Lage sind, die geforderten Steuerungsaufgaben weitgehend zu lösen, aber auch nach diesen Lerneinheiten noch Unsicherheiten bezüglich der Verwendung einer Selbsthalteschaltung, der Verwendung von Näherungsschaltern und der schaltungslogischen Verknüpfung dieser Steuerungselemente bestehen. Auch die anderen Gruppen haben in der Bearbeitungssituation Probleme mit diesem Schaltungsmuster. Für sie muß in der Lernphase von ähnlichen Schwierigkeiten ausgegangen werden, da auch sie entsprechend den Aussagen des unterrichtenden Lehrers einen konzeptionell völlig identischen Unterricht durchlaufen haben.

In diesem Unterrichtsvorhaben verfolgt die Lerneinheit 8 das Ziel, entlang einer konkreten Steuerungsaufgabe das Prinzip und somit Grundlagenwissen zur Signalspeicherung mittels einer Selbsthalteschaltung zu vermitteln. Das Vorgehen der beobachteten Schüler hat in diesem Unterricht jedoch häufig finalen Charakter mit dem Ziel, eine Schaltung entsprechend der in der Steuerungsaufgabe geforderten Funktion zu erstellen. Eine theoretische Durchdringung der Lerninhalte erfolgt dadurch oft nicht mit dem von der Unterrichtskonzeption gewünschten Tiefgang. Ein Handlungslernen, das vorwiegend finalen Charakter hat, vernachlässigt aber ein Grundlagenlernen. Das in der folgenden Lerneinheit 9 erforderliche erneute Anwenden einer Signalspeicherung bereitet der im Unterricht beobachteten Gruppe erneut erhebliche Probleme. Die Schüler werden durch die berührungslosen Sensoren zusätzlich mit neuen, komplexen Inhalten in dieser Lerneinheit konfrontiert. Hierbei sind sie überfordert, da sie die vorausgehenden Lerninhalte noch nicht grundlegend verstanden haben, diese aber bereits von neu hinzukommenden überlagert und mit ihnen verknüpft werden sollen.

Aufgrund dieses konzeptionellen Vorgehens im Unterricht liegt daher für die meisten Gruppen die Vermutung nahe, daß sie sich prinzipielle Grundlagen in den Lerneinheiten 8 und 9 (siehe Kapitel 9.1.2) nicht explizit genug erarbeitet haben. Ein vorwiegend finales Arbeitsvorgehen bahnt bei ihnen oft nur ein Verfahrenswissen an. Grundlagenwissen als Begründungshintergrund, das die Übertragbarkeit der Wissensinhalte auch auf neue, andersartige Problemlagen erleichtern würde, ist nicht genug ausgeprägt. Da entsprechend der Beurteilung des Lernverlaufs im Unterricht in Kapitel 10.2 die Wissensanwendung neu erworbener Inhalte meist nur bezogen auf eine oder wenige bestimmte Problemsituationen erfolgt, müßte der Übertrag von Lerninhalten auf neue Kontexte und ihre Betrachtung unter multiplen Perspektiven ausgebaut werden. Ein Einsatzwissen würde dadurch stärker aktiviert, ein Verstehen von Prinzipien verbessert, das situativ oft singulär erworbene Wissen stärker dekontextualisiert und einer breiteren Anwendbarkeit zugeführt. Diese vorausgehende Hypothese läßt sich durch das erfolgreiche Vorgehen der Gruppe 1 untermauern. Sie hat aufgrund ihres hohen Arbeitstempos im Unterricht mehrere verschiedene Schaltungsvarianten mit Selbsthalteschaltungen zusätzlich verwirklicht, die Signalspeicherung in mehreren Schaltungen in Zusammenhang mit berührungslosen Näherungsschaltern gebracht und damit diese Lerninhalte aus vielfältigen Perspektiven bearbeitet.

Für ein grundlegendes Verständnis der Theorieinhalte einer Lerneinheit wäre es förderlich, diese Lerninhalte aus einem zu komplexen Gesamtkontext herauszulösen und für die Schüler überschaubarer zu machen. Im Sinne von konstruktivistisch geprägten, adaptiven Lernumgebungen (siehe Kapitel 3.2.5) ist eine Unterstützung der Lernenden erforderlich, bei der ein Dialog zwischen Lernenden und Lehrenden von besonderer Bedeutung ist. Für den begleiteten Unterricht bieten sich hierzu zusätzliche Schaltungsrealisierungen an, die aus dem Gesamtkontext der Steuerungsaufgabe herausgenommen, das Wirkprinzip z.B. einer Selbsthalteschaltung verdeut-

lichen und es so explizit für die Schüler faßbar machen. Tendenziell würde dies ein Verlassen eines finalen, ausschließlich auf eine übergeordnete Aufgabenstellung zielendes Vorgehen bedingen.

Bei der Aufgabenlösung ist bei allen Gruppen erkennbar, daß Bezüge zwischen theoretischer und praktischer Bearbeitung nicht immer unmittelbar hergestellt werden. Entsprechend den Ergebnissen der Verlaufsuntersuchung fordert dies der beobachtete Unterricht auch nicht nachdrücklich genug (siehe Kapitel 9.1.2), da er eine praktische Aufgabenausführung ausschließlich auf einer schriftlichen Planungsgrundlage und eine unmittelbare Parallelität zwischen Planung und Ausführung nicht zwingend einfordert. Bei Schülergruppen, die sich die zur Aufgabenlösung geforderten Arbeiten teilen, übernimmt ein Teil oft entweder die praktische Verkabelung der Schaltung ohne schriftliche Planungsgrundlage. Der andere Teil der Gruppe entwickelt gleichzeitig und unabhängig davon eine Schaltung am PC. Ein solches Vorgehen erschwert, Bezüge zwischen Theorie und Praxis herzustellen. Hinzu kommt, daß den Schülern durch die für sie meist noch überschaubaren Steuerungen mit zwei Zylindern die unbedingte Notwendigkeit einer schriftlichen Schaltungsplanung nicht klar ersichtlich wird. Eine wesentlich komplexere Gesamtsteuerung, zusammengesetzt aus Einzelmodulen, würde einen grundsätzlichen schriftlichen Planungsaufwand eher rechtfertigen. Bei größeren Schülergruppen ist die Gefahr einer Aufgabenteilung, bei der einzelne Schüler nicht alle Aufgabenteile bearbeiten, stärker ausgeprägt, da sich wie bei der im Unterricht beobachteten Vierergruppe maximal zwei Schüler sinnvoll und effektiv an einem Arbeitsbereich betätigen können. Dieses, im begleiteten Unterricht weitgehend beobachtbare Arbeitsverhalten führt dazu, daß sich die Schüler lieber ohne vorausgehende Schaltungsplanung einer umgehenden Verkabelung zuwenden. Auch für die Bearbeitung der Biegeaufgabe wird dieses im Unterricht teilweise praktizierte Vorgehen übernommen.

Bei manchen Schülern wird bei der Bearbeitung der Handlungsaufgabe eine geringe Bereitschaft zu einer theoretischen Aufnahme von Informationen erkennbar. Möglicherweise erschwert dies ein zu geringes Abstraktionsvermögen. So bevorzugen einige Schüler gegenüber einem theoretischen Erfassen der Schaltplaninformationen, sich durch eine Neuverkabelung der Anlage einen Zugang zu ihrer Funktion zu verschaffen. Das bereits weiter oben skizzierte Vorgehen im Unterricht, nach dem die Schüler oft lieber direkt die Verkabelungen stecken und sich kaum einer schriftlichen Planungsgrundlage bedienen, kann dies erklären.

Zusammenfassung: Der beobachtete, auf einer hohen Entwicklungsstufe stehende handlungsorientierte Unterricht scheint geeignet, neben der umfassenden Vermittlung von neuen Fachinhalten auch überfachliche Qualifikationen anzubahnen. Auf der Grundlage dieses vorausgehenden Unterrichts gelingt den meisten Schülergruppen nach längerdauernden aktiv handelnden Problemlöseversuchen die Lösung einer berufsnahen Handlungsaufgabe. Hierzu können viele der im Unterricht erworbenen Wissensbestandteile herangezogen werden. Bei elf der zwölf Gruppen sind jedoch Wissensdefizite erkennbar, die auf Mängel im Grundlagenwissen hindeuten, das nicht explizit genug erarbeitet wird. Die Wissensanwendung in einer neuen Situation kann teilweise nicht umgehend erfolgen. Vielschichtigere und explizite Problembearbeitungen könnten hier förderlich sein. Die für die Aufgabenlösung erforderlichen Bezüge zwischen theoretischen Überlegungen und praktischer Ausführung könnten durch konzeptionelle Veränderungen beim Arbeitsvorgehen der Schülergruppen weiter gefördert werden.

11 Bezüge zur Forschungssituation

Die Ergebnisse der vorliegenden Forschungsarbeit aus Kapitel 9 sowie die anschließende Einschätzung dieser Ergebnisse in Kapitel 10 werden nachfolgend in bezug zu einigen, in Kapitel 2.1 vorgestellten Forschungsansätzen zu einem komplexen, handlungsorientierten Lernen gebracht. Dazu erfolgt in Kapitel 11.1 eine Reflexion der in dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse an inhaltlich verwandten Forschungsvorhaben. Kapitel 11.2 skizziert einen generellen weiteren Untersuchungsbedarf zu komplexem, handlungsorientiertem Lernen und gibt spezielle Forschungsanregungen im Anschluß an die vorliegende Forschungsarbeit.

11.1 Bezüge zu vorliegenden Ergebnissen anderer Forschungsvorhaben

Eine Reflexion der Ergebnisse der vorliegenden Forschungsarbeit erfolgt nachfolgend an einigen ausgewählten Ergebnisaspekten anderer Forschungsvorhaben, die sich bezüglich Forschungsgegenstand und Frageinteresse eng mit der vorliegenden Arbeit in Verbindung bringen lassen. Mit dieser Betrachtung soll der Erkenntnishorizont dieser Arbeit erweitert werden. Die aus den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit in Kapitel 12 abgeleiteten Folgerungen für einen handlungsorientierten Unterricht werden somit auf eine breitere Basis gestellt.

TENBERG (1997) führt ein inhaltlich und bei der Unterrichtsevaluation methodisch verwandtes Forschungsvorhaben im selben Forschungsfeld des Modellversuchs 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' durch (siehe auch Kapitel 2.1.3.1). Er kommt bezüglich eines handlungsorientierten Unterrichts zu vielen Gestaltungshinweisen (vgl. ebd. S. 210ff.), die denen der vorliegenden Arbeit weitgehend entsprechen (siehe Kapitel 12). Weitere Ergebnisse sollen nachfolgend kurz an der vorliegenden Arbeit gespiegelt werden. TENBERG (ebd. S. 207f.) stellt fest, daß der Wissenserwerb von Schülern in dem von ihm begleiteten Unterricht bei der Bearbeitung von Leittexten vorwiegend finalen Charakter hat. Zu dieser Erkenntnis gelangt auch ein Modellversuch durch den FREISTAAT SACHSEN (1995, S. 117f.). Hier wird ebenfalls festgestellt, daß Leittexte bei Schülern ein nahezu ausschließlich zielbezogenes Lernverhalten bewirken. Aus diesen Erkenntnissen leitet TENBERG ab, daß Handlungslernen generell die Gefahr birgt, "den Erwerb von Grundlagenwissen zu vernachlässigen" (1997, S. 208). Die in der vorliegenden Arbeit gewonnenen Untersuchungsergebnisse bestätigen diese Folgerung, da bei der Bearbeitung der Steuerungstechnik-Aufgaben ebenfalls ein weitgehend zielbezogenes Arbeitsverhalten der Schüler festgestellt werden kann. Prinzipielle Grundlagen und theoretische Hintergründe der Aufgabenstellung werden meist nur insoweit bearbeitet, als es zum Erreichen des Bearbeitungsziels, hier einer funktionsfähigen Steuerung, zwingend erforderlich ist. TENBERG (ebd. S. 211) rät weiter davon ab, Schülergruppen aus mehr als drei Personen zusammenzusetzen. Je leistungshomogener die Gruppe, desto wahrscheinlicher sei, daß jedes Gruppenmitglied einen individualisierten Lernprozeß erlebe. Diese Feststellungen kann die vorliegende Forschungsarbeit auf der Basis ihrer Erkenntnisse untermauern. Sie geht ihrerseits davon aus, daß

für den beobachteten Unterricht Zweiergruppen die lerneffektivste Gruppengröße darstellt. Konkrete Empfehlungen, die sich zu diesen Aspekten ergeben, enthält Kapitel 12.

Die Ergebnisse der Forschungsarbeit von GLÖGGLER (1997, S. 268ff.) zeigen, daß sich das explizite Handlungswissen von Schülern zum Erstellen einer steuerungstechnischen Anlage nach dem von ihm evaluierten handlungsorientierten Unterricht in 'Papier-und-Bleistift-Tests' in weiten Teilen erheblich verbessert. Zusätzlich wird das Handlungswissen der Berufsschüler im interindividuellen Vergleich homogener (siehe auch Kapitel 2.1.3.2). Der Nachweis, ob dieses Wissen dabei beim Erstellen einer konkreten steuerungstechnischen Anlage auch tatsächlich zur Anwendung kommt, bleibt hierbei offen. Auch für die in der vorliegenden Forschungsarbeit untersuchten Schüler kann pauschal ein Zuwachs von explizitem Handlungswissens durch den vorausgehenden und in dieser Arbeit evaluierten Unterricht angenommen werden. Ein Vergleich der schriftlichen und praktischen Eingangs- und Abschlußtests für jede Lerneinheit belegt dies an einer Schülergruppe und untermauert die Erkenntnisse von GLÖGGLER (1997). Zusätzlich hierzu weist die vorliegende Forschungsarbeit nach, daß die Schüler, die vor diesem Unterricht nicht in der Lage sind, auch nur einfache elektropneumatische Steuerungen aufzubauen, das erworbene Handlungswissen zumindest teilweise nach einem handlungsorientierten Unterricht auf eine neue, komplexe und berufsnahe Steuerungstechnikaufgabe übertragen und dort anwenden können.

Weitere Forschungsergebnisse aus einem von ARNOLD, CRONAUER, MIETHIG, MÜLLER, OTT, WUNN u.a. (1996) vorgestellten Modellversuch aus dem Bundesland Rheinland-Pfalz zeigen (siehe Kapitel 2.1.2.1), daß sich durch ganzheitlich-handlungsorientierten Unterricht die Eigenschaften und Fähigkeiten eines eigenverantwortlichen Handelns, eines systematischen Vorgehens und die Fähigkeit zur Zusammenarbeit bei den Schülern besonders stark verbessert haben. Erforderlich ist ein fächerübergreifendes Vorgehen, realitätsnahe Arbeitsformen und Arbeitsaufträge. Bei stark heterogenen Eingangsvoraussetzungen der Schüler muß besonders auf eine innere Differenzierung geachtet werden. Die Prüfungsrelevanz von Lerninhalten darf nicht primäres Ziel des Unterrichts sein. Diese eben stark verdichtet vorgestellten Erkenntnisse lassen sich durch die vorliegende Forschungsarbeit weitgehend bestätigen. Weitere, in Kapitel 2.1.2.1 vorgestellte Untersuchungen in gewerblich-technischen Berufsfeldern kommen in unterschiedlicher Ausprägung zu ähnlichen Forschungsergebnissen, aus denen sich vorwiegend didaktisch-methodische Folgerungen für die Gestaltung von Lehr-Lern-Arrangements ableiten. Diese Forderungen bringen gegenüber den eben skizzierten Forschungsansätzen aus dem gewerblich-technischen Bereich keine weiteren Anregungen. Auf ihre Darstellung und Reflexion wird daher verzichtet.

Ein Schwerpunktprogramm zur empirischen Analyse von Lehr-Lern-Prozessen beschäftigt sich an der Universität Göttingen mit Planspielunterricht in der kaufmännischen Erstausbildung. Ein Zusammenhang zur vorliegenden Forschungsarbeit besteht durch den hierbei zugrundeliegenden Ansatz eines handlungsorientierten Lernens. Verglichen werden können zwar nicht Ergebnisse, die in einem engeren Zusammenhang mit berufsspezifischen Details stehen oder auf solche zurückgehen. Trotz der sehr unterschiedlichen Rahmenbedingungen sowohl in den Grundkonzeptionen des wirtschaftlichen als auch des gewerblich-technischen Unterrichts finden sich jedoch große Parallelen. Beiden Ansätze geht z.B. die Vorstellung voraus, die Schüler über Aufgabenstellungen zu aktivieren, sie in Kleingruppen selbständig arbeiten zu lassen und das

Lernen in einer an die berufliche Gesamtsituation angelehnten Umgebung durchzuführen. Damit ist eine hinreichende Vergleichbarkeit der Aufschlüsse aus diesem Forschungsprogramm gewährleistet. Aufgrund der hohen Differenziertheit der Einzelergebnisse dieses Forschungsprojekts sollen an dieser Stelle einige Auszüge aus einer in ACHTENHAGEN, JOHN (1992, S. 40f.) getroffenen Ergebniszusammenfassung wiedergegeben werden. Nachfolgende Aussagen lassen sich durch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigen: Der Einsatz von komplexen Lehr-Lern-Arrangements ist insgesamt empfehlenswert. Die Konzeption und Durchführung eines solchen Unterrichts erfordert ein umfassendes didaktisches Expertenwissen. Innerhalb dieses Unterrichts ist der tatsächliche Handlungsvollzug zu sichern. Der Unterricht ist weiter als Ganzheit kognitiver, motivationaler und emotionaler Prozesse zu sehen und dementsprechend zu konzipieren. Individuelle Sichtweisen der Schüler sind bezüglich des Unterrichts von großer Bedeutung für seine Wirksamkeit. Ihr Vorwissen muß zudem in die Unterrichtskonzeption Eingang finden.

Ebenfalls unter Verwendung des Unternehmensplanspiels 'Jeansfabrik' untersucht die Münchner Forschergruppe 'Komplexes Lernen' Auswirkungen von geleitetem und nicht geleitetem Problemlösen sowie von uniformen und multiplen Lernkontexten auf den Erwerb von Handlungskompetenz (vgl. STARK, GRUBER, GRAF, RENKL, MANDL 1996 und STARK, GRAF, RENKL, MANDL, GRUBER 1995). Berufsschüler sollen für ein erfolgreiches ökonomisches Handeln wichtige Variablen und Zusammenhänge eines simulativen Unternehmens kennenlernen (siehe Kapitel 2.1.2.2). Als Beleg für eine Handlungskompetenz werden Ergebnisse zur Anwendung naher Analogien oder automatisierter Handlungsrouninen, zu konkretem Sachwissen und zur Qualität konzeptueller mentaler Modelle vorgelegt. Dabei zeigt sich, daß sich eine höhere Komplexität in multiplen Lernkontexten bei fehlender Anleitung zum Problemlösen auf alle drei betrachteten Aspekte ungünstig auswirkt. Auch die Ergebnisse der vorliegenden Forschungsarbeit weisen darauf hin, daß keine oder eine zu geringe Unterstützung der Lernenden in sehr komplexen Lernsituationen die Gefahr einer ineffektiven oder verringerten Wissensaneignung birgt. Die Forschergruppe 'Komplexes Lernen' stellt weiter fest, daß sich durch geleitetes Problemlösen und uniforme Lernkontexte die Aspekte 'Sachwissen' und 'Qualität der mentalen Modelle' am stärksten positiv beeinflussen lassen. Dies unterstützt eine Anregung der vorliegenden Arbeit, die in expliziten Lernsequenzen zu Grundlagen- und Prinzipienwissen, die aus dem Gesamtbearbeitungsablauf der Steuerungsaufgabe heraustreten, eine Verbesserungsmöglichkeit für diese Wissenskomponenten sieht. Für den Aspekt 'Anwendung naher Analogien' zeigt die Forschergruppe, daß ein multipel-geleitetes Lernarrangement besonders vorteilhaft ist. Dem entsprechen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit insoweit, als sie für eine teilweise defizitäre Übertragung und Anwendung von Lerneinheiten des Unterrichts auf eine Handlungsaufgabe eine vorwiegend eindimensionale Problembearbeitung und teilweise zu gering ausgeprägte Unterstützung des Lernvorganges verantwortlich machen.

In die selbe Richtung weisen Forschungsergebnisse von BLOECH, KAUER, ORTH (1996). Bei ihrem Ansatz gehen sie davon aus, daß berufliche Anforderungen verstärkt aktiv und handlungsorientiert in realitätsnahen Problemsituationen geübt und angewendet werden sollen. Sie stellen ebenfalls empirische Untersuchungen zum Wissenserwerb mit Unternehmensplanspielen in der kaufmännischen Erstausbildung an. Diese Lernform bietet sich ihrer Meinung nach hierzu an, wobei die Komplexität dieses Lehr-Lern-Arrangements ein bestimmender Faktor für

den Lernerfolg ist (siehe Kapitel 2.1.2.2). Untersucht wird an einer kleinen Gruppe von Probanden, ob eine Planspieldurchführung, die zu festgelegten Zeitpunkten eine Komplexitätssteigerung aufweist, bessere Effekte erzielt als ein Planspiel, das mit konstanter Komplexität durchlaufen wird. Hierzu wird der Lernfortschritt von unterschiedlichen Lernergruppen bezüglich der Übertragbarkeit und des erfolgreichen Einsatzes ihres Wissens in neuen, möglichst konkreten, komplexen und realitätsnahen Anwendungssituationen erhoben. Ergebnisse weisen darauf hin, daß durch ein im Lernverlauf komplexitätsgesteigertes Planspiel größere Fortschritte beim Wissen um betriebliche Abläufe und Zusammenhänge ergeben. Nur mäßige Erfolge bei der Lösung einer Transferaufgabe können die hierfür erwarteten Effekte durch den Planspieleinsatz nicht bestätigen. Sie werden dahingehend interpretiert, daß die Komplexitätssteigerung an die individuellen Fortschritte der Planspielteilnehmer anzupassen ist. Für die vorliegende Forschungsarbeit ergeben sich Ergebnisparallelen, was den Komplexitätsgrad der Aufgabenstellungen angeht. Zu komplexe Aufgabenstellungen, die angestrebte Lerninhalte nicht klar herauskehren, gefährden einen tiefgehenden Erwerb eines Grundlagenwissens. Eine schrittweise Steigerung der Komplexität berücksichtigt die Erfordernisse der Lernenden und ihrer Aufnahmefähigkeit eher und kann zu einem leichteren theoretischen Grundlagenverständnis führen.

Die eben skizzierten Ergebnisse inhaltsähnlicher Forschungsvorhaben werden für die im Kapitel 12 dargestellten Folgerungen für einen handlungsorientierten Unterricht berücksichtigt und an entsprechenden Stellen für die Formulierung von Gestaltungshinweisen herangezogen. Das nachfolgende Kapitel weist im Anschluß an die skizzierten Forschungsergebnisse einiger ausgewählter Vorhaben auf den weiteren Forschungsbedarf zu komplexem, handlungsorientiertem Lernen hin.

11.2 Weiterer Untersuchungsbedarf im Bezugfeld der vorliegenden Forschungsarbeit

Nach wie vor bestehen die in Kapitel 2.1.1 angesprochenen, allgemeinen Defizite bei der Erforschung von handlungsorientierten Lehr-Lern-Arrangements. Die Lernwirksamkeit und der Einsatzbereich dieses Unterrichtsansatzes bedürfen weiter einer umfassenden wissenschaftlichen Untersuchung. Aus der vorliegenden Arbeit sollen daher spezifische Anregungen zur Fortführung ihres Erkenntnisprozesses und zu weiteren Untersuchungsinteressen in dieser Forschungsrichtung gegeben werden.

Als Fortführung des vorliegenden Forschungsvorhabens und zu einem weiteren Erkenntnisgewinn zur Wissensanwendung von Lerninhalten des evaluierten Unterrichts ist eine erneute Untersuchung von Schülern bei der Bearbeitung der berufsnahen Handlungsaufgabe im selben Design denkbar. Einer erneuten Überprüfung zum Einsatz von im Unterricht erworbenem Wissen müßte eine Veränderung dieser Lernstrecke vorausgehen. Die Lernbereiche, für die sich die Anwendung von Wissen bei der Aufgabenbearbeitung als problematisch herausgestellt hat, müßten entsprechend den Erkenntnissen dieser Arbeit (siehe Kapitel 9 und 10) und ihren Gestaltungsempfehlungen (siehe Kapitel 12) optimiert werden. Die Unterrichtskonzeption kann

dann auf eine Verbesserung der Bearbeitungsqualität der Schüler im Anschluß an diese Lernsequenz hin untersucht werden, was Aufschlüsse über die veränderte Vorgehensweise erbringen würde.

Eine Veränderung des vorausgehenden Unterrichts zielt auf ein Vorgehen, das sich ähnlich einem geleiteten Problemlösen der gezielten Bearbeitung theoretisch gehaltvoller Lerninhalte zu Grundlagenwissen zuwendet und diese heraushebt. Ein solches Vorgehen kann tendenziell von einer klar handlungssystematisch ausgerichteten Unterrichtssystematik abrücken und sich einem fachsystematischen Vorgehen nähern. In diesem Zusammenhang besteht nicht nur bezogen auf die vorliegende Arbeit weiterer Untersuchungsbedarf. Handlungsorientierte Unterrichtskonzeptionen haben bisher nicht hinreichend den Nachweis erbracht, ob sie die verschiedenen Wissensarten (siehe Kapitel 3.2.1) in ähnlicher Weise fördern, ob sie sich für bestimmte Wissenskomponenten und Kompetenzbereiche ausschließlich eignen und, falls sich dies andeutet, welche klaren Vorteile sie hierbei gegenüber einem fachsystematisch gegliederten Unterricht besitzen. Weiter ist unklar, wie weit ein handlungsorientierter Unterricht generell zur Vermittlung von Grundlagen- und Prinzipienwissen beiträgt. Untersucht werden muß weiter, in welchen Bereichen sich ein handlungsorientierter Unterricht durch fachsystematische Elemente sinnvoll und lernwirksam ergänzen läßt, ohne dadurch die Zielstellung und grundsätzliche konzeptionelle Ausrichtung eines solchen Unterrichts negativ zu beeinflussen. Klärungsbedarf besteht im Anschluß an solche Veränderungen, ob dadurch die Übertragbarkeit von Wissen auf neue komplexe Berufssituationen verbessert werden kann.

Forschungslücken bestehen weiter zum Problem der vorwiegend finalen Bearbeitung konsequent handlungssystematisch gestalteter Aufgabenstellungen. Geklärt werden müßte, aus welchen Blickwinkeln Schüler an eine solche Aufgabenstellung herangehen, welche primären Zielsetzungen sie dabei verfolgen und welche Motivationslage ihr Vorgehen initiiert. Aus den dabei zu gewinnenden Erkenntnissen könnten Schlüsse zur Optimierung eines breit gefächerten Erwerbs verschiedener Wissensarten in einem solchen Lernvorgang gezogen werden.

Multimedial ausgestaltete Lernumgebungen versprechen in vielen Bereichen eine Verbesserung des Lernens. Demnach sind multiple Perspektiven zu einer Problemstellung und mehrere verschiedene Anwendungssituationen, die von einem konstruktivistischen Wissenserwerb zur besseren Übertragbarkeit von Wissen gefordert werden, gerade durch neue Medien besonders gut herstellbar. Ein klarer Forschungsbedarf besteht hierzu für handlungsorientierten Unterricht im gewerblich-technischen Bereich. Konkrete Erkenntnisse fehlen bisher, ob und inwieweit durch die Einbindung von Multimedia ein solcher Unterricht weiterentwickelt und verbessert werden kann. Ein Aspekt können hierbei die Möglichkeiten einer realitätshaltigen und problemorientierten Ausgestaltung solcher Unterrichtskonzeptionen durch neue Medien sein. Forschungsfragen können dahingehend formuliert werden, inwieweit eine mittelbare, multimediale Problempräsentation reale Bearbeitungsgegenstände und -abläufe unterstützen und ersetzen kann. In diesem Zusammenhang wäre zu klären, inwieweit so gestaltete Lernumgebungen den Anforderungen eines Unterrichts, der konkrete berufsbezogene Kompetenzen anbahnen soll, gerecht werden.

In einem handlungsorientierten Unterricht ist die fachliche und soziale Interaktion der Schüler in und über ihre Lernergruppen hinweg für den Lernerfolg äußerst wichtig, da diese Vorgänge entscheidend für alle individuellen und gemeinschaftlichen Lernprozesse sind. Bisher ist jedoch

weitgehend offen, welchen Beitrag diese Lern- und Arbeitsform für die unterschiedlichen Kompetenzbereiche einer geforderten Berufskompetenz zu leisten vermögen und wie sie optimiert werden können. Forschungsergebnisse zu den ablaufenden Erwerbsprozessen von Wissen und Kompetenzen in kommunikativen und kooperativen Lernsituationen liegen noch nicht in ausreichendem Maß vor.

Grundlegende Probleme der Wissensanwendung, die derzeit unter dem Begriff 'träges Wissen' subsumiert werden, sind zwar bereits klassifiziert und mit Erklärungsansätzen versehen (siehe Kapitel 3.2.2). Ursachen für diese Defizite, wie Lernbedingungen für einen erfolgreichen Transfer von Gelerntem und Anwendungsbedingungen für einen erfolgreichen Einsatz von Wissen, harren jedoch nach wie vor einer tiefgehenden Erforschung. Die grundlagenorientierte, experimentelle Transferforschung versucht durch ein Identifizieren einzelner kognitiver Mechanismen Transfertheorien zu formulieren. Demnach ist ein Transfer um so wahrscheinlicher, je ähnlicher sich Lernsituation und Anwendungssituation sind. Dem steht jedoch die naheliegende Einsicht gegenüber, daß für eine erfolgreiche Wissensanwendung weniger die objektive Ähnlichkeit von Lern- und Anwendungssituation ausschlaggebend ist. Vielmehr entscheidet hierüber die von der agierenden Person wahrgenommene Ähnlichkeit. Welche konkreten Bedingungen für Ähnlichkeitswahrnehmungen ausschlaggebend sind, bedürfen einer näheren Klärung. Hinzu kommt, daß eine radikal konstruktivistische Sichtweise eine Übertragbarkeit von Wissen auf neue Anwendungssituationen generell für nicht möglich hält. Demnach wird ein anwendungsrelevantes Wissen für neue Einsatzzwecke stets neu generiert. Da durch teilweise widersprüchliche Erkenntnisse der Transferforschung bisher keineswegs belegt ist, ob in Lernsituationen erworbene Wissenskomponenten überhaupt auf Anwendungssituationen z.B. des Berufsalltags übertragen werden können und ob generell Transferleistungen in diesem Sinne stattfinden, bleibt auch diese Frage offen.

Zusammenfassung: Die Ergebnisse der vorliegenden Forschungsarbeit finden sich durch Erkenntnisse vorausgehender Forschungsvorhaben in vielen Punkten zu Gestaltungshinweisen für handlungsorientierte Unterrichtsvorhaben bestätigt. Es zeigt sich weiter, daß die Bearbeitung von Leittexten in der hier durchgeführten Form in einem handlungsorientierten Unterricht vorwiegend final ausgerichtet ist und der Erwerb von Grundlagenwissen dadurch oftmals defizitär bleibt. Aufgabebearbeitungen ohne Betrachtung der vorliegenden Problemlage aus multiplen Perspektiven sind für eine Übertragbarkeit von gelernten Wissensinhalten nicht förderlich. Anleitungen zum Problemlösen und eine den Erfordernissen der Lernenden angepaßte Komplexität der Aufgaben haben positive Auswirkungen auf den Wissenserwerb.

Forschungsdefizite bestehen nach wie vor in weiten Bereichen zu komplexem, handlungsorientiertem Lernen. Aus der vorliegenden Arbeit erwachsen Anregungen zu einer Untersuchung, die mit der selben Handlungsaufgabe nach veränderter, vorausgehender Unterrichtseinheit eine Verbesserung der Lernwirksamkeit einer optimierten Lernkonzeption erhebt. Weiter sind Forschungsdefizite zum Nachweis einer Eignung von handlungsorientiertem Unterricht im gewerblich-technischen Bereich für eine umfassende Wissensvermittlung und Kompetenzanbahnung zu beheben. Optimierungsmöglichkeiten für einen solchen Unterricht durch Multimedia sind bisher unerforscht. Generelle Forschungsdefizite zu den Bedingungen eines erfolgreichen Wissenstransfers bestehen weiterhin.

12 Folgerungen für einen handlungsorientierten Unterricht

Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit ist, Erkenntnisse zu handlungsorientiertem Unterricht im gewerblich-technischen Bereich der Berufsschule zu gewinnen. Im Rahmen des Modellversuchs 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' leistet sie einen Beitrag zur Klärung der zentralen Fragestellung dieses Modellvorhabens, in welcher Weise Formen und Wege berufsschulischen Unterrichts weiterentwickelt werden müssen, um den Erwerb überfachlicher Qualifikationen zu verbessern. Hierzu wendet sich die vorliegende Arbeit in einer breiten, unfokussierten Evaluation einem Elektropneumatik-Unterricht zu, um diesen zu beurteilen und Optimierungsvorschläge für das begleitete Unterrichtsvorhaben abzuleiten. Anschließend liefert die Analyse des Lösungsvorgehens von Schülern bei einer komplexen berufsnahen Handlungsaufgabe nach diesem Unterricht Qualitätsaussagen zu ihrem Vorgehen. Beide Forschungsschwerpunkte ergänzen sich und geben durch die gegenseitige Reflexion Einblick in die Lernwirksamkeit dieses Unterrichts. Aus den gewonnenen Ergebnissen und ihrer Interpretation erwachsen nachfolgend wiedergegebene Folgerungen für die Gestaltung handlungsorientierter Unterrichtskonzeptionen auf der Grundlage der vorliegenden Arbeit, die in diesem Lichte zu sehen sind.

Handlungsorientierter Unterricht bedarf wie jede Form eines systematischen Lehrens und Lernens einer gründlichen Vorausplanung. Der Lehrer rückt im Lernverlauf eines solchen Unterrichts als Informationslieferant gegenüber einem Frontalunterricht stark in den Hintergrund. Er entwickelt im Vorfeld dieses Unterrichts ein Gesamtkonzept als Arrangement von Arbeitsgegenständen, Lern- und Informationsmaterialien. Eine tragende Rolle kommt in diesem Unterrichtskonzept daher der Interaktion der Schüler mit ihrer Lernumgebung und den darin enthaltenen Medien zu, die alle erforderlichen Informationen bereitstellen. Zusammen mit den gerätetechnischen Voraussetzungen eines solchen Unterrichts steuern die schriftlichen Unterlagen den inhaltlichen und praktischen Ablauf anhand von Aufgabenstellungen und Handlungsanweisungen. Sie müssen explizit und auch für leseschwache Schüler verständlich ausformuliert sein, da Lernvorgänge durch diese Unterlagen angeregt und ständig begleitet werden. Eine handlungslogische Führungslinie initiiert die fachlichen, methodischen und sozialen Lernprozesse, die stimmig in das Gesamtkonzept eines solchen Unterrichts eingebettet sein müssen. Der Nachdruck und somit die Lernwirksamkeit theoretischer und praktischer Lernsequenzen hängt entscheidend von diesen, für das Gesamtkonzept des Unterrichts entscheidenden Qualitätsmerkmalen ab. Da handlungsorientierter Unterricht hierzu einige grundsätzliche Gestaltungsaspekte berücksichtigen muß, wenden sich die anschließenden Folgerungen besonders der konzeptionellen Gestaltung von handlungsorientiertem Unterricht zu.

Im Mittelpunkt eines handlungsorientierten Unterrichts steht als zentraler Lerngegenstand ein **komplexes berufliches Problemfeld oder eine komplexe berufliche Aufgabenstellung**. Dies kann eine einzelne Bearbeitungssituation wie z.B. ein Fertigungs-, Montage- oder Dienstleistungsauftrag sein oder eine übergeordnete Problemstellung, die aus mehreren Einzelaufgaben zusammenwächst. Das im Mittelpunkt stehende Bearbeitungsziel gibt entsprechend seinen Erfordernissen den gesamten Unterrichtsablauf vor. Alle Lerninhalte müssen sich zielgerichtet unter dem Oberziel der Lösung dieser Aufgabe integrieren lassen. Isolierte Arbeitshandlungen, die sich dem nicht zuordnen lassen, sind hinderlich. Der Lerngegenstand soll sich an einer für die

Schüler erkennbaren Situation aus ihrem beruflichen Umfeld orientieren, um ihre Identifikation mit der Problemstellung zu einer motivierten Lernarbeit herbeizuführen. Die Problemstellungen sollen angemessen komplex und problemhaltig sein. Durch sie muß ein Planungsaufwand erforderlich werden, der von den Schülern in eigenen, individuellen Lösungswegen umgesetzt wird. Die Problemstellungen müssen von den Schülern selbständig erkannt und angegangen werden können. Sie sind Hintergrund aller untergeordneten Teilaufgaben. Um einer Überforderung entgegenzuwirken, sollen die Schüler aus dem Gesamtkomplex der Aufgabenstellung möglichst eigenständig durch Reduktionsschritte Einzelaufgaben herauslösen können.

Praktische Tätigkeiten stehen im Zentrum der gesamten Unterrichtssituation. Von ihnen gehen wesentlich die motivationalen, emotionalen und kognitiven Wirkungen des handelnden Lernens aus. Daher müssen die verwendeten Anlagen, Geräte, Maschinen, Werkzeuge und Apparaturen, sowie die Arbeitstechniken und Vorgehensweisen im Unterricht dem **aktuellen Stand der beruflichen Technologie** entsprechen. Die gerätetechnische Ausstattung muß ermöglichen, professionell alle berufspraktischen Handlungen ausführen zu können. Unfachmännisches Tun oder `Versuch-und-Irrtum-Strategien´ können nicht geduldet werden. Im Zusammenhang mit diesem Aspekt muß ein Vorgehen gewährleistet sein, das uneingeschränkt den Erfordernissen der **Arbeitssicherheit** nachkommt.

Handlungsorientierter Unterricht muß entlang eines zentralen Lerngegenstandes **handlungssystematisch geplant** werden. Es genügt nicht, die herkömmliche Fächertrennung aufzuheben und einen Unterricht an praktische Aufgabenstellungen anzuhängen und diese abzuarbeiten. Vielmehr muß ein Handlungslernen vielfache zyklische Einheiten zur Planung, Durchführung und Kontrolle enthalten, die aus der situativen Erfordernis einer Aufgabenbearbeitung erwachsen. Grundlage hierfür muß ein sorgfältig geplanter, in sich schlüssiger und erforderlicher Handlungsvollzug sein, der die Schüler aktiviert und das tragende Gerüst des Unterrichts bildet. Entlang dieser Handlungssystematik werden **theorieträchtige Aufgabeninhalte** verortet. Der Sachlogik und dem Theoriegehalt dieses Handlungsgerüsts kommen daher eine besondere Bedeutung in einem solchen Unterricht zu. Zu seiner handlungssystematisch schlüssigen Planung müssen alle praktischen Handlungen der geplanten Bearbeitungssituationen in der dafür vorgesehenen Lernumgebung mit allen erforderlichen Geräten und unter Realbedingungen erprobt werden. Nur auf diesem Weg lassen sich Mängel in der Handlungssystematik erkennen, die während des Unterrichts nicht mehr korrigiert werden können. Diesem Planungsaspekt muß besonders nachgegangen werden, um bereits im Vorfeld des Unterrichts Unschlüssigkeiten oder organisatorische Defizite weitgehend auszuräumen. Die Detailplanung des Unterrichts mit der konkreten Ausgestaltung von Einzelaufgaben und Lernschritten erfolgt anschließend auf der Grundlage der vorerprobten Handlungssystematik. Hierbei soll sich das Augenmerk besonders auf die Theoriegehalte der Bearbeitungssituation richten. Eine handlungssystematische Unterrichtsplanung erfordert umfangreiche didaktisch-methodische Kenntnisse und setzt Fähigkeiten zu einer fachsystematischen Unterrichtsplanung weitgehend voraus.

Im Hinblick auf die Wissensvermittlung muß das Ziel eines handlungsorientierten Unterrichts eine **integrative Förderung aller Wissensarten** sein. Damit darf ein solcher Unterricht nicht nur einem zielgerichteten Funktionswissen genügen. Gerade in dieser Richtung besteht jedoch die Gefahr einer Überbetonung durch ein natürliches Vorgehen der Lernenden in einer komplexen, wenig überschaubaren Lernsituation. Sie richten sich häufig an einer finalen Lernintention aus, die das Erreichen des von der Aufgabenstellung geforderten Handlungsziels anvisiert und eine

Vernachlässigung von Begründungszusammenhängen und Hintergründen nach sich ziehen kann. Falls Grundlagen- und Prinzipienwissen nur in dem Maße erworben werden, wie es für einen Handlungserfolg unbedingt nötig ist, verbleiben sie oft defizitär. Geeignete Maßnahmen sind erforderlich um dem zu begegnen. Aufgabenstellungen, bei denen sich eine faktische Notwendigkeit für einen umfassenden und tiefgehenden Wissenserwerb von Grundlagen- und Prinzipienwissen ergibt, sind anzustreben. Bei der Lösung der übergeordneten Problemstellung erworbene Lerninhalte können in Transferaufgaben, die ein theoretisches Reflektieren von Wissensgrundlagen erforderlich machen, in ähnlichen Situationen und erweiterten Aufgabenteilen erneut zur Anwendung gebracht werden. Hinzukommen zu einer vorwiegend zielgerichteten Aufgabenbearbeitung können zudem Lernphasen, die in herausgelösten Sequenzen Wirkprinzipien, Begründungszusammenhänge und Wissensgrundlagen theoretisch reflektieren und somit die Zielorientierung der Aufgabenstellungen am Handlungsziel gewährleisten.

Im Sinne von konstruktivistisch geprägten, adaptiven Lernumgebungen sind **unterstützende Maßnahmen durch die Lehrkraft** in einem handlungsorientierten Unterricht erforderlich. Eine weitgehend schüler selbsttätige Lernarbeit in einer hochkomplexen Lernsituation birgt Gefahren wie Orientierungslosigkeit oder Überforderung der Schüler. Dem muß bei inhaltlichen Problemen durch eine gezielte Unterstützung entgegengewirkt werden, bei der zu beachten ist, daß die Lernenden genügend Freiraum für konstruktive Lernaktivität abhängig von ihren Voraussetzungen behalten. Einem Abgleiten des Lernhandelns in einen Aktionismus oder fehlenden theoretischen Bezügen bei konkreten Handlungsvollzügen wirken gezielte Hilfestellungen und Fördermaßnahmen durch den Lehrer entgegen. Hier muß der Lehrer unverzüglich die vorhandenen Schwierigkeiten erkennen und sich schnell und gründlich in die jeweilige Situation eindenken. Eine umfassende Fachkenntnis zu den Inhalten des Lerngebietes ist hierbei unerlässlich. Bei der anschließenden Hilfestellung soll er keinesfalls die Lösung vorwegnehmen, sondern den Schülern dosierte Informationen liefern, die ihnen anschließend eine eigenständige weitere Bearbeitung ermöglichen. Eine ständige, aufmerksame Beobachtung des Unterrichtsgeschehens und aller agierenden Schüler ist hierfür unabdingbare Voraussetzung. Ein Dialog zwischen Lernenden und Lehrenden verbessert einen umfassenden und zielgerichteten Wissenserwerb von deklarativem, domänenspezifischem Wissen als auch kognitive und metakognitive Fertigkeiten und Strategien, da die Lernenden hierbei durch Rückmeldungen unterstützt werden. Somit kommt diesen, das individuelle Lernen der Schüler begleitenden Maßnahmen eine hohe Bedeutung zu. Weiter sind formale Hilfestellungen bei organisatorischen Problemen erforderlich, um anstehende Schwierigkeiten mit Medien, Geräten oder Räumlichkeiten schnell und effektiv zu lösen.

Ebenso wie in einem herkömmlichen Unterricht, bei dem Lernfortschritte für die Schüler im ständig vom Lehrer begleiteten Unterrichtsgespräch offensichtlich werden, muß ein handlungsorientierter Unterricht die **Lernfortschritte für die Lernenden erkennbar machen**. Der Lernprozeß verläuft hier stark individualisiert innerhalb einer Arbeitsgruppe ohne unmittelbare externe Rückmeldung durch den Lehrer. Fachgespräche bieten sich im Lernverlauf als Phasen der Feststellung und Klärung an, in denen die Ergebnisse der Lernarbeit überprüft, bestätigt und gegebenenfalls korrigiert werden. Fachgespräche können wiederholend, erläuternd, erklärend, begründend, aber auch abfragend oder prüfend sein. Sie können sowohl fest eingeplant als auch - je nach Bedarf - auf Schüler- oder Lehrerinitiative einberufen werden. Dabei soll auf eine Benotung der Schüleräußerungen in solchen Einheiten weitgehend verzichtet werden, da sie primär einer Standortbestimmung der Lernarbeit und einer Sicherung des erreichten Kenntnis-

standes dienen sollen. In diesem Zusammenhang erhält ein handelndes Lernen seine Bedeutung vor allem auch im Hinblick auf theoretische Hintergründe eines praktischen Handlungsvollzugs.

Die **Dokumentation und Ergebnissicherung der Lernerarbeit** im handlungsorientierten Unterricht müssen durch schriftliche Aufzeichnungen der Schüler sichergestellt werden. Darin sind die wichtigsten Lerninhalte festzuhalten. Diese Aufzeichnungen sollen von den Schülern entsprechend ihrer Lernerarbeit weitgehend selbst gestaltet werden. Ergänzende Abbildungen, Zeichnungen oder vorformatierte Unterlagen ermöglichen, die Aufzeichnungen zu illustrieren und komplizierte oder aufwendige Darstellungen, deren Anfertigung nicht einem eigentlichen Lerninhalt entsprechen, den Schülern abzunehmen. Reduktionistische Aufzeichnungsformen, wie z.B. Lückentexte, sind nicht geeignet. Die Aufzeichnungen sollen zusätzlich zum Unterricht einen Umsetzungsvorgang initiieren, bei dem die Lerninhalte erneut reflektiert und zusammenhängend dargestellt werden müssen. Diese Form der Ergebnisdokumentation bedarf einer klaren Anleitung. Ihre Kontrolle kann zur Leistungsbeurteilung herangezogen werden. Im Verlauf der Lernerarbeit ist weiter auf eine präzise Protokollierung der bereits bearbeiteten Aufgabenteile Wert zu legen. Dies ist insbesondere für einen handlungsorientierten Unterricht wichtig, der organisationsbedingt viele kurze Lerneinheiten umfaßt. Nur dadurch können längerdauernde ineffektive Phasen der Neuorientierung umgangen und die Effizienz eines solchen Unterrichts durch eine zielstrebige Lernerarbeit sichergestellt werden.

Die kooperative und kommunikative Ausrichtung eines handlungsorientierten Unterrichts macht eine **Gruppenbildung** erforderlich, die **vorwiegend auf freiwilliger Basis** erfolgen soll. Von außen bestimmte Koalitionen bergen ein hohes Maß an Konfliktpotential, wie gegenseitige Ablehnung oder innere Unstimmigkeiten. Schüler, die sich nicht in Gruppen integrieren lassen oder eine Zusammenarbeit mit anderen ablehnen, müssen den Lernprozeß individuell durchlaufen können.

Besonders sinnvoll für den Erwerb fachbezogener Inhalte sind **leistungshomogene Gruppen**, da hierdurch eine weitgehend gleichmäßige Aufgabenverteilung und individualisierte Lernerarbeit für alle teilnehmenden Schüler sichergestellt werden können. Je ausgeprägter gruppeninterne Leistungsgefälle sind, desto stärker werden leistungsschwache durch die Aktivität leistungsstarker Schüler aus dem Handlungs- und damit aus dem Lernprozeß zurückgedrängt. Ein 'Lernen durch Lehren' von leistungsstärkeren Schülern in inhomogenen Gruppen ist fraglich, da sie vorwiegend eigenen Lerninteressen nachgehen und sich kaum mit den für sie längst erledigten Fragen und Problemen Leistungsschwächerer auseinandersetzen. Denn ein eigenes Handeln und Lösen der anstehenden Aufgaben sind für sie meist attraktiver und einfacher, als Lösungsschritte zu erklären und andere agieren zu lassen. Hinzu kommt, daß Probleme eher mit Gruppenmitgliedern diskutiert werden können, die über einen vergleichbaren Kenntnisstand verfügen, wodurch eine Erweiterung der Problemsicht erreicht werden kann. Um die Gefahr sozialer Ausgrenzungen und kontraproduktiver Konflikte in den Gruppen zu minimieren, müssen gruppenintern ablaufende Prozesse vom Lehrer beobachtet, thematisiert und gegebenenfalls beeinflußt werden.

Bestimmte Gruppengrößen geben einen Rahmen vor, in dem jeder Schüler aktiviert wird und individuell die einzelnen Aufgabenteile einer Lerneinheit bearbeitet. Zu große Gruppen bergen die Gefahr einer Aufgabenverteilung oder eines Rückzugs einzelner Schüler, was eine unvollständige Lernerarbeit nach sich zieht. Daher sind für tiefgehende theoretisch reflektierte Problembearbeitungen möglichst **kleine Gruppen von zwei bis drei Schülern** wünschenswert, bei denen ein gruppenübergreifender Austausch möglich ist. Bei komplexeren praktischen Tätigkeiten, an

denen sich mehrere Schüler gleichzeitig beteiligen können, sind auch größere Gruppen sinnvoll, wenn sie ein individuelles Lernen ermöglichen.

In einem handlungsorientierten Unterricht sollen **Leistungskontrollen in integrativer Form** praktische und theoretische Inhalte miteinander verbinden und ein Herstellen von Zusammenhängen erforderlich machen. Nur wenn diese Form der Leistungsüberprüfung angewandt wird, entspricht sie dem ganzheitlichen Unterrichtsvorgehen und bestätigt somit für die Schüler die Sinnhaftigkeit dieses Lernvorgehens. Größere, umfassendere Leistungskontrollen sollen offen erfolgen und eine Vorbereitung auf sie ermöglichen. Kurzproben können zu theoretischen und praktischen Inhalten unter ähnlichen Bedingungen wie in Fachgesprächen erfolgen. Den Schülern sollen dabei individuelle Leistungsnachweise ermöglicht werden, bei denen sie selbst Einfluß auf den Zeitpunkt dieser Prüfungen nehmen können.

Handlungsorientierter Unterricht erfordert durch seine Komplexität mit realitätsgerechten Arbeitshandlungen einen **hohen Betreuungsaufwand** der Lernenden. Dadurch ist die Zahl der Schüler, die von einem Lehrer in einem solchen Unterricht begleitet werden können, begrenzt. Ein Lehrer kann maximal eine halbe Klasse mit ca. 12 bis 14 Schülern anforderungsgerecht betreuen. Für eine ungeteilte Klasse sind in der Regel zwei Lehrer erforderlich. Hierbei bietet die Form eines Teamteaching entsprechend den Erfordernissen des Lerngebietes und seiner Inhalte verschiedenste Kooperationsmöglichkeiten.

Zusammenfassung: Handlungsorientierter Unterricht erfordert als Lerngegenstand eine komplexe berufliche Aufgabenstellung oder ein komplexes berufliches Problemfeld. Bei der Lernarbeit muß ein professionelles Arbeiten sichergestellt werden, das sich am aktuellen Stand der beruflichen Technologie orientiert. Problemhaltige Aufgabenstellungen müssen einen Planungsaufwand erforderlich machen, der in theoriekräftigen praktischen Handlungsvollzügen in vollständigen Handlungen umgesetzt wird. Ein solcher Unterricht muß konsequent handlungssystematisch geplant werden. Entlang des Handlungsgerüsts einer beruflichen Aufgabenstellung sind stimmig mit dem Bearbeitungsverlauf praktische und theoretische Lerninhalte zu verorten. Ziel eines handlungsorientierten Unterrichts muß eine integrative Förderung aller Wissensarten sein, die über ein zielgerichtetes Funktionswissen hinaus auch Grundlagen- und Prinzipienwissen umfaßt. Unterstützende Maßnahmen der Lehrkraft bei Problemen wirken förderlich auf die Lernarbeit und beugen einer Orientierungslosigkeit und Überforderung der Lernenden vor. Dabei sind inhaltliche Informationen dosiert zu geben, um die Schüler weiter zu eigenständiger Problembearbeitung anzuregen. Die Lernfortschritte in einem stark individualisierten Unterricht müssen für die Lernenden erkennbar gemacht werden. Fachgespräche bieten sich hierzu an. Eine Ergebnissicherung und Dokumentation der Lernarbeit, die von den Schüler weitgehend selbst gestaltet werden sollen, sind zwingend erforderlich. Die für kooperatives und kommunikatives Lernen erforderlichen Arbeitsgruppen müssen vorwiegend auf freiwilliger Basis gebildet werden. Leistungshomogene Gruppen sind für einen fachbezogenen Kenntniserwerb durch eine weitgehend gleichmäßige Beteiligung der Schüler an der Lernarbeit besonders förderlich. Kleine Gruppengrößen bis zu drei Schülern ermöglichen leichter die Aktivierung aller Lernenden. Leistungskontrollen müssen in integrativer Form dem ganzheitlichen Vorgehen im Unterricht entsprechen. Ungeteilte Klassen können meist nur durch zwei Lehrkräfte anforderungsgerecht betreut werden. Ihnen bieten sich entsprechend den spezifischen Anforderungen des Lerngebietes verschiedenste Kooperationsmöglichkeiten.

13 Ausblick

Qualifikationsanforderungen einer modernen Arbeitswelt umfassen zunehmend komplexe Verrichtungsaufgaben mit planenden, steuernden und überwachenden Tätigkeiten. Dispositive und kooperative Fähigkeiten werden immer wichtiger. Personale und soziale Fähigkeiten, wie z.B. Selbstvertrauen und Kontaktfreudigkeit, sind vermehrt gefordert. Ein flexibles 'Reagierenkönnen' in neuen, unvorhersehbaren Situationen ist bedingt durch das problemgerechte Anwenden von Gelerntem. Eine umfassende berufliche Handlungskompetenz, bestehend aus Fach- und Methodenkompetenz, Sozialkompetenz und Personalkompetenz, die diesen Qualifikationsanforderungen gegenübertritt, muß daher Ziel der beruflichen Erstausbildung sein.

Entsprechend den Überlegungen von SCHELTEN (1997, S. 609ff.) kommen den Bildungspartnern im Dualen Berufsbildungssystem bei der Vermittlung beruflicher Handlungskompetenz unterschiedliche Schwerpunkte zu. Demnach ist der Erwerb einer Berufskompetenz primäre Aufgabe der Berufsschule. Sie fördert systematisch reflektiert und durch eine berufsbezogene Theorie gesteuert, die berufliche Handlungsfähigkeit. Hierbei liegt die Stärke des berufsschulischen Lernens im aufnehmenden und betrachtenden Lernen. In einer stärker qualitativen Ausprägung wird ein Begründungswissen im Verbund mit dem Erlernen von Fakten und Verfahrensweisen verfolgt. Die betriebliche Seite vertieft entsprechend ihren Zielsetzungen - insbesondere quantitativ - Kenntnisse und Fertigkeiten zu Verfahrensweisen und dafür benötigte Faktengrundlagen in realen Arbeitsvollzügen am Arbeitsplatz. Begründungszusammenhänge werden hierbei nicht so nachdrücklich verfolgt wie in der Berufsschule.

Handlungsorientiertes Lernen hat sich in der Berufsschule in diesem Zusammenhang seit einigen Jahren als modernes Unterrichtskonzept etabliert, das die Interdependenz von Handeln und Lernen berücksichtigt und ein aktiv-entdeckendes, selbstorganisiertes, eigenverantwortliches und kooperatives Lernen fördert. Dieser ganzheitliche Lernansatz spricht die Ausprägung aller Wissensarten und ihre gegenseitige Verknüpfung an, durch ihn lassen sich umfassend berufsrelevante Kompetenzen vermitteln. Die Forschungsergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen an einem konkreten Unterrichtsvorhaben, daß ein handlungsorientierter Unterricht geeignet ist, anwendungsbezogenes Wissen zu vermitteln und überfachliche Qualifikationen anzubahnen. Ergebnisteile legen jedoch weiter den Schluß nahe, daß ein vorwiegend auf ein Handlungsziel bezogenes Lernen in einem handlungsorientierten Unterricht durch eine systematische Erarbeitung von Grundlagenwissen sinnvoll ergänzt und bereichert werden kann. Neben einer konsequent handlungssystematisch geplanten Unterrichtskonzeption tritt ein ergänzendes fachsystematisches Vorgehen. Der seit der breiteren Einführung handlungsorientierter Unterrichtsvorhaben aufgekommenen polarisierenden Diskussion, nach der entweder ein handlungssystematisches oder ein fachsystematisches Unterrichtsvorgehen zu favorisieren sei, wird dadurch begegnet. Die vorliegende Arbeit stimmt somit der von DUBS (1995) getroffenen Feststellung zu, daß ein fachsystematisches Vorgehen, das zum Kognitivismus tendiert und ein handlungssystematisches Vorgehen, das sich dem Konstruktivismus verpflichtet sieht, gut miteinander in Einklang zu bringen sind. Beide konzeptionellen Grundorientierungen ergänzen und erweitern sich gegenseitig. Wichtig in diesem Zusammenhang ist nicht, ob in Zukunft kognitivistischen oder konstruktivistischen Lernkonzepten der Vorzug gegeben werden muß, sondern vielmehr, wie

verstärkt "Lern- und Denkstrategien, Metakognition und Transfer zielstrebig in den Unterricht hineinzutragen" sind (ebd. S. 902).

Ein qualitativ hochwertiger Unterricht in der Berufsschule, der als Ziel eine umfassende berufliche Handlungskompetenz verfolgt und die Anwendbarkeit von Gelerntem sicherstellen will, muß sich demnach sowohl an einer handlungssystematischen Grundorientierung ausrichten als auch fachsystematisch gegliederte Lernsequenzen einbeziehen. Ausschließlich und durchgängig handlungssystematisch geplanter Unterricht müßte zwangsläufig durch die hohe Zielbezogenheit des Lernens vertiefende, theoriehaltige Unterrichtssequenzen vernachlässigen. Einem ausschließlich fachsystematisch konzipierten Unterricht fehlt dagegen weitgehend der unmittelbare Anwendungsbezug und somit der Bedeutungsgehalt der Lerninhalte.

Ein Unterricht, der wie vorausgehend skizziert, kognitivistische und konstruktivistische Gestaltungsaspekte integriert, stellt hohe Anforderungen an die Lehrkräfte. Ein solcher Unterricht muß aufgrund seiner hohen Komplexität wesentlich langfristiger und umfassender geplant werden. Hier tragen nicht mehr viele entlastende Merkmale eines herkömmlichen Frontalunterrichts, wie z.B. der hohe Grad an Ritualisierung und die enge Führung und Vorausplanbarkeit konkreter Unterrichtssituationen aufgrund der dominierenden Rolle der Lehrkraft bei Steuerungs-, Kontroll- und Bewertungsaufgaben. Die Bereitschaft zur Offenheit gegenüber einem solchen Unterricht fordert ein neues Bewußtsein bei den Lehrpersonen mit einem veränderten Rollenverständnis. Die in einem herkömmlichen Unterricht führende Rolle des Lehrers im Lernprozeß wandelt sich zur dosierten Unterstützung der Selbstentfaltung der Schüler. Hierfür sind sowohl umfangreiche pädagogische als auch fachliche Kompetenzen erforderlich. Im didaktisch-methodischen Bereich ist ein umfassendes Verfügen über verschiedenste Methoden, Arbeitstechniken, Sozial- und Organisationsformen erforderlich. Soziale und personale Fähigkeiten als pädagogisches Fingerspitzengefühl werden gegenüber einem herkömmlichen Unterricht noch bedeutender. Der fachbezogene Bereich bedingt durch nicht konkret vorhersagbare inhaltliche Erfordernisse breitgefächerte fachliche Kenntnisse und Fertigkeiten. Daraus leitet sich ab, daß für die Gestaltung und Durchführung eines handlungsorientierten Unterrichts Lehrerfahrung und ein Verfügen über ein breitgefächertes Methodenrepertoire, das auch in einem herkömmlichen Unterricht zur Anwendung kommen kann, erforderlich sind. Der Zugang zu dieser komplexen Unterrichtsform verläuft daher sinnvollerweise als kontinuierlicher Entwicklungsprozeß auf der Basis einer herkömmlichen Unterrichtsgestaltung, die sich schrittweise einem handlungsorientierten Vorgehen nähert und dieses mehr und mehr integriert.

Ein geeigneter praxisorientierter Zugang zu einem handlungsorientierten Unterrichtsvorgehen eröffnet sich für interessierte Lehrkräfte durch ein Sammeln von Erfahrungen in einem bereits laufenden handlungsorientierten Unterricht. In einer Art begleitender Hospitation und durch ein unmittelbares Erleben dieser Lernform können über theoretische Bezüge hinaus auch alltägliche Probleme und Empfindungen der unterrichtenden Lehrer und vor allem auch der beteiligten Schüler als zukünftige Adressaten eigener Unterrichtsversuche wahrgenommen werden. Durch das entstandene Problembewußtsein zu dieser Unterrichtsform lassen sich nachhaltige Probleme für eigene Konzeptionen bereits im Vorfeld auffangen und etwas abmildern. Auf einer solchen Basis verlaufen Entwicklungsschritte für handlungsorientierte Lernsequenzen effizienter.

Ein handlungsorientierter Unterricht erfordert zusätzlich zur Bereitschaft und zu den Fähigkeiten der unterrichtenden Lehrkräfte eine innovationsfreudige Schullandschaft, die erforderliche

Rahmenbedingungen schafft und von administrativer Seite unterstützend hinzukommt. Unterrichtsräume müssen geschaffen, organisatorische und zeitliche Rahmenbedingungen in einer Weise zur Verfügung gestellt werden, die einem solchen Unterricht die benötigten Freiräume gewähren. Die Bereitschaft im Lehrerkollegium zum Engagement in einem handlungsorientierten Unterricht und zu seiner Förderung muß hierbei vorausgesetzt werden. Handlungsorientierter Unterricht läßt sich so kontinuierlich über ein Modellversuchsstadium hinaus weiterentwickeln und einer größeren Breite zuführen. Da in einem solchen Unterricht zusätzlich zu den bereits bisher vermittelten Fachinhalten auch überfachliche Qualifikationen angebahnt werden, ist er zeitintensiver als ein herkömmlicher, fachsystematischer Unterricht. Ein schulpolitisches Umdenken, das der verbesserten Qualität eines solchen Unterrichts durch entsprechende Lehrstellen Rechnung trägt, ist hierbei erforderlich. Der Ruf nach einer Verringerung der bereits ohnehin knappen Unterrichtszeit in der Berufsschule klingt dagegen absurd. Zudem erfordert dieses ganzheitliche Unterrichtskonzept entsprechende Prüfungen und damit ein Überdenken des gegenwärtigen Prüfungssystems der Kammern.

Wie bereits weiter oben angedeutet kommt den Betrieben in der beruflichen Erstausbildung die Aufgabe zu, Lerninhalte der Berufsschule zu vertiefen, zu festigen, weiter auszubauen und einer breiten Verfügbarkeit zuzuführen. Entsprechend ihren Möglichkeiten können sie Lerninhalte in größerer Breite und durch multiple praktische Beispiele und Anwendungssituationen in einen konkreten Anwendungsbezug rücken. Eine engere Zusammenarbeit der Berufsschule mit den Betrieben verstärkt daher die Lernwirksamkeit des berufsschulischen Unterrichts. Umfangreiche Handlungsziele dieses Unterrichts lassen sich im Betrieb verwirklichen. Die Berufsschule kann dadurch ihrer eigentlichen Aufgabe, dem mehr betrachtenden, aufnehmenden Lernen nachkommen und Grundlagen vertiefen. Der Betrieb stellt das Gelernte in vielfältigen Situationen in einen konkreten Anwendungsbezug.

Handlungsorientierter Unterricht versteht sich nicht als Unterrichtskonzept, das nach einer Entwicklungsphase einen Endstand erreicht. Ein konkretes Unterrichtsvorhaben ist nie 'ganz fertig', da es ständig technische und technologische Neuerungen berücksichtigen und einer dahingehenden Anpassung und Optimierung bedarf. Hinzu kommt, daß ein solcher Unterricht zu wesentlichen Teilen von der aktiven Teilnahme der Lernenden getragen wird, deren Anforderungen und Erwartungshaltungen durch eine ihnen immanente, hohe Eigendynamik gekennzeichnet sind, die ebenfalls eine ständige Modifikation provozieren.

Das in dieser Forschungsarbeit evaluierte Unterrichtskonzept zur Steuerungstechnik an der Staatlichen Berufsschule Weilheim steht nach mehrjähriger Entwicklung auf einem hohen Niveau und leistet einen Beitrag, berufliche Handlungskompetenz anzubahnen. Dieser Unterricht stellt für die Lehrerbildung einen Betrachtungsgegenstand dar, an dem die pädagogische Theorie anschaulich wird. Dieses Unterrichtsvorhaben ist von seinen organisatorischen Anforderungen auch in Ausschnitten oder modifiziert ohne große bauliche und organisatorische Maßnahmen auf andere Schulen übertragbar.

14 Zusammenfassung

Um veränderten Qualifikationsanforderungen einer modernen Arbeitswelt Rechnung zu tragen, lief in Bayern der Modellversuch 'Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule' von Oktober 1991 bis September 1995. Das zentrale Interesse dieses Modellvorhabens war, in welcher Form bestehende Unterrichtskonzepte berufsschulischen Lernens weiterentwickelt werden müssen, um den Erwerb überfachlicher Qualifikationen zu fördern. Aus den Berufsfeldern Elektrotechnik, Metalltechnik, Chemie/Physik/Biologie und aus dem Berufsfeld Wirtschaft und Verwaltung waren 26 Berufsschulen mit 80 Lehrern und ca. 1200 Schülern pro Jahr beteiligt. Insgesamt wurden 30 eigenständige Unterrichtskonzeptionen entwickelt, erprobt und überprüft.

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung dieses Modellversuchs durch die Technische Universität München. Sie untersucht einen Steuerungstechnikunterricht zur Elektropneumatik aus dem Berufsfeld Metall an der Staatlichen Berufsschule Weilheim. Ziel dieses Unterrichts ist, Industriemechanikern im dritten Ausbildungsjahr Aufbau, Logik und Funktion elektropneumatischer Schaltungen nahezubringen. Der beobachtete Unterricht läuft über ein Schulhalbjahr in einer Hälfte einer geteilten Klasse mit zwei Unterrichtsstunden pro Schulwoche. Der Unterricht wird von einem Lehrer konzipiert und durchgeführt. Das Unterrichtsvorhaben findet in einem integrierten Fachunterrichtsraum statt, der über fünf komplett ausgestattete Elektropneumatik-Arbeitsplätze mit PC verfügt. Es ermöglicht eine starke innere Differenzierung. Die Unterrichtssteuerung übernehmen zu wesentlichen Teilen Leittexte. Der Lehrer tritt weitgehend in den Hintergrund, um ein eigenständiges Arbeiten der Schüler zu fördern. Diese arbeiten in leistungshomogenen Gruppen zwischen zwei und vier Schülern zusammen.

Das Untersuchungsinteresse dieser Forschungsarbeit besteht darin, Einblick in den Verlauf dieses konkreten fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichts zu gewinnen und seine Lernwirksamkeit offenzulegen. Hierzu wird in einem Forschungsschwerpunkt die Lernarbeit einer Schülergruppe in diesem Unterricht in einer Fallstudie durchgängig beobachtet. Das zentrale Frageinteresse orientiert sich an theoretischen Kennzeichen und Merkmalen von handlungsorientiertem Unterricht und ihrer Einlösung im beobachteten Unterrichtsvorhaben. In einem zweiten Forschungsschwerpunkt werden zwölf Schülergruppen, die das beobachtete Unterrichtskonzept vorher durchlaufen haben, mit einer in Anlehnung an den Unterricht konstruierten, berufsnahen Handlungsaufgabe konfrontiert und nach der Bearbeitung in einem fokussierten Interview zu ihrem Lösungsvorgehen befragt. Das Untersuchungsinteresse zielt mit seinen Forschungsfragen auf das Lösungsvorgehen der Schüler, wie sie eine unterrichts- und berufsnahen Handlungsaufgabe lösen, welchen Weg sie beschreiten und inwieweit sie dabei fachgerecht vorgehen. Die Erkenntnisbereiche beider Forschungsschwerpunkte stehen in engem Zusammenhang. Sie werden nach einer individuellen Beurteilung miteinander verknüpft, aneinander gespiegelt und in einer Gesamtbeurteilung zusammengeführt.

Die theoretische Grundlage dieser Arbeit liefert Begründungsansätze für ein handlungsorientiertes Vorgehen im Unterricht der Berufsschule aus mehreren Perspektiven. Einmal erfordern dies die sich wandelnden technischen, technologischen und arbeitsorganisatorischen Anforderungen einer modernen Arbeitswelt, weiter die sozialisationsbedingt veränderten Bedürfnisse der Adressaten beruflicher Bildung sowie generelle lerntheoretische Erfordernisse, die ganzheitliche

Vermittlungsansätze fordern. Theorieaspekte zum Wissenserwerb bilden eine weitere Theoriegrundlage. Sie weisen auf allgemeine Defizite bei der Wissensanwendung hin. Am Beispiel konstruktivistischer Vermittlungsansätze zeigen sie prinzipielle Anforderungen an die Gestaltung von Lernarrangements auf, um dieser Problematik zu begegnen. Ein dritter Abschnitt stellt Überlegungen zur Theorie eines handlungsorientierten Unterrichts vor, der zum selbständigen Planen, Durchführen und Beurteilen von Arbeitstätigkeiten befähigen will. Eine handlungsorientierte Unterrichtsgestaltung, die dem nach kommt, muß sich an konstruktivistischen Lernprozeßmerkmalen orientieren. Inhaltlich-organisatorische Kennzeichen und Merkmale stehen als Bestimmungsgrößen für einen solchen Unterricht.

Das qualitative Forschungsvorgehen dieser Arbeit, die im interpretativen Paradigma anzusiedeln ist, bedient sich auf der Grundlage phänomenologischer Beschreibungen des Forschungsgegenstandes hermeneutischer Verstehenszugänge. Als empirische Feldforschung führt sie in einem explorativen Forschungsansatz Fallstudien zu den einzelnen Untersuchungsschwerpunkten durch. Die methodische Vorgehensweise ist durch vielfältige Erhebungs- und Auswertungstechniken gekennzeichnet. Gütemerkmale orientieren sich insbesondere am Leitgedanken der Situationsangemessenheit, zielen auf eine flexible Geltungsbegründung der Ergebnisse und machen den gesamten Forschungsprozeß transparent.

Die Verlaufsuntersuchung einer fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichtskonzeption erfaßt die Planung, Konzeption und vor allem die Durchführung des begleiteten Unterrichtsversuchs. Sie bedient sich einer videounterstützten, offenen und teilnehmenden Beobachtung, die zu einem umfassenden Rohdatenmaterial führt, wobei die Videoaufzeichnung des Unterrichts eine zentrale und tragende Rolle spielt. Hinzu kommen handschriftliche Begleitprotokolle und von den Schülern im Unterricht angefertigte Arbeitsergebnisse. Die Verschriftung dieser äußerst vielfältigen und umfassenden Rohdaten führt in einem zwingend erforderlichen Reduktionsschritt zu einem tabellarischen Verlaufsprotokoll, das den beobachteten Unterricht möglichst realitätsnah abbildet und für die weitere Auswertung eine zentrale Grundlage darstellt. Die Datenauswertung bringt drei Ergebnisteile hervor: Eine Verlaufsbeschreibung zeichnet den gesamten Unterricht inhaltlich und prozessual präzise nach und dient als Durchführungsbeispiel für ein konkretes handlungsorientiertes Unterrichtsvorhaben. Weitere Auswertungsschritte führen zu einer inhaltlichen und ablauforientierten Unterrichtsanalyse und einer kriterienorientierten Lernprozeßanalyse des Unterrichts.

Der Forschungsschwerpunkt zur Bearbeitung einer berufsnahen Handlungsaufgabe dokumentiert und beurteilt das Lösungsvorgehen der Schüler. Bearbeitungsgegenstand ist eine Aufgabenstellung, die angelehnt an den zuvor von den Schülern durchlaufenen fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht konstruiert wurde. Die Schüler werden in der Bearbeitungssituation videounterstützt offen und nicht teilnehmend beobachtet und anschließend in einem fokussierten Interview zu ihrem Vorgehen befragt. Die hierbei gewonnenen umfassenden Rohdaten, in deren Mittelpunkt die Videoaufzeichnung der Bearbeitungssituation steht, werden zu einem tabellarischen Bearbeitungsprotokoll und einem Wortprotokoll des fokussierten Interviews transkribiert. Die Datenauswertung liefert einzelne Ergebnisteile für jede Gruppe in drei Ausprägungen: Ein erster Ergebnisteil bildet das Schülervorgehen anhand eines grafischen Ablaufdiagrammes in einer Gesamtübersicht zusammenhängend ab. Ein zweiter Teil verdichtet die vorausgehende Ergebnissbasis einer symbolisch detailliert abgebildeten Bearbeitung für jede Schülergruppe. Er faßt den Bearbeitungsverlauf erklärend zusammen und bildet ihn auf der selben darstellungstechnischen

Grundlage ab. Der dritte, erneut verdichtete Ergebnisteil liefert Expertenbeurteilungen zum Bearbeitungsvorgehen der Schülergruppen bezogen auf ein fachgerechtes Vorgehen mit damit korrespondierenden Wissens- und Handlungskomponenten.

Die Ergebnisse zur Verlaufsuntersuchung des Unterrichts und ihre Interpretation weisen dem seit mehreren Schuljahren erprobten und weitgehend handlungsorientiert vorgehenden Unterrichtsvorhaben einen hohen Entwicklungsstand nach. Es umfaßt zeitlich langfristig ein komplexes Lerngebiet und führt zu einer besonders hohen Kontinuität von fächerübergreifendem und handlungsorientiertem Arbeiten. Die Schüler bearbeiten berufsnah Problemstellungen mit geeignetem Komplexitäts- und Schwierigkeitsgrad. Neue Lerninhalte werden konsequent handlungssystematisch erarbeitet. Die Komplexität des Unterrichts und seine Realitätshaltigkeit ließen sich durch ein Zusammenführen einzelner Schaltungen der Lerneinheiten zu einer übergeordneten Gesamtsteuerungsaufgabe an einer konkreten Anwendungssituation weiter steigern. Der Unterricht unterstützt in vielen Bereichen ein aktives, selbständiges und selbstgesteuertes, konstruktives, situatives und soziales Lernen und kommt somit in hohem Maße den Prozeßmerkmalen für einen Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive nach. Durch ein schülergerechtes Anforderungsniveau aufgrund breiter Differenzierungsmöglichkeiten und interessanter Lerngegenstände sind die Lernenden hochgradig aktiv am Unterricht beteiligt. Die Schüler arbeiten weitgehend selbständig und selbstgesteuert. Probleme entstehen teilweise durch eine ungenügende Protokollierung der Lernarbeit. Wissenserwerb findet im beobachteten Unterrichtsvorhaben vielfach konstruktiv statt. Auftretende Fehler werden sinnvoll in die Wissenskonstruktion einbezogen. Jedoch müssen veränderte oder neu entstandene Wissensstrukturen kaum in neuen Situationen zum Einsatz gebracht werden. Der Unterricht ermöglicht einen sehr hohen Grad an innerer Differenzierung. Da die leistungsstarken Schüler weitgehend selbständig arbeiten, profitieren insbesondere leistungsschwächere Schüler davon, daß sich der Lehrer ihnen stärker zuwenden kann. Das Lernen erfolgt kooperativ und kommunikativ in leistungshomogen zusammengesetzten Gruppen, in denen sich die Lernenden mit ähnlicher Aktivität an der Lernarbeit beteiligen. Auf dem Weg zu den Handlungszielen des Unterrichts bieten sich den Schülern viele Freiräume. Der Lehrer nimmt sich weitgehend zurück, er verkörpert nahezu ideal die von ihm in einem solchen Unterricht geforderte Berater- und Expertenrolle. Der Zusammenhang zwischen theoretischer Planung und praktischer Ausführung müßte von ihm jedoch noch stärker betont und eingefordert werden.

Die Ergebnisse zum Lösungsvorgehen der Schülergruppen bei einer berufsnahen Handlungsaufgabe zeigen, daß zehn der zwölf Gruppen die Aufgabenstellung lösen können. Hierbei wird jedoch nur von einer Schülergruppe umgehend eine korrekte Lösung erreicht. Alle weiteren Gruppen haben mit einem zur Lösung erforderlichen Schaltungsmuster Probleme. Von diesen lösen neun weitere Gruppen nach längerer Bearbeitung die Aufgabe erfolgreich. Eine weitere Gruppe kommt der Lösung nahe, nur eine Gruppe ist nicht in der Lage, sich einer erfolgreichen Lösung zu nähern. Damit zeigen die Schüler eine ausgeprägte Problemlösefähigkeit. Bei elf der zwölf Gruppen offenbaren sich als zentrales Problem Defizite in einem schwierigen, im vorausgehenden Unterricht behandelten Themenkomplex. Einfachere Lösungsschritte werden sicher bearbeitet. Das Bearbeitungsvorgehen der meisten Schülergruppen kann nicht als fachlich korrekt betrachtet werden, da nur drei der zwölf Gruppen ihrer praktischen Aufgabenbearbeitung eine explizite, schriftliche Schaltungsplanung vorausschicken. Abstriche ergeben sich auch bei der Dokumentation der verkabelten Schaltung, die von vielen Gruppen nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit der praktischen

Aufgabenbearbeitung gesehen wird. Nur bei der Hälfte der erfolgreichen Gruppen entspricht sie dem tatsächlichen Verkabelungszustand der Anlage.

Die übergreifende Beurteilung der Ergebnisse bestätigt dem beobachteten Unterricht, daß er neben der Vermittlung von neuen Fachinhalten auch überfachliche Qualifikationen anzubahnen vermag und die Handlungskompetenz der Schüler zunimmt. Auf seiner Grundlage gelingt den meisten Schülergruppen nach länger dauernden aktiv handelnden Problemlöseversuchen die Lösung einer berufsnahen Handlungsaufgabe. Hierzu können viele der im Unterricht erworbenen Wissensbestandteile herangezogen werden. Aufgetretene Wissensdefizite weisen auf Mängel im Grundlagenwissen hin, das nicht explizit genug erarbeitet wird und eine Wissensanwendung in einer neuen, komplexen Situation erschwert. Vielschichtigere und explizite Problembearbeitungen könnten dem entgegenwirken. Für die Aufgabenlösung erforderliche Bezüge zwischen theoretischen Überlegungen und praktischer Ausführung ließen sich durch konzeptionelle Veränderungen beim Arbeitsvorgehen der Schülergruppen weiter fördern.

Aus diesen Erkenntnissen ergeben sich für einen handlungsorientierten Unterricht Forderungen nach einem komplexen Lerngegenstand, dessen problemhaltige Aufgabenstellungen einen Planungsaufwand erforderlich machen. Ein solcher Unterricht muß konsequent handlungssystematisch geplant werden und theoriehaltige praktische Handlungsvollzüge in vollständigen Handlungen ermöglichen. Der grundsätzlichen Gefahr einer vorwiegend finalen Aufgabenbearbeitung in einem solchen Unterricht muß durch die nachdrückliche Vermittlung theoretischer Lerninhalte begegnet werden. Ziel eines handlungsorientierten Unterrichts muß eine integrative Förderung aller Wissensarten sein, die über ein zielgerichtetes Funktionswissen hinaus auch Grundlagen- und Prinzipienwissen umfaßt. Einer dosierten Unterstützung der Lernenden durch die Lehrkraft kommt hierbei eine hohe Bedeutung zu.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit finden sich durch Erkenntnisse vorausgehender Forschungsvorhaben in vielen Punkten zu Gestaltungshinweisen für handlungsorientierten Unterricht bestätigt. So zeigt sich z.B., daß die Bearbeitung von Leittexten, wie sie hier eingesetzt werden, in einem handlungsorientierten Unterricht vorwiegend final ausgerichtet ist und der Erwerb von Grundlagenwissen dadurch oftmals defizitär bleibt. Aufgabenbearbeitungen ohne Betrachtung der vorliegenden Problemlage aus multiplen Perspektiven sind für eine Übertragbarkeit von gelernten Wissensinhalten nicht förderlich. Anleitungen zum Problemlösen und eine den Erfordernissen der Lernenden angepaßte Komplexität der Aufgaben haben positive Auswirkungen auf den Wissenserwerb.

Veränderte berufliche Anforderungen einer modernen Arbeitswelt fordern von den Bildungspartnern im dualen System der Berufsausbildung ihren spezifischen Aufgabenbereichen nachzukommen. Gegenüber dem Betrieb kommt der Berufsschule ein mehr betrachtendes, aufnehmendes Lernen zu, das stärker Begründungszusammenhänge betont. Hierbei zeigt sich eine integrative, sich gegenseitig ergänzende Unterrichtsgesamtkonzeption als geeignet, die sowohl handlungssystematische als auch fachsystematische Gestaltungsaspekte berücksichtigt.

Literaturverzeichnis

- ACHTENHAGEN, Frank; JOHN, Ernst, G. (Hrsg): Mehrdimensionale Lehr-Lern-Arrangements. Innovationen in der kaufmännischen Aus- und Weiterbildung. Wiesbaden: Gabler 1992
- AEBLI, Hans: Denken, das Ordnen des Tuns. Band I: Kognitive Aspekte der Handlungstheorie. Band II: Denkprozesse. Stuttgart: Klett Cotta 1980, 1981
- AEBLI, Hans: Zwölf Grundformen des Lehrens. Stuttgart: Klett Cotta 1983
- AEBLI, Hans: Grundlagen des Lehrens. Stuttgart: Klett Cotta 1987
- ALLENDORF, Otto: Modellversuch "Fächerübergreifende Lernorganisation im Konzept Handlungsorientierung der Metall- und Elektroberufe des Landes NRW am Beispiel des Methodenkonzepts Lernträger". In: HEIMERER, Leo; MATTHES, Jörg (Hrsg.): Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule (FügrU). Fachtagung zum Modellversuch, 01. Mai - 04. Mai 1994. München: Hintermaier 1994, S. 113 - 118
- ALTRICHTER, Peter; POSCH, Herbert: Lehrer erforschen ihren Unterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt 1994
- ARNOLD, Rolf; LIPSMEIER, Antonius (Hrsg.): Handbuch der Berufsbildung. Opladen: Leske und Budrich 1995
- ARNOLD, Rolf; CRONAUER, Emil, H.; MIETHIG, Thomas; MÜLLER, Hans-Joachim; OTT, Bernd; WUNN, Robert; u.a.: Ganzheitliches Lernen in Fachklassen der Berufsschule - Abschlußbericht. In: MINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND WEITERBILDUNG - RHEINLAND-PFALZ, SCHULVERSUCHE UND BILDUNGSFORSCHUNG, BERICHTE UND MATERIALIEN, BAND 79. Mainz: v. Hase u. Koehler 1996
- ATTESLANDER, Peter: Methoden der empirischen Sozialforschung. Berlin: de Gruyter 1995
- AUERBACH, Max; HERTLE, Andreas: Handlungsorientierter Unterricht. Lehrstuhl für Pädagogik, Technische Universität München. Konzeptionelle Beratung: A. RIEDL, A. SCHELTEN. Videofilm (16 Minuten) VHS, 1995
- BADER, Reinhard: Berufliche Handlungskompetenz In: DIE BERUFSBILDENDE SCHULE, 41 (1989) 2, S. 73 - 77
- BADER, Reinhard: Handlungsorientierung - akzeptiert und variiert. In: DIE BERUFSBILDENDE SCHULE, 49 (1997) 4, S. 105 - 106
- BADER, Reinhard; LAUFENBERG, Hans; KIRCHHOF, Robert; SCHÄFER, Bettina; WEBER, Norbert: Differenzierung und Individualisierung in der Berufsschule. Ein Modellversuch insbesondere für "Splitterberufe". In: DIE BERUFSBILDENDE SCHULE, 47 (1995) 12, S. 407 - 410
- BAETHGE, Martin; OBERBECK, Herbert: Zukunft der Angestellten. Frankfurt/Main 1987

- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KULTUS: Vorläufige Lehrpläne für die Berufsschule - Berufsgrundbildungsjahr in kooperativer Form (BGJ/k) - Berufsfeld Metalltechnik. München 1988
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KULTUS: Lehrpläne für die Berufsschule, Fachklassen Industriemechaniker/Industriemechanikerin, Feinmechaniker/Feinmechanikerin, Maschinenbaumechaniker/Maschinenbaumechanikerin, Jahrgangsstufen 11 bis 13. München 1990
- BERKMILLER, Rasso: Verlaufsuntersuchung eines fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichtsvorhabens im Berufsfeld Metalltechnik aus dem Lerngebiet Steuerungstechnik. Schriftliche Hausarbeit für die Zulassung zur 1. Staatsprüfung für das Lehramt an beruflichen Schulen (Betreuer: A. RIEDL). Lehrstuhl für Pädagogik, Technische Universität München: 1996
- BINNEBERG, Karl: Grundlagen der pädagogischen Kasuistik. In: ZEITSCHRIFT FÜR PÄDAGOGIK, 31 (1985), S. 773 - 778
- BLOECH, Jürgen; KAUER, Gerald; ORTH, Christian: Unternehmensplanspiele in der kaufmännischen Erstausbildung - Untersuchungen zum Wissenserwerb. In: ZEITSCHRIFT FÜR BERUFS- UND WIRTSCHAFTSPÄDAGOGIK Beiheft 13 (1996), S. 37 - 52
- BORTZ, Jürgen; DÖRING, Nicola: Forschungsmethoden und Evaluation. Berlin: Springer 1995
- BRÜGELMANN, Hans: Pädagogische Fallstudien: Methoden-Schisma oder -Schizophrenie?. In: FISCHER, Dietlind (Hrsg.): Fallstudien in der Pädagogik. Aufgaben, Methoden, Wirkungen. Konstanz: Faude 1982, S. 62 - 82
- BUCHALIK, Uwe: Handlungsorientierter Unterricht in der Berufsschule - Analyse einer Handlungsaufgabe aus dem Bereich Elektropneumatik. Schriftliche Hausarbeit für die Zulassung zur 1. Staatsprüfung für das Lehramt an beruflichen Schulen (Betreuer: A. RIEDL). Lehrstuhl für Pädagogik, Technische Universität München: 1995
- BUNDESINSTITUT FÜR BERUFSBILDUNG (Hrsg.): Leittexte - ein Weg zu selbständigem Lernen. Berlin 1991
- BUND-LÄNDER-KOMMISSION FÜR BILDUNGSPLANUNG UND FORSCHUNGSFÖRDERUNG (Hrsg.): Informationsschrift über Modellversuche im Bildungswesen, Bonn 1988
- BUND-LÄNDER-KOMMISSION FÜR BILDUNGSPLANUNG UND FORSCHUNGSFÖRDERUNG (Hrsg.): Modellversuche in der Bewährung. 2. Bericht zur Umsetzung von Modellversuchen im Bildungswesen. Bonn 1995
- CZYCHOLL, Reinhard; EBNER, Hermann G.: Handlungsorientierung in der Berufsbildung. In: ARNOLD, Rolf; LIPSMEIER, Antonius (Hrsg.): Handbuch der Berufsbildung. Opladen: Leske und Budrich 1995
- DIN ISO 1219: Fluidtechnik - Graphische Symbole und Schaltpläne. Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.). Berlin: Beuth

- DUBS, Rolf: Stehen wir vor einem Paradigmawechsel beim Lehren und Lernen? In: ZEITSCHRIFT FÜR BERUFS- UND WIRTSCHAFTSPÄDAGOGIK 89 (1993) 5, S. 449 - 454
- DUBS, Rolf: Konstruktivismus: Einige Überlegungen aus der Sicht der Unterrichtsgestaltung. In: ZEITSCHRIFT FÜR PÄDAGOGIK 41 (1995) 6, S. 889 - 903
- DANNER, Helmut: Methoden geisteswissenschaftlicher Pädagogik. München: Reinhardt 1989
- EDELMANN, Werner: Lernpsychologie. Eine Einführung. Weinheim: Beltz 1994
- ELLGRING, Heiner: Audiovisuell unterstützte Beobachtung. In: FLICK, Uwe; KARDORFF, Ernst von; KEUPP, Heiner; ROSENSTIEL, Lutz von; WOLFF, Stephan: Handbuch qualitative Sozialforschung. Grundlagen, Konzepte, Methoden und Anwendungen. Weinheim: Psychologie-Verlags-Union 1995
- ENGERER, Arno: Optimierung einer leittextgesteuerten Lerneinheit eines fächerübergreifenden und handlungsorientierten Elektropneumatik-Unterrichts im Berufsfeld Metalltechnik. Schriftliche Hausarbeit für die Zulassung zur 1. Staatsprüfung für das Lehramt an beruflichen Schulen (Betreuer: A. RIEDL). Lehrstuhl für Pädagogik, Technische Universität München: 1997
- EULER, Dieter; SLOANE, Peter, F., E. (Hrsg.): Duales System im Umbruch: Eine Bestandsaufnahme der Modernisierungsdebatte. Pfaffenweiler: Centaurus 1997
- FACHKUNDE METALL: Haan-Gruiten: Europa-Lehrmittel 1990
- FESTO-DIDACTIC: Lehr-Lernsysteme zur Pneumatik, Hydraulik, SPS. Esslingen
- FLICK, Uwe: Methodenangemessene Gütekriterien in der qualitativ-interpretativen Forschung. In: BERGOLD, Jarg, B.; FLICK, Uwe: Ein-Sichten: Zugänge zur Sicht des Subjekts mittels qualitativer Forschung. München: Steinbauer u. Rau 1987, S. 247 - 262
- FLICK, Uwe: Stationen des qualitativen Forschungsprozesses. In: FLICK, Uwe; KARDORFF, Ernst von; KEUPP, Heiner; ROSENSTIEL, Lutz von; WOLFF, Stephan: Handbuch qualitative Sozialforschung. Grundlagen, Konzepte, Methoden und Anwendungen. Weinheim: Psychologie-Verlags-Union 1995, S. 147 - 173
- FREISTAAT SACHSEN: Modellversuch "Übertragung von Ergebnissen aus dem Modellversuch - Handlungslernen in der Versorgungstechnik - der Hansestadt Bremen auf berufliche Bildungseinrichtungen in Sachsen bei besonderer Beachtung der Entwicklungsbedingungen" Abschlußbericht. Dresden: 1995
- FREY, Karl: Die Projektmethode. Weinheim: Beltz 1993
- FRICKE, Wilfried: Projekt "Werkstattlabor (WELA)". In: HEIMERER, Leo; MATTHES, Jörg (Hrsg.): Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule (FügrU). Fachtagung zum Modellversuch, 01. Mai - 04. Mai 1994. München: Hintermaier 1994, S. 101 - 110
- FÜRSTENAU, Bärbel: Komplexes Problemlösen im betriebswirtschaftlichen Unterricht. Wiesbaden: Gabler 1994

- GAGE, Nathaniel, L.; BERLINER, David, C.: Pädagogische Psychologie. Weinheim: Psychologie Verlags Union 1986
- GERSTENMAIER, Jochen; MANDL, Heinz: Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. In: ZEITSCHRIFT FÜR PÄDAGOGIK 41 (1995) 6, S. 867 - 888
- GERSTENMAIER, Jochen; MANDL, Heinz: Wissensanwendung im Handlungskontext. Die Bedeutung intentionaler und funktionaler Perspektiven. In: FORSCHUNGSBERICHT NR. 71 DES INSTITUTS FÜR PÄDAGOGISCHE PSYCHOLOGIE UND EMPIRISCHE PÄDAGOGIK. München: Ludwig-Maximilians-Universität 1996
- GESCHÄFTSSTELLE FÜR MODELLVERSUCHE BEI DER BEZIRKSREGIERUNG DETMOLD: Abschlußbericht des Modellversuchs: Regionale Erprobung eines Aus- und Weiterbildungskonzeptes für werkstatorientierte rechnergestützte Fertigungsverfahren (RAWK). Detmold 1994
- GLÖGGLER, Karl: Handlungsorientierter Unterricht im Berufsfeld Elektrotechnik: Untersuchung einer Konzeption in der Berufsschule und Ermittlung der Veränderung Expliziten Handlungswissens. Frankfurt/Main: Lang 1997
- GUDJONS, Herbert: Handlungsorientiert lehren und lernen. Projektunterricht und Schüleraktivität. Bad Heilbrunn: Klinkhardt 1986
- GUDJONS, Herbert: Projektunterricht begründen. Sozialisationstheoretische und lernpsychologische Argumente. In: BASTIAN, Johannes; GUDJONS, Herbert (Hrsg.): Das Projektbuch. 2. Über die Projektwoche hinaus: Projektlernen im Fachunterricht. Hamburg: Bergmann u. Helbig 1990
- HACKER, Winfried: Arbeitspsychologie: Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten. Bern: Huber 1986
- HALFPAP, Klaus; MARWEDE, Manfred (Hrsg.): Werkstattlabor. Band 2. Abschlussbericht. Schwerte: Victor 1994
- HECKHAUSEN, Heinz: Motivation und Handeln. 2. völlig überarbeitete und ergänzte Auflage. Berlin: Springer 1989
- HEIMERER, Leo; MATTHES, Jörg (Hrsg.): Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule (FügrU). Fachtagung zum Modellversuch, 1. Mai - 4. Mai 1994. Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung, Abt. Berufliche Schulen. München: Hintermaier 1994
- HEIMERER, Leo; SCHELTEN, Andreas; SCHIEßL, Otmar (Hrsg.): Abschlußbericht zum Modellversuch "Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule" (FügrU), Arbeitsbericht Nr. 274. München: Hintermaier 1996
- HEINRICH, Thomas: Handlungsorientierter Unterricht in der Berufsschule - Berufsschüler bei der Bearbeitung einer elektropneumatischen Handlungsaufgabe: Auswertung, graphische

Darstellung und Interpretation. Schriftliche Hausarbeit für die Zulassung zur 1. Staatsprüfung für das Lehramt an beruflichen Schulen (Betreuer: A. RIEDL). Lehrstuhl für Pädagogik, Technische Universität München: 1996

HOFER, Manfred; NIEGEMANN, Helmut, N.; ECKERT, Andreas; RINN, Ulrike: Pädagogische Hilfen für interaktive selbstgesteuerte Lernprozesse und Konstruktion eines neuen Verfahrens zur Wissensdiagnose. In: ZEITSCHRIFT FÜR BERUFS- UND WIRTSCHAFTSPÄDAGOGIK Beiheft 13 (1996), S. 53 - 67

HÜFNER, Gerhard: Schlüsselqualifikationen. In: SCHULVERWALTUNG. Zeitschrift für Schulverwaltung und Schulaufsicht. Ausgabe Bayern 15 (1992) 3 u. 4, S. 87 - 96 u. 123 - 131

HÜFNER, Gerhard: Theoretische Überlegungen zum fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterricht im Modellvorhaben. In: STAATSNSTITUT FÜR SCHULPÄDAGOGIK UND BILDUNGSFORSCHUNG, ABT. BERUFLICHE SCHULEN (Hrsg.): Arbeitsbericht Nr. 274. München: Hintermaier 1996a, S. 14 - 50

HÜFNER, Gerhard: Die Gesamtevaluation des Modellvorhabens durch das Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung, Abteilung Allgemeine Wissenschaften: "Fächerübergreifender und handlungsorientierter Unterricht an Berufsschulen. In: STAATSNSTITUT FÜR SCHULPÄDAGOGIK UND BILDUNGSFORSCHUNG, ABT. BERUFLICHE SCHULEN (Hrsg.): Arbeitsbericht Nr. 274. München: Hintermaier 1996b, S. 134 - 192

HÜFNER, Gerhard; MÜLLER, Florian: Fächerübergreifender und handlungsorientierter Unterricht an 15 gewerblichen Berufsschulen. In: STAATSNSTITUT FÜR SCHULPÄDAGOGIK UND BILDUNGSFORSCHUNG, ABT. BERUFLICHE SCHULEN (Hrsg.): Arbeitsbericht Nr. 260. München: Hintermaier 1994

HUSCHKE-RHEIN, Rolf: Systemisch-ökologische Pädagogik. Band II: Qualitative Forschungsmethoden - Hermeneutik - Handlungsforschung. Köln: Rhein-Verlag 1993

KERN, Horst; SCHUMANN, Michael: Das Ende der Arbeitsteilung? München 1990

KIPP, Klaus: Berufsfeld Metalltechnik - Projektdokumentation: Pneumatische und Elektropneumatische Steuerung (Pneumatische Steuerung einer Biegevorrichtung). In: STAATSNSTITUT FÜR SCHULPÄDAGOGIK UND BILDUNGSFORSCHUNG, Abt. Berufliche Schulen (Hrsg.): Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule. München: Hintermaier 1994a

KIPP, Klaus: Unterrichtsbeispiele aus bayerischen Modellversuchsschulen, Berufsfeld Metalltechnik - Klaus Kipp, BS Weilheim. In: HEIMERER, Leo; MATTHES, Jörg (Hrsg.): Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule (FügrU). Fachtagung zum Modellversuch, 1. Mai - 4. Mai 1994. Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung, Abt. Berufliche Schulen. München: Hintermaier 1994b, S. 84 - 91

KLAFKI, Wolfgang: Thesen und Argumentationsansätze zum Selbstverständnis "kritisch-konstruktiver Erziehungswissenschaft". In: KÖNIG, Eckard; ZEDLER, Peter (Hrsg.): Erziehungswissenschaftliche Forschung: Positionen, Perspektiven, Probleme. München: Schöningh 1982, S. 15 - 52

- KÖNIG, Eckard; ZEDLER, Peter: Einführung in die Wissenschaftstheorie der Erziehungswissenschaft. Düsseldorf: Schwann 1983
- KLEINING, Gerhard: Methodologie und Geschichte qualitativer Sozialforschung. In: FLICK, Uwe; KARDORFF, Ernst von; KEUPP, Heiner; ROSENSTIEL, Lutz von; WOLFF, Stephan: Handbuch qualitative Sozialforschung. Grundlagen, Konzepte, Methoden und Anwendungen. Weinheim: Psychologie-Verlags-Union 1995, S. 11 - 22
- KRAIMER, Klaus: Einzelfallstudien. In: KÖNIG, Eckard; ZEDLER, Peter (Hrsg.): Bilanz qualitativer Forschung. Band II: Methoden. Weinheim: Deutscher Studien Verlag 1995, S. 463 - 497
- LAMNEK, Siegfried: Qualitative Sozialforschung. Band 1: Methodologie. Weinheim: Beltz 1995a
- LAMNEK, Siegfried: Qualitative Sozialforschung. Band 2: Methoden und Techniken. Weinheim: Beltz 1995b
- MANDL, Heinz; GRUBER, Hans; RENKL, Alexander: Prozesse der Wissensanwendung beim komplexen Problem-Lösen in einer kooperativen Situation. In: ACHTENHAGEN, Frank; JOHN, Ernst G. (Hrsg.): Mehrdimensionale Lehr-Lern-Arrangements. Innovationen in der kaufmännischen Aus- und Weiterbildung. Wiesbaden: Gabler 1992, S. 478 - 490
- MANDL, Heinz; GRUBER, Hans; RENKL, Alexander: Das träge Wissen. In: PSYCHOLOGIE HEUTE 93 (1993) 9, S. 64 - 69
- MANDL, Heinz; REINMANN-ROTHMEIER, Gabi: Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: FORSCHUNGSBERICHT NR. 60 DES INSTITUTS FÜR PÄDAGOGISCHE PSYCHOLOGIE UND EMPIRISCHE PÄDAGOGIK. München: Ludwig-Maximilians-Universität 1995
- MAYRING, Philipp: Einführung in die qualitative Sozialforschung. Weinheim: Psychologie-Verlags-Union 1996a
- MAYRING, Philipp: Möglichkeiten qualitativer Ansätze in der Unterrichtsforschung. In: SCHNAITMANN, Gerhard, W.: Theorie und Praxis der Unterrichtsforschung. Donauwörth: Auer 1996b
- MERTENS, Dieter: Schlüsselqualifikationen. In: MITTEILUNGEN DER ARBEITSMARKT- UND BERUFS-FORSCHUNG 1 (1974), S. 36 ff.
- MINNAMEIER, Gerhard: Die unerschlossenen Schlüsselqualifikationen und das Elend des Konstruktivismus. Ein Beitrag zur Orientierung in Fragen der Handlungsorientierung. In: ZEITSCHRIFT FÜR BERUFS- UND WIRTSCHAFTSPÄDAGOGIK 93 (1/2) 1997, S. 1 - 29
- PETERMANN, Werner: Fotografie- und Filmanalyse. In: FLICK, Uwe; KARDORFF, Ernst von; KEUPP, Heiner; ROSENSTIEL, Lutz von; WOLFF, Stephan: Handbuch qualitative Sozialforschung. Grundlagen, Konzepte, Methoden und Anwendungen. Weinheim: Psychologie-Verlags-Union 1995. S. 228 - 232
- REETZ, Lothar: Zum Konzept der Schlüsselqualifikationen in der Berufsbildung (Teil I und II). In: BERUFSBILDUNG IN WISSENSCHAFT UND PRAXIS 18 (1989) 5/6, S. 3 - 10, S. 24 - 30

- REETZ, Lothar; REITMANN, Thomas (Hrsg.): Schlüsselqualifikationen: Dokumentation des Symposiums in Hamburg "Schlüsselqualifikationen - Fachwissen in der Krise?". Hamburg 1990
- REINMANN-ROTHMEIER, Gabi; MANDL, Heinz: Wissensvermittlung: Ansätze zur Förderung des Wissenserwerbs. In: FORSCHUNGSBERICHT NR. 34 DES INSTITUTS FÜR PÄDAGOGISCHE PSYCHOLOGIE UND EMPIRISCHE PÄDAGOGIK. München: Ludwig-Maximilians-Universität 1994
- REINMANN-ROTHMEIER, Gabi; MANDL, Heinz: Wissen und Handeln. Eine theoretische Standortbestimmung. In: FORSCHUNGSBERICHT NR. 70 DES INSTITUTS FÜR PÄDAGOGISCHE PSYCHOLOGIE UND EMPIRISCHE PÄDAGOGIK. München: Ludwig-Maximilians-Universität 1996
- RENKL, Alexander: Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. In: PSYCHOLOGISCHE RUNDSCHAU 47 (1996), S. 78 - 92
- RIEDL, Alfred: Handlungsorientierter Steuerungstechnik-Unterricht - Pneumatik und Elektropneumatik an der Staatlichen Berufsschule Weilheim. In: LERNEN & LEHREN 11 (1996) 2, Heft 42, S. 65 - 77
- RIEDL Alfred, SCHELTEN, Andreas: Handlungsorientiertes, selbstgesteuertes Lernen - Erfahrungen mit der Leittextmethode. In: REFA AUS- UND WEITERBILDUNG. 9 (1997) 2, S. 38 - 41
- ROTTLUFF, Joachim: Selbständig lernen - Arbeiten mit Leittexten. Weinheim, Basel: Beltz 1992
- SCHAUHUBER, Manfred: Verlaufsuntersuchung eines fächerübergreifenden, handlungsorientierten Unterrichtsvorhabens im Berufsfeld Metalltechnik aus dem Lerngebiet Steuerungstechnik. Schriftliche Hausarbeit für die Zulassung zur 1. Staatsprüfung für das Lehramt an beruflichen Schulen (Betreuer: A. RIEDL). Lehrstuhl für Pädagogik, Technische Universität München: 1995
- SCHELTEN, Andreas: Einführung in die Berufspädagogik. Stuttgart: Steiner 1994a
- SCHELTEN, Andreas: Handlungsorientierter Unterricht in gewerblich-technischen Berufsfeldern. In: HEIMERER, Leo; MATTHES, Jörg (Hrsg.): Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule (FügrU). München: Hintermaier 1994b, S. 5 - 13
- SCHELTEN, Andreas: Grundlagen der Arbeitspädagogik. Stuttgart: Steiner 1995a
- SCHELTEN, Andreas: Fächerübergreifender und handlungsorientierter Unterricht in der Berufsschule. In: MATTHES, Jörg (Hrsg.): Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule. Neusäß: Kieser 1995b, S. 7 - 18
- SCHELTEN, Andreas: Aspekte des Bildungsauftrages der Berufsschule: Ein Beitrag zu einer modernen Theorie der Berufsschule. In: PÄDAGOGISCHE RUNDSCHAU 51 (1997) 5, S. 601 - 615
- SCHELTEN, Andreas; GLÖGGLER, Karl: Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule: Konzept und Erkenntnisse im Schuljahr 1990/91. In: STAATSWINSTITUT FÜR SCHULPÄDAGOGIK UND BILDUNGSFORSCHUNG, ABT. BERUFLICHE SCHULEN (Hrsg.): Arbeitsbericht Nr. 242. München: Hintermaier 1992

- SCHELTEN, Andreas; TENBERG, Ralf; GLÖGGLER, Karl; WILLNECKER-BAUER, Renate; DANG, Hans-Peter; RIETZLER, Bernhard: Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule: Verlaufsuntersuchung einer Konzeption in Altötting 1992. In: STAATSINSTITUT FÜR SCHULPÄDAGOGIK UND BILDUNGSFORSCHUNG, ABT. BERUFLICHE SCHULEN (Hrsg.): Arbeitsbericht Nr. 247. München: Hintermaier 1993
- SCHELTEN, Andreas; RIEDL, Alfred; TENBERG, Ralf; LAUTENSCHLAGER, Alois; GLÖGGLER, Karl: Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule: Ergänzung zur Verlaufsuntersuchung einer Konzeption in Altötting 1992. In: STAATSINSTITUT FÜR SCHULPÄDAGOGIK UND BILDUNGSFORSCHUNG, ABT. BERUFLICHE SCHULEN (Hrsg.): Arbeitsbericht Nr. 257. München: Hintermaier 1994
- SCHELTEN, Andreas; GLÖGGLER, Karl; TENBERG, Ralf; RIEDL, Alfred: Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule: Verlaufsuntersuchungen zweier Unterrichtsvorhaben - Veränderung des Handlungswissens im Unterricht über Steuerungstechnik in München und Beurteilung des Unterrichts über Kraftübertragungstechnik aus der Sicht von Schülern und Lehrern in Schweinfurt, 1993. In: STAATSINSTITUT FÜR SCHULPÄDAGOGIK UND BILDUNGSFORSCHUNG, ABT. BERUFLICHE SCHULEN (Hrsg.): Arbeitsbericht Nr. 258. München: Hintermaier 1994
- SCHELTEN, Andreas; RIEDL, Alfred; TENBERG, Ralf; SCHAUHUBER, Manfred; SIEGERT, Martin: Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule: Verlaufsuntersuchungen eines Unterrichtsvorhabens im Bereich Elektropneumatik in Weilheim und Analyse eines Unterrichtsvorhabens über Kraftübertragungstechnik in Schweinfurt basierend auf Schüleraussagen, 1994. In: STAATSINSTITUT FÜR SCHULPÄDAGOGIK UND BILDUNGSFORSCHUNG, ABT. BERUFLICHE SCHULEN (Hrsg.): Arbeitsbericht Nr. 271. München: Hintermaier 1995
- SCHELTEN, Andreas; RIEDL, Alfred: Fächerübergreifender und handlungsorientierter Unterricht: Vermittlung von Voraussetzungen für das Handeln-Können in der beruflichen Praxis. In: VLB-AKZENTE 6 (1997) 2, S. 11 - 13
- SCHLEICH, Horst: Verlaufsuntersuchung eines fächerübergreifenden und handlungsorientierten Unterrichtsvorhabens im Berufsfeld Metalltechnik aus dem Lerngebiet Steuerungstechnik. Schriftliche Hausarbeit für die Zulassung zur 1. Staatsprüfung für das Lehramt an beruflichen Schulen (Betreuer: A. RIEDL). Lehrstuhl für Pädagogik, Technische Universität München: 1996
- SCHLOSSER, Peter: Berufsschüler bei der Bearbeitung einer Handlungsaufgabe zur Elektropneumatik - Symbolische und kommentierte graphische Bearbeitungsdarstellung mit anschließender Expertenbeurteilung. Schriftliche Hausarbeit für die Zulassung zur 1. Staatsprüfung für das Lehramt an beruflichen Schulen (Betreuer: A. RIEDL). Lehrstuhl für Pädagogik, Technische Universität München: 1997
- SCHMIDT-HACKENBERG, Brigitte; u.a. (Hrsg.): Neue Ausbildungsmethoden in der betrieblichen Berufsausbildung - Ergebnisse aus Modellversuchen. Berlin - Bonn 1989
- SEMBILL, Detlef: Problemlösefähigkeit, Handlungskompetenz und Emotionale Befindlichkeit. Göttingen: Hogrefe, Verlag für Psychologie 1992

- SEKRETARIAT DER STÄNDIGEN KONFERENZ DER KULTUSMINISTER DER LÄNDER IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (Hrsg.): Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe. Bonn 1996
- SIEGERT, Martin: Verlaufsuntersuchung eines fächerübergreifenden handlungsorientierten Unterrichtsvorhabens im Berufsfeld Metalltechnik aus dem Lerngebiet Steuerungstechnik. Schriftliche Hausarbeit für die Zulassung zur 1. Staatsprüfung für das Lehramt an beruflichen Schulen (Betreuer: A. RIEDL). Lehrstuhl für Pädagogik, Technische Universität München: 1995
- SIMUCAD (Version 2.1): Zeichnungserstellung und Simulation von Pneumatik- und Stromlaufplänen mit dem PC. Haan-Gruiten: Europa-Lehrmittel 1991
- SLOANE, Peter, F., E.: Modellversuchsforschung: Überlegungen zu einem wirtschaftspädagogischen Forschungsansatz. Köln: Müller Botermann 1992
- STAATSIINSTITUT FÜR SCHULPÄDAGOGIK UND BILDUNGSFORSCHUNG, Abteilung Berufliche Schulen (Hrsg.): Modellversuch: Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule, Projektdokumentationen: Berufsfeld Chemie, Physik, Biologie; Elektrotechnik; Metalltechnik; Wirtschaft und Verwaltung, München: Hintermaier 1993, 1994, 1995, 1996
- STARK, Robin; GRAF, Markus; RENKL, Alexander; MANDL, Heinz; GRUBER, Hans: Förderung von Handlungskompetenz durch geleitetes Problemlösen und multiple Lernkontexte. In: FORSCHUNGSBERICHT NR. 55 DES INSTITUTS FÜR PÄDAGOGISCHE PSYCHOLOGIE UND EMPIRISCHE PÄDAGOGIK. München: Ludwig-Maximilians-Universität 1995
- STARK, Robin; GRUBER, Hans, GRAF, Markus; RENKL, Alexander; MANDL, Heinz: Komplexes Lernen in der kaufmännischen Erstausbildung: Kognitive und motivationale Aspekte. In: ZEITSCHRIFT FÜR BERUFS- UND WIRTSCHAFTSPÄDAGOGIK Beiheft 13 (1996), S. 23 - 36
- STÜCKLE, Johann: Fächerübergreifender und handlungsorientierter Unterricht an der staatlichen Berufsschule Weilheim - Eine Unterrichtsanalyse aus konstruktivistischer Sicht. Schriftliche Hausarbeit für die Zulassung zur 1. Staatsprüfung für das Lehramt an beruflichen Schulen (Betreuer: A. RIEDL). Lehrstuhl für Pädagogik, Technische Universität München: 1997
- TABELLENBUCH METALL: Haan-Gruiten: Europa-Lehrmittel 1990
- TENBERG, Ralf: Schülerurteile und Verlaufsuntersuchung über einen handlungsorientierten Metalltechnikunterricht. Frankfurt/Main: Lang 1997
- UNIVERSITÄT BREMEN, INSTITUT TECHNIK UND BILDUNG: 3. Zwischenbericht zum Modellversuch "Ausbildung beruflicher Kompetenz am Lernort Berufsschule unter Berücksichtigung von Anforderungen aus der neuen Ausbildungsordnung im Handwerk und vor dem Hintergrund baustellenbezogener Konzepte. Bremen: 1993

- VOLPERT, Walter: Das Modell der hierarchisch-sequentiellen Handlungsregulation. In: HAKKER, WINFRIED; VOLPERT, WALTER, CRANACH, MARIO VON (Hrsg.): Kognitive und motivationale Aspekte der Handlung. Bern: Huber 1983, S. 38 - 58
- WALCHER, Helmut: Handlungsorientierter Unterricht in der Berufsschule - Darstellung und Beurteilung von Schülervorgehensweisen bei der Bearbeitung einer Handlungsaufgabe im Bereich Elektropneumatik. Schriftliche Hausarbeit für die Zulassung zur 1. Staatsprüfung für das Lehramt an beruflichen Schulen (Betreuer: A. RIEDL). Lehrstuhl für Pädagogik, Technische Universität München: 1995
- WALZ, Werner: Projekt "Förderung von Schlüsselqualifikationen im Unterricht der Berufsschule/Berufsfachschule in den Berufsfeldern Metalltechnik und Elektrotechnik" In: HEIMERER, Leo; MATTHES, Jörg (Hrsg.): Fächerübergreifender Unterricht in der Berufsschule (FügrU). Fachtagung zum Modellversuch, 01. Mai - 04. Mai 1994. München: Hintermaier 1994, S. 94 - 100
- WEBER, Susanne: Vorwissen in der betriebswirtschaftlichen Ausbildung: eine struktur- und inhaltsanalytische Studie. Wiesbaden: Gabler 1994
- WEIDENMANN, Bernhard: Learning by doing. In: GEIßLER, Karlheinz, A.; VON LANDSBERG, Georg; REINARTZ, Manfred (Hrsg.): Handbuch Personalentwicklung und Training - Ein Leitfadem für die praxis. Köln: Deutscher Wirtschaftsdienst 1990, Band 3, Kap. 8.1.4.0
- WEINERT, Franz, E.: Für und Wieder die «neuen Lerntheorien» als Grundlagen pädagogisch-psychologischer Forschung. In: ZEITSCHRIFT FÜR PÄDAGOGISCHE PSYCHOLOGIE 10 (1) 1996, S. 1 - 12
- WOMACK, James, P.; JONES, Daniel, T., ROOS, Daniel, D.; Die zweite Revolution in der Autoindustrie. Frankfurt/Main 1992
- ZABECK, Jürgen: "Schlüsselqualifikationen" - Zur Kritik einer didaktischen Zielformel. In: WIRTSCHAFT UND ERZIEHUNG (1989) 3, S. 77 - 86
- ZEDLER, Reinhard: Berufsperspektiven für Facharbeiter. In: Informationen zur beruflichen Bildung, Register 11, Blatt 39. Hrsg.: Institut der deutschen Wirtschaft. Köln 1994
- ZEITSCHRIFT FÜR BERUFS- UND WIRTSCHAFTSPÄDAGOGIK Beiheft 13: Lehr-Lern-Prozesse in der kaufmännischen Erstausbildung - Wissenserwerb, Motivierungsgeschehen und Handlungskompetenzen (1996)

Anhang

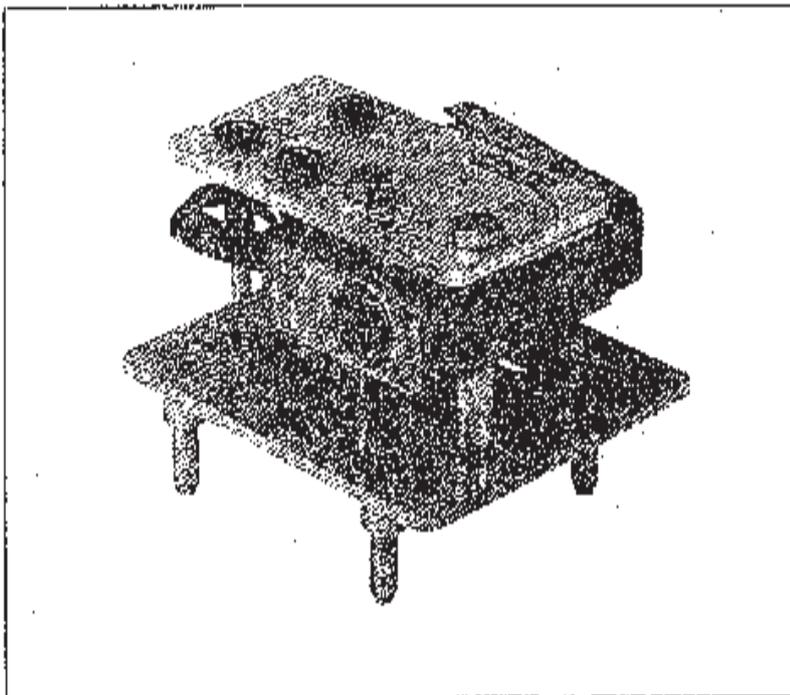
Inhaltsverzeichnis Anhang

	Seite
Unterrichtsbegleitende Materialien	
Leittext 8 zur Lerneinheit 8	272 - 299
Abschlußtest zum Leittext 8	300
Optimierungsvorschlag zur `Leitlinie` aus Leittext 8	301
Schulaufgabe	302
Tagesprotokoll	303
Quellenangaben zu Lern- und Informationsmaterialien am Schülerarbeitsplatz	304
Belege zur Unterrichtsauswertung an einem Beispiel vom 21.04.1994	
Unterrichtsprotokollbogen (eine Seite als Beispiel)	305
Tabellarisches Verlaufsprotokoll (eine Seite als Beispiel)	306
Auswertungsbeispiel: Inhalts- und ablauforientierte Unterrichtsanalyse	307
Auswertungsbeispiel: Kriterienorientierte Lernprozeßanalyse	308
Belege zur Auswertung der Handlungsaufgabe am Beispiel der Gruppe 11	
Einweisung vor Testbeginn	309
Bearbeitungsprotokollbogen (eine Seite als Beispiel)	310
Angefertigte Schülerskizzen	311
Wortprotokoll des fokussierten Interviews (eine Seite als Beispiel)	312
Tabellarisches Bearbeitungsprotokoll (zwei Seiten als Beispiel)	313 - 314

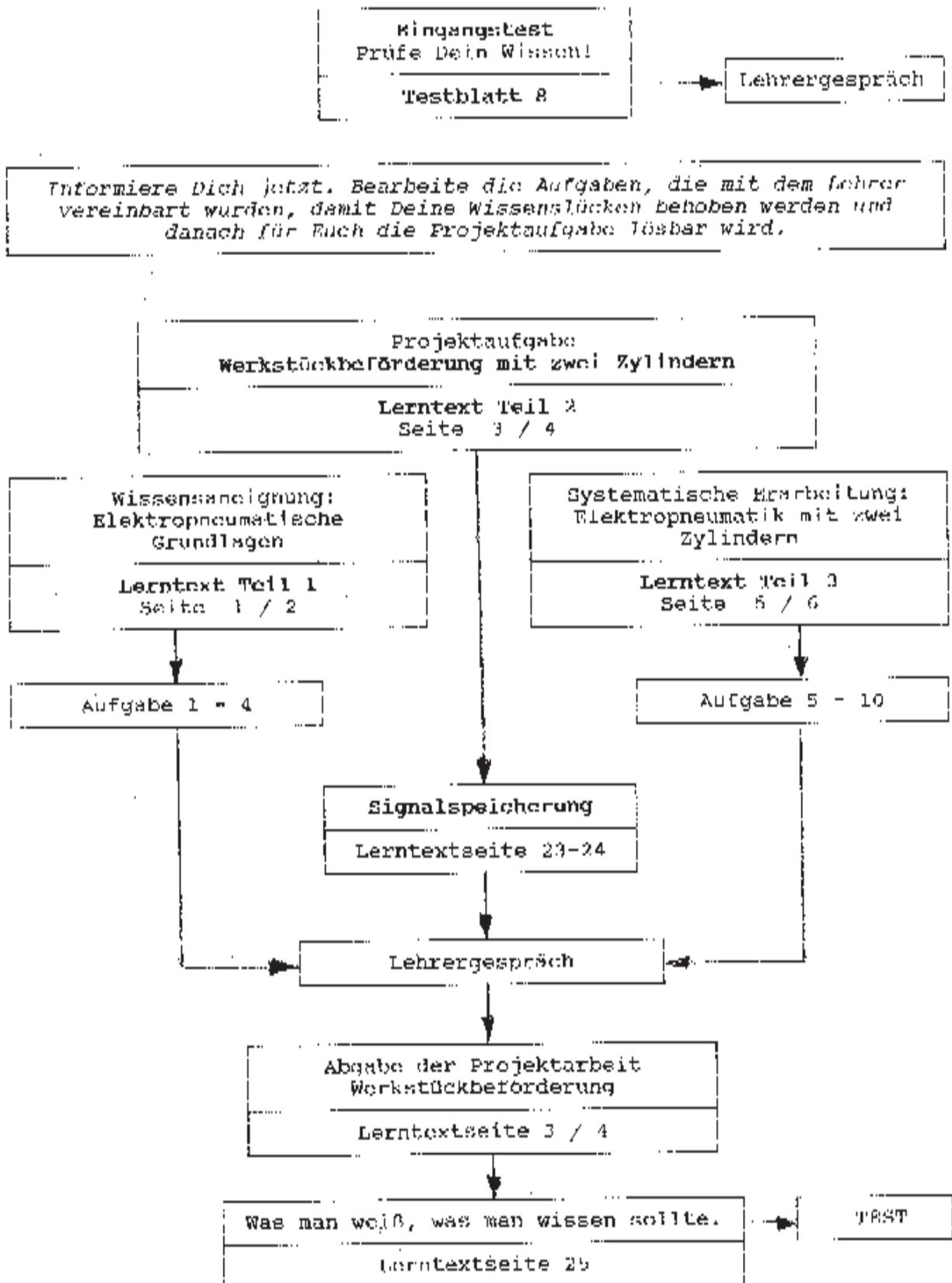
LEITTEXT



Elektropneumatische Grundsaltungen II



Leitlinie: Grundsaltungen der Elektropneumatik II



Testblatt zum Lerntext 8 (Elektropneumatische Grundsaltungen II)

Alle Aufgaben des Testblattes sind von der Gruppe vollständig und schriftlich zu beantworten. Als Hilfsmittel ist das Tabellenbuch sowie die eigenen Einträge und Ausarbeitungen zugelassen. Am Ende der Bearbeitungszeit wird in einem Gespräch mit dem Lehrer der Test ausgewertet.

- 1) Beschreibe die Funktion der abgebildeten pneumatischen Schaltung. (5) ✓

Anmerkung: Schaltplanskizze abgebildet in Leittext 8, Lerntextteil 2 Seite 3 (hier siehe Anhang-Seite 277)

Schaltplan Transportband

Durch Betätigen des 5/2-Wegeventils ^{1.1} wird der ^{doppeltwirkende} Zylinder 1.0 mit Druckluft versorgt. Er fährt aus in der vorderen Endlage behält die Halber. das Ventil 3/2-Wegeventil 2.1 Der Zylinder 2.0 wird mit Luft versorgt und fährt aus wenn Loslassen des Ventils 1.1 wird diese durch eine Feder zurückgestellt. Der Zylinder 1.0 fährt ein. Das Ventil 2.1 wird ebenfalls durch eine Feder zurückgestellt. Der einseitig wirkende Zylinder fährt ein. Der Zylinder 1.0 wird beim ausfahren abluftgedrosselt (Durch das Ventil 1.1.2). ✓

- 2) Durch welches elektrisches Signalelement wird in einer elektropneumatischen Schaltplanlösung das 3/2-Wegeventil 2.1 ersetzt? (5)

- Mechanischer Grenzschalter ✓
- Magnet - Grenzschalter mit Reedkontakt ✓
- Induktive Näherungsschalter ✓
- Kapazitiver Näherungsschalter ✓

- 3) Suche dieses Bauteil aus dem Gerätekasten. (5) ✓

- 4) Zeichne einen elektropneumatischen Schaltplan mit einem doppeltwirkenden Zylinder. Der Zylinder soll ausfahren, wenn die Signalelemente S1 oder S2 betätigt werden. Der Zylinder soll erst wieder einfahren, wenn die Signalelemente S3 und S4 betätigt werden. S3 soll ein Grenzschalter in der vorderen Endlage des Zylinders sein. Das Magnetimpulsventil soll indirekt angesteuert werden. (15) Blattrückseite!

Anmerkung: Schaltplanzeichnung siehe Übersicht 9.2, Seite 163

- 5) Was versteht man unter einer Selbsthalteschaltung? (5)

Durch ein kurzzeitig wirksames Tasterignal wird ein Relais geschaltet, das das Signal für längere Zeit leitet ✓

Testauswertung:

35 - 30	30 - 20	20 - 10	
Teil 2	Teil 3	Teil 1	

Lerntext Teil 1

Wissensaneignung: Elektropneumatische Grundlagen

Hole Dir für die Beantwortung der folgenden Fragen das grüne Arbeitsheft:
Elektropneumatik

Aufgabe 1:

lies die Seite 12 und 13 sorgfältig durch und beantworte dazu folgende Fragen
übersichtlich in Dein Heft.

- a) Welcher Unterschied besteht zwischen pneumatischen und elektropneumatischen Steuerungen?
- b) Welche Aufgabe und Zweck hat ein Schalter?
- c) Welche Aufgabe hat ein Schließer?
- d) Welcher Unterschied besteht zwischen einem Taster und einem Schalter?
- e) Welche Aufgaben haben mechanische Grenztafter?
- f) Mit welchem pneumatischen Bauteil ist der Grenztafter vergleichbar?
- g) Wie können die Grenztafter angeschlossen werden?
- h) Wie funktioniert ein 3/2-Wegeventil mit Handhilfsbetätigung?
- i) Wodurch unterscheidet sich ein 3/2-Wegeventil mit Vorsteuerung und Handhilfsbetätigung von einem 3/2-Wegeventil mit Handhilfsbetätigung?
- j) Zeichne das Normsymbol eines 5/2-Wegeventil mit Vorsteuerung und Handhilfsbetätigung. (Quadratmaß für das Grundsymbol = 4 cm)

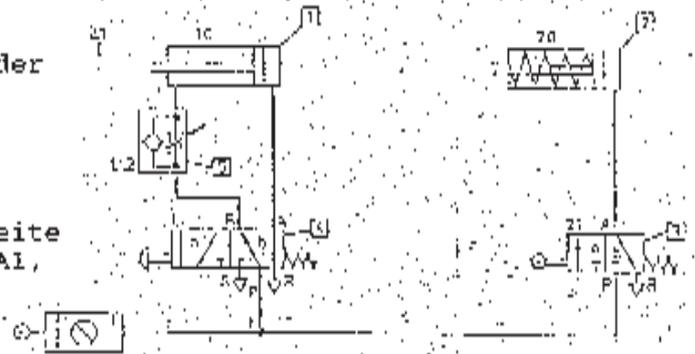
Informiere Dich über elektropneumatische Bauteile und Lösungsmöglichkeiten

- 1) *Lerntext: Energiefluß und Signalfluß: Seite 11
Elektrische Signalgebildelemente: Seite 12/13/14/15
Elektropneumatische Wandlerysteme: Seite 16/17/18/19*
- 2) *Literatur: "grünes Elektropneumatikübungsheft für den Auszubildenden bibb": Seite 5,12,13,15,19,21,50;*

Aufgabe 2

Einige pneumatische Bauteile der abgebildeten Schaltung müssen durch elektrische bzw. elektropneumatische Bauteile ersetzt werden?

- a) Bearbeite das im Lerntext Seite 7 abgebildete Arbeitsblatt A1,



- b) Bearbeite die im Leittext Seite 8/9 abgebildeten Arbeitsblätter A2 und A3

Informiere Dich!

- 1) Lerntext; *Energiefluß und Signalfuß; Seite 11*
Elektrische Signaleingabelemente; Seite 12/13/14/15
Elektropneumatische Wandlersysteme; Seite 16/17/18/19
- 2) Literatur; "grünes Elektropneumatikübungsheft für den Auszubildenden bibb"; Seite 5, 12, 13, 15, 19, 21, 50;
- 3) Bauteilliste (Datenblattsammlung) Fa. Festo

Aufgabe 3:

Beschreibe die Funktion der pneumatischen Schaltung genau und sorgfältig.

Aufgabe 4:

Zeichne nach der Funktionsbeschreibung einen Schaltplan und überprüfe diesen praktisch.

Durch gleichzeitiges betätigen des Tastschalters S1 und S2 wird der Stromkreis für das Relais K1 betätigt. Der Stromkreis für die Magnetspule y1 wird geschlossen und das 5/2-Wegemagnetimpulsventil umgesteuert. Die Kolbenstange des Doppeltwirkenden Zylinders fährt aus.

Durch betätigen des Tastschalters S3 oder S4 wird der Stromkreis für das Relais K2 betätigt. Der Stromkreis für die Magnetspule y2 wird geschlossen und das 5/2-Wegemagnetimpulsventil zurückgesteuert. Die Kolbenstange des Doppeltwirkenden Zylinders fährt wieder ein.

Lerntext Teil 2

Gesamtaufgabe (Projektaufgabe)

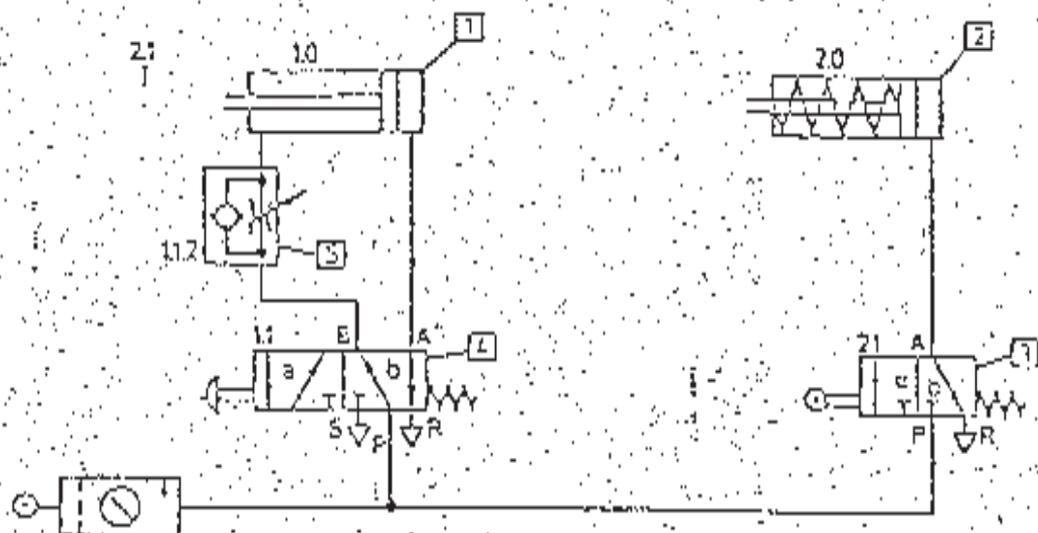
Lies die Aufgabenstellung "Werkstückbeförderung" aufmerksam durch. Die nachfolgenden Aufgabenstellungen sind genau auszuführen.

Organisationshilfe:

Ein Gruppenchef sorgt dafür, daß die gelösten Einzelarbeiten in einer sauberen Form und in einer richtigen Reihenfolge zum Kopieren abgegeben werden.

Aufgabenstellung:**Werkstückbeförderung:**

Bearbeitete Werkstücke sollen mit dem Zylinder 1.0 gehoben und mit dem Zylinder 2.0 auf ein Transportband gebracht werden. Die Steuerung von 1.0 soll von Hand erfolgen, während die Ausfahrbewegung von Zylinder 2.0 in Abhängigkeit vom Hubzylinder 1.0 erfolgen soll.

**Aufgabe**

Die pneumatische Schaltung ist durch eine elektropneumatische Schaltung zu ersetzen. Ersetze in der Signaleingabe die pneumatischen Schaltelemente durch elektrische Elemente. In der Signalverarbeitung sind die rein pneumatischen Bauteile durch elektropneumatische Bauteile zu ersetzen.

Aufgabenstellung:

- 1) Zeichne den elektropneumatischen Schaltplan mit SIMUCAD
- 2) Drucke den Schaltplan und die Stückliste aus
- 3) Stelle einen sauberen Eintrag zusammen.
- 4) Baue die Schaltung auf und überprüfe die Funktion
- 5) Erstelle eine Funktionsbeschreibung
(Diese Beschreibung ist sehr wichtig für die weitere Aufgabe!)

Die Funktionsbeschreibung kann mit einem Textverarbeitungsprogramm geschrieben werden. Vor dem Ausdruck ist diese mit den Gruppenmitgliedern und dem Lehrer auf Richtigkeit und Vollständigkeit zu prüfen.

- 6) Beschreibe die Funktion und den Aufbau von Eurem eingebauten Grenztaster

Weiterführende Aufgabenstellung

- 7) Überprüfe, ob in Eurer Schaltung der Hubzylinder 1.0 mit Hilfe einer Selbsthalteschaltung in seine vordere Endlage ausfährt?
 - a) Zeichne den elektropneumatischen Schaltplan einer indirekten Schaltung mit Signalspeicherung (Selbsthalteschaltung)
 - b) Baue die Schaltung auf und überprüfe die Funktion
 - c) Erstelle eine Funktionsbeschreibung
 - d) Vergleiche die Funktionsbeschreibung mit den in der Literatur beschriebenen Selbsthalteschaltungen
"Dominierend EIN und Dominierend AUS"
- 8) Baue die Schaltung auf und überprüfe die Funktion

<p>Achtung: Zur Gestaltung Eurer Arbeit können Bauteilabbildungen aus der Literatur kopiert werden und in den selbst gestalteten Eintrag eingeklebt werden. Die Funktionsbeschreibung der Bauteile sollte mit eigenen Worten verständlich und sachlich richtig erfolgen.</p>
--

Lerntext Teil 3

Systematische Erarbeitung der Elektropneumatik

Achtung: Die Aufgaben sollen auf die Gruppenmitglieder verteilt werden.

Aufgabe 5:

Beschreibe die Funktion der pneumatischen Schaltung genau und sorgfältig.

Aufgabe 6:

Das Bauteil 2.1 muß durch den Grenzsteller ersetzt werden. Informiere Dich über mechanische Grenzsteller

- a) Beschreibe Aufbau, Funktion und Besonderheiten des mechanischen Grenzstellers.
- b) Zeichne das Schaltplansymbol eines mechanischen Grenzstellers.

Informiere Dich!

- 1) *Lerntext: Elektrische Signaleingabelemente; Seite 12/13/14/15*
- 2) *Literatur: "grünes Elektropneumatikübungsheft für den Auszubildenden bibb"; Seite 5,12,13,15,19,21,50;*
- 3) *Bauteilliste (Datenblattsammlung) Fa. Festo*

Aufgabe 7:

Die pneumatische Schaltung soll jetzt zu einer elektropneumatischen Schaltung umgebaut werden. Folgende Funktionsbeschreibung soll für die weiteren Aufgaben eine Hilfe sein.

Funktionsbeschreibung:

Durch Drücken des Tastens S1 wird der Stromkreis für die Magnetspule y1 geschlossen, und das 5/2-Wegemagnetventil 1.1 umgesteuert. Die Kolbenstange des Zylinders 1.0 fährt in die vordere Endlage. Dort betätigt sie die Tastrolle des Grenzstellers S2. Der Stromkreis für die Magnetspule y2 wird geschlossen und das 3/2-Wegemagnetventil 2.1 wird umgesteuert. Die Kolbenstange des Zylinders 2.0 fährt in die vordere Endlage. Nach Loslassen des Tastens S1 wird der Stromkreis für die Magnetspule y1 geöffnet. Die Zylinder 1.0 und 2.0 fahren in die hintere Endlage zurück.

Zeichne nach der Funktionsbeschreibung einen Schaltplan und überprüfe diesen praktisch.

Aufgabe 8:

Informiere Dich auf der Lerntextseite 20 über weitere Lösungsmöglichkeiten.

Die vier Funktionsbeschreibungen des Merkblattes sind auszuprobieren und zu zeichnen.

Wenn Du noch Wissenslücken hast
<p>Informiere Dich!</p> <p>1) Lerntext; Schaltplanlösungen; Seite 21/22/23/24</p> <p>2) Literatur; "grünes ElektropneumatikÜbungsbuch für den Auszubildenden b1b2"; Seite 39 bis 45;</p> <p>3) Bauteilliste (Datenblattsammlung) Fa. Festo</p>

Aufgabe 9:

Bearbeite das Arbeitsblatt A4

Betrachte Dir die Aufgabenstellung und den Inhalt auf der Lerntextseite 10

Aufgabe 10:

- Was geschieht, wenn der Schalter S1 bei der Schaltung Dominierend EIN ständig betätigt wird? Der Schalter S2 (Aus) ist in dieser Schaltung ein Grenztaster in der vorderen Endlage
- Was geschieht, wenn der Schalter S1 bei der Schaltung Dominierend AUS ständig betätigt wird? Der Schalter S2 (Aus) ist in dieser Schaltung ein Grenztaster in der vorderen Endlage

Notiere Deine Erkenntnisse als ganze Sätze als Hefteintrag. Sprich mit dem Lehrer über Deine Überlegung.

Terminlexikon

FORDERE DIESES ARBEITSBLATT BITTE BEIM LEHRER AN!

ARBEITSBLATT A1

Elektropneumatik

Beispiel: Werkstückbeförderung

Die pneumatisch betriebene Anlage ist durch eine elektropneumatisch betriebene Anlage zu ersetzen.

Die Arbeitselemente bleiben bei einer elektropneumatischen Anlage unverändert.

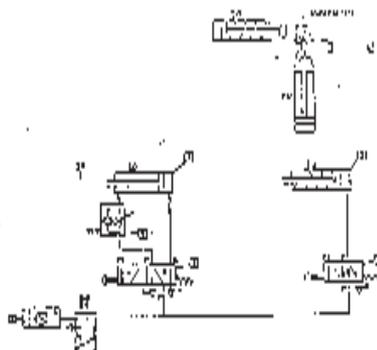
Arbeitselement:

Elemente zur Geschwindigkeitsveränderung bleiben bei einer elektropneumatischen Anlage unverändert.

Element:

Signalwandler (Stellglieder) müssen immer elektrisch bewegt werden können.

Element:



In dem gezeichneten pneumatischen Schaltplan sind in der Tabelle die nummerierten pneumatischen Bauteile genau zu benennen.

	pneumatische Bauteile der Schaltung	elektrische Bauteile ersetzen teilweise die pneumatischen Schaltelemente
1.0		
2.0		
1.3		
1.1		
2.1		

Durch welche elektrischen Bauteile bzw. durch welche elektrischen Anordnungen (Schaltungen) können die jeweiligen pneumatischen Bauteile ersetzt werden. Eintrag in die Tabelle

Lerntextanhang

FORDERE DIESSES ARBEITSMIATT BITTE BEIM LEHRER AN!

ARBEITSMIATT

R 2

Wegventile:

3/2-Wegventil mit Betätigung durch Elektromagnet, in Ruhestellung gesperrt.

Bauart:

3/2-Wegventil mit elektromagnetischer Betätigung.

Arbeitsweise:

Das 3/2 Wegventil sperrt durch _____

(7) in Ruhestellung den Druckluftanschluß P

und öffnet den Weg zur Entlüftung R. Beim

Einschalten des _____ (2) wird der

_____ (4) in die Spule hineingezogen.

Die _____ (7) wird zusammengedrückt.

Damit werden die Anschlüsse P und A

miteinander verbunden. Der _____ (4)

schneidet an seiner Rückseite mit _____

(5) den Ausgang R. wird der Magnet

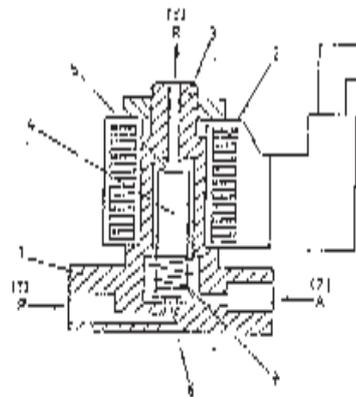
ausgeschaltet drückt die _____ (7)

den _____ (4) mit seiner

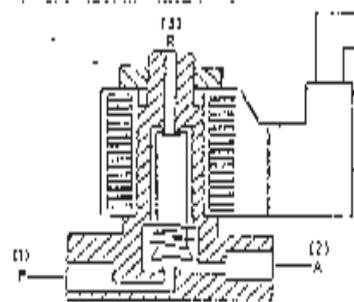
_____ (6) auf den unteren

Ventilsitz und schließt die Leitung P. Die

Arbeitsleitung A kann nach R entlüften.



Spule nicht anregt (Ruhestellung)



Spule anregt (Arbeitsstellung)

Tastenschalter in der Ausführung als Schließer

In der Ruhestellung (unberätigter Zustand) ist

beim Schließer der Stromkreis _____

Durch Betätigen des Schaltstößels wird beim

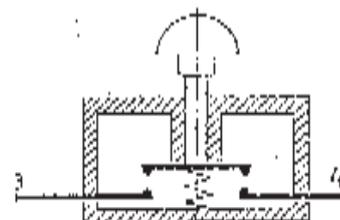
Schließen der Stromkreis _____ Nach

Loslassen des Schaltstößels erfolgt durch die

Feder eine Rückstellung auf

_____ Der _____

ist wieder geöffnet.



Schließer



Lerntextanhang

FORDERE DIESES ARBEITSBLATT BITTE BEIM LEHRER AN!

Aufgabenblatt A3

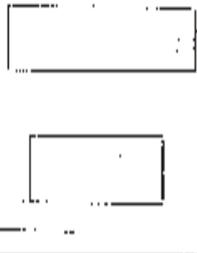
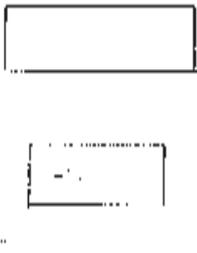
Aufgabenstellung:

Ein doppeltwirkender Zylinder soll über ein 5/2 - Wegeventil mit magnetischer Betätigung zum Ein- und Ausfahren gebracht werden.

Beide Funktionen sind vorstellbar (Funktionsbeschreibung siehe Tabelle)

Aufgaben:

- Zeichne für die beschriebenen Funktionen jeweils den pneumatischen und elektrischen Schaltplan.
- Realisiere die Schaltung auf und überprüfe die Funktion.
- Erzeuge die notwendigen elektrischen Elemente

elektrisches Element S1 ()	pneumatischer Schaltplan	elektrischer Schaltplan
Durch die Betätigung des elektrischen Signaleingabeelementes S1 stellt das 5/2-Wegeventil mit Rückstellfeder um und der Zylinder fährt aus.		
Durch die Betätigung des elektrischen Signaleingabeelementes S1 stellt das 5/2-Wegeventil mit Rückstellfeder in seine Grundstellung zurück und der im unbetätigten Zustand ausgefahrne Zylinder fährt wieder ein.		
Durch die Betätigung des elektrischen Signaleingabeelementes S1 stellt das 5/2 Wegeventil (Impulsventil) um und der Zylinder fährt aus. In seiner vorderen Endlage betätigt er das elektrische Signaleingabeelement S2. Dadurch fährt er selbständig wieder zurück.		

Tarntextanhang

FORDERE DIESES ARBEITSBLATT BITTE BEIM LEHRER AN!

Aufgabenblatt A4

Selbthalteschaltungen

Selbthalteschaltungen sind in elektropneumatischen Steuerungen notwendig, wenn elektrische Signale gespeichert werden müssen. Erforder die Signalspeicherung mit einer Selbsthalteschaltung im elektrischen Teil, können pneumatische Ventile mit Federrückstellung verwendet werden. Bei aufwendigeren Steuerungen (Faktkette) kann die Speicherfunktion je nach Aufbau im pneumatischen wie im elektrischen Teil oder in beiden Bereichen eingesetzt werden.

In der Steuerungstechnik spricht man von zwei Selbsthalteschaltungen, dominierend EIN oder AUS dominierend.

Aufgabe:

- a) Bearbeite den Lückentext
- b) Zeichne eine Selbsthalteschaltung Dominierend EIN
- c) Zeichne eine Selbsthalteschaltung Dominierend AUS

Funktion der Selbsthalteschaltung:

Durch den EIN-Taster wird das _____ erregt und schaltet die Kontakte zu. Damit beim Loslassen des EIN-Tasters das Relais angezogen bleibt, wird parallel zum EIN-Taster ein _____ geschaltet.

Durch diese Parallelschaltung wird erreicht, daß beim Loslassen des EIN-Tasters das Relais KL _____ abfällt.

Um die Selbsthalteschaltung wieder gelöst werden kann, muß ein _____ eingebaut werden. Dieser _____ Taster befindet sich bei der Schaltung "Dominierend EIN" in einer _____ mit dem Schließer von KL.

Bei der Selbsthalteschaltung "Dominierend AUS" hält wie bei der Schaltung "Dominierend EIN" ein _____ von KL die Selbsthaltung in Parallelschaltung aufrecht. In diesem Fall befindet sich der _____ Taster in einer Reihenschaltung mit dem _____ Taster.

Für die Dominanz EIN oder AUS ist die Einbaulage des _____ entscheidend. Befindet sich der AUS-Taster in Reihenschaltung zum Schließer, so ist immer das Signal EIN dominierend. Befindet sich der AUS-Taster in Reihenschaltung mit der EIN-Taste, so ist das Verhalten der Schaltung AUS dominierend.

Lerntextanhang

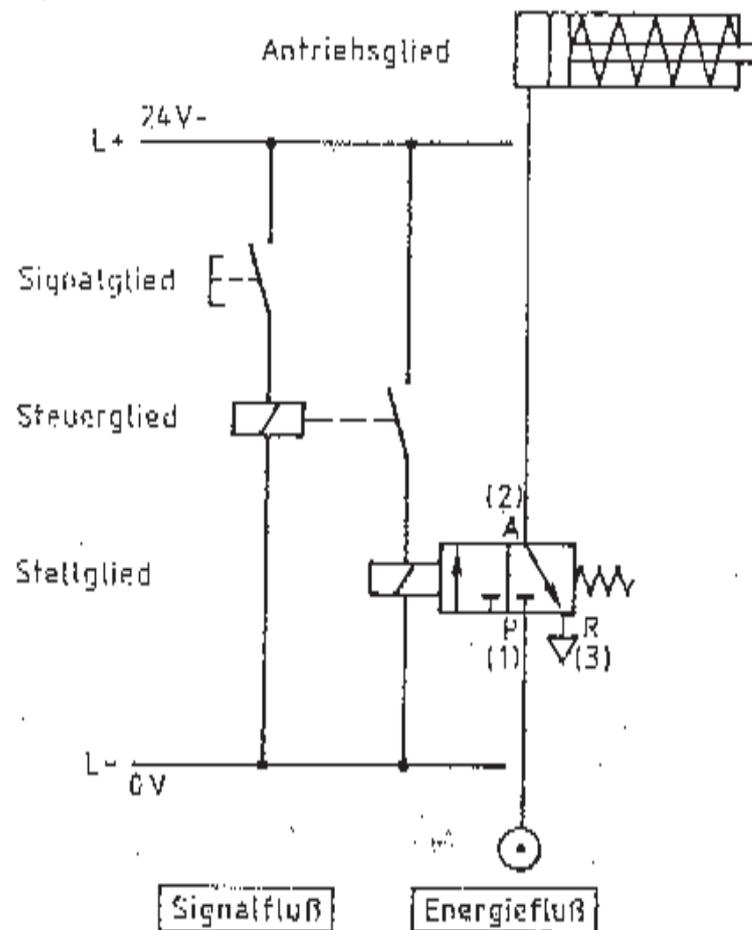
ENERGIEFLUSS UND SIGNALFLUSS IN ELEKTROPNEUMATISCHEN ANLAGEN


Bild 1 Energiefluß und Signalfluß in elektropneumatischen Anlagen

Der Begriff Elektropneumatik sagt schon, daß bei dieser Technik Elektrik und Pneumatik verbunden werden. In der Praxis werden pneumatisch angetriebene Maschinen und Vorrichtungen elektrisch gesteuert. Dabei stellt die Druckluft die Energie bereit, den Signalfluß übernimmt die Elektrik (Bild 1).

Lerntextanhang

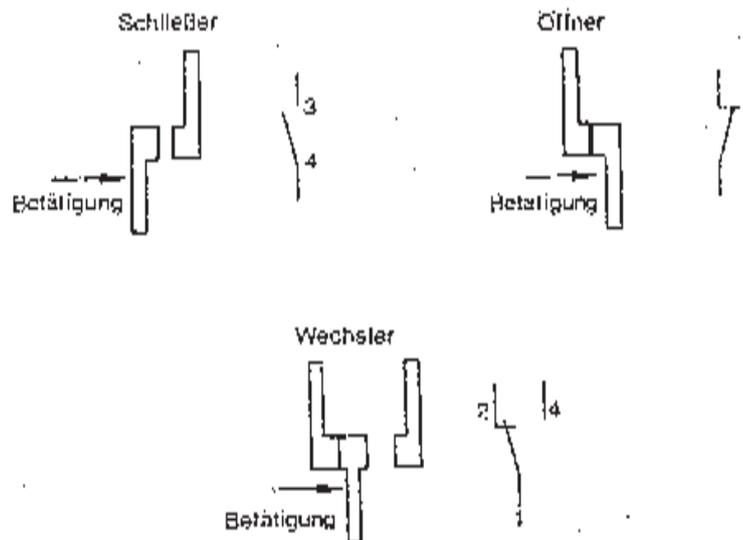
ELEKTRISCHE SIGNALFINGABEELEMENTE

FESTO
DIDACTIC

Elektrische Signaleingabelemente

Diese Elemente haben die Aufgabe, elektrische Signale von den verschiedenen Stellen einer Steuerung (Anlage) mit verschiedenen Betätigungsarten und verschiedenen langen Betätigungszeiten in den Bereich der Signalverarbeitung einzugeben. Geschieht das Steuern solcher Geräte durch Schalten von elektrischen Kontakten, spricht man von Kontaktsteuerung, sonst von kontaktloser oder elektronischer Steuerung. Von der Funktion her unterscheidet man die Elemente Schließer, Öffner und Wechsler.

Der Schließer hat die Aufgabe, den Stromkreis zu schließen, der Öffner muß den Stromkreis öffnen. Der Wechsler öffnet oder schließt die Stromkreise.



Der Wechsler ist ein konstruktiver Zusammenbau von Schließer und Öffner. Beide Kontakte haben ein bewegliches Schalterelement. Dieses Schalterelement hat in Ruhelage immer nur Kontakt mit einem Anschluß.

Die Betätigung dieser Elemente kann manuell, mechanisch oder über Fernbedienung (elektrische, pneumatische Steuerenergie) erfolgen. Eine weitere Unterscheidung besteht zwischen Taster und Schalter. Der Taster (Tastschalter, Druckknopftastschalter) nimmt durch Betätigung eine bestimmte Schaltstellung ein und zwar so lange, wie die Betätigung des Tasters vorhanden ist. Beim Loslassen wird die Ausgangsstellung wieder eingenommen.

Der Schalter (Stellschalter, Schloßschalter) nimmt durch Betätigung auch eine ganz bestimmte Schaltstellung ein (damit diese Schaltstellung aufrecht erhalten bleibt, muß keine Dauerbetätigung des Schalters erfolgen). Der Schalter wird meistens mechanisch verriegelt. Erst bei erneuter Betätigung geht der Schalter in die Ausgangsstellung zurück.

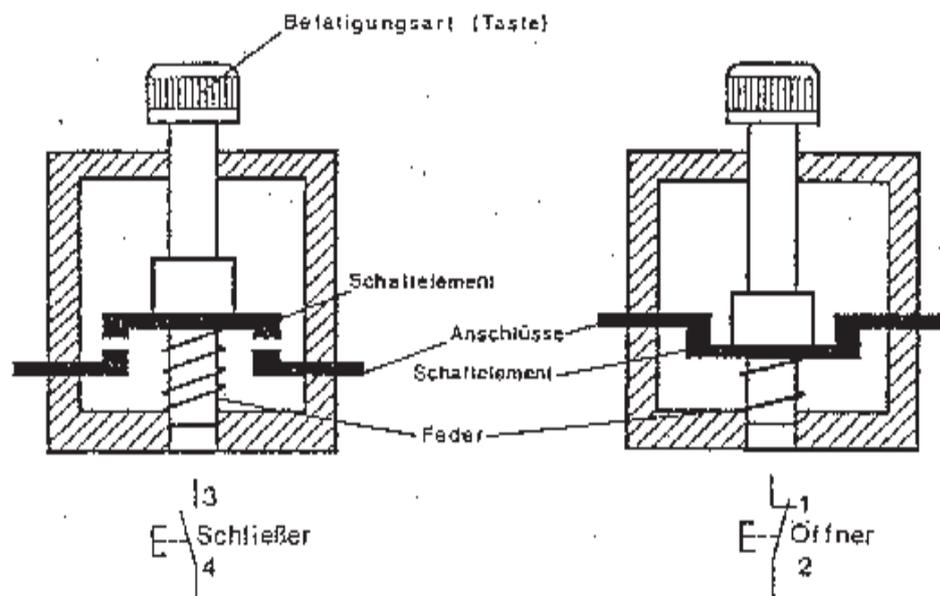
Lerntextanhang

ELEKTRISCHE SIGNALEINGABEELEMENTE

FESTO
DIDACTIC

Druckknopf – Taster

Damit sich eine Maschine oder Anlage in Bewegung setzen kann, benötigt man ein Signalelement. Ein Druckknopftastschalter, im Betrieb als Taster bezeichnet, ist solch ein Element, das nur bei Dauerbetätigung die gewünschte Schaltstellung einnimmt.



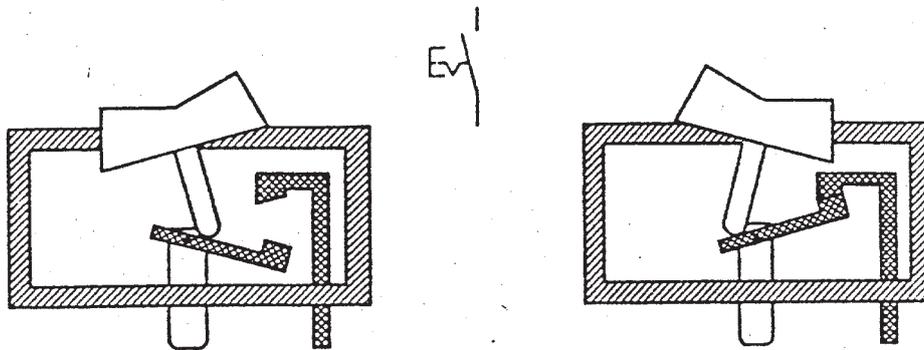
Im Bild sind beide Möglichkeiten als Schließer und als Öffner aufgezeigt. Bei Betätigung der Taste wirkt das bewegliche Schaltelement gegen die Federkraft, das die Anschlüsse einmal verbindet (Schließer) und einmal trennt (Öffner). Der Stromkreis ist dabei geschlossen oder unterbrochen. Wird die Taste losgelassen, sorgt die Feder für die Rückstellung in die Ausgangsstellung.

Lerntextanhang

ELEKTRISCHE SIGNALEINGABEELEMENTE

Die elektrischen Signaleingabeelemente können mit den verschiedensten Betätigungen ausgestattet sein.

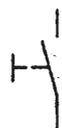
z.B. Kippschalter (Raste)



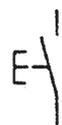
Kontakt geöffnet

Kontakt geschlossen

Schaltzeichen für Schaltgeräte (Manuell) DIN 40 713



Tastschalter mit Schließer
handbetätigt allgemein



Tastschalter mit Schließer
handbetätigt durch Drücken



Stellschalter mit Öffner
handbetätigt durch Ziehen

Lehrtextanhang

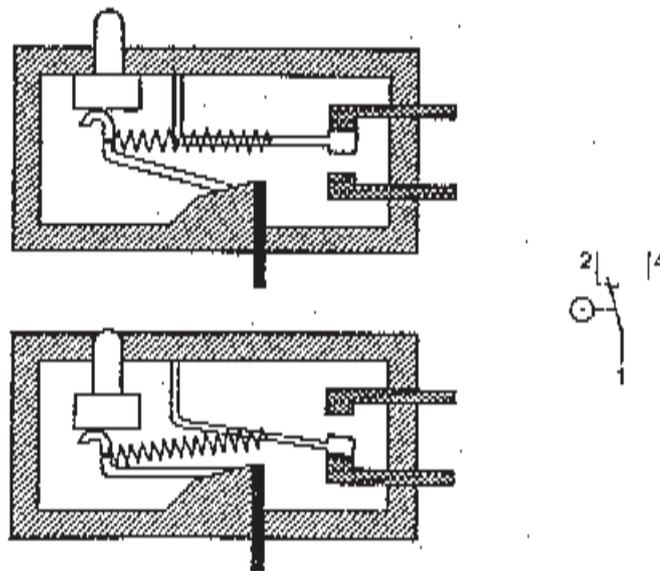
ELEKTRISCHE SIGNALLEITUNGSELEMENTE
**FEStU
DIDACTIC**
Mechanische Grenztaster

Mit diesen Grenztastern werden ganz bestimmte Endlagen von Maschinenteilen oder anderen Arbeitsgeräten abgefragt. Das Augenmerk bei der Auswahl solcher Signaleingabelemente liegt bei der mechanischen Beanspruchung, der Kontaktsicherheit und der Genauigkeit des Schaltpunktes.

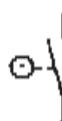
Bei der normalen Ausführung haben die Endschalter einen Wechsler. Bei Sonderausführung sind andere Schalterkombinationen möglich.

Man unterscheidet die Grenztaster auch nach der Kontakteingabe:

Schleichkontakt oder Sprungkontakt. Bei dem Schleichkontakt wird das Öffnen oder Schließen der Kontakte mit der gleichen Geschwindigkeit durchgeführt wie das Schalten der Betätigung (für kleine Anfahr Geschwindigkeiten geeignet). Beim Sprungkontakt ist die Anfahr Geschwindigkeit nicht von Bedeutung, da bei einem ganz bestimmten Punkt das Schalten des Grenztasters schlagartig erfolgt. Die Betätigung des Grenztasters kann über ein feststehendes Teil, z.B. Stößel oder Rollenhebel, erfolgen. Zur Montage und Betätigung der Grenztaster sind die Angaben des Herstellers zu beachten. Anfahrwinkel und Nachlaufweg müssen dabei eingehalten werden.



Schaltzeichen für Schaltgeräte (Mechanisch)



Grenztaster mit Schließer
Rollenhebel betätigt

Seite 16

Lerntextanhang

ELEKTRO - PNEUMATISCHE - WANDLERSYSTEME



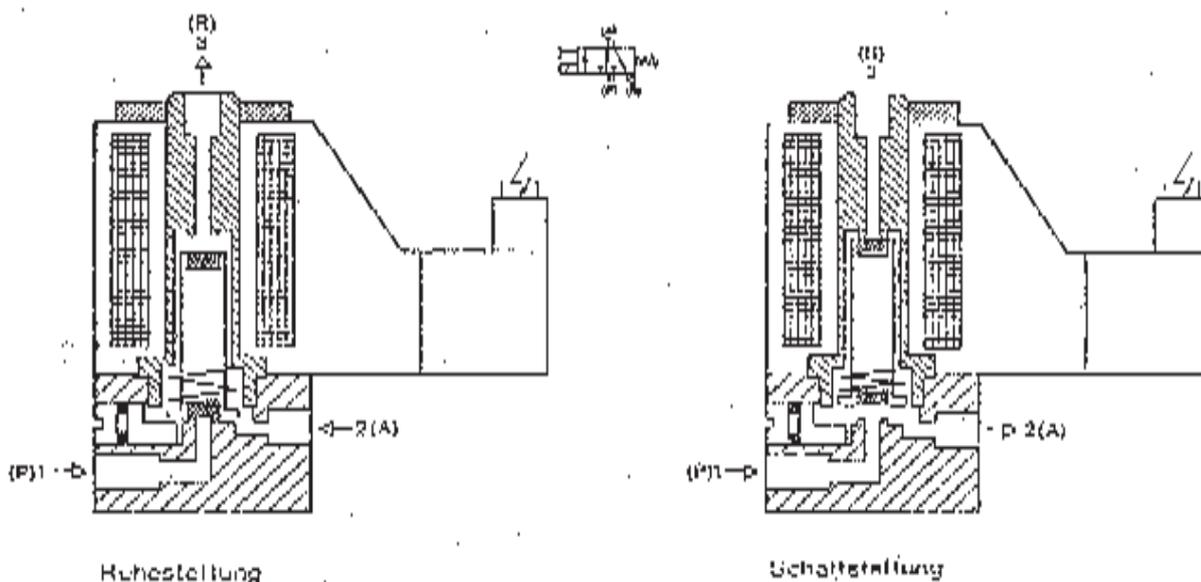
3/2 Wege-Magnetventil mit Handhilfebetätigung

Bei diesem Gerät handelt es sich um ein Sitzventil einseitig direkt betätigt mit Federrückstellung. In der Ruhestellung ist das Ventil geschlossen.

Durch ein elektrisches Signal an der Spule wird durch das Magnetfeld der Anker nach oben vom Dichtsitz angehoben.

Die Druckluft strömt vom Eingang 1 (P) nach dem Ausgang 2 (A), die Entlüftungsbohrung 3 (R) im Ankerrohr wird durch den Anker abgesperrt. Wird an der Magnetspule das Magnetfeld gelöst, so drückt die Rückstellfeder den Anker wieder auf den Dichtsitz. Der Durchgang der Druckluft von 1 (P) nach 2 (A) wird gesperrt, die Druckluft aus der Druckluftleitung entlüftet über den Anschluss 2 (A) nach 3 (R) im Ankerrohr. Die Handhilfebetätigung gibt wieder die Möglichkeit, von Hand dieses 3/2 Wegaventil zu schalten.

Einsatz der Geräte bei Steuerungen mit einfachwirkenden Zylindern, Steuern von anderen Ventilen, Zu- und Abschalten der Druckluft in Steuerungen.

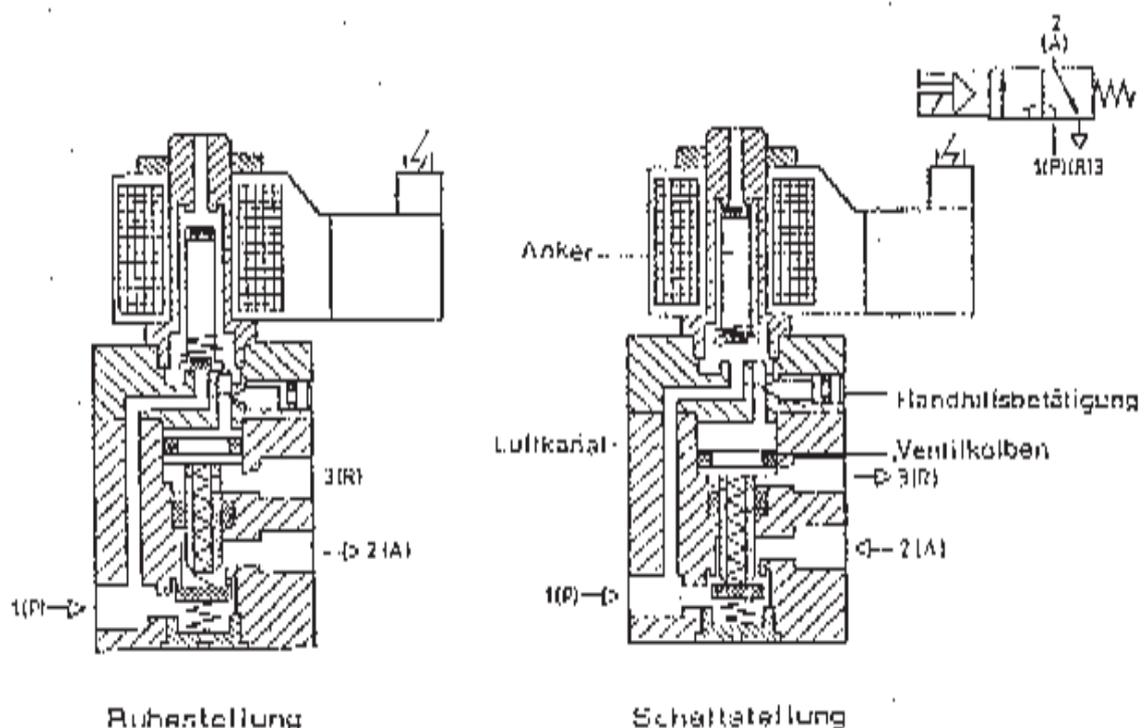


LernLex Anhang

ELEKTRO - PNEUMATISCHE - WANDLERSYSTEME
**FESTO
DIDACTIC**
3/2 Wege-Magnetventil - Ruhestellung geschlossen (Vorsteuerung, Handhilfsbetätigung)

Damit die Spulen an den Ventilen nicht zu groß ausgelegt werden müssen, setzt man Ventile mit pneumatischer Vorsteuerung ein. Die Funktion des unten aufgeführten Gerätes ist den 3/2 Wege-Magnetventilen ähnlich. Der Unterschied liegt in der indirekten Betätigung des Versuchskolbens. Durch ein elektrisches Signal wird der Anker in der Magnetspule den Durchgang freigeben. Durch den Luftkanal vom Anschluss 1 (P) zum Anker und dann weiter zum Ventilkolben schaltet die Druckluft den Ventilkolben um. Die Schaltfunktion 1 (P) nach 2 (A) bleibt solange aufrecht erhalten, solange das elektrische Eingangssignal ansteht. Durch die Handhilfsbetätigung wird die Luft auf den Ventilkolben freigegeben.

Bei vorgesteuerten Ventilen muß der Minimal- und Maximaldruck unbedingt eingehalten werden.



Lerntextanhang

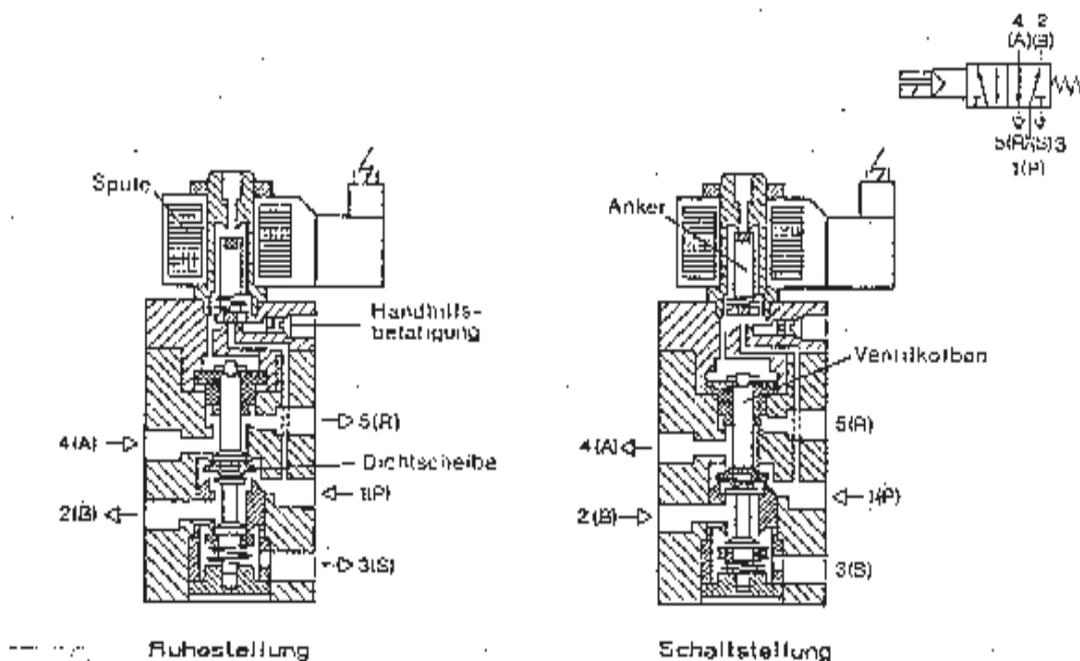
ELEKTRO - PNEUMATISCHE - WANDLERSYSTEME



5/2 Wege-Magnetventil (Vorsteuerung, Handhilfsbetätigung)

Das dargestellte Ventil übernimmt mit der Funktion die gleichen Aufgaben wie das 4/2 Wege-Magnetventil. Es handelt sich hierbei lediglich um ein anderes Konstruktionsprinzip. Das 4/3 Wege-Magnetventil ist ein reines Sitzventil, wohingegen das 5/2 Wege-Magnetventil ein Schieber-Sitzventil ist. Ein elektrisches Signal löst ein Umschalten des Ankers aus. Durch den Luftkanal strömt die Druckluft zum Ventilkolben und schaltet ihn um. In der Mitte des Ventils wird mit einer Dichtscheibe (Sitzventil) der Weg von 1 (P) nach 4 (A) oder 2 (B) verbunden. Die Entlüftung erfolgt von 4 (A) nach 5 (R) bzw. 2 (B) nach 3 (S).

Durch Wegnahme des elektrischen Signals wird die Grundstellung 1 (P) nach 2 (B) durch die Rückholfeder eingenommen.



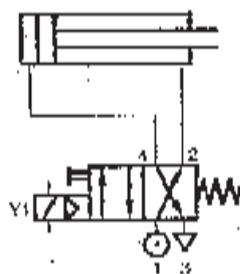
TermLexAnhang

ELEKTRO - PNEUMATISCHE - WANDLERSYSTEME

Eine entsprechende Gerätezuordnung der Pneumatik zur Elektrik zeigt die Aufstellung.

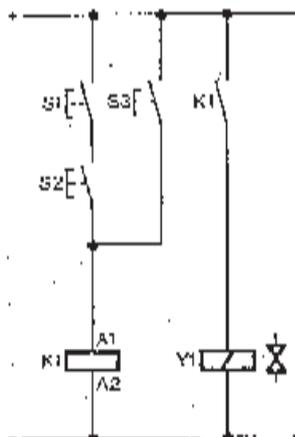
	Signaleingabe	Signalverarbeitung	Signalwandler	Signalausgabe
Elektrik Elektrik	Taster, Schalter Grenztaster (Schließer, Öffner, Wechsler) berührungslose Signalgeber	Schütze Relais		Elektro- motor Lineär- motor
Pneumatik Pneumatik	Taster, Schalter Grenztaster (Wegeventile), berührungslose Signalgeber	Wegeventile Sperrventile (Zweidruck- ventile, Wechsel- ventile)	Pneumatik- Verstärker	Zylinder Pneumatik- motor
Elektrik Pneumatik	Taster, Schalter Grenztaster berührungslose Signalgeber	Schütze Relais	Magnet- ventile	Zylinder Pneumatik- motor
	SENSORIK	PROZESSORIK	AKTORIK	

In elektropneumatischen Aufzeichnungen (Schaltplan) ist die Darstellung des Signalflusses für den elektrischen Bereich von oben nach unten. Ein Beispiel soll dieses aufzeigen.



Signalzusgabe im pneumatischen
Arbeitsstell

Y1 = Signalumformer



Signaleingabe S1, S2, S3

Signalverarbeitung S1, S2, S3, mit K1

Signalausgabe Y1

Texttextanhang

MERKBLATT FUNKTIONSBESCHREIBUNGEN

elektropneumatische Funktionsbeschreibungen

- | | |
|---|---|
| Lösungsbeschreibung ①

<i>DIREKTE</i>

<i>Ansteuerung</i> | Durch Drücken des Tastschalters S1 wird der Stromkreis für die Magnetspule Y1 geschlossen und das 5/2-Wege-Magnetventil umgesteuert. Die Kolbenstange des doppelwirkenden Zylinders fährt in die vordere Endlage aus.

Nach Loslassen des Tastschalters S1 wird der Stromkreis für die Magnetspule Y1 geöffnet und das 5/2-Wege-Magnetventil in die Ruhelage umgesteuert. Die Kolbenstange fährt in die hintere Endlage zurück. |
| Lösungsbeschreibung ②

<i>INDIREKTE</i>

<i>Ansteuerung</i> | Durch Drücken des Tastschalters S1 wird der Stromkreis für das Relais K1 betätigt. Der Stromkreis für die Magnetspule Y1 wird geschlossen und das 5/2-Wege-Magnetventil umgesteuert. Die Kolbenstange des doppelwirkenden Zylinders fährt in die vordere Endlage aus.

Nach Loslassen des Tastschalters S1 wird der Stromkreis für das Relais K1 geöffnet und der Kontakt K1 in die Ruhelage gebracht. Der Stromkreis für die Magnetspule Y1 wird geöffnet und das 5/2-Wege-Magnetventil in die Ruhelage umgesteuert. Die Kolbenstange fährt in die hintere Endlage zurück. |
| Lösungsbeschreibung

<i>Signalpeicher</i>

<i>DOMINIEREND</i>

<i>(EIN)</i> | Durch Drücken des Tastschalters S1 (EIN) wird der Stromkreis für das Relais K1 geschlossen und der Kontaktsatz betätigt. Die Selbsthalteschaltung mit Kontakt K1 (13, 14) hält über den unbetätigten Tastschalter S2 (AUS) den Stromkreis für das Relais K1 nach Loslassen des Tastschalters S1 (EIN) geschlossen. Der Stromkreis für die Magnetspule Y1 wird mit dem Kontakt K1 (23, 24) geschlossen und das 3/2- (5/2-) Wege-Magnetventil umgesteuert. Die Kolbenstange des einfachwirkenden (doppelwirkenden) Zylinders fährt in die vordere Endlage aus.

Durch Drücken des Tasterhalters S2 (AUS) wird der Stromkreis für das Relais K1 geöffnet und der Kontaktsatz in Ruhelage gebracht. Der Stromkreis für die Magnetspule Y1 wird geöffnet und das 3/2- (5/2-) Wege-Magnetventil in die Ruhelage umgesteuert. Die Kolbenstange des einfachwirkenden (doppelwirkenden) Zylinders fährt in die hintere Endlage zurück. |
| Lösungsbeschreibung

<i>Signalpeicher</i>

<i>DOMINIEREND</i>

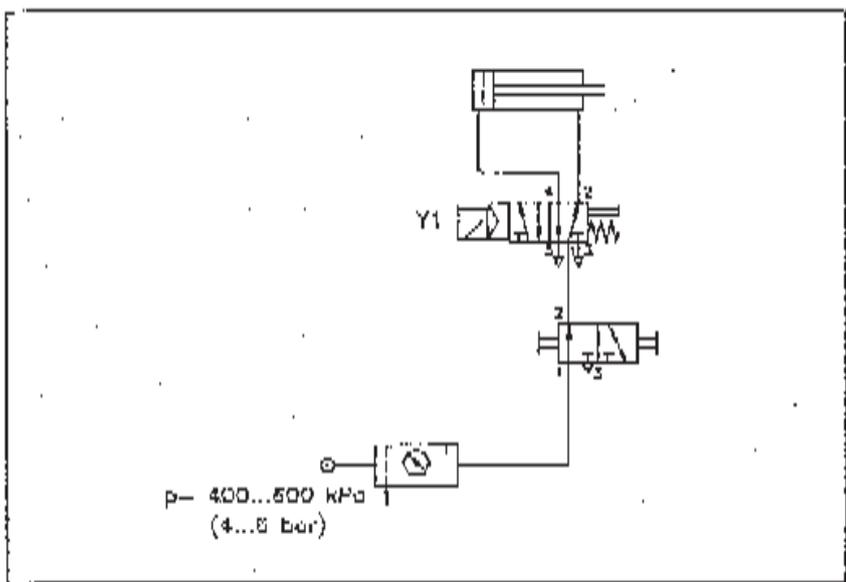
<i>(AUS)</i> | Durch Drücken des Tastschalters S1 (EIN) wird der Stromkreis über den unbetätigten Tastschalter S2 (AUS) für das Relais K1 geschlossen und der Kontaktsatz betätigt. Die Selbsthalteschaltung mit Kontakt K1 (13, 14) hält den Stromkreis für das Relais K1 nach Loslassen des Tastschalters S1 (EIN) geschlossen. Der Stromkreis für die Magnetspule Y1 wird mit Kontakt K1 (23, 24) geschlossen und das 3/2- (5/2-) Wege-Magnetventil umgesteuert. Die Kolbenstange des einfachwirkenden (doppelwirkenden) Zylinders fährt in die vordere Endlage aus.

Durch Drücken des Tasterhalters S2 (AUS) wird der Stromkreis für das Relais K1 geöffnet und der Kontaktsatz in Ruhelage gebracht. Der Stromkreis für die Magnetspule Y1 wird geöffnet und das 3/2- (5/2-) Wege-Magnetventil umgesteuert. Die Kolbenstange des einfachwirkenden (doppelwirkenden) Zylinders fährt in die hintere Endlage zurück. |

Lerntextanhang

SCHALTPLANE

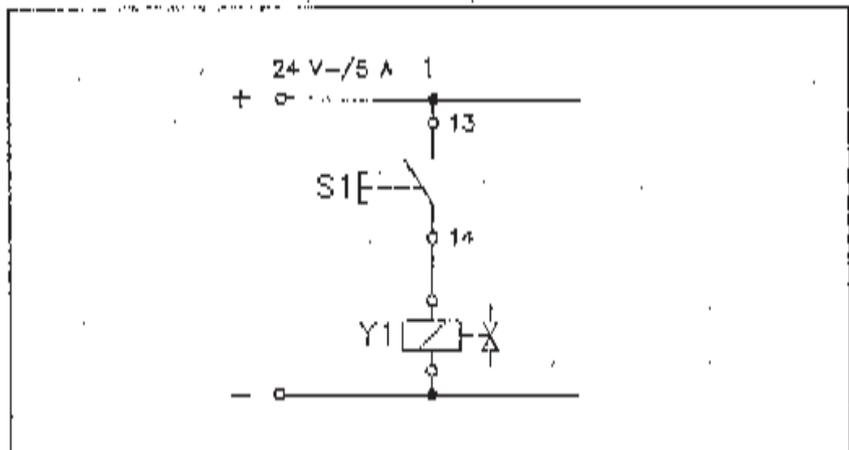
Direkte Ansteuerung



Schaltungsaufbau,
pneumatisch

Menge	Bestell-Nr.	Benennung/Maxzeichnung	Elementarteile
1	011710	Doppeltwirkender Zylinder	D.ER-D8N-PPV
1	011713	Verteilerblock mit 3/2-Wege-Handschaltventil	O.ER-FH-1/n+W-3-1/4
1	011758	Wartungseinheit	O.ER-FRC-1/8-S
1	030315	5/2-Wege-Magnetventil	D.ER-MFH-5-3,3

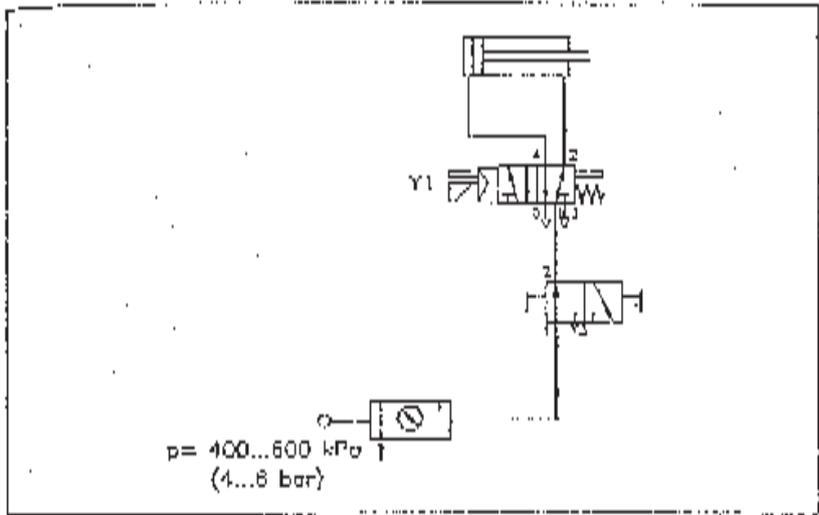
Elementarteile



Lerntextanhang

SCHALTSCHLEIFEN

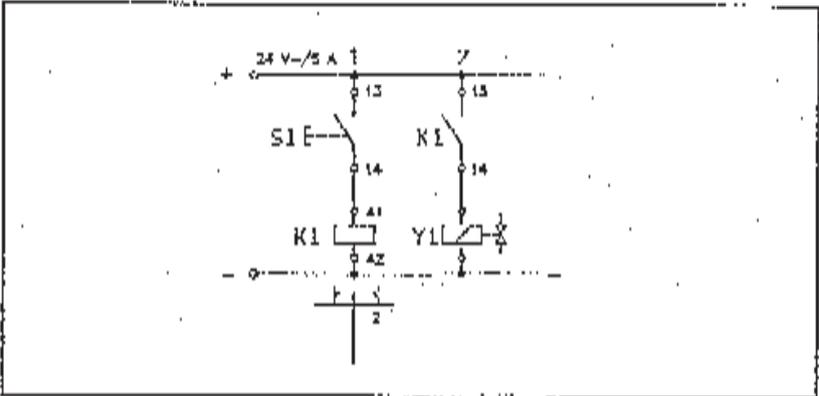
Indirekte Ansteuerung



Schaltungsaufbau, pneumatisch

Menge	Bestell-Nr.	Benennung/Bezeichnung	
1	011710	Doppeltwirkender Zylinder	D.ER-DSN-PPW
1	011713	Verteilerblock mit 3/2-Wege-Handschleibventil	D.ER-FR-1/8-W3-1/4
1	011758	Wartungseinheit	D.ER-FRC-1/8 S
1	030315	3/2-Wege-Magnetventil	D.ER-MFH-5-3,3

Elementeliste



Schaltungsaufbau, elektrisch

Menge	Bestell-Nr.	Benennung/Bezeichnung	
1	011067	Relais, 3-fach	D.ER-X-C4-24-4W
1	011088	Signaleingabe, elektrisch	D.ER-2X-OT/1X-11S
1	030311	Meldevorrichtung, elektrisch	D.ER-VERT-MELD

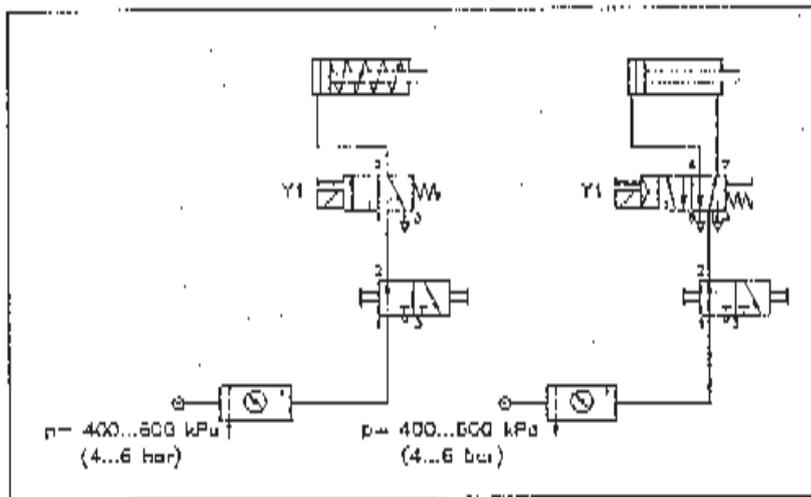
Elementeliste

Lerntextanhang

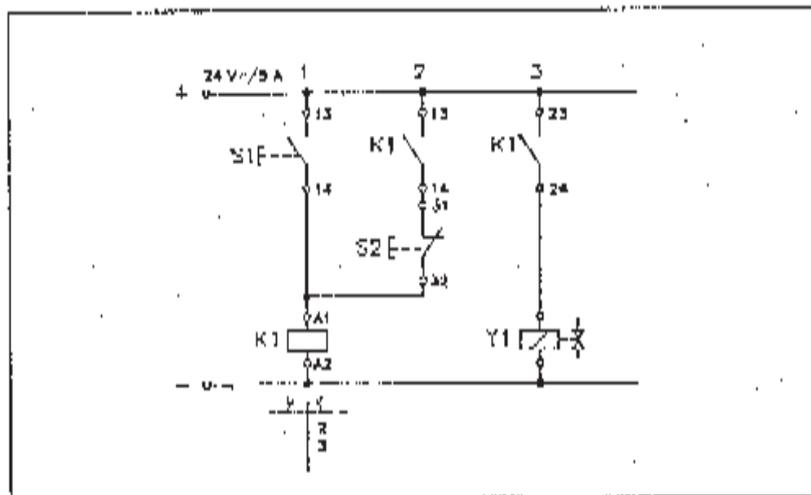
SCHALTPLANE

Selbsterhaltungsschaltung
(Signalabspeicherung)

Dominierend KIN



Schaltungsaufbau,
pneumatisch



Schaltungsaufbau,
elektrisch

Menge	Bestell-Nr.	Benennung/Bezeichnung	
1	011087	Relais, 8fach	D.ER.X-D4-24 4W
1	011088	Signalringabe, elektrisch	D.ER-24-DT/1X-D8
1	030311	Meldesinrichtung, elektrisch	D.ER-VERT-MELD

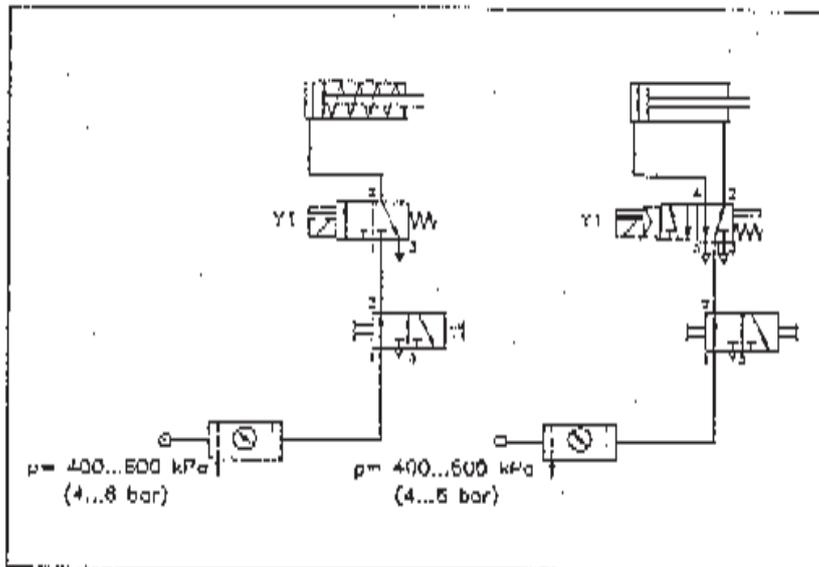
Elementliste

Lerntextanhang

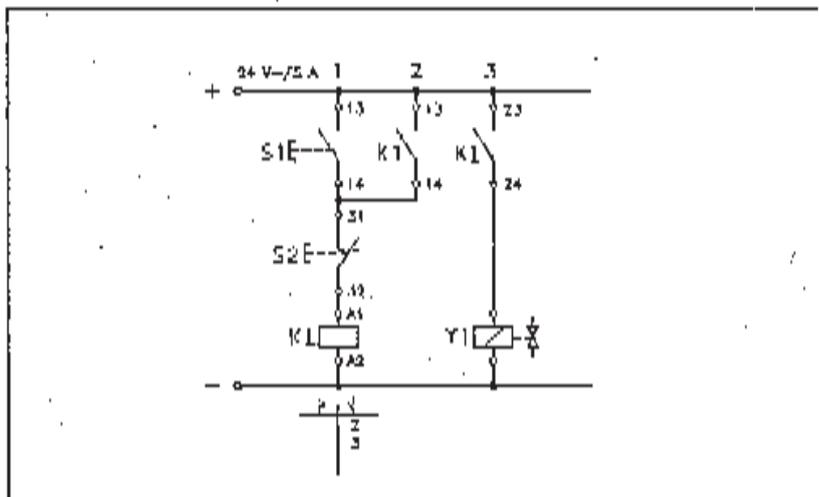
SCHALTPLANKE

Selbsterhaltungsschaltung
(Signalpeicherung)

Dominierend AUS



Schaltungsaufbau,
pneumatisch



Schaltungsaufbau,
elektrisch

Menge	Bestell-Nr.	Benennung/Bezeichnung	
1	011017	Filter, 3fach	D.PHIX-04-24-4V
1	011038	Signalabgabe, elektrisch	D.ER 2X/DT/1X-DS
1	020311	Multieinrichtung, elektrisch	D.ER-VERT-M: 1 F

Elementeliste

Zusammenfassung**Lernziele**

- 1) Schaltplan, Aufbau und Funktion einer direkten Schaltung

- 1) Schaltplan, Aufbau und Funktion einer Indirekten Schaltung

- 2) Schaltplan, Aufbau und Funktion einer Selbsthalteschaltung
 - a) Dominierend EIN
 - b) Dominierend AUS

- 3) Unterschied zwischen Selbsthaltung Dominierend AUS und Dominierend EIN

- 4) Aufbau und Funktion eines mechanischen Grenztasters.

Abschlußtest zum Leittext 8

Der Kolben des doppeltwirkenden Zylinders soll durch Betätigung von Taster S1 in die vordere Endlage fahren. Er soll solange in der vorderen Endlage stehen bleiben, bis über den Taster S2 der Rückhub ausgelöst wird. Als Stellglied wird ein 5/2-Wegeventil mit Vorsteuerung und Federrückstellung verwendet.

a) Funktionsbeschreibung Teil 1

Über den Taster S1 (EIN) wird das Relais K1 angezogen. Parallel zu diesem Taster S1 (EIN) ist ein Schließer von Relais K1 eingebaut, der die Stromversorgung für das Relais K1 aufrecht erhält. Der Schließer K1 (23/24) läßt die Spule Y1 erregen. Der Kolben fährt in die vordere Endlage.

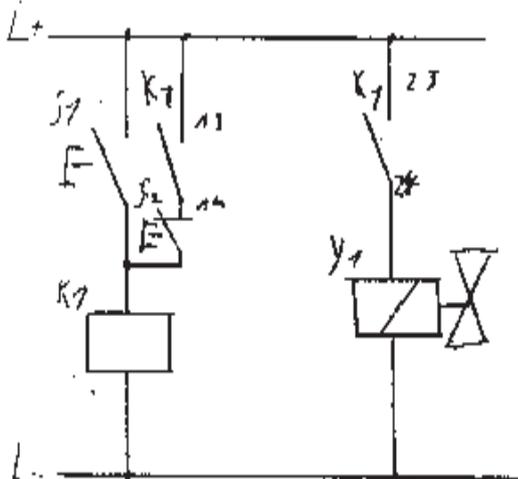
b) Funktionsbeschreibung Teil 2

Über den Taster S2 (AUS) wird der Stromkreis zum Relais K1 unterbrochen. Alle Funktionen vom Relais K1 schalten in die Ausgangsstellung. Dadurch ist zur Spule Y1 auch der Stromkreis unterbrochen. Die Feder am Wegeventil schaltet zurück und der Kolben fährt in die Grundstellung.

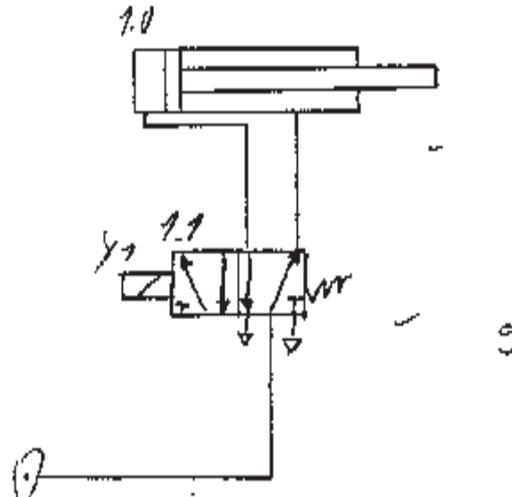
Aufgabe:

1) Zeichne nach der Beschreibung den neuen Schaltplan

elektrisch
a) pneumatisch



mechanisch
b) elektrisch



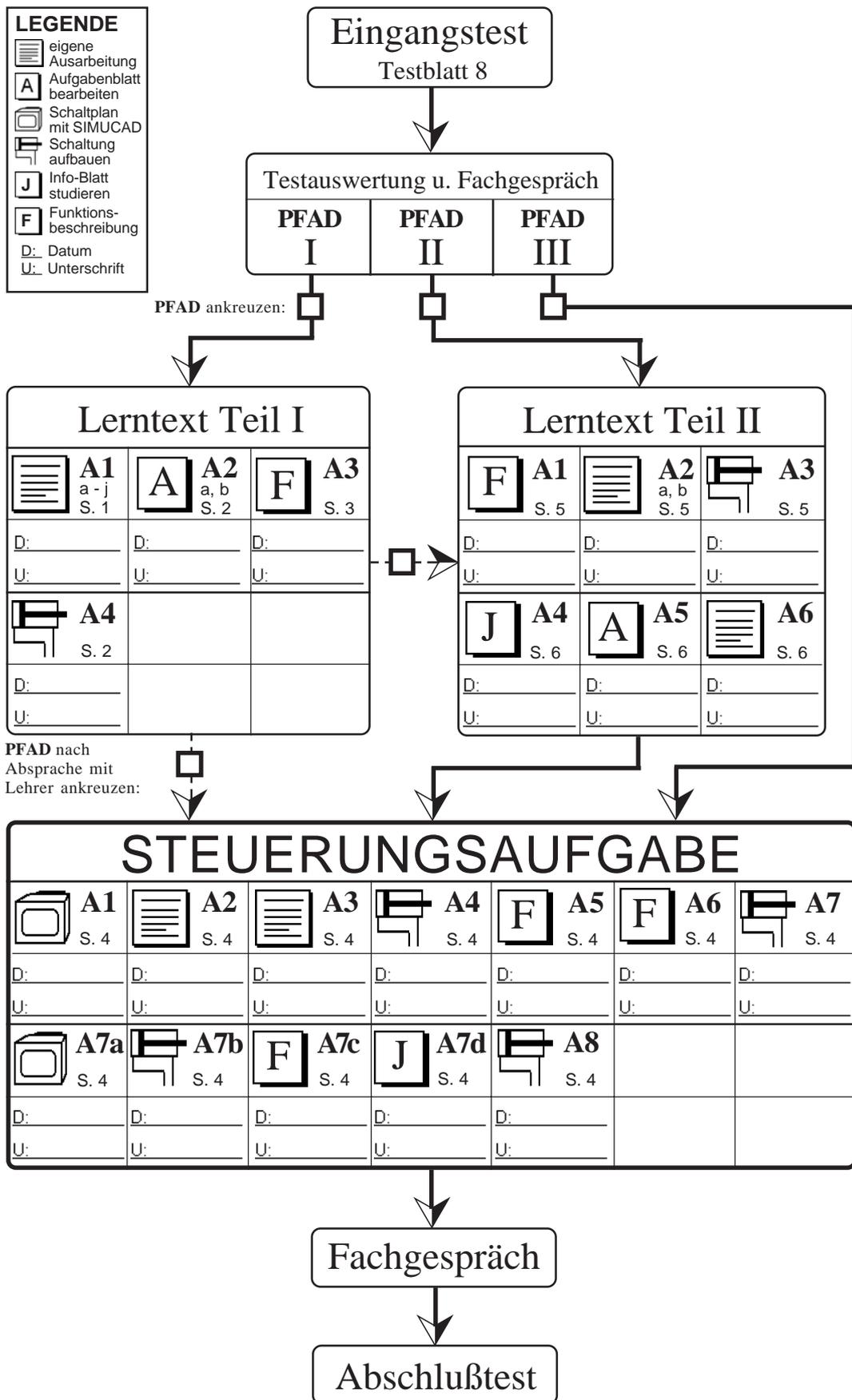
a) Welche Schaltung hast Du gebaut?

komplett EIN - Selbsthaltung

b) Welche Schaltung könnte man alternativ einsetzen? *komplett AUS*

2) Baue die Schaltung auf

Optimierungsvorschlag zur 'Leitlinie' aus Leittext 8 (siehe S. 273)



Elektropneumatik

Schulaufgabe 12. Klasse

BA2PNEU4

Teil 1:

Aufgabe 1:

Spannvorgang mit einem doppelwirkenden Zylinder.

Der Kolben eines doppelwirkenden Zylinders soll durch Betätigung eines Tasters S1 oder eines Tasters S2 in seine vordere Endlage fahren. In seiner vorderen Endlage soll er einen Signalgeber S3 betätigen. Der Zylinder soll aber erst wieder in seine hintere Endlage zurückfahren, wenn gleichzeitig ein Taster S4 betätigt wird.

Zeichne einen komplotten elektropneumatischen Schaltplan.
Numeriere die Bauteile sorgfältig und bezeichne die Anschlüsse nach Norm.

Aufgabe 2:

Baue die Schaltung auf. Zeige vorher die Planung dem Lehrer.

Teil 2:

Aufgabe 3:

Beschreibe den eingebauten Signalgeber S3 und das verwendete Stellglied so genau wie möglich.

Aufgabe 4:

Plane den Spannvorgang aus der Aufgabe 1 mit den gleichen Bedingungen aber mit einer Selbsthalteschaltung.

- Zeichne den elektropneumatischen Schaltplan.
- Erstelle für diese Schaltung eine genaue Funktionsbeschreibung
- Welche Selbsthalteschaltung hast Du geplant?

Aufgabe 5:

Baue die Schaltung ohne Rücksprache mit dem Lehrer auf. Überprüfe die Funktion und schreibe evtl. auftretende Planungsmängel auf.

Klasse:
[1973]

Gruppe:

Tagesprotokoll

Das Tagesprotokoll ist abwechselnd von einem Gruppenteilnehmer zu führen. Der Protokollführer sollte sich für den Protokolleintrag am Ende der Stunde ca 5 Minuten Zeit nehmen. Der Protokolleintrag ist für Schüler und Lehrer wichtig um in der darauffolgenden Woche ohne Zeitverlust an das Thema anzuknüpfen.

Gruppenmitglieder:

Protokolltext		
Datum:	Leittextnummer:	Letzte Aufgabe:
Tätigkeiten:		
Datum:	Leittextnummer:	Letzte Aufgabe:
Tätigkeiten:		
Datum:	Leittextnummer:	Letzte Aufgabe:
Tätigkeiten:		
Datum:	Leittextnummer:	Letzte Aufgabe:
Tätigkeiten:		
Datum:	Leittextnummer:	Letzte Aufgabe:
Tätigkeiten:		

Quellenangaben zu Lern- und Informationsmaterialien am Schülerarbeitsplatz

Ordner I - Bereich Pneumatik

BUNDESINSTITUT FÜR BERUFSBILDUNG (Hrsg.):
Pneumatik, Pneumatische Steuerungen. Übungen für den Auszubildenden.
10. Auflage. Berlin: 1992

KIPP, Klaus: Bauteilbeschreibungen: Bauteile der Pneumatik mit Angaben zu Aufbau, Funktion und technischen Daten. Selbsterstellte Unterlagen des unterrichtenden Lehrers.
Staatliche Berufsschule Weilheim

KIPP, Klaus: Informationsunterlagen zu Grundlagen der Steuerungstechnik.
Selbsterstellte Unterlagen des unterrichtenden Lehrers in Anlehnung an Fachwissen Metall, Grundstufe und Fachstufe 1. München: Stam 1991. Staatliche Berufsschule Weilheim

SCHULZ-DIERE, Fritz: Grundlagen pneumatischer Steuerungen, Praktischer Lehrgang.
Haan-Gruiten: Europa Lehrmittel 1992

Ordner II - Bereich Elektropneumatik:

BUNDESINSTITUT FÜR BERUFSBILDUNG (Hrsg.):
Elektropneumatik, Elektrische Steuerungen für Pneumatik; Übungen für den Auszubildenden. 4. Aufl. (neueste Auflage) Berlin: 1993

FESTO-DIDAKTIK (Hrsg.): Lernsystem Automatisierungstechnik - Elektropneumatik:
Datenblattsammlung Grundstufe

FESTO-DIDAKTIK (Hrsg.): Lernsystem Automatisierungstechnik - Elektropneumatik:
Datenblattsammlung Aufbaustufe

MEIXNER, H., SAUER, E. (Hrsg. für FESTO-Didaktik):
Lehrbuch: Lernsystem Steuerungstechnik - Elektropneumatik. Einführung in die Elektropneumatik. Esslingen: 1986, S. 197 - 225

Beobachtungsprotokoll **Klasse M12B1** BS Weilheim (Ausschnitt)
 Industriemechaniker Maschinen- und Systemtechnik

Datum: 27.04.1994

Blatt:

Schülerzahl anwesend: 8	fehl.: /	Arbeitsplatz Aufteilung: 2	1	2	3	4	5
						4	/

UNTERRICHTSABLAUF:

Zeit	Ereignis
7 ³⁵	Schüler (u. D) helfen, Baugewinnrichtung zum Vortest hochtragen
7 ³⁷	Kipp verrichtet auf 17-buchlig 3test zu L-T 7 (Zut, gute, auf 17b. im LT 7) Arbeitsdate. zurücke → lob
7 ⁴⁰	L.T 8 herausholen, geht etwas zäh
7 ⁴³	Kipp → Feingewichtest, Schupf Skizze fehlt, ist im LT 8; Schüler sollen diese verurteilen
8 ¹⁵	Kipp bespr. mit dem Schüler den Test sehr gut gelöst → lob
8 ¹⁹	Arbeitsbeginn am L.T 8, 17 praktischer Test C. erwähnt Schaltplan am PC selbst verständliche Arbeitsaufnahmen ohne Abgespräch.
8 ²⁰	BS glaubt, den gef. Schaltplan bereits ge- zeichnet zu haben → Verbund Kipp gibt trotzdem die geforderten Urteile zurück

Tabellarisches Verlaufsprotokoll (Ausschnitt vom 21.04.)

Zeit	Beobachtung	Kommentar
8.14	Kipp fragt die Gruppe, ob sie mit dem Test fertig ist. Als sie bejahen, setzt er sich zu ihnen um die Lösung durchzusprechen	
8.15	Sie besprechen eingehend den Einsatzbereich und den Verwendungszweck einer Selbsthaltung	
8.17	Kipp lobt die Gruppe für die sehr gute Lösung der Aufgabe. Die Schüler feixen daraufhin. Aufgrund der Testergebnisse bittet Kipp die Schüler, mit der Projektaufgaben (Leittextteil 2) zu beginnen.	
8.19	A liest kurz die Aufgabenstellung durch. Er macht sich dann unmittelbar daran, die geforderte Schaltung am Steckbrett aufzubauen.	A übernimmt entsprechend den bisher gezeigten Gewohnheiten ohne Absprache einen Aufgabenteil.
	D liest den Schülern B und C die Aufgabenstellung laut vor, da sie nach den erforderlichen Aufgabenschritten fragen.	Beiden ist nicht sofort klar, was zu tun ist.
8.20.	C beginnt, den geforderten Schaltplan am PC zu zeichnen. B äußert gegenüber dem Lehrer die Meinung, daß sie diesen Schaltplan bereits in der vorausgehenden Lerneinheit 7 gezeichnet hätten. Kipp sagt, daß dies vermutlich nicht der Fall ist. Er fordert die Schüler auf, darüber noch einmal nachzudenken. Da B aber auf seiner Meinung beharrt, gibt Kipp der Gruppe die Arbeitsdokumentation zum letzten Leittext zurück.	B irrt sich. Er übersieht, daß der geforderte Schaltplan einer Erweiterung bedarf. Kipp macht die Schüler zwar auf ihren Irrtum aufmerksam, gibt ihnen jedoch die Gelegenheit zu überprüfen, ob der bereits gezeichnete Schaltplan dem geforderten entspricht.
8.22	A und B bauen nach dem zurückerhaltenen (falschen) Schaltplan eine Schaltung auf.	Kipp läßt die Schüler trotz des offensichtlichen Irrtums gewähren.
8.23	D überprüft den (falschen) Schaltplan anhand der in Leittext 8 geforderten Funktionsbeschreibung. Er stellt fest, daß in der neuen Aufgabe andere Bauteile (zwei Zylinder anstatt einem) verwendet werden müssen. Danach geht er zu A und B und erklärt ihnen dies. Beide unterbrechen ihren Schaltungsaufbau, nachdem sie D's Einwand gehört haben.	Schüler D erkennt nach seiner Überprüfung, daß der alte, von A und B herangezogene Schaltplan falsch ist. Die Schüler sehen ihren Fehler schnell ein.
8.25	A und B bauen am Steckbrett eine neue Schaltung ohne Planungsvorlage auf. D geht zu C an den PC um ihn beim Zeichnen der geforderten Schaltung zu unterstützen.	Die Schüler verteilen die Aufgaben auf zwei Kleingruppen, um schneller voranzukommen.

Auswertungsbeispiel: Inhalts- und ablauforientierte Unterrichtsanalyse (21.04.)

(3) Schüler C zeichnet den geforderten elektropneumatischen Schaltplan der neuen Aufgabe am PC. Schüler A erstellt die Schaltung am Steckbrett. Die Schüler B und D beschäftigen sich mit den weiterführenden Aufgabenstellungen. Schüler B ist der Meinung, daß der in dieser Aufgabe geforderte Schaltplan bereits in der vorangegangenen Stunde gezeichnet wurde. (4) Der Lehrer bezweifelt dies zwar, da aber die Schüler sich ihrer Meinung ziemlich sicher sind, gibt er ihnen die Ausarbeitung der letzten Stunde zurück, die den von den Schülern angesprochenen Schaltplan enthält. Die Schüler A und B bauen daraufhin eine falsche (alte) Schaltung auf.

Schüler D überprüft den alten Schaltplan anhand der richtigen Funktionsbeschreibung und stellt fest, daß sich dieser durch die Anzahl der verwendeten Zylinder vom geforderten Schaltplan unterscheidet. (5) Er teilt dies der Gruppe mit, worauf die Schüler A und B am Steckbrett an der neuen Aufgabenstellung weiterarbeiten.

Die Schüler C und D arbeiten am Zeichenprogramm. Es entstehen kleinere Probleme bei der Bedienung von SIMUCAD, die sie jedoch in kurzer Zeit und ohne fremde Hilfe ausräumen können.

Die beiden Kleingruppen sind konzentriert bei der Arbeit. Die von den Schülern A und B aufgebaute Schaltung funktioniert, nachdem sie einen Verkabelungsfehler behoben haben. Die Schüler C und D haben am PC ein 5/2-Wegeimpulsventil falsch eingezeichnet. Das hat zur Folge, daß der doppelwirkende Zylinder im Ausgangszustand ausgefahren ist. Nach vergeblichem Bemühen, diesen Fehler zu beheben, (6) geht Schüler C zum Steckbrett. Er bittet Schüler B, am PC weiterzuarbeiten. Schüler B tut dies bereitwillig.

(7) Der Lehrer kommt zur Gruppe und testet mit ihr zusammen die aufgebaute Schaltung. Er stellt einige Fragen zur Schaltung und fordert die Gruppe auf, diese Schaltung nochmal genau durchzudenken.

Kurze Zeit später versucht Schüler D am PC die Schaltung zu verwirklichen. Der Rest der Gruppe kommt hinzu. Bald darauf fordert der Lehrer die Schüler jedoch zum Zusammenräumen auf.

(3) Das gleiche Problem wie bei der Steuerungsaufgabe von LT 7, der für die Leittextmethode wichtige Ablauf: Informieren-Planen-Durchführen wird nicht eingehalten.

(4) der Lehrer läßt den Aufbau einer alten, falschen Schaltung zu. Dieses Vorgehen enthält mehrere Komponenten: 1. Sinnvolle Umwege der Schüler zulassen; 2. Gefährdung des Lernfortschritts; 3. Aus Fehlern lernen als Rückkopplung innerhalb einer vollständigen Handlung

(5) Die Schüler bemerken den Irrtum schnell, d.h. die Gefährdung des Lernfortschritts hält sich in Grenzen, die positiven Aspekte überwiegen

(6) Vermeidungshandlung von Schüler C. Kooperationsbereitschaft von Schüler B, Probleme von Schüler C werden als Gruppenprobleme wahrgenommen (Schüler B fühlt sich auch verantwortlich)

(7) Schwacher Eingriff von seiten des Lehrers im Gegensatz zum vorigen Leittext, bei dem er häufig Lösungen anbietet, wo Hinweise möglicherweise genügt hätten. Die die Hilfestellungen des Lehrers werden mit fortschreitender Leittextarbeit und -erfahrung der Schüler weniger intensiv.

Auswertungsbeispiel: Kriterienorientierte Lernprozeßanalyse (21.04.)

Nachdem die Schüler in der vorhergehenden Stunde sehr gute Leistung gezeigt haben, verzichtet der Lehrer auf den Abschlußtest zur vorgesehenen Lerneinheit. Die Gruppe beginnt daher sofort mit dem Eingangstest des neuen Leittextes. Vorbereitung und Bearbeitung erfolgen arbeitsteilig in Einzel- und Partnerarbeit. Hierbei werden von den Schülern nicht alle Aufgabenteile individuell bearbeitet. Die Schüler arbeiten zügig die Aufgabenstellungen durch. Sie lassen sich während ihrer Arbeit jedoch immer wieder inhaltlich ablenken und wenden sich im Gespräch kurz einem anderen Unterrichtsfach zu, in dem sie an diesem Tag eine Schulaufgabe schreiben. Der Lehrer bespricht anschließend mit den Schülern ihre Aufgabenlösungen, wobei er besonderes Gewicht auf das Erkennen des wesentlichen Fachlernziels der kommenden Steuerungsaufgabe legt.

Nach dieser Besprechung bearbeiten die Schüler die Steuerungsaufgabe arbeitsteilig überwiegend in Partnerarbeit. Auch hier bearbeitet nicht jeder Schüler alle Aufgabenteile. Ein Schüler verfolgt zu Beginn hartnäckig eine falsche Annahme. Er diskutiert mit dem Lehrer darüber, welcher ihm nach kurzen Widerspruch das selbständige Überprüfen dieser Annahme gemeinsam mit seinem Partner ermöglicht. Als erstes erkennt jedoch ein Schüler der anderen Teilgruppe den Fehler. Damit zeigt sich, daß die Schüler in engem Kontakt zueinander stehen. Die Aufgaben werden selbständig, aktiv, konzentriert und kooperativ bewältigt. Auftretende Probleme, die aus der Lernumgebung erwachsen, werden ohne Hilfe gelöst. Als ein Schüler nicht in der Lage ist, einen Fehler in der Zeichnung zu finden, tauscht er mit einem Schüler aus der am Steckbrett beschäftigten Gruppe, mit dem er den Aufgabenbereich wechselt. Alle Schüler nutzen in dieser Zeit die Lernumgebung gut und greifen auf ihre erstellten Unterlagen zurück. Es gelingt ihnen, fast alle begonnenen Aufgaben ohne den Lehrer zu lösen. Bei der Kontrolle der aufgebauten Schaltung ist der Lehrer anwesend und überprüft den Kenntnisstand durch Nachfragen. Hierbei müssen die Schüler Bezüge zwischen Theorie und Praxis herstellen. Danach versuchen alle Schüler gemeinsam die Zeichnung der Schaltung zu berichtigen. Jedoch werden sie bald vom Lehrer zum Aufräumen aufgefordert, was auch von zwei Schülern ausgeführt wird. Ein Arbeitsprotokoll wird aber nicht erstellt.

Die weitgehend hochmotivierte und selbstgesteuerte Aufgabenbearbeitung wird nur beim Übergang von einem Aufgabenteil zum nächsten durch den Lehrer geleitet. Es finden insgesamt viele zyklische Lernhandlungen statt, wie z.B. als ein Schüler seiner falschen Vermutung nachgeht und diese überprüft.

Einweisung vor Testbeginn

Für die folgende Arbeitsaufgabe nehmen wir an, Sie arbeiten als Facharbeiter in einer Arbeitsgruppe. Für diese Pneumatikanlage haben Sie einen Arbeitsauftrag erhalten.

Ihre Aufgabe ist, diese elektropneumatisch gesteuerte Biegevorrichtung betriebsbereit anzuschließen. Zusätzlich benötigte Bauteile entnehmen Sie bitte dem Gerätekasten oder fordern sie bei mir an.

Die Anlage wurde vorher von einer anderen Arbeitsgruppe bereits teilweise funktionsfähig verkabelt. Führen Sie diese Arbeiten zu Ende.

Die Anlage ist an Druckluft und Spannung angeschlossen. Beachten Sie die nötigen Sicherheitsbestimmungen.

Sie erhalten jetzt die Aufgabenstellung. Zur Lösung dürfen Sie alle Unterlagen verwenden, die Sie brauchen und die Ihnen zur Verfügung stehen.

Versuchen Sie die Aufgabenstellung selbständig in der Gruppe zu lösen und so zeiteffektiv wie möglich zu bearbeiten. Fragen Sie mich nur dann, wenn Sie ohne fremde Hilfe nicht mehr weiterkommen.

Haben Sie noch Fragen?

Los geht's ...

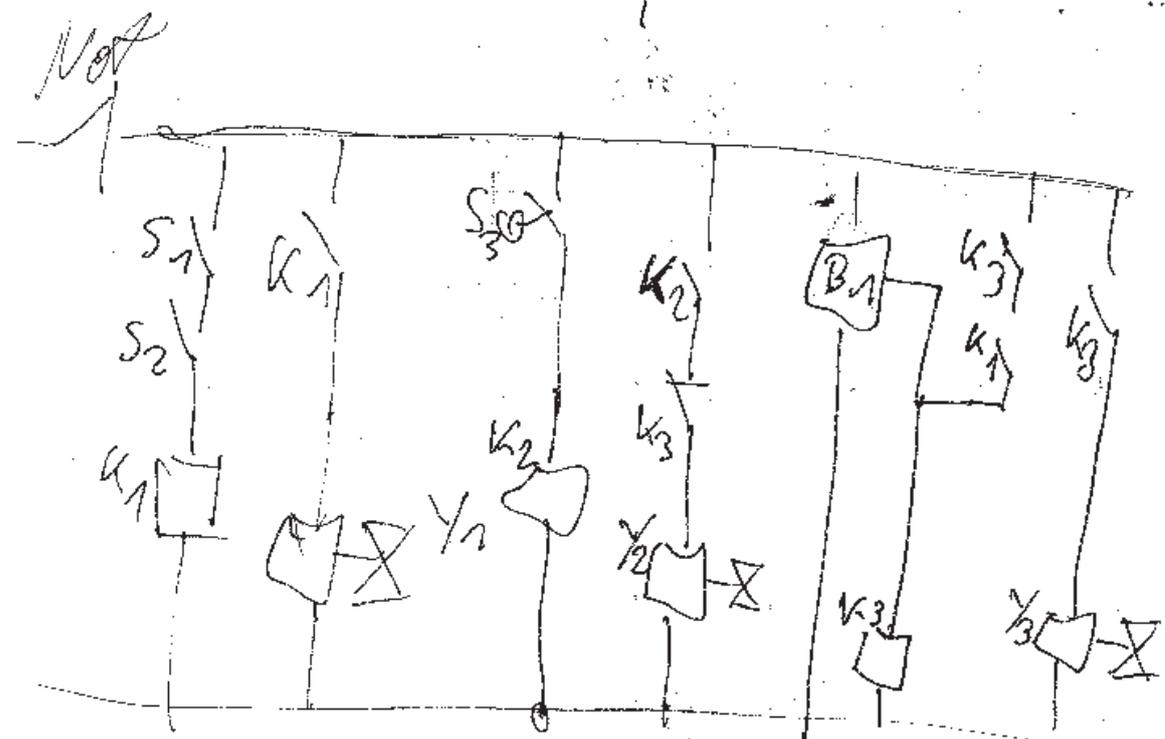
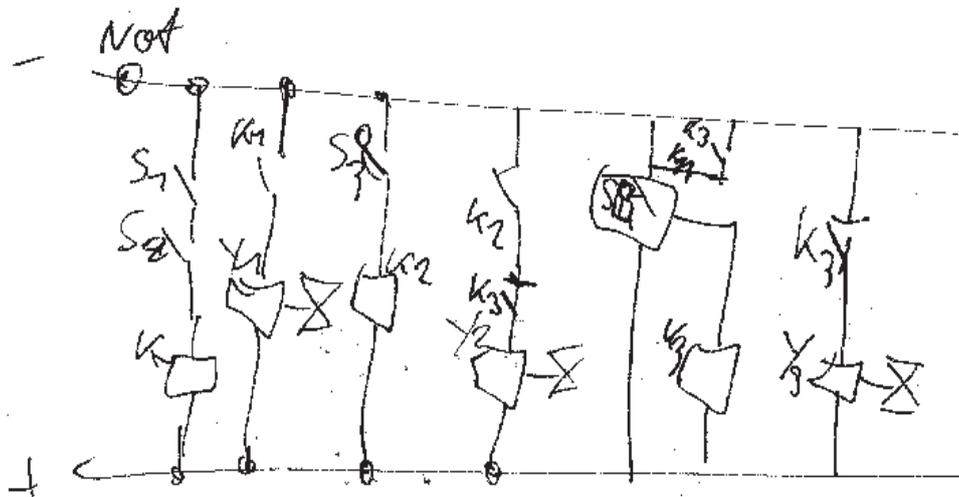
Bearbeitungsprotokollbogen (Ausschnitt aus Gruppe 11)

TESTSABLAUF:

Seite 2

Zeit	Ereignis
9 ²²	G geht einbauen, P steckt. P entfernt alle Kabel warum?
9 ²²	D kauft am <u>PC</u> Probleme,
9 ²⁴	G findet <u>Daten</u> nicht
9 ²⁶	G fragt P, löst Du bei Stromlauf 4 K.C. was? P antwortet ja, <u>was will er erreichen</u>
9 ³⁰	P probiert aus, ruft G um den Test einzustellen <u>Z.O. alterniert</u> beide analysieren das Problem. - was geht Sprechen über Lösung.
9 ³⁴	G erkennt das Problem des Alternierens. beide denken über Lösung nach. (einfache Varianten)
9 ³⁷	P schlägt <u>Selbsterhaltung</u> mit K3 vor.
9 ³⁸	So schließen <u>Y3</u> an. <u>Absicht?</u>
9 ⁴⁰	D geht am PC, P überlegt an der Schraube
9 ⁴²	D startet Simulation, Zeichnung kommt bis auf Selbsterhaltung. funktioniert nicht weil D7 an Z.O. fehlt.
9 ⁴⁴	erneut Sim. Z.O. alterniert unabh. voneinander am PC u. Hand. gleiches Ergebnis

Angefertigte Schülerskizzen (Beispiel für Gruppe 11)



Wortprotokoll des fokussierten Interviews (Ausschnitt aus Gruppe 11)

Frage Testleiter	Antwort Schüler A	Antwort Schüler B
Nach eurem ersten Versuch hat der Zylinder 2.0 alterniert.	Ja.	
Was habt ihr da dabei gedacht?	Signalüberschneidung.	Der hat zugleich, sobald der „Bero“ nicht mehr betätigt war, hat er sofort wieder Signal gekriegt zum Ausfahren. Das heißt der hat Signal „Einfahren“ gekriegt, eingefahren, zack, sofort wieder Signal „Ausfahren“, dann ist er brrrrrrrrt.
Welche Absicht habt ihr dann gehabt, nachdem ihr das erkannt habt?	Nein, dann wollten wir irgend- wie etwas einbauen, daß halt der Zylinder 2.0 einfährt, ohne daß er da so ... (<i>A zeigt die Bewegung mit der Hand an</i>)	Zweiten „Bero“.
Ja, und wie wolltet ihr das erreichen?	Ja.	Mit dem zweiten „Bero“ bei Zylinder 3.0, daß wir da die hintere Endlage abfragen.
Also wenn der jetzt (<i>zeigt auf Zylinder 2.0</i>) in der hinteren Endlage ist, hätte der (<i>Zylinder 3.0</i>) dann eingefahren bleiben sollen?		Ja.
Da seid ihr aber nicht zum Ziel gekommen. Du (<i>zeigt auf A</i>) hast dann an der Zeichnung immer wieder herumprobiert und versucht, hier eine Lösung zu finden. Ihr habt dann auch einmal die Absicht gehabt, ja du (<i>zeigt auf B</i>) hast einmal ziemlich früh einmal das Stichwort „Selbsthaltung“ gebraucht. Aber da habt ihr nicht weiter drüber nachgedacht. Das war ganz am Anfang.		Ich habe gesagt, wir können eine Selbsthaltung machen.
Das habt ihr aber nicht weiter verfolgt.		(<i>B schüttelt den Kopf.</i>)
Nachdem ihr euch nach längerer Zeit dann doch für die Selbsthaltung entschieden habt, habt ihr die Selbsthaltung bei K3 und vor Y3 eingebaut.		Ja.
Was wolltet ihr denn damit erreichen, also vor Y3?		Wie war jetzt das? Wir wollten ... genau, weil das K3 ist gleich wieder abgefallen. Weil sobald der von dem „Bero“ heruntergefahren ist, fällt ja auch K3 ab. Dann ist der nicht ausgefahren. Jetzt wollten wir da eine Selbsthaltung reinbauen, daß sich das K3 selber hält, und der (<i>zeigt auf Zylinder 3.0</i>) dann trotzdem ausfährt.

Tabellarisches Bearbeitungsprotokoll (Ausschnitt aus Gruppe 11)

Zeit	Beobachtung	Kommentar
9.30	<p>Da keine Veränderung erkennbar ist, fragt B: „<i>Angeschlossen hast du ihn (Näherungsschalter B1)?</i>“ A: „<i>Ja.</i>“ B schiebt den Näherungsschalter langsam zurück. Der Zylinder 2.0 fährt schlagartig ein und wieder aus. B schiebt den Näherungsschalter solange wieder in die andere Richtung, bis der Zylinder 2.0 ständig ein- und ausfährt. B: „<i>Das sollte nicht sein.</i>“ Dann schiebt B den Näherungsschalter weiter nach vorne. Der Zylinder 2.0 bleibt im ausgefahrenen Zustand stehen. B: „<i>Der (Näherungsschalter) geht vorne nicht.</i>“ B bewegt den Näherungsschalter quer zum Zylinder hin und her. A: „<i>Dann laß ihn da hinten.</i>“ B schiebt den Näherungsschalter wieder in die andere Richtung. Der Zylinder 2.0 beginnt sofort wieder zu alternieren. B schiebt den Näherungsschalter wieder ganz nach vorne. Der Zylinder 2.0 bleibt ausgefahren. B: „<i>Das ist Schmarren, weil er (Näherungsschalter) bekommt sofort wieder Strom. Das kann nicht sein. Hast du ihn richtig angeschlossen?</i>“ B schaut auf das Kabel zwischen Näherungsschalter und Relaiskasten. A nimmt dieses Kabel in die Hand. A: „<i>Ja, da.</i>“ B übernimmt das Kabel. B tastet die Stecker des Reed-Kontaktkabels am Relaiskasten ab. A: „<i>Rot oben, schwarz zum ...</i>“ Beide gemeinsam: „<i>K3.</i>“ A: „<i>...und unten blau.</i>“ A zeigt abwechselnd auf die Stecker im Relaiskasten und auf seinen Schaltplan. B schaut ebenfalls abwechselnd auf die Anlage und auf den Stromlaufplan. B: „<i>Wieso geht der (Näherungsschalter) da vorne nicht?</i>“ B faßt an den Reed-Kontaktschalter. B: „<i>Laß mal an.</i>“ A drückt auf die Taster S1 und S2. Zylinder 1.0 spannt, und Zylinder 2.0 bewegt sich nach außen. B verschiebt den Näherungsschalter, bis der Zylinder 2.0 ein- und ausfährt. B: „<i>Er macht es dahinten, aber das sollte er eigentlich nicht.</i>“ B schiebt den Näherungsschalter ganz nach vorne. B: „<i>Wieso macht er es da nicht?</i>“ A: „<i>Wenn er da drauf fährt, also wenn das (Näherungsschalter) leuchtet, soll K3 abfallen, Y2 also einfahren.</i>“ A zeigt in Richtung des Näherungsschalters. B berührt den Näherungsschalter. B: „<i>Der (Zylinder 2.0) soll einfahren, und der (Zylinder 3.0) soll ausfahren.</i>“ B zeigt zuerst auf Zylinder 2.0 und dann auf Zylinder 3.0. B verschiebt B1 soweit nach hinten, bis der Zylinder 2.0 wieder alterniert.</p>	<p>B hat erkannt, daß die Schaltung die gewünschte Funktion nicht erfüllt. Allerdings ist er fälschlicherweise der Meinung, daß der Fehler an der falschen Position des Näherungsschalters liegt.</p>
9.31	<p>A: „<i>Aber da kriegt ja der (Zylinder 2.0) gleich wieder Strom, weil ich da drauf bin.</i>“ A hält die Taster S1 und S2 gedrückt. B: „<i>Er kriegt gleich wieder Strom, weil er immer noch auf S3 drauf ist.</i>“ B tippt auf den Rollentaster S3 beim Spannzylinder 1.0. A: „<i>Ja, genau.</i>“ Beide blicken auf den Zylinder 1.0 und den Rollentaster S3. B: „<i>Ach so, schau hin.</i>“ B zeigt auf den vor ihm liegenden Schaltplan. B: „<i>Der ist ja immer noch auf S3 (Rollentaster S3) drauf. K2 (Relais K2) kriegt immer noch Strom.</i>“ Beide schauen auf den Schaltplan. B: „<i>Warte mal ganz kurz. Wenn er (Zylinder 2.0) raus und rein fährt, gehst du runter.</i>“ B verschiebt den Näherungsschalter vom vorderen Ende zur Mitte. Der Zylinder 2.0 alterniert.</p> <p>B schraubt den Näherungsschalter fest. A läßt die Taster los, nachdem der Zylinder 2.0 einige Male alterniert hat. Beide Zylinder stehen in ihrer ursprünglichen Ausgangslage. B: „<i>D.h. da wäre er jetzt.</i>“ B drückt beide Taster. Der Zylinder 1.0 spannt vor, und der Zylinder 2.0 alterniert langsam. B läßt die Taster wieder los. B schaut auf die Anlage. B: „<i>Wieso fährt der (Zylinder 2.0) gleich wieder aus?</i>“ Beide sehen sich den Schaltplan näher an. A: „<i>Die (S1 und S2) sind betätigt. K1 (Relais K1) kriegt immer noch Strom.</i>“ A fährt mit dem Finger den entsprechenden Strompfad nach. B: „<i>Y1 (Magnetventil Y1) fährt ein.</i>“ B zeigt in die einfahrende Richtung von Zylinder 1.0. A: „<i>Ist immer noch drin, bleibt auch drin.</i>“ B: „<i>S3 (Rollentaster S3) kriegt ständig Saft, sobald der (Zylinder 1.0) spannt.</i>“ B deutet auf den Schaltplan und auf den Spannzylinder 1.0. B: „<i>K2 (Relais K2) zieht solange an, bis K3 (Relais K3) abfällt, öffnet. Hast du einen Öffner drin?</i>“ A: „<i>Der von K3.</i>“</p>	<p>B hat erkannt, daß Magnetventil Y2 nach Abfall von Relais K3, wenn der Zylinder 2.0 wieder einfährt, sofort wieder Strom bekommt. Zylinder 2.0 fährt sofort wieder aus.</p> <p>B ist noch nicht bewußt, daß das Signal des Näherungsschalters an Relais K3 gespeichert werden muß.</p>

- 9.32 Beide betrachten sich die Anschlüsse. Beide tasten die Anschlüsse ab. B: „*Da ist ein Schließer drin.*“ A spricht leise. B: „*Ach so, da hast du einen Schließer.*“ Beide blicken abwechselnd auf den Schaltplan und auf den Relaiskasten. A: „*Da müssen wir von K,....K. Hier muß noch etwas rein.*“ A fährt den entsprechenden Strompfad auf dem Schaltplan ab. B: „*Da gehört nicht das K1 rein. Weil wenn das K1 drin ist, das fällt erst ab, wenn du von den zwei Schaltern heruntergehst. Jetzt fällt der ab, d. h. alle drei.*“ Beide schauen in den Schaltplan. A: „*Bis jetzt ist es so: Ich drücke jetzt drauf, Y1 (Magnetventil Y1), das Ding fährt ein. Fährt auf S3 (Rollentaster S3).*“ B: „*K2 (Relais K2) zieht an. Durchfluß.*“ A: „*Da ist ein Öffner drin. Y2 (Magnetventil Y2) fährt ein, ... fährt aus.*“ A deutet dabei auf die Symbole im Schaltplan. A und B gehen die bisherige Funktion nochmals durch, um ihr Problem zu analysieren.
- 9.33 A: „*...auf den!*“ A berührt den Reed-Kontaktschalter. B: „*Bero.*“ Beide zeigen auf die gleiche Stelle im Stromlaufplan. A: „*K3 kriegt ...*“ B: „*K3 (Relais K3) schaltet, und der (Öffner K3 vor Magnetventil Y2) öffnet, d. h. der (Zylinder 2.0) müßte einfahren. Bloß sobald der (Zylinder 2.0) runterfährt, weißt du wieso, weißt du, wo der Fehler ist.*“ B: „*Schau her!*“ Beide schauen gemeinsam in den Schaltplan. B: „*Sobald jetzt Y2 (Magnetventil Y2) ... Der (Zylinder 2.0) fährt auf unseren Bero vor.*“ B deutet auf den Näherungsschalter und auf die Endstellung von Zylinder 2.0. A: „*Aha.*“ B: „*Dann fällt ja das (Magnetventil Y2) wieder ab, verstehst du.*“ B deutet auf den Stromlaufplan. B: „*Der (Öffner K3 vor Magnetventil Y2) ist jetzt geöffnet. Der ist geschaltet, geöffnet.*“ B simuliert mit der Handfläche eine öffnende Bewegung eines Schalters. A zeigt auf den Schaltplan. A: „*Da?*“ B: „*Genau. Und sobald jetzt der (Zylinder 2.0) da wegfährt, kriegt der Bero keinen Strom mehr.*“ B's Hand liegt auf dem Zylinder 2.0. Mit seinem Finger simuliert B eine aus- und einfahrende Bewegung dieses Zylinders. A: „*Sobald wer wegfährt?*“ B: „*Der Zylinder 2, sobald der wegfährt, fällt der auch ab, und K3 schaltet wieder zurück. Verstehst du? Sobald der (Zylinder 2.0) da weg ist, schaltet der (Relais K3) wieder.*“ B tippt auf den Zylinder 2.0. B: „*Und dann macht der (Öffner K3 vor Magnetventil Y2) sofort wieder zu.*“ A: „*Aha.*“ B: „*Deshalb fährt der (Zylinder 2.0) aus und ein so schnell. Weil sobald der (Zylinder 2.0) wegfährt, kriegt er schon wieder einen neuen Impuls, daß er ausfahren soll.*“ B zeigt zuerst auf den Zylinder 2.0, dann auf den B1 und auf den Schaltplan. B hat durchschaut, warum der Zylinder 2.0 alterniert und versucht es A zu erklären.
- 9.34 A: „*Was machen wir da jetzt?*“ B: „*Ich weiß nicht.*“ A: „*Also, der muß wegbleiben. Wenn einer drauffährt, K2 muß dann aufbleiben. K2 bleibt auf, wenn der ...*“ Beide schauen in Richtung der Anlage. B: „*Das geht nicht.*“ Beide schauen auf den Schaltplan. B: „*Das ist bestimmt einfacher, als wie wir da meinen.*“ A: „*Wenn wir jetzt noch ein K1 angenommen reintun, einen Öffner?*“ B: „*Einen Öffner nicht. Sobald der da anzieht, ist der offen. Der fällt ja nicht ab, solange du die zwei drückst. K1 ... da nicht, höchstens*“ A: „*Paß mal auf. Wenn wir jetzt dann da das Stück so machen, da K1, da machen wir K3, und da unten K2.*“ A beginnt in den Plan zu zeichnen. Beide sind relativ ratlos darüber, wie sie ihr Problem des alternierenden Zylinders 2.0 lösen könnten.
- 9.35 A zeichnet unterhalb des bereits konstruierten Schaltplans zwei parallele Stromlaufpfade. In einen Pfad zeichnet A einen Öffner von K1 und einen Schließer von K2 ein, in den anderen Pfad einen Öffner von K3. B: „*Selbsthaltung? Oder was willst du machen?*“ Beide schauen auf den neuen Entwurf. B: „*Das geht auch nicht.*“ A: „*K1 (Relais K1) kriegt ja immer Power. Also mit K1 können wir da nicht viel machen.*“ A zeigt auf den Schaltplan. B: „*Nein. K1 kannst du nicht davorsetzen. Es geht nur um das, daß der (Zylinder 2.0) abfallen muß, und der (Zylinder 3.0) soll ausfahren.*“ B zeigt auf den Schaltplan. B: „*Doch bei uns ist es so: Sobald der (Zylinder 2.0) abfällt, schließt der wieder seinen Stromkreis und fährt dann schon wieder aus.*“ A: „*Da machen wir da noch ein K3 rein und so.*“ A zeichnet einen Schließer von K3 ein. A: „*Dann ist es wie eine Selbsthaltung. Wenn der (Zylinder 2.0) drauffährt, schaltet*“ A zeichnet unterhalb des Stromlaufplanes eine Parallelschaltung, ohne diese direkt in den Schaltplan einzuplanen. (Schaltplan Skizze 1) B bringt das Stichwort Selbsthaltung. Diese Lösungsmöglichkeit wird allerdings von ihm wieder verworfen. A konstruiert eine Selbsthaltung über Relais K3 mit einem Schließer K3, den er überflüssig parallel zum bestehenden Strompfad zum