



FAKULTÄT FÜR INFORMATIK  
DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Diplomarbeit in Informatik

**Lernzielanalyse des Informatiklehrplans im G8**

**Analysis of objectives of the curriculum for  
computer science in the G8**

Bearbeiter:	Marc Berges
Aufgabensteller:	Prof. Dr. Peter Hubwieser
Betreuer:	Prof. Dr. Peter Hubwieser
Abgabedatum:	14.12.2007





Ich versichere, dass ich diese Diplomarbeit selbständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Gilching, den 12.12.2007

Marc Berges



# Zusammenfassung

Die Fülle an modernen Medien stellt Lehrende und Lernende vor neue Herausforderungen. Lehrer müssen für die Vorbereitung ihres Unterrichts auf geeignete Lernmittel zurückgreifen. Die Frage, nach welchen Kriterien die Eignung eines Lernmittels beurteilt wird, ist nicht ohne weiteres zu beantworten.

Durch das achtstufige Gymnasium mit seinem neuen Lehrplan sind weitere Aufgaben auf die Lehrer zugekommen. Außerdem wurde Informatik als neues Fach in den Fächerkanon aufgenommen. Deswegen liefert der Informatiklehrplan für das achtstufige Gymnasium auch die Materialgrundlage für diese Arbeit.

In einem ersten Teil werden die theoretischen Grundlagen für eine Lernzielanalyse des Informatiklehrplans für das Gymnasium in Bayern geschaffen. Dabei bleibt bei den einzelnen Analyseschritten die praktische Umsetzung in Form einer Lernmittelplattform stets präsent.

Im zweiten Teil dieser Arbeit werden die theoretischen Analyseschritte anhand eines Schulbuchauszuges durchgeführt und eine Umsetzung nach dem Konzept der Ontologien angedacht. Die Ergebnisse, die dabei erlangt werden, werden verallgemeinert, um eine Grundlage für ein System zur Organisation von Lernmaterialien und den dazugehörigen Lernzielen zu schaffen.

Abschließend wird der praktische Nutzen der Ergebnisse dieser Arbeit beleuchtet. Dabei wird noch einmal der Bezug zum verwendeten Schulbuch hergestellt.



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Motivation der Arbeit . . . . .	1
1.2	Problembeschreibung . . . . .	2
1.3	Aufbau der Arbeit . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Theoretische Grundlagen</b>	<b>5</b>
2.1	Lernziele . . . . .	5
2.1.1	Verschiedene Arten von Lernzielen . . . . .	6
2.1.2	Lernziele vs. Unterrichtsanweisungen . . . . .	8
2.1.3	Probleme bei Lernzieldefinitionen . . . . .	9
2.2	Taxonomie von Krathwohl . . . . .	10
2.2.1	Motivation für eine neue Taxonomie . . . . .	10
2.2.2	Aufbau der Taxonomie . . . . .	11
2.2.2.1	Wissensdimension . . . . .	11
2.2.2.2	Kognitive Dimension . . . . .	13
2.2.3	Einsatz der Taxonomie . . . . .	14
2.3	Ontologien . . . . .	17
2.3.1	Die Theorie der Ontologien . . . . .	18
2.3.2	Learning Object Metadata - LOM . . . . .	20
2.3.3	Protégé als Tool . . . . .	23
2.3.4	Krathwohls Taxonomie in Form einer Ontologie . . . . .	27
2.4	Lerninhalte der 9. JGS . . . . .	28
2.4.1	Lehrplan für Bayern . . . . .	28
2.4.1.1	Aufbau des Lehrplans . . . . .	29
2.4.1.2	Stoff der 9. Jahrgangsstufe . . . . .	32
2.4.2	Schulbuch Klett-Verlag . . . . .	32
<b>3</b>	<b>Praktische Anwendung</b>	<b>35</b>
3.1	Lernzielermittlung aus dem Schulbuch . . . . .	35
3.1.1	Lernziele aus Kapitel 2 . . . . .	37
3.1.2	Lernziele aus Kapitel 4 . . . . .	45

3.1.3	Weitere Lernziele . . . . .	49
3.2	Einordnung der Lernziele . . . . .	50
3.2.1	Kapitel 2 . . . . .	51
3.2.1.1	Faktenwissen . . . . .	51
3.2.1.2	Begriffliches Wissen . . . . .	53
3.2.1.3	Verfahrensorientiertes Wissen . . . . .	54
3.2.1.4	Metakognitives Wissen . . . . .	55
3.2.1.5	Verteilung der Lernziele . . . . .	56
3.2.2	Kapitel 4 . . . . .	56
3.2.2.1	Faktenwissen . . . . .	59
3.2.2.2	Begriffliches Wissen . . . . .	60
3.2.2.3	Verfahrensorientiertes Wissen . . . . .	61
3.2.2.4	Metakognitives Wissen . . . . .	61
3.2.2.5	Verteilung der Lernziele . . . . .	62
3.3	Abhängigkeit der Lernziele . . . . .	62
3.3.1	Kapitel 2 . . . . .	66
3.3.2	Kapitel 4 . . . . .	68
3.4	Bezug zu den Fachkonzepten . . . . .	72
3.4.1	Kapitel 2 . . . . .	74
3.4.2	Kapitel 4 . . . . .	75
3.5	Verbindung der einzelnen Darstellungen . . . . .	76
3.6	Einbindung in eine Ontologie . . . . .	78
3.6.1	Grobstruktur . . . . .	79
3.6.2	Die Ontologie . . . . .	79
3.7	Praktischer Nutzen . . . . .	81
<b>4</b>	<b>Resümee</b>	<b>85</b>
<b>A</b>	<b>Informatiklehrplan</b>	<b>87</b>
<b>B</b>	<b>Vollständige Taxonomietabelle</b>	<b>91</b>
<b>C</b>	<b>Vollständige Beziehungsgraphen</b>	<b>93</b>
<b>D</b>	<b>Vollständige Fachkonzeptdiagramme</b>	<b>97</b>

# Kapitel 1

## Einleitung

### 1.1 Motivation der Arbeit

Die Arbeit der Lehrer<sup>1</sup> hat sich durch den Einsatz des Computers grundlegend geändert. Aber nicht nur im Berufsbild der Lehrer hat es eine Veränderung gegeben. Auch die Gesellschaft hat sich durch den Einsatz moderner Technik stark verändert. Erst im September 2007 hat die Gesellschaft für Informatik (GI) und der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (BITKOM) in einer gemeinsamen Stellungnahme dazu aufgerufen, dieser Entwicklung Rechnung zu tragen.

*“Wir fordern [...], Informatik als eigenständiges Fach in den Schulunterricht zu integrieren. [...] In allen Schulformen muss schon in der Sekundarstufe I, d.h. spätestens bis zur 10. Klasse, eine Grundkompetenz [...] sichergestellt werden [...]. (Matthias Jarke in [GIBI07])*

In Bayern wurde diese Forderung bereits 2004 umgesetzt. Mit der Einführung des achtstufigen Gymnasiums wurde auch die Informatik in die Studententafel übernommen, in der Unterstufe als Teilgebiet des Faches Natur und Technik und in der 9. und 10. Jahrgangsstufe als eigenständiges Fach Informatik. In einer Handreichung des ISB [Sch07] heißt es dazu:

*“Der Informatikunterricht der Jahrgangsstufe 9 und 10 des Naturwissenschaftlich-technologischen Gymnasiums bildet eine thematisch in sich abgeschlossene Einheit. Trotzdem muss er im Hinblick auf die Vorerfahrungen aus den Jahrgangsstufen 6 und 7 [...]*

---

<sup>1</sup>Im Text ist der Kürze wegen nur von Lehrern und Schülern die Rede. Dies schließt natürlich auch Lehrerinnen und Schülerinnen ein.

*gesehen werden. Nur so kann das Vorwissen der Schüler aus der Unterstufe optimal genutzt [...] werden.“ ([Sch07], Seite 7)*

Doch wie ist dieses Vorwissen zu erfassen und welche Möglichkeiten der thematischen und inhaltlichen Analyse des Lehrplans bieten sich an? Mit der Einführung des neuen Lehrplans am Gymnasium in Bayern sollte auch neuen Inhalten und Unterrichtsmethoden der Weg in die Schule geöffnet werden. Dazu gehört unter anderem das nachhaltige Lernen. Wie lässt sich dieses aber im Rahmen von Lernzielen und zugehörigen Lehrmaterialien umsetzen?

*“Jede Lehrkraft soll die Möglichkeit erhalten, in jeder Unterrichtsstunde und in jedem Unterrichtsfach auf die neuen Medien zurückzugreifen, um sie gewinnbringend einzusetzen.“ ([Bof04], Seite 4f)*

Diese Forderung von Monika Hohlmeier aus dem Jahr 2000 ist inzwischen an vielen Schulen gut umgesetzt. Nicht zuletzt durch die Einführung des Faches Informatik und die damit einhergehende Verbesserung der Ausstattung der Schulen. Die Ausweitung des Angebots an neuen Medien hat aber nicht nur positive Auswirkungen. Durch die Fülle an Materialien ist es zunehmend schwieriger geworden, die richtigen Materialien zu finden. An dieser Stelle könnte eine allgemeine Plattform für Lehrmaterialien auf Basis des Lehrplans und der Lernziele eine Unterstützung darstellen. Für eine solche Plattform sollen in dieser Arbeit die theoretischen Grundlagen geschaffen werden. Im nächsten Abschnitt sollen die daraus resultierenden Probleme näher erläutert werden.

## 1.2 Problembeschreibung

Wie schon in der Motivation beschrieben, stehen Lehrer heute vor einer großen Fülle an Lehrmaterialien. Es wird immer schwieriger, daraus die geeigneten Materialien zu finden. Außerdem ist der gesamte Lehrplan kurzlebiger geworden. Konnten früher Materialien und Unterrichtseinheiten über einen langen Zeitraum eingesetzt werden, ist es heute nötig, den Stoff immer wieder zu verändern. Dazu tragen vor allem neue Möglichkeiten der Mediennutzung bei. In dieser Arbeit soll also die Analyse von Lernzielen aus dem Lehrplan und aus Lehrbüchern beschrieben werden. Diese Lehrplananalyse dient als Grundlage für eine grundsätzliche Überlegung, ob es möglich ist eine Plattform für Lehrmaterialien, aufbauend auf einer Ontologie, zu erstellen.

## 1.3 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit gliedert sich in zwei große Abschnitte. Zu Beginn der Arbeit (Kapitel 2) werden die Konzepte, die in der Arbeit Verwendung finden, allgemein beleuchtet und wichtige Aspekte herausgestellt. Dies sind im einzelnen die Lernziele (Abschnitt 2.1), die Taxonomie von Krathwohl et al. (Abschnitt 2.2), das Konzept der Ontologien (Abschnitt 2.3) und die Lerninhalte der 9. Jahrgangsstufe (Abschnitt 2.4). Als einführende Literatur wurde dazu [AK01] für die Lernziele und die Taxonomie, [Sch06] und [Hes02] für die Ontologien und [HSSV07] bzw. [Sch07] für die Lerninhalte verwendet. Im zweiten Teil (Kapitel 3) werden die theoretischen Konzepte anhand eines Beispiels in der Praxis angewendet und eine Lernzielanalyse von zwei Kapiteln des Schulbuchs [HSSV07] durchgeführt (Abschnitte 3.1 bis 3.6). Abschließend werden in Abschnitt 3.7 noch Ausblicke auf den tatsächlichen Praxisbezug gegeben.



# Kapitel 2

## Theoretische Grundlagen

Dieses Kapitel führt in die wichtigsten theoretischen Grundlagen der bei der Durchführung der Analyse von Lernzielen benutzten Konstrukte ein. Die Reihenfolge der Betrachtung orientiert sich am Aufbau der Arbeit. Zuerst werden die Lernziele an sich näher beleuchtet. Darauf aufbauend beschreiben die nächsten Abschnitte dann die Taxonomie von Krathwohl. Hier wird allerdings nur ein kurzer Überblick gegeben. Für genauere Informationen sei auf die Ausführungen von Krathwohl et al. in [AK01] verwiesen, in denen die Taxonomie im Detail beschrieben werden. Daran anschließend folgt ein Abschnitt über Ontologien, in dem diese beschrieben werden, und ein Tool zum Erstellen und Überprüfen von Ontologien kurz vorgestellt wird. Im letzten Abschnitt werden dann noch die Lerninhalte im Fach Informatik der 9. Jahrgangsstufe behandelt. Hier wird der Schwerpunkt auf den Lehrplan und ein Lehrbuch aus dem Klett-Verlag [HSSV07] gelegt.

### 2.1 Lernziele

Um einen ansprechenden Unterricht zu gestalten und um die wichtigsten Inhalte zu identifizieren, ist es nötig, diese in einer entsprechenden Form zu beschreiben. Dabei ist es wichtig, den Kreis der Nutzer näher zu kennen. Inhalte, die für das Selbststudium formuliert werden sollen, müssen auf eine andere Art und Weise dargestellt werden, wie Inhalte, die im Rahmen eines Lehrplans konkretisiert werden. Der Aspekt des Selbststudiums soll in dieser Arbeit unbeachtet bleiben. Der Aufbau und die Aufgaben eines Lehrplans werden in Abschnitt 2.4.1 ab Seite 28 beschrieben. Die Identifikation und Konkretisierung der Inhalte erfolgen durch Lernziele. Um Lernziele konkret zu beschreiben, gibt es verschiedene Ansätze und Definitionen. Da die Taxonomie von Krathwohl et al. einen wichtigen Part dieser Arbeit ausmacht,

soll hier die Definition von Anderson und Krathwohl aus [AK01] angeführt werden. Diese Definition stützt sich auf Ralph Tylers Ausführungen zu Lernzielen.

*“the most useful form for stating objectives is to express them in terms which identify both the kind of behavior to be developed in the student and the content [...] in which this behavior is to operate“* ([AK01], Seite 12).

Aus dieser Beschreibung ergibt sich nach Anderson und Krathwohl [AK01] für ein Lernziel folgende Definition. “behavior“ wird mit einem Verb beschrieben. Dieses Verb charakterisiert einen kognitiven Prozess. “content“ wird über ein Nomen vermittelt. Ein Lernziel wird also durch ein Verb und ein Nomen beschrieben. Aus dem Verb ergibt sich der kognitive Prozess, aus dem Nomen die Art von Wissen, die durch das Lernziel vermittelt werden soll. Dies führt zu den beiden Dimensionen der Taxonomie von Krathwohl et al., die im nächsten Abschnitt näher beschrieben wird. Anderson und Krathwohl ersetzen “behavior“ bewusst durch “cognitive process“ und “content“ durch “knowledge“. Als Begründung hierfür seien zwei Zitate aus [AK01] angeführt. Als erstes werden zwei Gründe für die Ersetzung von “content“ durch “knowledge“ angeführt.

*“The first is to emphasize the fact that subject matter content is ‘historically shared knowledge’ that is arrived at through a currently shared consensus within a discipline and is subject to change over time. The second reason is to differentiate the subject matter content of an academic discipline from the materials in which the content is embedded.“* ([AK01], Seite 12f)

Anschließend liefern Anderson und Krathwohl mehrere Begründungen für die Ersetzung von “behavior“ durch “cognitive process“. Eine davon sei hier als Zitat wiedergegeben.

*“In part to eliminate confusion, we have replaced ‘behavior’ with the term ‘cognitive process’. This change reflects the fact that cognitive psychology and cognitive science have become the dominant perspective in psychology and education. We can make better sense of the verbs in objectives by using the knowledge gained from cognitive research.“* ([AK01], Seite 14)

### 2.1.1 Verschiedene Arten von Lernzielen

Wenn man Lernziele definiert, wird man schnell an den Punkt gelangen, an dem man erkennt, dass der Umfang eines Lernziels sehr unterschiedlich sein

kann. Krathwohl und Payne haben in [KP71] eine Unterteilung in drei Kategorien vorgenommen. Diese Unterteilung wird in [AK01] genau beschrieben. Sie reicht von sehr allgemeinen bis zu sehr speziellen Lernzielen.

An erster Stelle stehen die globalen Lernziele (“global objectives“). Sie sind komplex und fassen mehrere verschiedene Lernergebnisse zusammen. Dadurch benötigen sie viel Zeit, um umgesetzt zu werden. Ihr Umfang ist sehr allgemein und sie umfassen mehrere spezielle Lernziele. Im bayerischen Lehrplan [KuMi06] werden diese Lernziele durch die 1. Ebene abgedeckt. Hier werden ganz allgemeine Ziele definiert, die das Gymnasium zu erreichen bzw. zu vermitteln hat. Weitere Beispiele entstammen aus [AK01].

- “all students will start school ready to learn“
- “all students will leave Grades 4,8 and 12 having demonstrated competency over challenging subject matter.“
- “all students will learn to use their mind well, so they will be prepared for responsible citizenship, further learning and productive employment in our nation’s economy.“

(vgl. [AK01], Seite 15)

In der Mitte der drei Lernzielkategorien liegen die allgemeinen Lernziele (“educational objectives“). Sie sind nicht so allgemein wie die globalen Lernziele, aber noch nicht speziell genug, um durch den täglichen Unterricht zu führen. Sie decken in ihrem Umfang mehrere Unterrichtseinheiten ab. Diese Lernziele finden in der Lehrplanentwicklung ihre Umsetzung und sind auch in den Fachlehrplänen des bayerischen Gymnasiums [KuMi06] zu finden. Auch hier sind weitere Beispiele in [AK01] zu finden.

- “The ability to read musical scores“
- “The ability to interpret various types of social data“
- “Skill in distinguishing facts from hypotheses“

(vgl. [AK01], Seite 16)

Die dritte Lernzielkategorie umfasst die anweisenden Lernziele (“instructional objectives“). Sie eignen sich für den direkten Einsatz in einer einzelnen Unterrichtseinheit. Dafür werden sehr feine Lernziele vorgegeben, die die genauen Lerninhalte eines Fachgebietes beinhalten. Daher findet sich diese Art von Lernzielen in Schulbüchern oder anderen Materialien. Aus diesen Texten

kann mit Hilfe einer Lernzielanalyse eine Liste von Lernzielen erstellt werden. Eine solche Analyse von Lernzielen wird in Abschnitt 3.1 auf Seite 35 durchgeführt. Dabei ist besonders auf die Schwierigkeit der Unterscheidung von Lernzielen und Unterrichtsanweisungen zu achten. Dieses Problem wird im nächsten Abschnitt thematisiert.

Doch zunächst sollen abschließend die drei Lernzielkategorien mit ihren Eigenschaften in Tabelle 2.1 noch einmal dargestellt werden.

	Lernzielkategorie		
	global	allgemein	anweisend
<b>Bereich</b>	weit	moderat	eng
<b>Zeitaufwand</b>	ein oder mehrere Jahre	Wochen/Monate	Stunden/Tage
<b>Zweck/Funktion</b>	Rahmenbedingungen festlegen	Lehrplanentwurf	Unterrichtsvorbereitung
<b>Beispiel</b>	Planung eines Mehrjahresplanes	Unterrichtssequenzen	Planung des täglichen Unterrichts

Tabelle 2.1: Lernzielkategorien ([AK01], Seite 17)

### 2.1.2 Lernziele vs. Unterrichtsanweisungen

Wenn man Schulbücher, Lehrpläne oder ähnliches analysiert, muss man sehr genau auf die Abgrenzung von Lernzielen zu Unterrichtsanweisungen achten. Unterrichtsanweisungen wie z.B. “Lies das Buch“ oder “Höre dem Lehrer zu“ beschreiben, wie ein Lernziel erreicht werden kann. Lernziele hingegen beschreiben das Endresultat, das nach mehreren Unterrichtsanweisungen erreicht werden soll. Betrachtet man nur die Formulierung ist nach der Definition aus dem vorherigen Abschnitt kein Unterschied festzustellen. Erst durch eine genauere Analyse nach den eben genannten Kriterien lässt sich ein Unterschied erkennen. Um diesen Unterschied deutlich zu machen, werden die Lernziele in dieser Arbeit mit “Die Schüler lernen...” oder “Die Schüler können...” eingeleitet. Dadurch soll eine Verwechslung ausgeschlossen werden. Generell werden in dieser Arbeit keine Unterrichtsanweisungen gebraucht, sie sind aber später dennoch von großer Bedeutung für die Analyse. Ein Schulbuch, z.B., besteht fast ausschließlich aus Unterrichtsanweisungen. Diese sind allerdings in einen Text eingearbeitet, da sich ein Buch, das nur aus

Anweisungen besteht kaum lesen lässt. Welcher Zusammenhang besteht nun zwischen den Anweisungen und den Lernzielen. Anderson und Krathwohl sagen dazu folgendes:

*“When objectives are not stated explicitly, they are often implicit in the instructional activity“* ([AK01], Seite 17).

In einem Satz zusammengefasst bedeutet dies: Unterrichtsanweisungen können auch Lernziele enthalten. Nur sind diese dann nicht mehr explizit angegeben, sondern müssen daraus extrahiert werden. In [AK01] ist auf Seite 17 ein Beispiel angegeben, das hier sinngemäß wiedergegeben werden soll. Wenn als Unterrichtsanweisung “Lies das Buch mit dem Titel XY“ angegeben wird, muss sich der Lehrer fragen, was die Schüler beim Lesen des Buches mit dem Titel XY lernen sollen. Die Antworten auf die Frage ergeben die Lernziele, die mit der Unterrichtsanweisung erreicht werden sollen.

### 2.1.3 Probleme bei Lernzieldefinitionen

Eines der größten Probleme bei der Definition von Lernzielen ist die “Granularität“. Dies betrifft vor allem die Erstellung von Lehrplänen. Gibt man hier nur globale Lernziele an, kann man zwar eine grobe Richtung des Unterrichtsverlaufes angeben, aber die einzelnen Unterrichtseinheiten sind davon nicht betroffen. Selbst die nächste Granularität, die “Erziehungslernziele“ können noch zu generell formuliert sein. Auf der anderen Seite nehmen “Unterrichtslernziele“ dem Lehrer eventuell schon wieder eine Menge Spielraum ab, wodurch die Unterrichtsvielfalt stark eingeschränkt wird. Dem gegenüber steht die Vereinheitlichung des Unterrichtes als Vorteil z.B. bei einem Schulwechsel. In Deutschland gibt es beispielsweise sehr allgemeine Richtlinien, was die einzelnen Schultypen zu vermitteln haben. Dies ist bundesweit einheitlich. Wenn es aber um die einzelnen Inhalte geht, herrscht die Landeshoheit im Bildungswesen. Dadurch ist es sehr schwierig vom Schulsystem eines Bundeslandes in ein anderes zu wechseln.

Ein weiteres Problem ist die Überprüfung der Lernergebnisse. Wenn ein Lernziel formuliert wird, ist es wichtig auch die Überprüfung der zu erreichenden Ergebnisse festzuhalten. Ein Lernziel, das nicht überprüfbar ist, ist wenig sinnvoll. Da aber jeder Schüler ein eigenes Lernverhalten hat, ist es nicht leicht, solche Tests von vornherein zu formulieren.

Aus diesen beiden exemplarischen Problemen lässt sich also gut erkennen, dass es gar nicht so einfach ist, sinnvolle Lernziele zu formulieren. Der Schwierigkeitsgrad hängt dabei von verschiedenen Faktoren ab. Einer davon ist die

Abstraktheit des Faches, für das die Lernziele beschrieben werden sollen. Je abstrakter das Fach ist, desto schwieriger ist es, geeignete Tests für die Lernziele zu formulieren und desto schwieriger ist es demnach auch, die Lernziele an sich zu ermitteln.

## 2.2 Taxonomie von Krathwohl

Um Lernziele in Beziehung zueinander setzen zu können, ist es notwendig, sie in bestimmte Kategorien einzuteilen und diese Kategorien in Beziehung zueinander zu setzen. Eine Taxonomie führt genau diese Kategorisierung durch, wobei die einzelnen Kategorien ineinander enthalten sind und somit aufeinander aufbauen. Für die Taxonomierung von Lernzielen gibt es verschiedene Ansätze. Hier soll auf einen der neueren Ansätze eingegangen werden. Die Taxonomie von Krathwohl et al. [AK01] baut auf der bereits etablierten und anerkannten Taxonomie von Bloom [Blo73] auf. Sie soll in den nächsten Abschnitten genauer beleuchtet werden.

### 2.2.1 Motivation für eine neue Taxonomie

Die Taxonomie von Bloom [Blo73] ist in einer Zeit entstanden, in der die Theorie der Didaktik noch in den neuzeitlichen Kinderschuhen steckte. In den 50er und 60er Jahren war das Modell des Behaviorismus vorherrschend. In den folgenden Jahren entwickelte sich die Didaktik immer mehr zu einem konstruktivistischen Ansatz. Hierbei steht das eigenständige Entdecken und Erreichen von Wissen im Vordergrund. Um diesem Ansatz Rechnung zu tragen, war eine gründliche Überarbeitung der vorhandenen Taxonomie nötig. Einen wichtigen Aspekt, den es dabei umzusetzen galt, war die Möglichkeit, die Taxonomie auch wirklich einsetzen zu können. Sie sollte nicht nur ein theoretisches Gebilde bleiben. Um dies zu erreichen, ist es nötig, die Kategorien so einfach wie möglich zu halten, ohne dabei wichtige Informationen zu verlieren. Dies war eine der schwierigsten Aufgaben, denen sich Krathwohl et al. stellen mussten. Vor allem die kognitive Dimension (siehe Abschnitt 2.2.2.2 auf Seite 13) bietet viele Möglichkeiten der Untergliederung. Hierbei musste darauf geachtet werden, dass alle kognitiven Prozesse zumindest in einer allgemeinen Form enthalten waren. Bei zu vielen verschiedenen Kategorien wäre aber ein praktischer Einsatz unter realen Bedingungen aus Gründen der Komplexität nicht durchzusetzen gewesen (siehe Abschnitt 2.2.3 auf Seite 14).

### 2.2.2 Aufbau der Taxonomie

Beim Aufbau der Taxonomie haben Krathwohl et al. [AK01] zwei Dimensionen herausgearbeitet. Wie schon im Abschnitt über die Lernziele (Abschnitt 2.1 auf Seite 5) dargestellt, lassen sich diese implizit bzw. explizit in eine Wissenskomponente und in eine kognitive Ebene unterteilen, wobei das Verb die kognitive Komponente und das Nomen des Lernziels die Wissenskomponente darstellt. Da nach der Definition von Anderson und Krathwohl (vgl. Abschnitt 2.1 ab Seite 5) ein Lernziel immer nach diesem Schema aufgebaut werden kann, liefert dies zwei Dimensionen für eine Taxonomie.

Diese lassen sich in Form einer Matrix darstellen (siehe Abbildung 2.1, Seite 12), wobei jedes Feld eine Sammlung von Lernzielen mit den gleichen Kognitiv- und Wissenseigenschaften darstellt.

Die erste Dimension, in die die Lernziele unterteilt wird, ist die Wissensdimension. Hier wird also die Art des Wissens als Grundlage für eine Kategorisierung genommen. Es lassen sich vier verschiedene Arten von Wissen identifizieren.

Die zweite Dimension, in die die Lernziele unterteilt werden, ist die kognitive Dimension. In dieser Dimension wird nach der Art des kognitiven Prozesses, der für die Erschließung des entsprechenden Wissens notwendig ist, kategorisiert. Es lassen sich sechs verschiedene kognitive Prozesse identifizieren.

In den nächsten beiden Abschnitten sollen nun diese beiden Dimensionen näher beschrieben werden. Die Übersetzung der Begriffe ist aus [Wag04] übernommen.

#### 2.2.2.1 Wissensdimension

Die Wissensdimension (“knowledge dimension“) besteht aus vier Kategorien. Zu ihrer Ermittlung verfolgen Krathwohl et al. einen konstruktivistischen Lernansatz. Bei diesem Modell steht der Aspekt des eigenen Erarbeitens von Wissen im Vordergrund. Wissen wird als bereichsgebunden und in Verbindung zueinander stehend aufgefasst. Es ergeben sich also einzelne Wissensgebiete. Dazu gehören nach Krathwohl et al. unter anderem

*“conceptual knowledge, conditional knowledge, content knowledge, declarative knowledge, [...], factual knowledge, metakognitive knowledge, [...]“* ([AK01], Kapitel 4).

Wissensdimension	kognitive Prozess-Dimension					
	1. Erinnern	2. Verstehen	3. Anwenden	4. Analyse- ren	5. Bewerten	6. (Er)schaf- fen
A. Faktenwissen						
B. Begriffliches Wissen						
C. Verfahrenorien- tiertes Wissen						
D. Metakognitives Wissen						

Abbildung 2.1: Taxonomietabelle

Um die Taxonomie auch wirklich nutzen zu können, ist es nötig aus diesen vielen Begriffen die Unterschiede und Gemeinsamkeiten zu ermitteln, um dann eine übersichtliche Anzahl an Wissenskategorien zu erlangen. Bei Krathwohl et al. führt dies zu den im folgenden erklärten vier Kategorien.

#### 1. **Faktenwissen**

Das Faktenwissen (“factual knowledge“) umfasst das “Basiswissen, um mit einer Fachdisziplin vertraut zu sein oder Probleme in dieser Disziplin lösen zu können“ [Wag04]. Dazu gehört unter anderem die Kenntnis der zur Problemlösung benötigten Begrifflichkeiten sowie das Wissen über verlässliche Quellen.

#### 2. **Begriffliches Wissen**

Das begriffliche Wissen (“conceptual knowledge“) beinhaltet das “Wissen über die Interrelationen der einzelnen Elemente des Basiswissens innerhalb eines größeren Zusammenhangs, das ein gemeinsames Funktionieren sichert“ [Wag04]. Da es sich hier um das Wissen über Konzepte handelt, sind hier Lernziele, die auf Klassifikationen und Kategorisierungen, sowie Prinzipien und Verallgemeinerungen hinarbeiten, enthalten. Außerdem wird das Lernen von Theorien, Modellen und Strukturen hier eingeordnet.

#### 3. **Verfahrensorientiertes Wissen**

Das verfahrensorientierte Wissen (“procedural knowledge“) ist das “Wissen darüber, wie man etwas tut“ [Wag04], sowie das “Wissen über Methoden des Nachforschens sowie Anwendungskriterien für Fähigkeiten, Algorithmen, Techniken und Methoden“ [Wag04]. In diese Ausprägung der Wissensdimension werden fachspezifische Fähigkeiten, Techniken und Methoden sowie Algorithmen eingeordnet. Weiterhin beinhaltet dieser Teil die Kriterien zur Anwendung bestimmter Verfahrensweisen.

#### 4. **Metakognitives Wissen**

Das metakognitive Wissen (“metacognitive knowledge“) ist sowohl das “generelle[s] Wissen über den Erkenntniszuwachs als auch das Bewusstsein und Wissen über den persönlichen Erkenntniszuwachs“ [Wag04]. Hier werden Kenntnisse über Lern-, Denk- und Problemlösungsstrategien, sowie das Wissen über die eigenen Stärken und Schwächen einsortiert.

### 2.2.2.2 **Kognitive Dimension**

Die kognitive Dimension (“cognitive process dimension“) besteht aus sechs Kategorien. Dabei baut eine Kategorie auf der nächsten auf. Das heißt, dass

die jeweils nächste Kategorie die vorherige bedingt. Erst durch diese Verbindung der Kategorien ist eine Taxonomierung überhaupt möglich. Es lassen sich also Lernziele finden, die von anderen Lernzielen zumindest teilweise abhängig sind. Dieser Aspekt wird im Abschnitt 3.3 auf Seite 62 ausführlich behandelt. In diesem Abschnitt sollen nun zunächst einmal die einzelnen Kategorien erklärt werden. In Tabelle 2.2 auf Seite 15 werden dann noch Synonyme und die Originalbegriffe von Krathwohl et al. angegeben. Diese Synonyme sind für die spätere Einordnung der Lernziele in Abschnitt 3.2 auf Seite 50 von großer Bedeutung.

1. **Erinnern**

Mit Hilfe des kognitiven Prozesses des Erinnerns (“remember“) können wir “relevantes Wissen aus dem Langzeitgedächtnis abrufen“ [Wag04].

2. **Verstehen**

Mit Hilfe des kognitiven Prozesses des Verstehens (“understand“) können wir die “Bedeutung / Relevanz von Wissen erkennen und herstellen indem zum Beispiel neues mit altem Wissen verknüpft wird“ [Wag04].

3. **Anwenden**

Mit Hilfe des kognitiven Prozesses des Anwendens (“apply“) können wir “bestimmte Verfahren in bestimmten Situationen ausführen/verwenden“ [Wag04].

4. **Analysieren**

Mit Hilfe des kognitiven Prozesses des Analysierens (“analyze“) können wir die “Gliederung eines Materials in seine konstituierenden Teile und [die] Bestimmung ihrer Interrelation und/oder Relation zu einer übergeordneten Struktur“ [Wag04] durchführen.

5. **Bewerten**

Mit Hilfe des kognitiven Prozesses des Bewertens (“evaluate“) können wir ein “Urteil anhand von Kriterien und Standards fällen“ [Wag04].

6. **Schaffen**

Mit Hilfe des kognitiven Prozesses des Schaffens (“create“) können wir “Elemente zu einem neuen, kohärenten, funktionierenden Ganzen zusammenführen/reorganisieren“ [Wag04].

### 2.2.3 Einsatz der Taxonomie

Eines der erklärten Ziele von Krathwohl et al. war es, eine Taxonomie zu entwickeln, die nicht nur in theoretischen Abhandlungen benutzt wird, sondern

Kognitive Prozesskategorien	Übersetzung	Untertypen und Synonyme
Remember	Erinnern	erkennen, identifizieren, wieder aufrufen, zurückrufen, wiederherstellen, abrufen, reproduzieren, auflisten, wiederholen, darlegen
Understand	Verstehen	interpretieren, klären, paraphrasieren, darstellen, übersetzen, erläutern, illustrieren, veranschaulichen, realisieren, klassifizieren, kategorisieren, subsumieren, zusammenfassen, abstrahieren, generalisieren, folgern, schließen, interpolieren, extrapolieren, voraussagen, vergleichen, kontrastieren, abbilden, anpassen, erklären, modellieren, erkennen, diskutieren, beschreiben
Apply	Anwenden	ausführen, benutzen, implementieren, durchführen, übertragen, handhaben, umsetzen, lösen, demonstrieren
Analyze	Analysieren	differenzieren, unterscheiden, kennzeichnen, charakterisieren, auslesen, auswählen, erfassen, organisieren, auffinden, Zusammenhänge erkennen, hervorheben, unterstreichen, strukturieren, beifügen, aufteilen
Evaluate	Bewerten	überprüfen, abstimmen, ermitteln, überwachen, testen, beurteilen, evaluieren, auswerten, schätzen
Create	Schaffen	generieren, kreieren, zusammenstellen, zusammenführen, entwerfen, produzieren, konstruieren

Tabelle 2.2: kognitive Dimension

die auch in realen Umgebungen eingesetzt wird. Sie soll dabei helfen, vier wichtige Fragen im Alltag eines Lehrers zu beantworten. Zum einen muss der Lehrer wissen, welche Inhalte wichtig sind, um sie in der knappen Unterrichtszeit unterzubringen. Zum zweiten ist es von großem Interesse, wie man einen guten Unterricht, wobei "gut" sich hier auf ein hohes Niveau an Vermittlung bezieht, plant und durchführt. Zum dritten muss ein Lehrer geeignete Lernzielkontrollen durchführen. Auch hier soll die Taxonomie unterstützen. Als letztes wirft sich die Frage auf, wie Lernziele, Unterricht und Kontrolle konsistent zusammenhängen. Zu diesen Fragen werden in [AK01] einige Beispiele gegeben, auf die hier aber nicht näher eingegangen werden kann.

Die Taxonomie zielt aber nicht nur auf Lehrer ab. So kann sowohl der Schüler bzw. Student wie auch der Lehrer seine Lern- bzw. Lehrstrategien mit Hilfe der Taxonomie kritisch überprüfen. Durch die Einordnung der Lernziele in die Matrix mit Wissens- und kognitiver Dimension und der anschließenden Ermittlung der Verteilung dieser Ziele kann eine einseitige Belastung vermieden werden. Es können z.B. alte Gewohnheiten im Rahmen der Unterrichtsvorbereitung durch den gezielten Einsatz der Taxonomie aufgezeigt werden. Sofern dann der Wille vorhanden ist, etwas zu ändern, bietet sich hier ein großes Einsatzgebiet. Durch die analysierende und strukturierende Funktion kann aber auch jungen Lehrern mit der Taxonomie geholfen werden. Gerade in den ersten Jahren ist es schwierig, geeignetes Unterrichtsmaterial zu finden. Außerdem ist es wichtig den Unterricht ansprechend zu gestalten. Die Taxonomie kann dabei helfen, beide Probleme zu verringern.

Innerhalb der Matrix sollte jede Zelle möglichst gleich bedient werden. Dass dies natürlich unter realen Bedingungen so gut wie unmöglich ist, dürfte klar sein. Als Denkanstoß nach neuen Lehrmethoden und -inhalten zu suchen, ist die Taxonomie aber sicherlich mehr als geeignet. Durch die Einordnung der Lernziele in bestimmte Kategorien ergeben sich automatisch bestimmte Vorgehensweisen. So kann z.B. ein Lernziel, das in die Kategorie "Analysiere Begriffswissen" fällt, durch folgende Vorgänge den Schülern beigebracht werden.

- Konzentriere die Aufmerksamkeit der Schüler auf Klassen und Klassifizierungen
- Benutze Beispiele und Gegenbeispiele, um den Schülern zu helfen, die richtigen Klassen zu formen

- Unterstütze die Schüler darin, Klassen in Beziehung zu einem größeren System von Klassifizierungen zu sehen
- Hebe die relevanten und wichtigen Unterschiede in den Klassen dieses Systems hervor

(vgl. [AK01, Seite 8])

In [AK01] wird noch ein weiteres Beispiel angegeben. Aus der Einordnung in die Kategorie “Erinnere Faktenwissen“ ergeben sich folgende Unterrichtsaktivitäten.

- Regelmäßiges Erinnern der Schüler, welche Details genau gelernt werden müssen
- Gib den Schülern Strategien (z.B. rehearsal) und Methoden (z.B. Mnemonic), um sich das Wissen anzueignen
- Ermögliche den Schülern, diese Strategien und Techniken zu üben

(vgl. [AK01, Seite 8])

Ein weiteres Einsatzgebiet liegt in der Evaluierung von Schulbüchern, wie es in dieser Arbeit durchgeführt wird. Dieser Schritt kann bereits während der Entstehung oder auch im Rahmen einer Schulbuchauswahl durchgeführt werden. Dabei werden die Lernziele aus dem Buch herausgearbeitet, geeignet gruppiert und dann in die Taxonomie eingefügt. Anschließend lässt sich beobachten, wie breit das Buch den Stoff erfasst. Außerdem lässt sich in gewisser Weise durch den Grad der Abwechslung, der sich auch aus der Taxonomie ablesen lässt, auf die Motivierung der Schüler bzw. Studenten durch das Buch schließen. Näheres dazu findet sich in Abschnitt 3.2 auf Seite 50.

## 2.3 Ontologien

Das Konzept der Ontologien hat im Bereich des e-Learning besonders stark an Einfluss gewonnen. Seit ein paar Jahren wird dieses Forschungsgebiet zunehmend ausgeweitet (siehe “International Workshop on Applications of Semantic Web Technologies for E-Learning“<sup>1</sup>). Die Einsatzmöglichkeiten sind dabei weit gestreut. In diesem Abschnitt soll nun das Konzept an sich vorgestellt werden. Dafür sollen zunächst einmal die nötigen Begriffe geklärt werden. Anschließend werden die Grundlagen des Ontologiekonzepts gelegt.

---

<sup>1</sup>Internet: <http://www.win.tue.nl/SW-EL/>

Im zweiten Teilabschnitt wird ein Standard für Lernmaterialien erläutert. Der dritte Teilabschnitt behandelt Protégé als ein Tool für die Erstellung und Anzeige von Ontologien. Der letzte Teilabschnitt beschreibt eine mögliche Ontologie auf der Basis der Taxonomie von Krathwohl. Dabei soll als Beispiel eine Umsetzung von Alexander Staller angegeben werden (vgl. Abschnitt 2.3.4 auf Seite 27). Im Abschnitt 3.6 ab Seite 78 wird diese Ontologie dann mit anderen zu einer großen Ontologie für die verschiedenen, noch zu behandelnden Aspekte verbunden. Auf dieser Basis kann dann eine praktische Anwendung, wie sie in Abschnitt 3.7 ab Seite 81 beschrieben ist, erstellt werden. Doch dazu zunächst die theoretischen Grundlagen.

### 2.3.1 Die Theorie der Ontologien

Durch die rasante Entwicklung des Internets hat auch das sogenannte Semantic Web stark an Einfluss gewonnen. Hier werden Datenbestände, wie z.B. Internetseiten mit semantischen Daten angereichert. Dies geschieht mit Hilfe von Metadaten, die Informationen über den Inhalt und verwandte Themen beinhalten können. Es sind aber auch andere Informationen möglich. Wenn dabei bestimmte Regeln wie z.B. Regeln der Standardisierung beachtet werden, ist es möglich in späteren Suchvorgängen neues Wissen anhand von Vorwissen zu erschließen. Diese Wissenserschließung ist ein Teilaspekt, den die Ontologien abdecken können. Laut [Hes02]

*“beschreibt eine Ontologie also einen Wissensbereich (knowledge domain) mit Hilfe einer standardisierten Terminologie sowie Beziehungen und ggf. Ableitungsregeln zwischen den dort definierten Begriffen.“*

Dieser gewünschten Standardisierung wurde inzwischen auch durch diverse Sprachstandards entsprochen. Doch bevor darauf eingegangen wird, soll noch einmal kurz das Einsatzgebiet in der Informatik beleuchtet werden.

Nach [Hes02] gibt es drei Anwendungsgebiete für eine Ontologie. Dies ist zum einen die “Kommunikation“ mit Hilfe eines Standards, zum anderen “automatisches Schließen“ und “Repräsentation sowie Wiederverwendung von Wissen“. Die letzten beiden Gebiete sind in dieser Arbeit relevant. Durch das “automatische Schließen“ ist es möglich, sich innerhalb einer Ontologie zu bewegen und neues Wissen aus Vorwissen zu erschließen. Wie in Abschnitt 3.7 ab Seite 81 erwähnt, werden genau diese Mechanismen gebraucht, um eine sinnvolle Plattform erstellen zu können. Von einem Ausgangspunkt kann durch Vorwissen und Verknüpfungsregeln, die auch semantischer Natur

sein können, durch das gesamte Wissensgebiet navigiert werden. Dabei können dann auch Querverweise zwischen einzelnen Jahrgangsstufen realisiert werden. Der dritte Punkt, das “Repräsentieren und Wiederverwenden von Wissen“ ist das eigentlich Interessante am Einsatz einer Ontologie für das in dieser Arbeit beschriebene Problem. Durch die enorme Fülle an Lehrmaterialien ist es heute kaum noch möglich einen optimalen Einsatz moderner Unterrichtshilfsmittel und -materialien zu gewährleisten. Hier kann eine Repräsentation auf semantischer Ebene sehr hilfreich sein. Durch die Verknüpfung der Materialien untereinander ist es möglich die passenden Materialien zu finden (vgl. Abschnitt 3.7 ab Seite 81). Die Wiederverwendbarkeit und die leichte Art und Weise Ontologien zu veröffentlichen, machen das Konzept besonders geeignet für den Einsatz in einer Lehrmitteldatenbank.

Ein weiterer Aspekt der Ontologien ist die Verwendung von Regeln. Mit diesen werden die Instanzen der Objekte einer Ontologie verbunden. Mögliche Ausprägungen von Regeln können Relationen, Wertebeschränkungen, Disjunktionen und Eigenschaften sein. Außerdem lassen sich mit Hilfe dieser Regeln Widersprüche und fehlendes Wissen erkennen. Dies geschieht durch sogenannte Inferenzmaschinen (Reasoner).

Wenn man Ontologiesprachen betrachten will, muss man sich als erstes deren Entwicklungsgeschichte ansehen. Die Basis für diese Sprachen bildet XML zur Erstellung strukturierter Dokumente. Damit ist es zwar möglich Metadaten und die eigentlichen Daten zu trennen, XML an sich beinhaltet aber keinerlei Regeln zur Erstellung. Einen kleinen Fortschritt bringt dort XML Schema (XMLS), das eine vorgegebene Struktur fordert und Datentypen in XML möglich macht. Die Semantik kommt aber erst durch RDF und RDFS dazu. Allerdings sind diese Sprachen noch viel zu schwach um als Ontologiesprachen wirklichen Nutzen zu haben. Die ersten wirklichen Ontologiesprachen stellen DAML bzw. OIL dar, die auch als Verbindung DAML+OIL Verwendung finden. Hierbei wurden folgende Anforderungen an eine Ontologien beschreibende Sprache berücksichtigt. Diese Sprachen sollten kompatibel zu vorhandenen Web Standards wie XML, RDF und RDFS sein. Außerdem sollten sie einfach zu verstehen sein und die Möglichkeit unterstützen, durch formale Spezifikationen und adäquate Ausdrucksmächtigkeit automatisches Schließen zu ermöglichen. Der Nachfolger von DAML+OIL ist die Ontology Web Language OWL. Diese Sprache gibt es in drei verschiedenen Mächtigkeiten. Zum ersten OWL Lite, welches den “einfach-zu-implementierenden“ Teil von OWL-DL enthält. Diese ist reduziert auf first-order-logic-Ausdrücke und äquivalent zu DAML+OIL. OWL Full verbindet den OWL Syntax mit RDF.

OWL ist ein Web Standard des World Wide Web Consortiums (W3C)<sup>2</sup> (vgl. [Sch06]). Eine Übersicht der Sprachen und Ihre Mächtigkeit ist in Abbildung 2.2 auf Seite 21 dargestellt.

Für die Ontologiesprache OWL existieren inzwischen einige Tools, die den Nutzer beim Erstellen der Ontologie unterstützen. Im Abschnitt 2.3.3 ab Seite 23 soll das Tool Protégé, das von der Stanford University<sup>3</sup> entwickelt wurde, vorgestellt werden. Doch zunächst soll ein weiterer Standard, der in einer Ontologie Umsetzung findet, beschrieben werden. Das Grundkonstrukt der Lernzielanalyse könnte in einer praktischen Umsetzung als Basis einer Plattform für Lehrmaterialien dienen. Um diese beschreiben und wiederverwenden zu können ist ein Standard nötig.

### 2.3.2 Learning Object Metadata - LOM

Bei Learning Object Metadata, kurz LOM, handelt es sich um einen Metadatenstandard für Lernobjekte, der 2002 von IEEE verabschiedet wurde. Der Standard soll dazu dienen, dass Lernobjekte, zu denen auch Materialien gehören, in einer einheitlichen Art und Weise beschrieben werden können. Somit kann gewährleistet werden, dass einmal erstellte und beschriebene Materialien in verschiedenen Systemen immer wieder eingesetzt werden können.

Im folgenden soll der Aufbau der Informationen, die im LOM-Standard gefordert werden, beschrieben werden. Dabei werden nur die Oberkategorien und Unterkategorien über den pädagogischen Inhalt kurz beschrieben. Eine ausführliche Beschreibung würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Hier sei auf die einschlägige Literatur verwiesen (z.B. [Hod02]). Die Informationen des Standards lassen sich in neun Kategorien untergliedern, die jeweils durch weitere Unterpunkte näher spezifiziert werden können. Diese neun Kategorien sind im einzelnen (Quelle: [Hod02]):

1. General Category  
Grundlegende Informationen über das Lernobjekt
2. Lifecircle Category  
aktueller Status des Lernobjektes
3. Meta-Metadata Category  
Information über die Metadaten an sich

---

<sup>2</sup><http://www.w3.org/>

<sup>3</sup><http://protege.stanford.edu/>

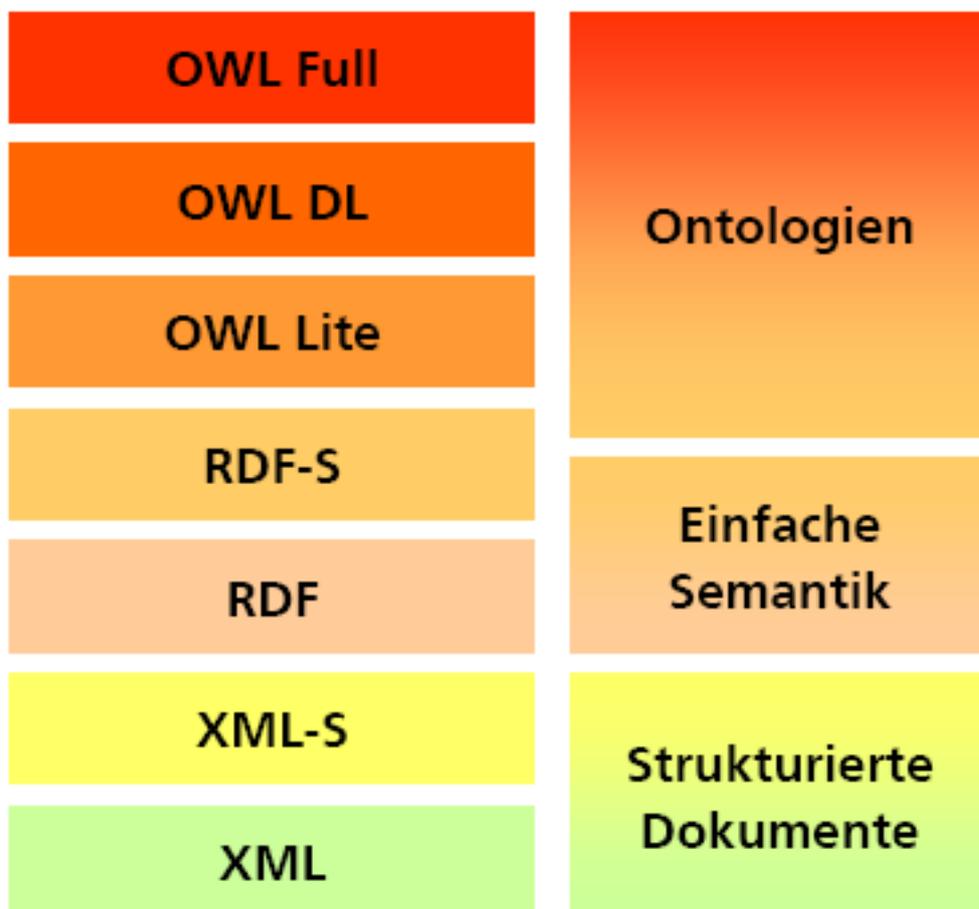


Abbildung 2.2: Übersicht der Ontologiesprache OWL [Sch06]

4. Technical Category  
Technische Voraussetzungen für das Lernobjekt
5. Educational Category  
Informationen über den pädagogischen Inhalt
6. Rights Category  
Informationen über Nutzungsrechte und Copyright
7. Relation Category  
Informationen über Verbindungen zu anderen Lernobjekten
8. Annotation Category  
Anmerkungen zum Lernobjekt
9. Classification Category  
Einordnung des Lernobjekts in ein Klassifizierungssystem

Der pädagogische Inhalt wird in der Kategorie “Educational Category“ näher spezifiziert. Die Unterkategorien sollen im folgenden kurz beschrieben werden.

1. Interactivity Type  
Beschreibt die Art der Interaktion, in die der Lernende mit dem Lernmaterial treten muss (z.B. Aktiv, Passiv, Gemischt).
2. Learning Resource Type  
Art des Materials (z.B. Übungsaufgabe, Tabelle, Test, o.ä.)
3. Interactivity Level  
Grad der Interaktion beginnend bei “sehr niedrig“ bis “sehr hoch“
4. Semantic Density  
Informationsdichte
5. Intended End User Role  
Erwarteter Benutzer des Lernmaterials
6. Context  
Kontext, in dem das Lernmaterial zum Einsatz kommt
7. Typical Age Range  
Alter des erwarteten Benutzers
8. Difficulty  
Schwierigkeitsgrad

9. Typical Learning Time  
Durchschnittlicher Zeitaufwand für das Lernmaterial
10. Description  
Freie Beschreibung und Nutzeranweisungen
11. Language  
Sprache des Lernmaterials

Wenn man also die Lernmaterialien in eine Ontologie einbinden will, muss man die oben genannten Kategorien berücksichtigen. Dadurch ist dann eine umfassende Beschreibung der Lerninhalte gewährleistet. Um die Lernmaterialien in das Gesamtsystem einbinden zu können, sind noch weitere Informationen notwendig. Die Möglichkeit einer praktischen Umsetzung soll in Abschnitt 3.7 ab Seite 81 diskutiert werden.

### 2.3.3 Protégé als Tool

Wenn man das Thema der Arbeit betrachtet, könnte man sagen, dass eine Beschreibung eines Tools nicht in diesen Rahmen passen würde. Dennoch soll an dieser Stelle der Ontologie-Editor Protégé vorgestellt werden. Dies hat den einfachen Grund, dass im nächsten Abschnitt bei der Beschreibung der Umsetzung der Taxonomie von Krathwohl et al. [AK01] in eine Ontologie, als Beispiel die Realisierung von Alexander Staller (vgl. Abschnitt 2.3.4 auf Seite 27) mit Hilfe von Protégé nachvollzogen werden kann. Dabei kann die Datei eingelesen werden und sowohl das Konzept der Ontologie als auch die Sprache OWL, die über Exportfunktionen im Editor ersichtlich wird, nachvollzogen werden.

Protégé wurde von der Stanford University entwickelt. Es soll den Entwickler von Ontologien durch eine graphische Oberfläche unterstützen. Ein einfacher und intuitiver Umgang mit den Ontologien ist dadurch möglich. Neben der Exportfunktion in verschiedene Formate wie RDF(S) und OWL bietet Protégé auch die Möglichkeit die Ontologie direkt in Java-Klassen umzusetzen. Außerdem wird die Integration von Design-Pattern gegeben. Der Einsatz eines Reasoners ist ebenfalls möglich. Die in dieser Arbeit verwendete Variante Protégé-OWL ist für den Gebrauch von OWL konzipiert worden und soll im Folgenden näher betrachtet werden.

In Abbildung 2.3 ist die Seite zum Erstellen der Klassen zu sehen. Über die Reiter am oberen Rand des Fensters (Punkt2) lassen sich die verschiedenen

Sichten auf die Ontologie wechseln. In der Ansicht “OWL-Classes“ können also die Klassen in einer Übersicht dargestellt werden. Diese Übersicht ist auf der linken Seite zu finden. Im “Subclass Explorer“ (Punkt1) sind die Klassen in hierarchischer Form dargestellt. Mit den Schaltflächen oberhalb der Liste lassen sich neue Klassen erzeugen. Ist eine Klasse ausgewählt, so sind auf der rechten Seite die Eigenschaften angezeigt. Dazu gehören die sog. “Annotations“ (Punkt3), also zusätzliche erklärende Angaben zur Klasse und die “Properties and Restrictions“ (Punkt4), also die zur Klasse gehörenden Eigenschaften und ihre Einschränkungen. Im Feld mit der Nummer 5 werden alle zur ausgewählten Klasse disjunkten Klassen angegeben.

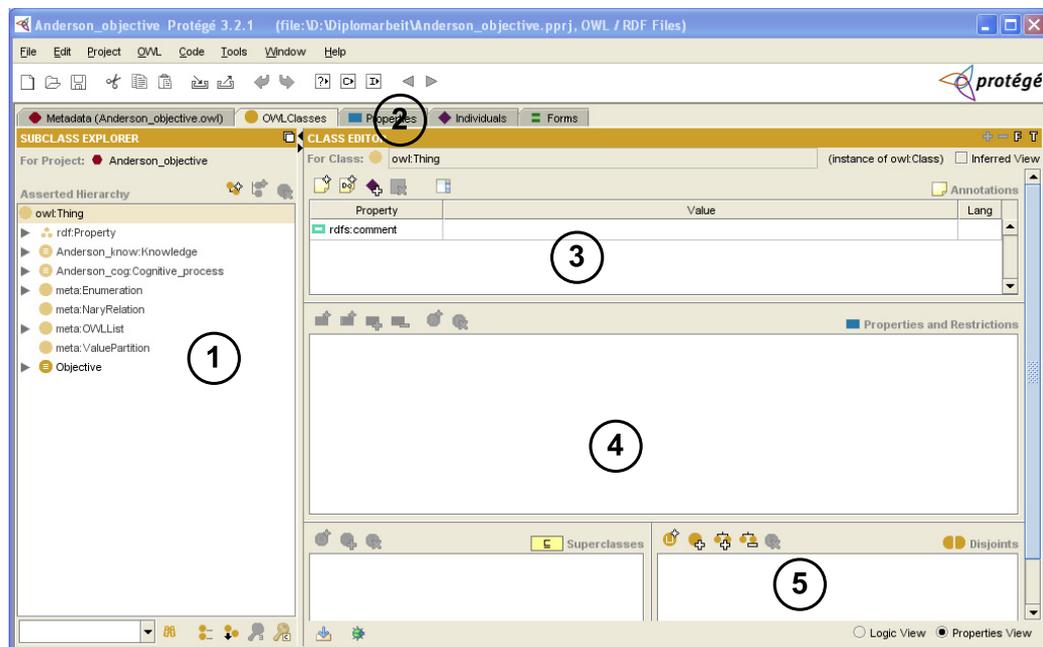


Abbildung 2.3: Protégé: OWL-Classes

Die nächste Sicht (Abbildung 2.4), die beschrieben werden soll, befindet sich hinter dem Reiter “Properties“. Wie schon bei der Klassensicht befindet sich auch in der Property-Sicht auf der linken Seite eine hierarchische Übersicht der erstellten bzw. importierten Properties (Punkt1). Auf der rechten Seite des Fensters können die einzelnen Properties näher definiert werden. Dazu gibt es die Möglichkeit die Property im oberen Feld auf der linken Seite (Punkt2) mit Metadaten weiter zu spezifizieren (“Annotations“). Die Felder darunter (Punkt3, Punkt4) bieten die Möglichkeit den Definitions- (“Domain“) und Wertebereich (“Range“) der Property festzulegen. Die Auswahlfelder neben “Domain“ und “Range“ dienen der Spezifikation der Art der

Property (Punkt5). Hier kann z.B. angegeben werden, dass eine Eigenschaft transitiv ist. In der Ontologie zur Taxonomie von Krathwohl et al. wäre dies beispielsweise bei der Eigenschaft “has\_subobjective“ gegeben. Wenn es eine inverse Property zur Ausgewählten gibt, kann diese im Feld auf der rechten Seite (Punkt7) angegeben werden.

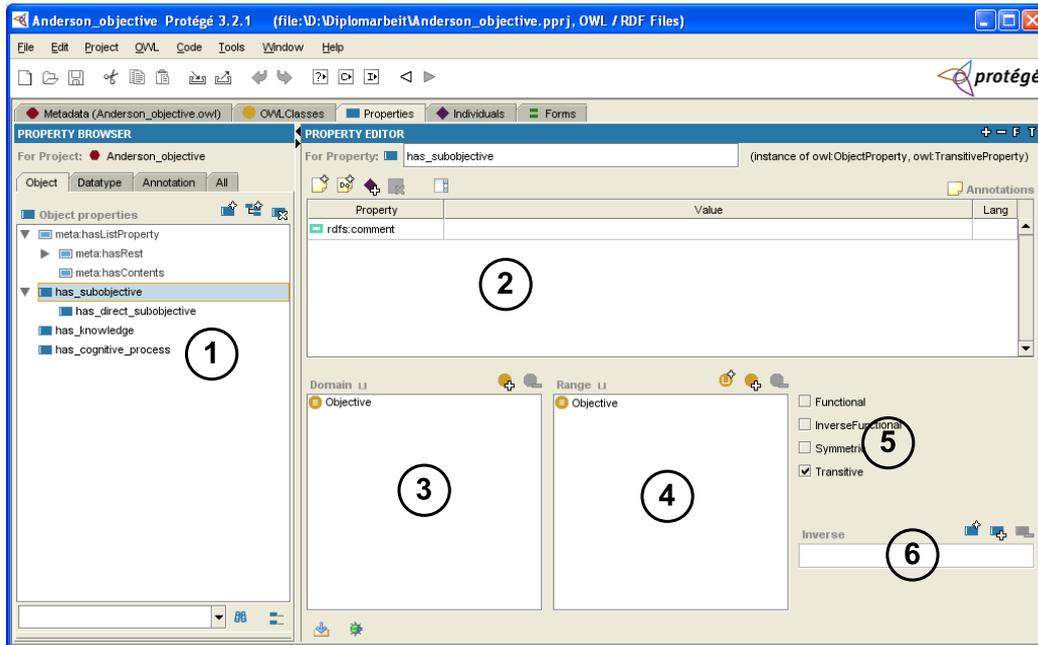


Abbildung 2.4: Protégé Property

Die dritte Sicht (Abbildung 2.5), die betrachtet werden soll, ist die Sicht “Individuals“. Hier lassen sich Instanzen der einzelnen Klassen erstellen und bearbeiten. Dazu wird auf der linken Seite noch einmal die Klassenhierarchie angezeigt (Punkt1). In der Mitte des Fensters ist eine Liste der erzeugten Instanzen angezeigt. Hier können neue Instanzen zur ausgewählten Klasse erzeugt werden (Punkt2). Weiter unten sind die zur Instanz gehörenden Klassen aufgelistet. Eine Instanz kann zu mehreren Klassen gehören (Punkt4). Auf der rechten Seite lassen sich die Eigenschaften der Instanz bearbeiten. Im oberen Teil (Punkt3) sind dies der Name und beschreibende Metadaten. Im unteren Teil sind alle zugehörigen Properties aufgelistet und können mit Inhalten gefüllt werden (Punkt5). Ein großer Vorteil hiervon ist, dass die Metadaten in gewisser Weise bereits vorgegeben sind und damit ein großes Niveau an Konsistenz erreicht werden kann.

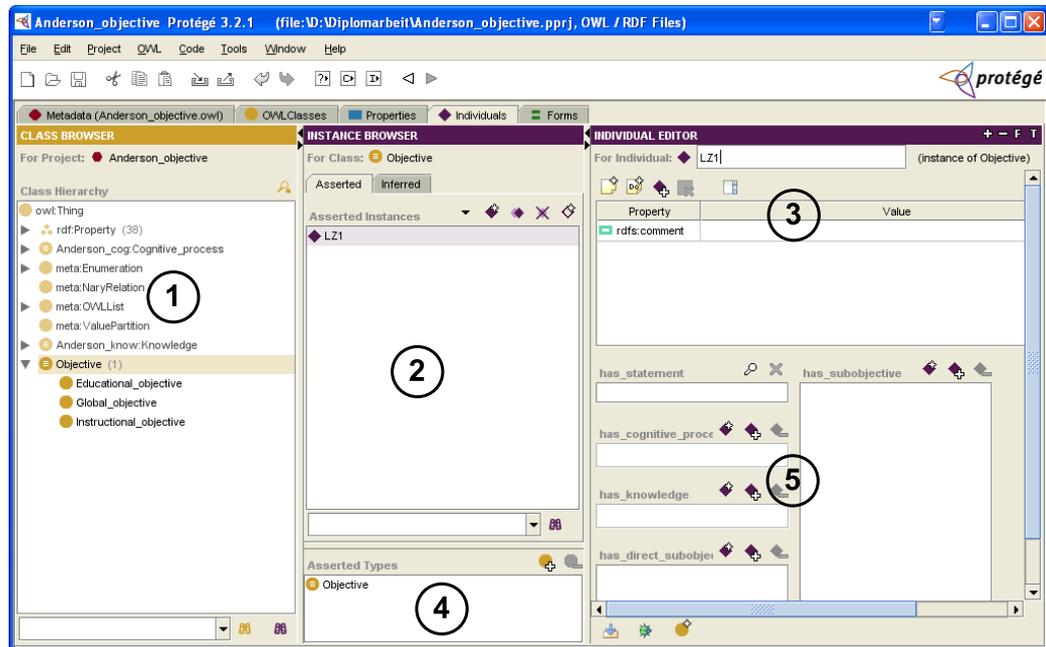


Abbildung 2.5: Protégé Individuals

Die letzte zu betrachtende Sicht (Abbildung 2.6) zeigt allgemeine Metadaten der Ontologie an. Auf der linken Seite werden alle Ontologien eines Projekts angezeigt. In der ersten Zeile steht die ‘Hauptontologie’, darunter folgen die importierten Ontologien (Punkt1). Auf der rechten Seite kann die URI der Ontologie angegeben werden (Punkt2). Außerdem lassen sich allgemeine Metadaten zur Ontologie hinzufügen (Punkt3). Unter anderem bietet sich hier die Möglichkeit eine Beschreibung der Ontologie anzulegen. Direkt darunter lässt sich ein Default Namespace für die Ontologie spezifizieren (Punkt4). Namespaces dienen dazu, Objekte aus verschiedenen Ontologien eindeutig zu identifizieren. Dazu wird jedem Objekt ein Präfix vorangestellt. Diese Namespace-Präfixe lassen sich im Feld am unteren Rand der rechten Seite (Punkt5) zuordnen.

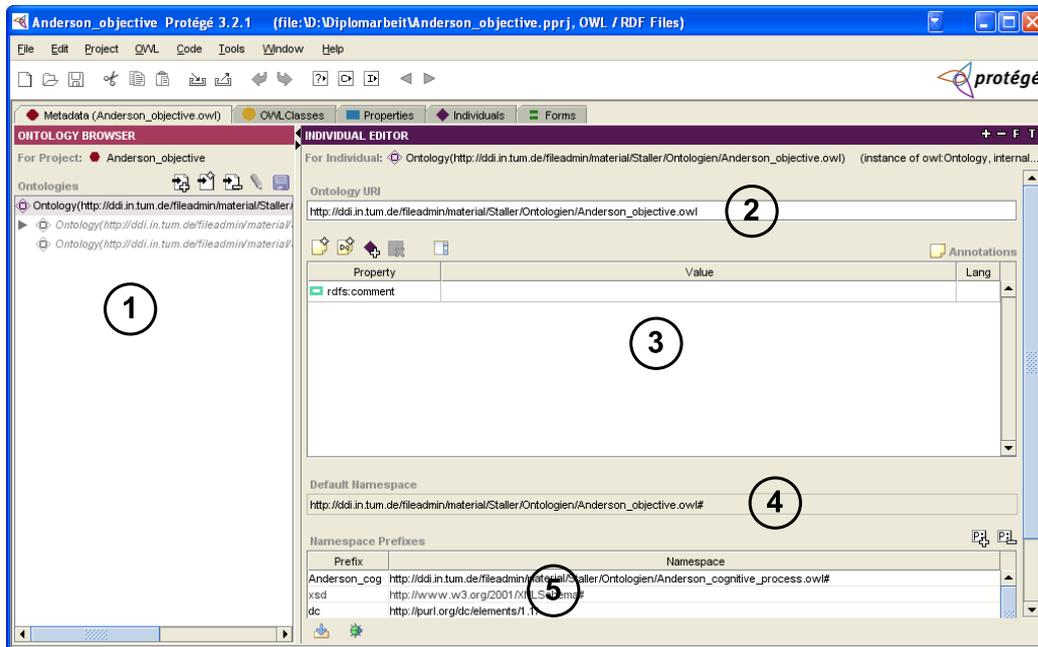


Abbildung 2.6: Protégé Metadata

Weitere Informationen können der Dokumentationsseite zu Protégé<sup>4</sup> entnommen werden. Um sich mit dem Aufbau und der Steuerung von Protégé vertraut zu machen, sei hier noch das Tutorial “Getting Started with Protégé-Frames“ [Sac06] erwähnt, das sich zwar mit der anderen Alternative des Ontologieaufbaus beschäftigt, die Bedienung aber unabhängig zeigt.

### 2.3.4 Krathwohls Taxonomie in Form einer Ontologie

In diesem Abschnitt soll die Taxonomie von Krathwohl et al. [AK01] in eine Ontologie umgesetzt werden. Diese Ontologie wurde bereits von A. Staller an der TU München entwickelt und soll hier nur noch beschrieben werden. Zum besseren Verständnis der einzelnen Klassen kann die Ontologie in Protégé geladen werden. Daher werden im folgenden die einzelnen Klassen auch nur angesprochen und in Verbindung zueinander gesetzt. Die genaue Hierarchie kann mit Protégé eingesehen werden.

Die Ontologie *Anderson\_objective.owl*<sup>5</sup> importiert zwei weitere Ontologien. Die eine beschreibt die Wissensdimension, die andere die kognitive Dimension. Diese Ontologien stellen die Klassen “*Knowledge*“ im Namespace “*An-*

<sup>4</sup><http://protege.stanford.edu/doc/users.html>

<sup>5</sup>[http://ddi.in.tum.de/fileadmin/material/Staller/Ontologien/Anderson\\_objective.owl](http://ddi.in.tum.de/fileadmin/material/Staller/Ontologien/Anderson_objective.owl)

*Anderson\_know*“ und *Cognitive\_process*“ im Namespace *Anderson\_cog*“ zur Verfügung. In der Ontologie *Anderson\_objective*“ wird dann noch die Klasse *Objective*“ hinzugefügt. Die Klasse *Knowledge*“ beinhaltet vier Unterklassen, die sich aus den vier Wissens Ebenen ergeben. Diese sind wiederum in Unterklassen unterteilt. Die Klasse *Cognitive\_process*“ unterteilt sich in die sechs Ebenen der kognitiven Prozesse. Die Unterklassen spiegeln jeweils die möglichen Ausprägungen wider. Die Klassen haben jeweils eine Property *comment*“, in der sie näher beschrieben werden. Ansonsten sind keine Properties definiert. Die Klasse *Objective*“ unterteilt sich in die drei Hauptkategorien von Lernzielen, die jeweils als Unterklasse definiert werden. Es gibt also eine Unterklasse *Educational\_objective*“, eine *Global\_objective*“ und eine *Instructional\_objective*“. Dabei sind die Klassen durch folgende Eigenschaften miteinander verbunden. Die Eigenschaft *has\_direct\_subobjective*“ ist nicht transitiv und verbindet zwei Lernziele. Dabei ist eine weitere Einschränkung für die Klassen *Educational\_objective*“ und *Global\_objective*“ gegeben. Hier dürfen nur Instanzen von *Instructional\_objective*“ bzw. *Educational\_objective*“ verbunden werden. Die Property *has\_cognitive\_process*“ stellt die Verbindung zur zugehörigen Ebene des kognitiven Prozesses her. Die zweite Dimension der Taxonomie von Krathwohl et al. wird über die Eigenschaft *has\_knowledge*“ verbunden. Eine weitere Verbindung zwischen zwei Lernzielen ist durch *has\_subobjective*“ gegeben. Diese Verbindung ist transitiv. Die genannten Verknüpfungen zur Taxonomie gelten natürlich auch für die entsprechenden Unterklassen.

## 2.4 Lerninhalte der 9. JGS

In diesem Abschnitt werden die Inhalte betrachtet, die in der 9. Jahrgangsstufe vermittelt werden sollen. Dafür wird zunächst der bayerische Lehrplan für das Gymnasium vorgestellt. Dabei soll der Zusammenhang zu den anderen Jahrgangsstufen und der Gesamtaufbau näher beleuchtet werden. Anschließend wird das Schulbuch für das Fach Informatik in der 9. Jahrgangsstufe aus dem Klett Verlag beschrieben, aus dem zwei Kapitel exemplarisch analysiert werden. Hier geht es vor allem um den Aufbau des Buches, welcher für die spätere Analyse wichtig ist.

### 2.4.1 Lehrplan für Bayern

Damit ein einheitlicher Unterricht möglich ist, ist es notwendig, die vermittelten Inhalte festzuschreiben. Außerdem muss eine mehr oder weniger klare Abgrenzung der einzelnen Schultypen stattfinden. Dies geschieht in Bayern

durch Lehrpläne, die für jeden Schultyp und für jede Jahrgangsstufe erstellt werden. Die allgemeine Funktion eines Lehrplans lässt sich nach Peterßen wie folgt beschreiben:

*“Die hauptsächliche Funktion des Lehrplans besteht in der Vereinheitlichung von Bildung. [...] In ihm ist festgehalten, welche pädagogischen Zielsetzungen in der Schule verfolgt werden sollen und was alles Schülern gelehrt werden soll bzw. was sie lernen sollen. [...] Lehrpläne verpflichten Schüler und Lehrer dazu, die in ihnen festgeschriebene Bildung zu verwirklichen. Lehrer sind auf die Lehrpläne des jeweiligen Bundeslandes verpflichtet.“* ([Pet00], Seite 216)

Durch die Einführung des achtstufigen Gymnasiums (G8) im Jahr 2004 wurde es nötig einen neuen Lehrplan zu entwickeln. Daher sind im Moment in Bayern zwei Lehrpläne gültig. Einer betrifft das neunstufige Gymnasium G9 und ist seit 2003 gültig. Er verliert seine Gültigkeit mit dem Ende des G9. Der zweite ist der G8-Lehrplan, der mit der Einführung des G8 im Jahr 2004 gültig wurde. Dieser Lehrplan wurde jahrgangsstufenweise in Kraft gesetzt und ist seit August 2007 vollständig bis zur 12. Jahrgangsstufe entworfen und bis zur 9. Jahrgangsstufe genehmigt.

#### 2.4.1.1 Aufbau des Lehrplans

Der bayerische Lehrplan für das Gymnasium gliedert sich in drei Ebenen. Jede dieser Ebenen stellt eine verfeinerte Sicht der zu vermittelten Inhalte des Gymnasiums dar. Der Gesamtaufbau orientiert sich am Aufbau des seit 2003 gültigen Lehrplans für das G9. Er ist unter anderem in [ISB02] beschrieben.

In der ersten Ebene wird der allgemeine Bildungs- und Erziehungsauftrag des Gymnasiums beschrieben. Dabei liegt der Fokus auf dem schulischen Miteinander, dem Fächerkanon und den Gestaltungsmöglichkeiten der einzelnen Gruppen in einer Schule. Hier werden, wenn überhaupt, nur sehr allgemeine Lernziele formuliert.

Die zweite Ebene umfasst die Fachprofile. Hier werden die Fächer in ihrem Selbstverständnis betrachtet. Diese Ebene stellt also immer noch sehr grobe und allgemeine Lernziele dar.

Explizite Inhalte und Konzepte werden erst auf der dritten Ebene behandelt. Dabei wird eine weitere Unterteilung nach Jahrgangsstufen vorgenommen. Die einzelnen “Kapitel“ sind gleich aufgebaut. Der im folgenden beschriebene

Aufbau kann in Abbildung 2.7 auf Seite 31 verfolgt werden. Der vollständige Lehrplan der 9. Jahrgangsstufe des Faches Informatik ist im Anhang A ab Seite 87 abgebildet.

In der ersten Zeile des Lehrplans befindet sich die Information über die Jahrgangsstufe, das Fach und den Zweig, für den der Lehrplan gültig ist. Im vorliegenden Beispiel ist dies mit der Nummer 1 gekennzeichnet, also 9. Jahrgangsstufe, Fach: Informatik, Zweig naturwissenschaftlich-technologisches Gymnasium. Daran anschließend folgt eine Einordnung des Lehrplans in das Fachprofil. Die Inhalte der aktuellen Jahrgangsstufe werden allgemein beschrieben und mit Vorkenntnissen in Verbindung gebracht (Nummer 2). Der nächste Abschnitt beinhaltet die zu erwerbenden Grundkenntnisse. Diese werden in sehr kurzer Form als Liste angegeben (Nummer 3). Sie sind besonders hervorzuheben, da sie bei der Entwicklung des neuen Lehrplans als Basis festgehalten wurden.

*“Wichtiges Orientierungs- und Kontrollinstrument der neuen Lehrplangeneration sind die verbindlichen Grundwissenskataloge, die genau festlegen, über welches grundlegende Wissen und Können und über welche grundlegenden Fähigkeiten und Fertigkeiten Schüler am Ende einer Jahrgangsstufe verfügen müssen.“* ([KuMi04] Seite 2)

Der letzte Abschnitt beschreibt dann die eigentlichen Lerninhalte (Nummer 4). Dabei werden die zu vermittelnden Fachkonzepte zunächst in grobe Einheiten gegliedert. Dazu werden auch die empfohlenen Stundenumfänge mit angegeben. Hieraus ergibt sich automatisch eine Gewichtung der Inhalte. Innerhalb dieser konzeptuellen Abschnitte ist eine weitere Untergliederung möglich. Sollte es möglich sein, werden im Text Querverweise (Nummer 5) zu anderen Jahrgangsstufen und Fächern angegeben. Die Beschreibung der zu vermittelnden Lerninhalte ist relativ allgemein gehalten, was den Spielraum der Lehrer erweitert, aber auch eine Orientierung erschwert.

Neben dem Lehrplan gibt das Institut für Schulpädagogik und Bildungsforschung Handreichungen für den Unterricht heraus. Hierbei handelt es sich um weiterführende Erläuterungen zum jeweiligen Fach in der jeweiligen Jahrgangsstufe. Im Vorwort zu [Sch07] ist dies folgendermaßen beschrieben.

*“Die vorliegende Handreichung stellt zunächst in einer Zusammenschau grundlegende Ziele und Ansätze des Informatikunterrichts am Gymnasium dar und gibt einen Überblick über die Intention und Entfaltung des Faches Informatik am Naturwissenschaftlich-technologischen Gymnasium [...]. Anschließend finden sich auf*

Inf	Jahrgangsstufe 09
1	Informatik

---

9
Informatik
1
(NTG 2)

Im Fach Natur und Technik (Schwerpunkt Informatik) haben sich die Schüler vor allem mit der Darstellung von Information mit Hilfe fertiger Informatiksysteme beschäftigt, dabei haben sie einfache Modellierungskonzepte verwendet, die sie nun schrittweise erweitern. So lernen sie im Verlauf dieser und der folgenden Jahrgangsstufe, Zusammenhänge und Vorgänge aus ihrem Lebensumfeld durch Modelle präzise zu erfassen und nach und nach mit Werkzeugen der Informatik zielgerichtet umzusetzen bzw. eigene Programme zu erstellen.

[...]

*In der Jahrgangsstufe 9 erwerben die Schüler folgendes Grundwissen:*

- Sie können Daten verarbeitende Prozesse durch Funktionen sowie Datenflüsse beschreiben und umsetzen.
- Sie kennen die funktionale Sichtweise als **3** allgemeinen Zugang zur Funktionsweise von Tabellenkalkulationssystemen.
- Sie können überschaubare, statische Datenmengen durch Klassen und deren Beziehungen sicher strukturieren.

[...]

**Inf 9.1 Funktionen und Datenflüsse; Tabellenkalkulationssysteme** (ca. 18 Std.)

Aus eigener Erfahrung wissen die Schüler, dass häufig aus vorhandenen Daten durch Berechnungen nach eindeutigen Vorschriften neue **4** Informationen gewonnen werden. Davon ausgehend lernen sie Funktionen als Daten verarbeitende Prozesse mit Eingängen und je einem Ausgang kennen [→ M 8.1 **5** (Funktionen)]. Sie lösen praxisnahe Aufgabenstellungen, z. B. aus dem kaufmännischen Bereich oder der Mathematik, unter Verwendung dieser funktionalen Sichtweise. Hierbei kombinieren sie mehrere Funktionen und stellen die Datenflüsse in einem Diagramm dar. Die Lösung wird mit einem Tabellenkalkulationssystem realisiert und anhand verschiedener Eingaben überprüft. Durch diese funktionale Betrachtungsweise verstehen die Schüler die Arbeitsweise von Tabellenkalkulationsprogrammen.

- ausgewählte Elemente von Datenflussdiagrammen (Funktion/Prozess, Datenfluss, Ein- und Ausgabe, Verteiler)
- Funktion als informationsverarbeitende Einheit (Bezeichner, Eingangsparameter, Funktionswert, Zuordnungsvorschrift; Eindeutigkeit); vordefinierte Funktionen, insbesondere bedingte Funktion („Wenn-Funktion“) und logische Funktionen

[...]

Abbildung 2.7: Ausschnitt Lehrplan JGS9 Informatik

*die Jahrgangsstufe 9 zugeschnittene Anmerkungen zu den Inhalten, zur Zielsetzung und zu den unterrichtlichen Rahmenbedingungen.“ ([Sch07], Seite 3f)*

Außerdem werden Unterrichtsskizzen angeboten und Unterrichtsmaterialien vorgeschlagen. Die Handreichung dient zur Unterstützung und könnte im Rahmen der in dieser Arbeit angedachten Plattform eingebunden werden.

#### **2.4.1.2 Stoff der 9. Jahrgangsstufe**

In diesem Abschnitt soll der Stoff der 9. Jahrgangsstufe Informatik kurz überblickt werden.

*“Im Fach Natur und Technik (Schwerpunkt Informatik) haben sich die Schüler vor allem mit der Darstellung von Information mit Hilfe fertiger Informatiksysteme beschäftigt; dabei haben sie einfache Modellierungskonzepte verwendet, die sie nun schrittweise erweitern.“ ([KuMi06])*

Die schrittweise Erarbeitung geschieht in zwei Stufen. Als erstes werden Funktionen und Datenflüsse näher betrachtet. Die Schüler lernen mit den Begriffen Tabellenkalkulation, Funktionen und Datenflussdiagrammen umzugehen. Im zweiten Teil beschäftigen sich die Schüler mit Datenmodellierung und Datenbanksystemen. Dabei werden zuerst objektorientierte Datenmodelle und anschließend Datenbankschemata und -systeme durchgenommen. Darauf aufbauend beschäftigen sie sich mit den Anforderungen an Datenbankschemata. Dazu lernen sie außerdem den Umgang mit einer Abfragesprache wie z.B. SQL. Ein weiteres Kapitel führt in den Bereich des Datenschutzes und der Datensicherheit ein. Abschließend soll ein komplexeres Anwendungsbeispiel bearbeitet werden.

#### **2.4.2 Schulbuch Klett-Verlag**

Um die in den vorherigen Abschnitten behandelten theoretischen Grundlagen in die Praxis umzusetzen, war es nötig einen Basistext für die Analyse der Lernziele zu finden. Der Lehrplan für das Bayerische Gymnasium [KuMi06] wurde für einen ersten Versuch, Lernziele zu ermitteln, herangezogen. Doch bereits nach dem ersten Analyseschritt zeigte sich, dass ein Lehrplan, so wie er in Bayern benutzt wird, viel zu allgemein ist. Eine zweite Möglichkeit wäre gewesen, die Lernziele direkt aus dem Unterricht zu übernehmen. Dieses schied aber aus Mangel an Zeit und Möglichkeiten aus. Deshalb wurde die Analyse auf zwei Kapitel eines neu erschienenen Schulbuches beschränkt.

Dieses Buch soll nun beschrieben werden. Zu Beginn der ersten Phase der Arbeit lag nur eine Arbeitsfassung vor. Die Zitatstellen beziehen sich auf die endgültige Fassung.

*“Der Informatikunterricht allgemein bildender Schulen soll die Schülerinnen und Schüler in die Lage versetzen, die Informationsgesellschaft aktiv und verantwortungsvoll mitzugestalten. [...] Die Schülerinnen und Schüler arbeiten ausgiebig mit modernen Hard- und Softwaresystemen und lernen dabei die grundlegenden Prinzipien der Darstellung, Verarbeitung und Interpretation von Information kennen.“* ([HSSV07], Seite 3)

Um diese Ziele erreichen zu können und dem Lehrplan gerecht zu werden ist das Buch wie folgt aufgebaut. Nach einem sehr kurzen einleitenden erklärenden Abschnitt gliedert sich das Buch in fünf große Kapitel. Das erste behandelt “Tabellenkalkulationssysteme“, das zweite (zur Analyse herangezogen) “Funktionen“, das dritte “Tabellen in Datenbanken“, das vierte (zur Analyse herangezogen) den “Datenbankentwurf“ und das fünfte das Thema “Tabellen auswerten“. Jedes Kapitel beginnt mit einer einleitenden Doppelseite, auf der mit Bildern der Alltagsbezug des Themas dargestellt werden soll. Zudem werden verwandte Themen, die bereits bekannt sein sollten, genannt. Außerdem wird ein Ausblick auf grobe Lernziele eines Kapitels gegeben.

Jedes Kapitel ist wieder in Abschnitte unterteilt. In diesen Abschnitten steht immer zuerst ein erklärender Teil vorne an. Hier wird zur Motivation ein einfaches Beispiel aus der Praxis an den Anfang gestellt. Im erklärenden Text sind die wichtigen Begriffe des Kapitels deutlich durch einen fetten Schriftschnitt hervorgehoben. Dies war für die Analyse der Lernziele nicht unerheblich (siehe Abschnitt 3.1 ab Seite 35). Neben geschichtlichen Verweisen hilft eine starke Bebilderung aus der Rechnerpraxis beim Erarbeiten der Lerninhalte. Am Ende des erklärenden Abschnitts gibt es eine Zusammenfassung der wichtigsten Inhalte.

Daran anschließend folgt der Aufgabenteil, der sich auf den Abschnitt bezieht. Das Aufgabenspektrum reicht von einfach bis schwer und von praxisnah bis zu Aufgaben, die aus der Physik oder Mathematik entnommen wurden.

An jedes Ende eines Kapitels wurde ein weiterführender Teil gehängt. Diese Exkursionen beleuchten den durchgenommenen Stoff noch einmal von einer anderen Seite. Den wirklichen Abschluss eines Kapitels bilden ein Rückblick, in dem noch einmal die wichtigsten Inhalte des Kapitels wiederholt werden,

und ein Trainingsteil mit weiterführenden Aufgaben, deren Lösungen am Ende des Buches angegeben werden. Diese bieten also eine hervorragende Möglichkeit den Stoff außerhalb der Schule weiter zu trainieren.

Nach dem fünften Kapitel werden noch Vorschläge für Datenbankprojekte gemacht, die im Rahmen einer Projektarbeit durchgeführt werden können. Diese Projektarbeit ist im Lehrplan [KuMi06] im Punkt Inf 9.2.4 festgehalten und sollte als Abschluss zur Festigung des Gelernten durchgeführt werden.

# Kapitel 3

## Praktische Anwendung

Die Grundidee dieser Arbeit war, eine Lernzielanalyse auf vorhandenen Lehrmaterialien durchzuführen. Im vorherigen Kapitel wurden dafür die theoretischen Grundlagen gelegt. Als praktische Umsetzung ist eine Lehr- und Lernmittelplattform angedacht. Um eine Plattform für e-Learning oder etwas vergleichbares erstellen zu können, ist es unverzichtbar eine entsprechende Grundstruktur zu definieren. Dies kann unter anderem auf der Basis einer Ontologie geschehen, wie sie in Abschnitt 2.3 ab Seite 17 vorgestellt wird. Grundlage der Ontologie in dieser Arbeit ist die Taxonomie von Krathwohl et al., die in Abschnitt 2.2 ab Seite 10 erklärt wird. Damit eine solche Plattform sinnvoll eingesetzt werden kann, ist es nötig, eine Fülle von Lernzielen zu ermitteln. Diese Analyse soll im nächsten Abschnitt exemplarisch an zwei Kapiteln aus dem Schulbuch [HSSV07] vorgestellt werden. Anschließend werden die ermittelten Lernziele dann in die Taxonomie eingeordnet. Abschließend werden die Lernziele noch untereinander und mit den Fachkonzepten der Informatik in Beziehung gesetzt, um dann in die Ontologie eingebunden zu werden.

### 3.1 Lernzielermittlung aus dem Schulbuch

In diesem Abschnitt geht es um die Ermittlung von Lernzielen für die Lernzieltaxonomie von Krathwohl et al. Dies soll am Beispiel eines Schulbuches aus dem Klett Verlag für das Fach Informatik am bayerischen Gymnasium [HSSV07] geschehen. Der Aufbau des Buches wurde bereits in Abschnitt 2.4.2 ab Seite 32 beschrieben.

Die ursprüngliche Idee war es, den Versuch zu unternehmen, die Lernziele mittels eines Algorithmus aus dem Fließtext herauszulesen. Wenn man sich

den Text des Lehrplans ansieht, scheint es noch möglich. In der Tat gibt es Bestrebungen, Wissen aus Fließtexten mit Hilfe von sog. Pattern zu ermitteln. Eine entsprechende Arbeit dazu findet man unter [AGJ06]. Durch den besonderen Charakter der Lernziele ist es aber ohne entsprechende Vorarbeit am Text nicht möglich vordefinierte Pattern zu finden. Dies ist nur möglich, wenn die Lernziele bereits im Text enthalten sind. Allerdings ist es bei Lernzielen so, dass sie, wie schon im Abschnitt 2.1.2 auf Seite 8 ausgeführt, auch explizit im Text enthalten sein können. Wenn man sich das Schulbuch betrachtet, sind die meisten Lernziele in Form einer Unterrichts-anweisung gegeben. Die Beantwortung der Frage, was der Schüler bei der Bearbeitung der Anweisung an Wissen mitbekommen soll, kann nicht von einem Algorithmus bzw. einer Maschine erfasst werden. An dieser Stelle ist eine Menge menschlicher Intuition nötig. Es ist zweifelhaft, ob ein Algorithmus, der diese intuitive Leistung umsetzen kann, in naher Zukunft entwickelt werden kann. Damit diese Arbeit auch auf andere Schulbücher und Lernzielquellen erweitert werden kann, ist dennoch versucht worden, die Ermittlung, so weit es möglich war, durch eine Art Algorithmus durchzuführen.

Wenn man sich das Schulbuch näher betrachtet, wird eine Zweiteilung deutlich: der einleitende, erklärende Textteil und der daran anschließende Aufgabenteil. Für den Textteil ist es, genauso wie für den Lehrplan, noch am ehesten möglich, eine algorithmische Ermittlung durchzuführen. In der dieser Arbeit zugrunde liegenden Analyse wurde dennoch ohne einen solchen Algorithmus vorgegangen. Die Analyse der Lernziele aus dem Aufgabenteil wurde ebenso rein intuitiv durchgeführt. In einem ersten Schritt wurden die Arbeitsanweisungen, die in den Aufgaben enthalten sind, ermittelt. Um diese dann in Lernziele umzusetzen, ist eine Umformulierung notwendig. Dafür ist die Frage “Was soll der Schüler beim Lösen der Aufgabe lernen?“ zu beantworten. Aus den Antworten auf diese Frage wurde ein Katalog von Lernzielen erstellt. In einem zweiten Analyseschritt wurden dann ähnliche Lernziele zusammengefasst, um den Katalog übersichtlich zu halten.

Um eine Einordnung in die Taxonomie von Krathwohl et al. zu erleichtern, sind die gefundenen Lernziele nach einem bestimmten Schema formuliert worden. Wie schon in Abschnitt 2.1.2 auf Seite 8 erwähnt, werden alle Lernziele entweder mit “Die Schüler können...” oder mit “Die Schüler lernen...” eingeleitet. Danach folgt ein Verb, das den kognitiven Prozess beschreibt, und der eigentliche Lerninhalt als Nomen. Die Verben sollten dabei aus einem vorher definierten Katalog entnommen werden, um eine algorithmische Einordnung in die Taxonomie vornehmen zu können. Einen Beispielkatalog gibt [Wag04] an. Dieser ist in Tabelle 2.2.2.2 auf Seite 13 dargestellt. In den folgenden bei-

den Abschnitten sind die gefundenen Lernziele aufgelistet und erklärt. Diese Lernziele dienen dann als Materialgrundlage für die nachfolgenden Abschnitte. Deswegen wird die Liste auch durchlaufend nummeriert, um eine spätere Zuordnung zu erleichtern.

### 3.1.1 Lernziele aus Kapitel 2

Das zweite Kapitel des Schulbuches aus dem Klett-Verlag [HSSV07] behandelt das Fachkonzept der Funktionen. Dabei geht es darum, den Schülern zu vermitteln,

*“dass häufig aus vorhandenen Daten durch Berechnungen nach eindeutigen Vorschriften neue Informationen gewonnen werden“* ([KuMi06], Seite 1)

können. Außerdem lernen die Schüler

*“Funktionen als Daten verarbeitende Prozesse mit Eingängen und je einem Ausgang kennen“* ([KuMi06], Seite 1).

Zur Realisierung der funktionalen Sichtweise werden Tabellenkalkulationsprogramme herangezogen. Wie schon einleitend erwähnt, ist der Versuch unternommen worden, die Lernziele algorithmisch aus einem Fließtext, wie dem vorliegenden Buch, herauszufiltern. Dies hat sich aber bereits nach wenigen Versuchen als nicht möglich erwiesen. Im Folgenden sollen nun einige Beispiele für die Lernzielermittlung angegeben werden. Der erste Teil der Lernziele eines jeden Teilabschnitts bezieht sich auf die einleitenden, erklärenden Ausführungen. Der zweite Teil bezieht sich dann auf den Aufgabenteil. Der Aufbau des Buches wird in Abschnitt 2.4.2 ab Seite 32 näher beschrieben.

Die erste Kategorie von Lernzielen entsteht durch Verallgemeinerung. Dabei werden im Text mehrere Beispiele oder Teilaspekte angegeben. Jedes für sich stellt ein schwaches Lernziel dar. Um den Lernzielkatalog übersichtlich zu halten, werden diese Lernziele in einem zweiten Schritt verallgemeinert und zusammengefasst. Das erste Lernziel, das in diese Kategorie fällt ist:

*“Die Schüler können Zuordnungen in verschiedenen Formen darstellen“.*

Aus dem Text des Buches (siehe Abbildung 3.1) ergeben sich zwar unmittelbar die Darstellungsformen der Zuordnungen, die Lernziele wären allerdings zu fein. Man kann also bereits an diesem Beispiel erkennen, dass eine direkte “Übersetzung“ des Buchtextes nur sehr schwer möglich ist. Erst durch die

Frage *“Was müssen die Schüler nach dem Lesen des Abschnitts können bzw. verstanden haben?”* lässt sich das Lernziel ermitteln. Bei der ersten Analyse ergaben sich dabei drei Lernziele. Diese wurden in einem zweiten Analyseschritt aufgrund ihrer Ähnlichkeit zu einem allgemeineren Ziel zusammengefasst. Dabei wurden die einzelnen Darstellungsformen, die die Schüler behandeln sollen, verallgemeinert.

Ein weiteres Lernziel, das nach dem selben Prinzip wie oben beschrieben aufgebaut ist, lautet:

*“Die Schüler können Zuordnungen für die Umrechnung verschiedener Maßeinheiten benutzen“.*

Dieses Beispiel stammt bereits aus dem Aufgabenteil.

Als weitere Kategorie finden sich Lernziele, die sich wie die erste Kategorie etwas allgemeiner fassen lassen, aber nicht in direktem Bezug zum Fachkonzept stehen. Beim Herausarbeiten der Abhängigkeiten unter den Lernzielen lassen sich für diese Ziele kaum Verbindungen finden. Dennoch sind sie vor dem Lösen der Aufgaben unbedingt zu erreichen. Dazu gehört das Beispiel:

*“Die Schüler können Informationen zu Umrechnungskursen von Währungen recherchieren“.*

Im Buch äußert sich dies durch die Aufgabenstellung der selbstständigen Informationsbeschaffung durch die Schüler (siehe Abbildung 3.2).

Die Schwierigkeit der Herausarbeitung von Lernzielen aus Aufgaben soll hier an einem Beispiel noch einmal verdeutlicht werden. Ausführlich wurde darauf bereit in Abschnitt 2.1 ab Seite 5 eingegangen. Bei der Analyse ist vor allem auf den Unterschied zwischen Arbeitsanweisungen und Lernzielen zu achten. Dafür muss die Frage *“Was muss der Schüler zum Lösen der Aufgabe können?”* im Vordergrund stehen. Um diese Frage beantworten zu können, muss sich der Analysierende in die Unterrichtssituation hineinversetzen können. Dies kann eine Maschine unmöglich leisten. Daher ist eine algorithmische Lösung nicht zu erreichen. Der intuitive Teil der Analyse wird immer überwiegen.

Die in Abbildung 3.3 gezeigte Aufgabe soll hier als Beispiel analysiert werden. Nach dem erklärenden Text zu Beginn der Aufgabe werden einzelne Teilaufgaben in Form von Arbeitsanweisungen gestellt. Diese sind nicht zu verwechseln mit den Lernzielen. Direkt ist in dieser Aufgabe kein Ziel abzuleiten. Erst durch die oben genannte Analysefrage werden die Ziele deutlich.

Viele Informationen kann man als **Zuordnungen** darstellen, die aus Wertepaaren (ähnlich den Punkten in einem Koordinatensystem) bestehen. Meist legt man diese Paare über die Spalten einer Tabelle fest, wobei jeweils der untere Wert dem darüberstehenden zugeordnet wird.

So zeigt Tab. 1 etwa, wie die durchschnittliche Temperatur in Berlin den einzelnen Monaten zugeordnet ist.

Monat	Jan.	Feb.	Mrz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
Temperatur (in °C)	-0,4	-0,6	4,0	8,4	13,5	16,7	17,9	17,2	13,5	9,3	4,6	1,2

Tab. 1

**Darstellung durch Pfeildiagramme**

Der Verlauf der Lufttemperatur (genauer: der monatlichen Durchschnittstemperatur) in Berlin über ein Kalenderjahr kann als Zuordnung zwischen Monatsnamen und Temperaturwerten dargestellt werden.

Fig. 1 symbolisiert diese Zuordnung durch Pfeile zwischen der Menge aller Monatsnamen und einer Menge von Temperaturwerten (**Pfeildiagramm**).

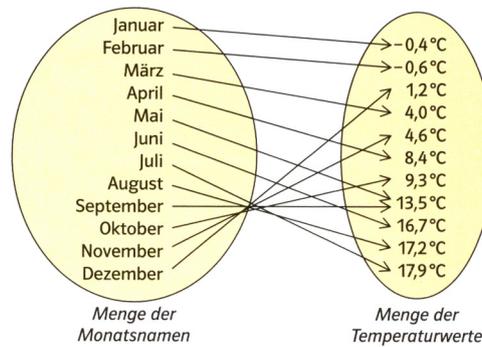


Fig. 1

**Aussageformen**

Eine Umfrage nach den Hobbys in deinem Bekanntenkreis könnte das in Fig. 2 als Pfeildiagramm dargestellte Ergebnis liefern. Diese Zuordnung kann auch durch die Vorschrift „x hat als Hobby y“ beschrieben werden. Hierbei handelt es sich um eine Aussage mit den Platzhaltern x (für einen Namen) und y (für ein Hobby). Eine solche Vorschrift bezeichnet man als **Aussageform**, weil in ihre Platzhalter verschiedene Werte „eingefüllt“ werden können.

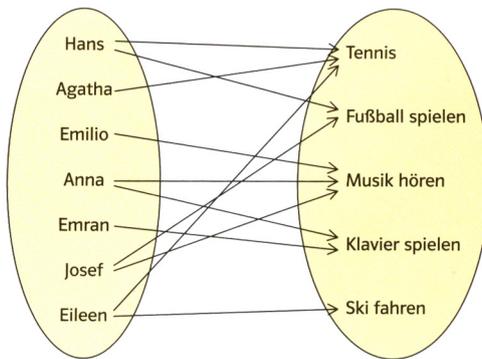


Fig. 2

Abbildung 3.1: Beispiel 1

**4 Währungen**

- a) Die Umrechnungsfaktoren zwischen den Währungen, etwa zwischen dem US-Dollar (\$), dem Euro (€) oder dem japanischen Yen (¥), ändern sich von Tag zu Tag. Suche im Internet die momentan gültigen Umrechnungsfaktoren zwischen den genannten drei Währungen. Gib die Zuordnungsvorschriften für diese Umrechnung an.
- b) Erstelle eine Tabelle, deren erste Zeile die Beträge 1€, 10€, 10<sup>2</sup>€, ..., 10<sup>8</sup>€ enthält; die zweite Zeile gibt die entsprechende Geldmenge in US-Dollar und die dritte die in japanischen Yen an.
- c) Kehre die Zuordnungen aus Teilaufgabe b) um und berechne zu 1\$, 10\$, 10<sup>2</sup>\$, ..., 10<sup>8</sup>\$ die jeweiligen Geldmengen in Euro und japanischen Yen.

Abbildung 3.2: Beispiel 2

Um Teilaufgabe a) lösen zu können, ist ein gewisses Vorwissen aus den vorherigen Jahrgangsstufen notwendig. So muss das Lernziel

*“Die Schüler können ein Tabellenkalkulationsprogramm bedienen“*

bereits erreicht worden sein. Außerdem ergibt sich das Lernziel:

*“Die Schüler können Funktionen in Tabellen darstellen“,*

was in einem zweiten Analyseschritt mit anderen Zielen zu

*“Die Schüler können Funktionen in verschiedenen Formen darstellen“*

verallgemeinert wird. Desweiteren muss das Ziel

*“Die Schüler können Berechnungen mit Zeitangaben durchführen“*

zur Aufgabenbewältigung erreicht sein.

In Teilaufgabe b) hat das Ziel

*“Die Schüler können zu vorgegebenen Daten Diagramme erstellen - auch automatisch“*

Vorrang, während in Teilaufgabe c) und d) dann diese Lernziele noch einmal vertieft werden. Wie an dieser Aufgabe zu sehen ist, erfordert es einer Analyse auf intuitiver Basis, um die Lernziele aus den Arbeitsanweisungen zu erarbeiten.

Die restlichen Lernziele wurden nach ähnlichen Analyse Kriterien aus den erklärenden Teilen und den Aufgaben des Kapitels erarbeitet. Die Liste aller ermittelten Lernziele des Kapitels sei hier abschließend dargestellt.

**3 Marathonläufe**

Beim Marathonlauf ist ein gleichmäßiges und hohes Tempo für eine gute Zeit unerlässlich. Spitzenläufer, aber auch Hobbyläufer merken sich deshalb sogenannte Zwischenzeiten, zu denen sie einen bestimmten Teil der Gesamtstrecke zurückgelegt haben müssen, um die gewünschte Endzeit zu erreichen.



- a) Ein Spitzenläufer möchte den Marathonlauf in 2 h 15 min absolvieren. Erstelle eine Tabelle, die nach jeweils 5 km sowie am Ende nach 42,195 km die Zwischenzeiten bzw. Endzeit berechnet.
- b) Wähle ein geeignetes Diagramm, um die zurückgelegte Strecke in Abhängigkeit von der Zeit grafisch darzustellen.
- c) Erweitere die Tabelle und das Diagramm um die Zwischenzeiten von Läufern, die nach 3 h bzw. 4 h das Ziel des Marathons erreichen möchten.
- d) Ergänze eine Spalte, in der die Zeitrückstände des 4-Stunden-Läufers auf den Spitzenläufer mit 2 h 15 min berechnet werden und stelle diesen Rückstand grafisch dar.

Abbildung 3.3: Beispiel 3

- LZ1** Die Schüler können Zuordnungen in verschiedenen Formen darstellen
- LZ2** Die Schüler können Zuordnungen für die Umrechnung verschiedener Maßeinheiten benutzen
- LZ3** Die Schüler können Informationen zu Umrechnungskursen von Währungen recherchieren
- LZ4** Die Schüler können die Probleme, die bei der Umkehrung von Zuordnungen entstehen können, erkennen
- LZ5** Die Schüler können Umkehrungen von Zuordnung aus einer Matrixdarstellung ablesen
- LZ6** Die Schüler können Zuordnungen in Matrixdarstellungen interpretieren
- LZ7** Die Schüler können erkennen, ob es sich bei einer Zuordnung um eine Funktion handelt.
- LZ8** Die Schüler können Funktionen auf unterschiedliche Art und Weise darstellen
- LZ9** Die Schüler können numerische und nicht numerische Funktionen unterscheiden

- LZ10** Die Schüler können das E-V-A-Prinzip auf Funktionen anwenden
- LZ11** Die Schüler können mit vorgegebenen Funktionen Textbearbeitungen bzw. -berechnungen ausführen
- LZ12** Die Schüler können einfache Funktionen auf Zahlen durchführen
- LZ13** Die Schüler können die Begriffe ASCII- und ANSI-Code erinnern
- LZ14** Die Schüler können den Zusammenhang von Buchstaben und deren Interpretation im ASCII-Code erkennen und können Umwandlungen durchführen
- LZ15** Die Schüler können numerische Funktionen selber aufstellen und in einer Tabelle darstellen
- LZ16** Die Schüler können eine einfache Chiffriermethode - die Cäsar-Chiffrierung - anwenden
- LZ17** Die Schüler können die Funktionen für die Umrechnung von Grad in Bogenmaß und zur Berechnung von PI abrufen
- LZ18** Die Schüler können Funktionen in verschiedenen Graphen darstellen
- LZ19** Die Schüler können die Vor- und Nachteile einer graphischen Darstellung erkennen
- LZ20** Die Schüler können die Definition von Punkten und Graphen erinnern
- LZ21** Die Schüler können zu vorgegebenen Daten Diagramme erstellen - auch automatisch
- LZ22** Die Schüler können die Probleme bei der Darstellung nichtnumerischer Daten erkennen
- LZ23** Die Schüler können verschiedene Diagrammtypen erkennen
- LZ24** Die Schüler können die Gefahr der Manipulation von Informationen in Graphen verstehen
- LZ25** Die Schüler können Währungskurse graphisch darstellen
- LZ26** Die Schüler können für ein bestimmtes Problem den geeigneten Graphentyp auswählen
- LZ27** Die Schüler können Berechnungen mit Zeitangaben ausführen

- LZ28** Die Schüler können physikalische Formeln in Tabellen und Diagrammen umsetzen
- LZ29** Die Schüler können Funktionen mit einem Argument zu Funktionen mit mehreren Argumenten generalisieren
- LZ30** Die Schüler können mehrstellige Funktionen aus der Kombinatorik erinnern
- LZ31** Die Schüler können mehrstellige Funktionen durch Reduktion auf ein-stellige Funktionen projizieren
- LZ32** Die Schüler können kommutative und nichtkommutative Funktionen unterscheiden
- LZ33** Die Schüler können Funktionen in infix- sowie in präfix-Schreibweise identifizieren
- LZ34** Die Schüler können Zufallszahlen mit Hilfe von Funktionen generieren
- LZ35** Die Schüler können Berechnungen mit Schaltjahren durchführen
- LZ36** Die Schüler können verkettete Funktionen handhaben
- LZ37** Die Schüler können den Aufbau einer E-Mail-Adresse darlegen
- LZ38** Die Schüler können Funktionen mit Hilfe von Datenflussdiagrammen darstellen
- LZ39** Die Schüler können Datenflussdiagramme in Terme umsetzen
- LZ40** Die Schüler können den Bereichsoperator benutzen
- LZ41** Die Schüler können Funktionen zum automatischen Suchen in Tabellen erinnern
- LZ42** Die Schüler können Zwischenergebnisse von Funktionen wieder verwenden
- LZ43** Die Schüler können Datenverteiler in Datenflussdiagrammen darstellen
- LZ44** Die Schüler können Zeitangaben als Dezimalzahl umrechnen
- LZ45** Die Schüler können Prüfwerte als Sicherheitsmerkmal diskutieren und anwenden

- LZ46** Die Schüler können Bedingungen in Funktionen realisieren
- LZ47** Die Schüler können bedingte Terme anwenden
- LZ48** Die Schüler können den Aufbau und die Abarbeitungsreihenfolge einer bedingten Funktion erkennen
- LZ49** Die Schüler können Bedingungen in einem Datenflussdiagramm darstellen
- LZ50** Die Schüler können bedingte Funktionen durch Verknüpfung verallgemeinern
- LZ51** Die Schüler können die Ergebnisse der logischen Funktionen in Wahrheitstafeln darstellen
- LZ52** Die Schüler können Berechnungen mit Wahrheitswerten durchführen
- LZ53** Die Schüler können Gleichungen und Ungleichungen als logische Funktionen interpretieren
- LZ54** Die Schüler können Vergleichsoperatoren auch auf nichtnumerischen Funktionen erklären
- LZ55** Die Schüler können logische Funktionen in Datenflussdiagrammen darstellen.
- LZ56** Die Schüler können die Verschachtelung auf logischen Funktionen reproduzieren
- LZ57** Die Schüler können komplexe Aufgaben mit logischen Funktionen lösen
  
- LZ58** Die Schüler können funktionale Modelle handhaben
- LZ59** Die Schüler erinnern Datenspeicher als Element der Datenflussdiagramme
- LZ60** Die Schüler verstehen Prozesse mit mehreren Ausgaben
- LZ61** Die Schüler können verschiedene Modelle mit Flussdiagrammen darstellen
- LZ62** Die Schüler können komplexe Zusammenhänge in einem funktionalen Modell mit Hilfe eines Datenflussdiagramms darstellen

### 3.1.2 Lernziele aus Kapitel 4

Das zweite analysierte Kapitel ist das Kapitel 4 des Schulbuchs aus dem Klett-Verlag [HSSV07]. In diesem Kapitel geht es um die Grundsätze des Datenbankentwurfs. Es deckt also den zweiten Teil des Lehrplans für Informatik der 9. Jahrgangsstufe ab [KuMi06]. Hier sollen die Schüler die Konzepte der Objektorientierung aus der Unterstufe auf das Fachkonzept der Datenbanken übertragen.

*“An Beispielen aus der Praxis entwerfen sie Datenstrukturen, realisieren diesen Entwurf in einem Datenbanksystem und erkennen den Nutzen solcher Systeme zur Auswertung umfangreicher Information. Sie erleben hier erstmals bewusst, dass Lösungskonzepte fortwährend kritisch überprüft und gegebenenfalls überarbeitet werden müssen. Außerdem lernen die Schüler gesellschaftlich relevante Probleme wie Datenzuverlässigkeit, Datensicherheit und Datenschutz im fachlich gebührenden Rahmen zu diskutieren und zu beurteilen.“* ([KuMi06], Seite 2)

Die Analyse der Lernziele erfolgte, wie auch schon in Kapitel 2 (siehe Abschnitt 3.1.1), in 2 Schritten. In der ersten Phase wurden die Lernziele aus den erklärenden Teilen und den Aufgaben herausgearbeitet. Dabei kam es im Aufgabenteil wieder darauf an, Arbeitsanweisungen von Lernzielen zu unterscheiden. In einem zweiten Schritt wurden dann die erhaltenen Lernziele auf Ähnlichkeiten überprüft und gegebenenfalls zu einem allgemeinen Ziel zusammengefasst. Die genaue Vorgehensweise wurde bereits im letzten Abschnitt genauer beschrieben.

Trotz der gleichen Vorgehensweise soll an dieser Stelle ein weiteres Beispiel angegeben werden. Im Laufe der Analyse stellte sich heraus, dass einige Lernziele sich nur im Fachkonzept unterscheiden. Der restliche Aufbau und die Verbindungen untereinander sind aber identisch. Sie stehen über eine Lernzielverbindung in Bezug zueinander. Es lässt sich außerdem feststellen, dass die Ziele aufeinander aufbauen. Auf diese sehr speziellen Lernziele wird in Abschnitt 3.3 auf Seite 62 noch genauer eingegangen. Hier soll nur ein Beispiel aufgezeigt werden.

Im vorliegenden Kapitel werden die Grundbegriffe “Objekt“ und “Klasse“, die schon in der Unterstufe behandelt wurden (vgl. [KuMi06]), noch einmal wiederholt. Die dabei zu erreichenden Lernziele unterscheiden sich nur in den beiden Fachkonzepten. Ansonsten haben sie den gleichen Aufbau. Als Beispiel werden hier exemplarisch zwei Lernziele dargestellt, die die Dar-

stellungsweise von Objekten und Klassen betreffen. Als erstes werden die Objekte behandelt:

*“Die Schüler können Beziehungen zwischen Objekten in Objektdiagrammen darstellen“ (siehe Abbildung 3.4).*

Das gleiche Lernziel soll auch für Klassen erreicht werden. Es lautet dann:

*“Die Schüler können Beziehungen zwischen Klassen in Klassendiagrammen darstellen“ (siehe Abbildung 3.5).*

Eine mögliche Verbindungsstelle zwischen den beiden Fachkonzepten und damit auch zwischen den Lernzielen besteht durch das Ziel

*“Die Schüler können aus Objekten Klassen bilden“.*

Wenn man die Lernziele noch hinzunimmt, die nur durch ganz einfache Analyse des Textes zustande kommen, lassen sich vier Kategorien von Lernzielen ermitteln. Es finden sich verallgemeinerte Ziele, allgemeine Ziele ohne Bezug zum Fachkonzept, verwandte Lernziele und einfache Ziele.

Wie schon im vorherigen Abschnitt sollen auch hier alle Lernziele des Kapitels als Liste dargestellt werden.

### Objektbeziehungen

Die Information darüber, welches Mitglied nun in welcher Sportgruppe aktiv ist, stellt man durch ein **Objektdiagramm** dar. Die Objekte werden wieder als abgerundete Rechtecke, die Beziehungen durch Verbindungslinien zwischen den Objekten gezeichnet (Fig. 1 auf Seite 99). Die Leserichtung des Bezeichners für die Beziehung wird mit > markiert.

So sind zum Beispiel Siegfried (*Mitglied1*) und Maria (*Mitglied2*) in der Tanzgruppe (*Sportgruppe2*) aktiv. Maria spielt zudem noch Fußball (*Sportgruppe1*).



Abbildung 3.4: Beispiel 4

- LZ63** Die Schüler können den Begriff des Objekts erinnern
- LZ64** Die Schüler können den Begriff des Attributs erinnern
- LZ65** Die Schüler können Objekte und Attribute in Objektkarten darstellen
- LZ66** Die Schüler können Beziehungen zwischen Objekten in Objektdiagrammen darstellen

**Klassendiagramme** dagegen zeigen, welche Beziehungen die Objekte der betrachteten Klasse prinzipiell eingehen können (Fig. 1 auf der nächsten Seite). Die einzelnen Klassen werden als Rechtecke, eine Beziehung als Linie notiert. Die Angabe darüber, wie viele Beziehungspartner ein Objekt einer Klasse haben kann, schreibt man an das jeweilige Linienende des Beziehungspartners.

Die Beziehung *betreut* wird als **1:n-Beziehung** bezeichnet. Man sagt auch: *betreut* hat die **Kardinalität** 1:n.

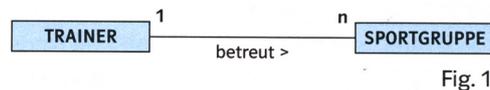


Fig. 1

Abbildung 3.5: Beispiel 5

- LZ67** Die Schüler können Datenmengen in Objekte umsetzen und die Beziehungen darstellen
- LZ68** Die Schüler lernen Beziehungen mit geeigneten Bezeichnern zu kennzeichnen
- LZ69** Die Schüler lernen Organigramme zu erstellen und zu interpretieren
- LZ70** Die Schüler können Objekte und Klassen unterscheiden
- LZ71** Die Schüler können aus Objekten Klassen bilden
- LZ72** Die Schüler können Klassen in Klassenkarten darstellen
- LZ73** Die Schüler können Beziehungen zwischen Klassen in einem Klassendiagramm darstellen
- LZ74** Die Schüler können Klassen mit verschiedenen Kardinalitäten unterscheiden und im Klassendiagramm in Beziehung setzen
- LZ75** Die Schüler können die Punktnotation für Objekte erinnern
- LZ76** Die Schüler können Objekte identifizieren und zu Klassen verallgemeinern
- LZ77** Die Schüler können Objektdiagramme und Organigramme unterscheiden
- LZ78** Die Schüler können komplexere Beispiele in ein Datenmodell umsetzen
- LZ79** Die Schüler können Logistikprobleme beurteilen
- LZ80** Die Schüler können Klassen und ihren Beziehungen untereinander in Form eines E/R-Diagramms darstellen

- LZ81** Die Schüler können Attributwerte und Objekte in einer Tabelle abbilden
- LZ82** Die Schüler können ein Klassendiagramm in eine Datenbank umsetzen
- LZ83** Die Schüler können Beziehungen einzelner Klassen in Beziehungstabellen darstellen
- LZ84** Die Schüler können Klassen und Beziehungen in Tabellenschemata darstellen
- LZ85** Die Schüler können Tabellen des relationalen Datenbankmodells in ein Klassendiagramm umsetzen
- LZ86** Die Schüler lernen Attribute von Beziehungen im relationalen Datenbankmodell zu modellieren
- LZ87** Die Schüler können Beziehungstabellen auflösen
- LZ88** Die Schüler können Integritätsbedingungen für Datensätze darlegen
- LZ89** Die Schüler können den Begriff der Transaktion erklären
- LZ90** Die Schüler können das Problem der Sicherheit bei Datenmanipulationen erkennen
- LZ91** Die Schüler können Redundanzen erkennen
- LZ92** Die Schüler können Inkonsistenzen erkennen
- LZ93** Die Schüler können die erste Normalform darlegen
- LZ94** Die Schüler können (volle) funktionale Abhängigkeiten erkennen
- LZ95** Die Schüler können die zweite Normalform darlegen
- LZ96** Die Schüler können transitive Abhängigkeiten erkennen
- LZ97** Die Schüler können die dritte Normalform darlegen
- LZ98** Die Schüler können eine Normalisierung eines vorgegebenen Datenbankschemas ausführen

Abschließend werden im nächsten Abschnitt noch die Lernziele beschrieben, die sich nicht auf den Lehrplan für die 9. Jahrgangsstufe beziehen. Daran anschließend sollen die ermittelten Lernziele in die Taxonomie von Krathwohl et al. [AK01] eingeordnet werden. Dabei werden die Lernziele nur noch durch ihre Nummer repräsentiert. Deshalb war es auch unbedingt notwendig, die beiden Lernzielkataloge aus den Kapiteln durchgehend zu nummerieren.

### 3.1.3 Weitere Lernziele

Bei der Ermittlung der Lernziele aus den beiden Kapiteln des Schulbuchs wurden die meisten Lernziele aus Aufgaben herausgearbeitet. Neben den Lernzielen, die sich mit dem Lehrplan der 9. Jahrgangsstufe decken, entstehen dabei auch einige, deren Inhalte entweder aus den vorherigen Jahrgangsstufen entstammen, oder die allgemeiner Natur sind. Diese Lernzieltypen sollen nicht in die Taxonomie eingebunden werden, um die Übersichtlichkeit zu wahren. Besonders beim Herausarbeiten der Abhängigkeiten der einzelnen Lernziele kommt dem Vorwissen aber wieder eine große Bedeutung zu (siehe Abschnitt 3.3 ab Seite 62). In dieser Dimension ist dabei eine Verbindungsmöglichkeit des Stoffes einzelner Jahrgangsstufen gegeben.

Als Beispiel für Vorwissen aus einer vorherigen Jahrgangsstufe sei hier LZ63 (“Die Schüler können den Begriff des Objekts erinnern“) angegeben. Der Objektbegriff wird in der 6. Jahrgangsstufe im Informatikteil des Fachs Natur und Technik eingeführt. In den darauf folgenden Jahren wird der Begriff immer weiter verfeinert. In der 9. Jahrgangsstufe findet eine weitere Verallgemeinerung auf die Datenmodelle statt.

Als weiteres Beispiel, das das Vorwissen aus nicht explizit angegebenen Lernzielen umfasst, sei hier LZ80 (“Die Schüler können Klassen und ihre Beziehungen untereinander in Form eines E/R-Diagramms darstellen“) erwähnt. Um dieses Lernziel erreichen zu können, muss vorher das E/R-Diagramm eingeführt werden. Es muss also ein weiteres Lernziel bereits erreicht sein, bevor das eigentliche Lernziel erreichbar ist.

In einer praktischen Umsetzung als Lehrmittelplattform sind also Lernstränge verfolgbar, die mehrere Jahrgangsstufen beinhalten. Es können also zusammenhängende Lerninhalte, die sich immer weiter verfeinern mit Hilfe einer Ontologie verfolgt werden. Damit kann ein wichtiges Grundkonzept des neuen Lehrplans für das achtstufige Gymnasium umgesetzt werden. Bei der Entwicklung wurde versucht, das Konzept des “nachhaltigen Lernens“ in besonders starkem Maße umzusetzen. Beim “nachhaltigen Lernen“ geht es darum,

dass Grundkonzepte bereits sehr früh eingeführt werden und dann kontinuierlich immer wieder aufgegriffen und weiter verfeinert werden. In der Praxis wird somit über die Ontologie eine Hilfestellung für den Lehrer, aber auch für e-Learning-Plattformen bei der Umsetzung dieses Konzeptes gegeben (siehe Abschnitt 3.7 ab Seite 81).

## 3.2 Einordnung der Lernziele

Die Einordnung der im vorherigen Abschnitt ermittelten Lernziele in die Taxonomie von Krathwohl et al. soll nun in diesem Abschnitt beschrieben werden. Wie bei der Ermittlung der Lernziele soll es auch bei der Einordnung der Ziele möglich sein, nicht nur das Schulbuch als Quelle verwenden zu können, sondern jede beliebige Lernzielquelle. Um dies zu erreichen, wäre ein algorithmisches Vorgehen nötig. Allerdings stellt sich auch bei der Lernzieleinordnung sehr schnell heraus, dass eine völlige Automatisierung nur sehr schwer umzusetzen ist.

Durch die Vielfältigkeit der Ausprägungen ist in der Wissensdimension eine eindeutige Zuordnung nahezu unmöglich. Der einzige Weg wäre über eine Standardisierung der Lernziele auch auf der Wissensdimension. Es könnte ein Katalog von Nomen, die jeweils den Ausprägungen der Wissensdimension zugeordnet werden, erstellt werden. Wenn die Lernziele dann in entsprechender Art und Weise formuliert werden, wäre es möglich, eine automatische Verarbeitung durchzuführen. Allerdings ist es fraglich, ob daraus ein wirklicher Nutzen entsteht. Für die Analyse der Lernziele wäre es immer noch nötig einen großen intuitiven Faktor mit einzubeziehen. Das Problem an sich, nämlich die algorithmische Verarbeitung von Lernzielen, ist damit kein Stück weiter gelöst. Es liegt daher nahe zu behaupten, dass eine algorithmische Lösung unmöglich ist. Erst wenn es möglich ist, die intuitiven Vorgänge in einen Algorithmus umzusetzen, kann dieses Problem komplett gelöst werden.

Die kognitive Dimension dagegen wurde bereits im Abschnitt 3.1 über die Lernzielermittlung standardisiert und lässt sich damit automatisch zuordnen. Dazu ist allerdings die Vorarbeit des genannten Abschnitts notwendig. Nur wenn die Lernziele in einer Art Normalform formuliert sind, ist eine algorithmische Abarbeitung möglich. Dazu muss ein Pool von Verben angelegt werden, die der jeweiligen kognitiven Dimension zugeordnet sind. Wenn bei der Formulierung der Lernziele genau diese Verben verwendet werden, kann ein Algorithmus die Einordnung vornehmen. Wie in Abschnitt 3.1 ab Seite 35 bereits ausgeführt, ist aber trotzdem ein großes Maß von intuitiven Entschei-

dungen bei der Lernzielermittlung notwendig. Die eigentliche Einordnung in die Dimension der kognitiven Prozesse hat also schon mit der Formulierung der Lernziele nach dem Verbenkatalog stattgefunden.

In den nächsten beiden Abschnitten soll nun die Einordnung der Lernziele in die Wissensdimension und damit in das Raster der Taxonomie von Krathwohl et al. [AK01] vollzogen werden. Dabei ist wieder eine intuitive Vorgehensweise unumgänglich, allerdings in einem noch größeren Rahmen, als es bei den kognitiven Prozessen nötig war. Wie schon in Abschnitt 2.2.2.1 ab Seite 11 ausgeführt, lassen sich für die einzelnen Ausprägungen gute Abgrenzungen finden. So stellt das “Faktenwissen“ das Basiswissen eines Fachgebietes dar. Das “Begriffliche Wissen“ ist das Wissen über die Interrelationen der einzelnen Elemente des Basiswissens. Das “Verfahrensorientierte Wissen“ gibt an, wie man etwas tut. Im “metakognitiven Wissen“ ist das generelle Wissen über den Erkenntniszuwachs enthalten (vgl. [Wag04]). Durch diese Abgrenzung der Wissenstypen untereinander lassen sich die Lerninhalte in die Wissensdimension einordnen. Wie schon erwähnt, kann dieser Prozess an keinen objektiven Kriterien fixiert werden.

In den folgenden zwei Abschnitten werden die beiden Beispielkapitel des Schulbuches [HSSV07] noch einmal durchleuchtet und die Lernziele in die entsprechenden Kategorien einsortiert. Dabei werden die Kategorien der Wissensdimension jeweils einzeln betrachtet. Am Ende eines jeden Abschnitts befindet sich dann die komplette Tabelle. Um eine Einordnung aller Lernziele zu sehen, sei hier auf Anhang B auf Seite 91 verwiesen.

### 3.2.1 Kapitel 2

Das 2. Kapitel des Schulbuchs aus dem Klett-Verlag [HSSV07] umfasst 62 Lernziele. Durch Zugehörigkeit zu mehreren Feldern entstehen 68 Elemente. Davon entfallen 27,9% auf das Faktenwissen, 52,9% auf das begriffliche Wissen, 16,2% auf das verfahrensorientierte Wissen und 2,9% auf das metakognitive Wissen. Siehe dazu auch Tabelle 3.1 auf Seite 52.

#### 3.2.1.1 Faktenwissen

Das Faktenwissen ist in Kapitel 2 die zweitgrößte Gruppe. Etwas mehr als ein Viertel (27,9%) der Lernziele befassen sich also mit Basiswissen. Dabei ist der vorherrschende kognitive Prozess das Erinnern. Hierauf entfallen 14,7% der Lernziele aus Kapitel 2. Dies sind im einzelnen LZ13, LZ17, LZ19, LZ20, LZ23, LZ30, LZ33, LZ37, LZ41 und LZ59. Der zweithäufigste kognitive Pro-

Wissensdimen- sion	kognitive Prozess-Dimension						
	1. Erin- nern	2. Verste- hen	3. Anwen- den	4. Analyse- ren	5. Bewerten	6. (Er)schaf- fen	
A. Faktenwissen	14,7%	8,8%	1,5%	2,9%	0%	0%	27,9%
B. Begriffliches Wissen	8,8%	26,5%	14,7%	1,5%	0%	1,5%	52,9%
C. Verfahrens- orientiertes Wissen	0%	4,4%	10,3%	0%	0%	1,5%	16,2%
D. Metakogniti- ves Wissen	0%	1,5%	1,5%	0%	0%	0%	3%
	23,5%	41,2%	27,9%	4,4%	0%	3%	100%

Tabelle 3.1: Verteilung der Lernziele in der Taxonomie (Kapitel 2)

zess ist das Verstehen mit 8,8%. Die Lernziele LZ1, LZ8, LZ15, LZ38, LZ51 und LZ56 fallen in diese Gruppe. Die restlichen drei Lernziele des Faktenwissens beziehen sich auf Anwenden (LZ58) und Analysieren (LZ9 und LZ32). Bewerten und Schaffen sind nicht besetzt.

Anhand von zwei Beispielen für die Einordnung in das Faktenwissen sollen hier die Beweggründe für die Zuordnung exemplarisch angegeben werden.

1. ***“Die Schüler können den Aufbau einer E-Mail-Adresse darlegen“***

Die kognitive Dimension ergibt sich aus der Lernzielanalyse. Aus dem Kontext ist eindeutig klar, dass es primär darum geht, den Aufbau einer E-Mail-Adresse zu kennen und nicht darum, warum eine solche in dieser Weise aufgebaut ist. Daher fällt das Lernziel eindeutig in den Bereich des Erinnerns. Die Wissensdimension ergibt sich aus dem Umstand, dass keinerlei Zusammenhang zu anderen Wissenselementen oder Verfahren gegeben ist. Es wird nur das einfache Basiswissen über die E-Mail-Adresse gefordert. Das Lernziel ist also in “Faktenwissen erinnern“ einzuordnen.

2. ***“Die Schüler können Zuordnungen in verschiedenen Formen darstellen“***

Die kognitive Dimension ergibt sich wieder aus der Lernzielanalyse. Dabei müssen diesmal die verschiedenen Darstellungsformen verstanden werden, um sie auseinander zu halten. Die Wissensdimension des “Faktenwissens“ ergibt sich aus der Tatsache, dass weder Zusammenhänge noch Verfahrensweisen im Lernziel enthalten sind. Der Inhalt beschränkt sich auf das Aussehen der Darstellungsformen. Das Lernziel lässt sich also eindeutig in “Faktenwissen verstehen“ einordnen.

### 3.2.1.2 Begriffliches Wissen

Als wichtigste Gruppe in Kapitel 2 stellt sich das begriffliche Wissen heraus. Hierauf entfallen mehr als die Hälfte der Lernziele. Zusammen mit der ersten Gruppe, dem Faktenwissen, deckt das begriffliche Wissen also 75% der Lerninhalte ab. Der Orientierung der Schule auf das Vermitteln von Basiswissen und den darin enthaltenen Beziehungen wird also auch in dem Schulbuch Rechnung getragen.

Im einzelnen ergeben sich folgende Zugehörigkeiten der Lernziele. In den kognitiven Prozess des Erinnerns lassen sich die Lernziele LZ4, LZ7, LZ10,

LZ14, LZ22 und LZ48 einordnen. Dabei geht es insbesondere darum, Zusammenhänge von Basiswissen wiedergeben zu können. Um das Verständnis solcher Zusammenhänge geht es im nächsten kognitiven Prozess, dem “Verstehen“, zu dem die Lernziele LZ5, LZ6, LZ18, LZ24, LZ25, LZ29, LZ39, LZ43, LZ45, LZ46, LZ49, LZ50, LZ53, LZ54, LZ55, LZ60, LZ61 und LZ62 gehören. Der dritte kognitive Prozess, der im Bereich des begrifflichen Wissens noch relevant ist, ist das “Anwenden“. Hierzu gehören die Lernziele LZ10, LZ11, LZ27, LZ35, LZ36, LZ40, LZ44, LZ47, LZ52 und LZ57. Auf die restlichen drei kognitiven Prozesse entfallen noch das Lernziel LZ26 (Analysieren) und LZ15 (Schaffen). Im kognitiven Prozess “Bewerten“ lassen sich keine Lernziele finden. Auch hier sollen zwei Beispiele exemplarisch die Gründe für die Einordnung aufzeigen.

1. ***“Die Schüler können erkennen, ob es sich bei einer Zuordnung um eine Funktion handelt.“***

Für dieses erste Beispiel ist die Wissensdimension relativ einfach zu ermitteln. Es ist ganz klar der Zusammenhang von Zuordnungen und Funktionen gefordert. Um zu erkennen, ob eine Zuordnung eine Funktion darstellt, ist es nötig die beiden Konzepte zu erinnern. Dadurch ergibt sich die kognitive Dimension und das Lernziel hat seine eindeutige Zuordnung. Es wird in “Begriffliches Wissen erinnern“ einsortiert.

2. ***“Die Schüler können das E-V-A-Prinzip auf Funktionen anwenden***

Bei diesem Beispiel handelt es sich um ein Lernziel, das in zwei Felder eingeordnet werden muss. Es ist also mit einer einfachen Analyse nicht getan. Zuerst muss das Lernziel näher betrachtet werden. Auf den ersten Blick lässt sich die kognitive Dimension “Anwenden“ ablesen. Um jedoch das E-V-A-Prinzip anwenden zu können, muss es zuerst erinnert werden. Dieses Prinzip wurde in einer vorherigen Jahrgangsstufe bereits eingeführt. Es werden also die beiden kognitiven Dimensionen “Anwenden“ und “Erinnern“ bedient. Die Wissensdimension ergibt sich wiederum aus dem Zusammenhang von E-V-A-Prinzip und den Funktionen. Das Lernziel wird also in “Begriffliches Wissen erinnern“ und in “Begriffliches Wissen anwenden“ einsortiert.

### 3.2.1.3 Verfahrenorientiertes Wissen

Dem verfahrenorientierten Wissen kann im 2. Kapitel des Buches in der kognitiven Dimension “Erinnern“ kein Lernziel zugeordnet werden. In der kognitiven Dimension “Verstehen“ finden sich drei Lernziele wieder. Diese sind LZ31, LZ42 und LZ45. Der Hauptanteil ist im kognitiven Prozess “Anwenden“

anzusiedeln. Hier lassen sich LZ2, LZ12, LZ14, LZ16, LZ21, LZ28 und LZ45 zuordnen. Die kognitiven Prozesse “Analysieren“ und “Bewerten“ enthalten keine Lernziele. LZ34 lässt sich noch dem kognitiven Prozess “Schaffen“ zuordnen. Auch für das Verfahrenorientierte Wissen werden zwei Beispiele für die Einordnung gegeben.

1. ***“Die Schüler können mehrstellige Funktionen durch Reduktion auf einstellige Funktionen projizieren“***

In diesem Beispiel wird die Schwierigkeit der Abgrenzung der Dimension sehr schön deutlich. Die Wissensdimension ist noch recht einfach zu ermitteln. Das Lernziel fordert eindeutig das Wissen über ein Verfahren. Die kognitive Dimension ist schon wesentlich schwieriger zu erkennen. Als Möglichkeiten bieten sich die Ausprägungen “Verstehen“ und “Anwenden“ an, wobei zweitens auf den ersten Blick die treffendere zu sein scheint. Bei genauerer Analyse lässt sich erkennen, dass eine Umsetzung nicht unbedingt erforderlich ist, und es in diesem Lernziel ausschließlich um das Verstehen des Verfahrens geht. Eine Anwendung des Konzepts müsste in einem eigenen Lernziel formuliert werden. Das Ziel ist also eindeutig in “Verfahrenorientiertes Wissen verstehen“ einzusortieren.

2. ***“Die Schüler erkennen den Zusammenhang von Buchstaben und deren Interpretation im ASCII-Code und können Umwandlungen durchführen“***

Anders als im vorherigen Beispiel geht es hier um die konkrete Umsetzung eines Verfahrens. Der erste Teil des Lernziels kann eindeutig in “Begriffliches Wissen erinnern“ einsortiert werden. Im zweiten Teil wird ein Verfahren angesprochen, weswegen das Ziel in die entsprechende Wissensdimension eingeordnet gehört. Die kognitive Dimension ergibt sich durch die Forderung des konkreten Umsetzens. Das Ziel lässt sich also auch noch in “Verfahrenorientiertes Wissen anwenden“ einsortieren.

### 3.2.1.4 Metakognitives Wissen

Im Bereich des metakognitiven Wissens gibt es nur zwei Lernziele, die den kognitiven Prozessen “Verstehen“ (LZ24) und “Anwenden“ (LZ3) zugeordnet werden können. Hier zeigt sich ganz deutlich, dass ein Schulbuch diese Wissens Ebene nur sehr schwer bedienen kann, da diese eben über die pure Wissensvermittlung hinaus reicht. Die Lernziele dieser Dimension sind zwar durch den Lehrplan [KuMi06] abgedeckt, jedoch bereits bei einer Analyse des Fachteils wird klar, dass diese Ziele über den Fachkonzepten stehen.

Dennoch sind gerade diese Ziele nicht zu vernachlässigen und müssen von jedem Fach berücksichtigt werden. Würde man eine gesamte Analyse aller Lernziele durchführen, würde sich auch in dieser Dimension einiges finden. So bleibt es bei sehr oberflächlichen Forderungen. Wie schon in den vorherigen Abschnitten soll auch hier die Einordnung anhand eines Beispiels dargelegt werden.

1. ***Die Schüler können Informationen zu Umrechnungskursen von Währungen recherchieren***

Die Lernziele dieser Ebene sind relativ schwer zu analysieren. In der Metakognitiven Ebene wird Wissen über den kognitiven Prozess gefordert. In diesem Lernziel geht es um die Erlangung von Informationen durch eigenständige Recherche. Dabei steht nicht das Verfahren im Vordergrund, sondern die Fähigkeit aus einem großen Informationsangebot die richtige Information zu extrahieren. Dadurch kommt es zur Einordnung in das "Metakognitive Wissen". Die kognitive Dimension kommt durch die Art des metakognitiven Wissens zustande. "Recherchieren" ist hier mit "Anwenden" gleichzusetzen. Das Lernziel lässt sich also eindeutig in "Metakognitives Wissen anwenden" einsortieren.

### 3.2.1.5 Verteilung der Lernziele

Abschließend soll auf die Verteilung der Lernziele in den einzelnen Feldern eingegangen werden. Wie in Abbildung 3.6 auf Seite 59 schön zu sehen ist, bedient das Schulbuch in Kapitel 2 vor allem die ersten drei kognitiven Dimensionen und auch die ersten drei Wissensdimensionen. Dabei ist eine Zuordnung von Faktenwissen zu "Erinnern", von begrifflichem Wissen zu "Verstehen" und von verfahrensorientiertem Wissen zu "Anwenden" auffällig. Die metakognitive Wissensebene wird so gut wie nicht bedient. Bewertende Lernziele sind in diesem Kapitel nicht zu finden. Der schaffende Prozess ist auch zu vernachlässigen und die analysierenden Prozesse sind kaum beachtet. Der absolute Schwerpunkt liegt im Verstehen von begrifflichem Wissen.

## 3.2.2 Kapitel 4

Nach dem zweiten Kapitel wurde auch noch das vierte Kapitel nach Lernzielen analysiert. Dabei ergaben sich 36 Ziele, die durch Mehrfachzuordnungen zu 41 einzuordnenden Elementen wurden. Diese verteilen sich wie folgt auf die einzelnen Wissensebenen. Etwa ein Drittel (31,7%) der Lernziele fällt in die Ebene des Faktenwissens. Dem begrifflichen Wissen werden 41,5%, dem verfahrensorientierten Wissen 26,8% zugeordnet. Im metakognitiven Wissen konnte keine Zuordnung erkannt werden.

Wissensdimension	kognitive Prozess-Dimension					
	1. Erinnern	2. Verstehen	3. Anwenden	4. Analysieren	5. Bewerten	6. (Er)schaffen
A. Faktenwissen	LZ13, LZ17, LZ19, LZ20, LZ23, LZ30, LZ33, LZ37, LZ41, LZ59	LZ1, LZ8, LZ15, LZ38, LZ51, LZ56	LZ58	LZ9, LZ32		
B. Begriffliches Wissen	LZ4, LZ7, LZ10, LZ14, LZ22, LZ48	LZ5, LZ6, LZ18, LZ24, LZ25, LZ29, LZ39, LZ43, LZ45, LZ46, LZ49, LZ50, LZ53, LZ54, LZ55, LZ60, LZ61, LZ62	LZ10, LZ11, LZ27, LZ35, LZ35, LZ36, LZ40, LZ44, LZ47, LZ52, LZ57	LZ26		LZ15
C. Verfahrensorientiertes Wissen		LZ31, LZ42, LZ45	LZ2, LZ12, LZ14, LZ16, LZ21, LZ28, LZ45			LZ34
D. Metakognitives Wissen		LZ24	LZ3			

Tabelle 3.2: Lernziele Kapitel 2

Wissensdimen- sion	kognitive Prozess-Dimension						
	1. Erin- nern	2. Verste- hen	3. Anwen- den	4. Analyse- ren	5. Bewerten	6. (Er)schaf- fen	
A. Faktenwissen	22%	7,3%	0%	2,4%	0%	0%	31,7%
B. Begriffliches Wissen	0%	34,1%	0%	2,4%	2,4%	2,4%	41,5%
C. Verfahrens- orientiertes Wissen	2,4%	4,9%	14,6%	2,4%	0%	2,4%	26,8%
D. Metakogniti- ves Wissen	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	24,4%	46,3%	14,6%	7,3%	2,4%	4,9%	100%

Tabelle 3.3: Verteilung der Lernziele in der Taxonomie (Kapitel 4)

Die Wissensdimension	Die kognitive Dimension					
	1. Erinnern	2. Verstehen	3. Anwenden	4. Analysieren	5. Bewerten	6. (Er)schaffen
A. Faktenwissen						
B. Begriffliches Wissen						
C. Verfahrenorientiertes Wissen						
D. Metakognitives Wissen						

Abbildung 3.6: Verteilung der Lernziele in Kapitel 2

### 3.2.2.1 Faktenwissen

Im vierten Kapitel ist die Verteilung der Lernziele auf der Diagonalen “Faktenwissen erinnern“, “Begriffliches Wissen verstehen“ und “Verfahrenorientiertes Wissen anwenden“ noch ausgeprägter. Daher entfallen prozentual auch mehr Lernziele auf das erste Feld. Dem kognitiven Prozess “Erinnern“ werden die Lernziele LZ63, LZ64, LZ65, LZ88, LZ91, LZ92, LZ93, LZ95 und LZ97 zugeordnet. “Verstehen“ hat im Faktenwissen schon eine sehr viel untergeordnetere Rolle. In diesen Prozess werden nur noch die Ziele LZ87, LZ89 und LZ90 eingeordnet. Auf die Prozesse “Anwenden“, “Bewerten“ und “Schaffen“ entfallen keine Zuordnungen. LZ77 lässt sich noch dem kognitiven Prozess “Analysieren“ zuweisen. Wie schon in den Abschnitten zu Kapitel 2 sollen auch hier jeweils anhand von Beispielen die Einordnung in die beiden Dimensionen dargelegt werden.

#### 1. *“Die Schüler können den Begriff des Objekts erinnern“*

Bei diesem Lernziel ist die Einordnung sehr einfach. Es wird ganz klar Faktenwissen über das Konzept des Objekts gefordert. Durch die Wiederholung des Stoffes aus den vorherigen Jahrgangsstufen wird das Ziel in die kognitive Dimension “Erinnern“ eingeordnet. Das Lernziel lässt sich also eindeutig in “Faktenwissen erinnern“ einsortieren.

2. ***“Die Schüler können Objektdiagramme und Organigramme unterscheiden***

Die Einordnung in die Wissensdimension ist hier nicht ganz einfach. Es muss eine Entscheidung zwischen Faktenwissen und begrifflichem Wissen getroffen werden. Dabei wird auch über die Gewichtung des Ziels entschieden. Letztendlich sind die Zusammenhänge zwischen den beiden Konzepten nicht relevant und daher wird das Lernziel in “Faktenwissen“ eingeordnet. Die kognitive Dimension ergibt sich durch die Forderung, die beiden Konzepte zu unterscheiden. Dafür ist eine Analyse der Konzepte notwendig. Das Lernziel lässt sich also eindeutig in “Faktenwissen analysieren“ einsortieren.

### 3.2.2.2 Begriffliches Wissen

Das Begriffliche Wissen ist ganz klar vom kognitiven Prozess “Verstehen“ dominiert. Im 4. Kapitel lassen sich zu den beiden Prozessen “Erinnern“ und “Anwenden“ keine Ziele definieren. Neben drei Ausreißern in “Analysieren“ (LZ74), “Bewerten“ (LZ79) und “Schaffen“ (LZ69) werden folgende Ziele “Verstehen“ zugeordnet: LZ65, LZ66, LZ67, LZ69, LZ70, LZ72, LZ73, LZ74, LZ80, LZ83, LZ84, LZ86, LZ94 und LZ96. Die beiden folgenden Beispiele sollen die Einordnung verdeutlichen.

1. ***“Die Schüler können Klassen und ihre Beziehungen untereinander in Form eines E/R-Diagramms darstellen“***

Bei diesem Ziel ist die Wissensdimension einfach zu besetzen. Es werden sehr deutlich die Beziehungen von Konzepten gefordert. Daher ist das Lernziel in das “Begriffliche Wissen“ einzuordnen. Die kognitive Dimension ist nicht so eindeutig. Hier könnte es auch um eine Anwendung von Wissen gehen. Allerdings bleibt zu beachten, dass es in dem Lernziel ausschließlich um die Darstellungsmöglichkeit in E/R-Diagrammen geht und nicht um das Durchführen von Verfahren. Daher ist das Ziel in die kognitive Dimension “Verstehen“ einzuordnen. Das Lernziel wird also in “Begriffliches Wissen verstehen“ einsortiert.“

2. ***“Die Schüler können Logistikprobleme beurteilen“***

Dieses Lernziel steht am Rande der Abdeckung durch den Lehrplan. Allerdings soll die Beurteilung nach Maßstäben des Erlernten aus der 9. Jahrgangsstufe durchgeführt werden. Durch den Vorgang des Beurteilens ist die kognitive Dimension auf “Bewerten“ festgelegt. Die Wissensdimension ergibt sich durch die Zusammenhänge der Fachkonzepte, die für die Beurteilung notwendig sind. Daher lässt sich das Ziel in “Begriffliches Wissen bewerten“ einsortieren.

### 3.2.2.3 Verfahrenorientiertes Wissen

Die Lernziele auf der verfahrenorientierten Wissensebene sind nicht ganz so deutlich verteilt wie in der vorherigen Ebene, aber eine Tendenz ist dennoch deutlich sichtbar (siehe Tabelle 3.7 auf Seite 64). Auf den kognitiven Prozess “Anwenden“ fallen die Ziele LZ67, LZ71, LZ82, LZ85, LZ87 und LZ98. Die anderen Prozesse sind wie folgt besetzt: LZ76 gehört zu “Erinnern“, LZ66 und LZ81 zu “Verstehen“, LZ68 zu “Analysieren“ und LZ78 zu “Schaffen“. Wie schon in den vorherigen Abschnitten werden auch hier zwei Beispiele das Vorgehen verdeutlichen.

1. ***“Die Schüler können Klassendiagramme in eine Datenbank umsetzen“***

Dieses Lernziel charakterisiert eindeutig ein Verfahren und ist daher in die Wissensdimension “Verfahrenorientiertes Wissen“ einzuordnen. Die kognitive Dimension ergibt sich aus der Forderung des konkreten Umsetzens des Verfahrens. Das Lernziel ist also in “Verfahrenorientiertes Wissen anwenden“ einzusortieren.

2. ***“Die Schüler können komplexere Beispiele in ein Datenmodell umsetzen“***

Auch hier ist die Wissensdimension sehr einfach zu ermitteln. Durch die konkrete Forderung eines Verfahrens ist sie klar abgegrenzt. Anders sieht es bei der kognitiven Dimension aus. Auf den ersten Blick scheint eine Einordnung in die Dimension “Anwenden“ das Naheliegendste. Dadurch, dass ein komplexes Beispiel gefordert ist, ist es notwendig eigene Lösungsansätze zu schaffen und dabei verschiedene Verfahren anzuwenden. Als kognitive Dimension ist also “Schaffen“ zu wählen. Das Lernziel lässt sich somit in “Verfahrenorientiertes Wissen schaffen“ einsortieren.

### 3.2.2.4 Metakognitives Wissen

Im 4. Kapitel bleibt diese Wissensebene unbesetzt. Dies deckt sich mit der Beobachtung aus Kapitel 2, in dem der Anteil auf dieser Ebene ebenfalls zu vernachlässigen war. Die Ziele, die in diese Ebene gehören, können von einem Schulbuch nicht erreicht werden. Dies ist Aufgabe der Lehrkraft, da diese Ebene sich gerade damit beschäftigt, wie ein Schulbuch zu verwenden ist, wie also Lernen im allgemeinen funktionieren soll. Die Eckpunkte dieses Vorgehens sind aber sehr wohl in den Lehrplänen festgeschrieben. Als Beispiel sei hier noch einmal der Bayerische Lehrplan für das Gymnasium [KuMi06] genannt, wo die metakognitive Wissensebene in der 1. Lehrplanebene ausgeführt wird (siehe Abschnitt 2.4.1 auf Seite 28).

### 3.2.2.5 Verteilung der Lernziele

Wie schon für das 2. Kapitel soll hier noch einmal kurz die Verteilung der Lernziele auf die Taxonomie betrachtet werden. In Kapitel 4 liegen, wie schon in Abschnitt 3.2.1.5 festgestellt, die meisten Lernziele auf der Diagonale von links oben nach rechts unten. Also von Faktenwissen erinnern nach Verfahrensorientiertes Wissen anwenden. Hier ist die Abgrenzung noch deutlicher, was aber auch an der geringeren Anzahl der Ziele liegen kann. Auch wenn man beide Kapitel zusammen betrachtet, wird dieser Zusammenhang bestätigt, die Abgrenzung nimmt aber mit höherer Elementanzahl ab.

Dennoch spielt sich der größte Teil der Wissensvermittlung eines Schulbuches im linken oberen Teil der Taxonomie ab. Der untere und der rechte Rand spielen nur eine untergeordnete Rolle. Zu untersuchen wäre hier noch, in wie weit die Schule an sich diese Bereiche auch ausfüllen müsste, und in wie weit ein Schulbuch diese Aspekte überhaupt behandeln kann. Wie schon in den vorherigen Abschnitten immer wieder erwähnt, glaube ich nicht, dass ein Schulbuch dieses leisten kann, die Schule aber durchaus die Verpflichtung hat, alle Aspekte der Taxonomie zu beachten. Wenn ein Schulbuch dieses also nicht leisten kann, müssen den Lehrkräften andere Mittel zur Hand gegeben werden, um diese Bereiche ganz besonders zu behandeln, da eine nachträgliche Aneignung durch die Schüler anhand eines Buches nicht möglich ist.

## 3.3 Abhängigkeit der Lernziele

Nachdem im letzten Abschnitt die Einordnung der Lernziele in eine Taxonomie behandelt wurde, sollen in diesem Abschnitt die Abhängigkeiten unter den Lernzielen näher betrachtet werden. Die Taxonomie von Krathwohl et al. gibt zwar einen guten Überblick über die Verteilung der kognitiven Prozesse, stellt aber keinen Zusammenhang zwischen den Zielen her. Wenn die Ontologie, deren theoretische Grundlagen in dieser Arbeit erarbeitet werden sollen, als Basis für eine Art Lehrmittelnetz gesehen werden soll, muss der Zusammenhang zwischen den Zielen hergestellt werden. Dies wird in diesem und dem nächsten Abschnitt auf zwei unterschiedliche Arten, die aber in Zusammenhang stehen, realisiert.

Auch hier soll zunächst geprüft werden, ob eine Automatisierung dieses Prozesses möglich ist. Die Frage lässt sich sehr schnell mit einem klaren Nein beantworten. Einen Zusammenhang der Ziele nur aus dem Text herzustellen,

3.3. ABHÄNGIGKEIT DER LERNZIELE

Wissensdimension	kognitive Prozess-Dimension					
	1. Erinnern	2. Verstehen	3. Anwenden	4. Analysieren	5. Bewerten	6. (Er)schaffen
A. Faktenwissen	LZ63, LZ64, LZ65, LZ88, LZ91, LZ92, LZ93, LZ95, LZ97	LZ87, LZ89, LZ90		LZ77		
B. Begriffliches Wissen		LZ65, LZ66, LZ67, LZ69, LZ70, LZ72, LZ73, LZ74, LZ80, LZ83, LZ84, LZ86, LZ94, LZ96		LZ74	LZ79	LZ69
C. Verfahrensorientiertes Wissen	LZ76	LZ76, LZ81	LZ67, LZ71, LZ82, LZ85, LZ87, LZ98	LZ68		LZ78
D. Metakognitives Wissen						

Tabelle 3.4: Lernziele Kapitel 4

Die Wissensdimension	Die kognitive Dimension					
	1. Erinnern	2. Verstehen	3. Anwenden	4. Analysieren	5. Bewerten	6. (Er)schaffen
A. Faktenwissen						
B. Begriffliches Wissen						
C. Verfahrensorientiertes Wissen						
D. Metakognitives Wissen						

Abbildung 3.7: Verteilung der Lernziele in Kapitel 4

ist nicht möglich. Es ist nicht ersichtlich, welche Lernziele vorher erreicht sein müssen. Die Ermittlung der Voraussetzungen für die Ziele basiert ausschließlich auf menschlicher Intuition und Erfahrungen aus der Unterrichtspraxis.

Um die Lernziele in Verbindung zueinander zu bringen, ist ein umgekehrter Schritt zur Lernzielanalyse nötig. Dabei wurden von Arbeitsaufträgen und Ergebnissen die zu deren Erreichen notwendigen Ziele ermittelt. Um die Abhängigkeiten zu ermitteln, ist genau der umgekehrte Schritt zu gehen. Zu jedem Lernziel muss ermittelt werden, welche Ergebnisse von vorherigen Lernzielen zum Erreichen des selbigen Voraussetzung sind. Um diese Zusammenhänge darzustellen eignen sich gerichtete Graphen sehr gut.

Dabei gibt es unterschiedliche Knoten. Zum einen die eigentlichen Lernziele des betrachteten Gebietes. Sie werden im Graphen als Kreise dargestellt. Um einige Lernziele erreichen zu können, ist es nötig weiteres Wissen vorzusetzen. Dies kann aus anderen Lerneinheiten stammen oder aber auch eigenständiges Zusatzwissen sein. Im Graphen sind diese Lernziele als Wolken dargestellt (vgl. Abbildung 3.9). Im Text werden diese Ziele als Extraziele beschrieben. Sie haben keine Voraussetzungen und wären in einer späteren Realisierung als Lehrmittelnetz Schnittstellen zu anderen Lerneinheiten. Diese Blackbox-Sicht hat den Vorteil, dass es den ausgewählten Bereich, der in

einem Lernzielnetz sichtbar ist, übersichtlich hält. Außerdem würde die Analyse erst enden, wenn der gesamte Stoff analysiert ist, da sich das Netz immer weiter aufspannen würde. Durch die Zusammenfassung lassen sich einzelne Gruppen bilden. In einer späteren Umsetzung kann man dadurch eine gewisse Skalierung der Lernziele erreichen. Die Lernzielhierarchie bekommt eine weitere Dimension. Die Beziehungen unter diesen Zusatzzielen sind nur über die Lernziele oder über die in Abschnitt 3.4 behandelten Fachkonzeptbeziehungen ersichtlich.

Neben den unterschiedlichen Knoten gibt es auch verschiedene Ausprägungen der Beziehungen, die durch jeweils andere gerichteten Kanten dargestellt werden. Die meisten Lernziele sind mit einer Verbindung "Voraussetzung für" verknüpft. Dabei gibt die Richtung der Kante vor, welches Ziel Voraussetzung für welches Ziel ist. Diese Kante kann sowohl von einfachen Lernzielen, als auch von Extrazielen ausgehen. Im Graphen sind diese Kanten durch einen durchgezogenen Pfeil dargestellt. Ein Lernziel kann mehrere Voraussetzungen benötigen und kann auch Voraussetzung für unterschiedliche Ziele sein.

Bei der Analyse der Zusammenhänge zwischen den Lernzielen ist aufgefallen, dass es Ziele gibt, die ohne die Ergebnisse eines vorherigen nicht erreichbar sind. Diese werden mit einer durchgezogenen Kante dargestellt. Daneben ließen sich aber auch Ziele definieren, die zwar miteinander in Beziehung stehen, aber auch unabhängig voneinander erreicht werden können. So ist in Lernziel LZ73 die Erarbeitung von Klassendiagrammen gefordert und in LZ80 die Erarbeitung von E/R-Diagrammen. Diese beiden Lernziele bauen aufeinander auf, wobei die Richtung beliebig ist. Dennoch wird die Kante gerichtet dargestellt. Die Richtung stellt nur dar, welches Ziel im Alltag zuerst erreicht werden wird. Da die Lernziele keine Hierarchie aufweisen, ist die Abarbeitung aber auch in der anderen Richtung möglich. Betrachtet man die beiden Ziele näher, erkennt man, dass keines der beiden Voraussetzung für das Erreichen des anderen ist. Es besteht also eine schwächere Beziehung als bei "Voraussetzung für". Die Beziehung "Aufbauend auf" wird im Graphen durch eine gestrichelte Kante dargestellt.

In den folgenden beiden Abschnitten werden exemplarisch einige Lernziele aus den beiden analysierten Kapiteln betrachtet. Außerdem werden die Extraziele, die in den Kapiteln erforderlich sind, näher beschrieben.

### 3.3.1 Kapitel 2

Das Kapitel 2 ist im Gegensatz zu Kapitel 4, das im nächsten Abschnitt betrachtet wird, wesentlich umfangreicher, was sich vor allem in der Übersichtlichkeit des Abhängigkeitsgraphen bemerkbar macht. Deswegen werden die Abhängigkeiten hier nur sehr allgemein betrachtet. Der vollständige Abhängigkeitsgraph ist im Anhang C abgebildet. Das Vorgehen bei der Ermittlung der Beziehungen unter den Lernzielen hat sich stark am Prozess des Unterrichtsentwurfs orientiert. Eine gewisse Hierarchie ist bereits durch die Abfolge im Schulbuch vorgegeben. Im Text sind dort bereits Bezüge unter den einzelnen Lernzielen zu erkennen. In einem zweiten Schritt werden die Lernziele des gesamten Kapitels betrachtet und in eine Reihenfolge gebracht, in der sie im Rahmen eines Unterrichtsaufbaus, abgearbeitet werden würden. Dabei wird für jedes Lernziel hinterfragt, was die Schüler bereits können müssen, um dieses Lernziel erreichen zu können. Lässt sich diese Frage durch den Lernzielkatalog des Kapitels abdecken, werden die Verbindungen durch die geeigneten Kanten im Graphen eingezeichnet. Sind weitere Voraussetzungen nötig, werden ergänzende Extraziele definiert. Ein dritter Analyseschritt untersucht die Lernziele dahingehend, ob ähnliche Ziele vorhanden sind, die zwar aufeinander aufbauen, aber nicht Voraussetzung füreinander sind. Damit lässt sich Schritt für Schritt ein entsprechender Graph aufbauen.

Nachdem das allgemeine Vorgehen geschildert wurde, sollen nun an dieser Stelle die Extraziele des zweiten Kapitels näher betrachtet werden.

#### **LZ1Z** “Zuordnung“

Der Begriff der Zuordnung wurde bereits in der Mathematik (JGS 8) in Bezug zu den mathematischen Funktionen eingeführt. Auf dieses Vorwissen kann zurückgegriffen werden, eine Wiederholung ist dennoch sinnvoll, da die Zuordnung nun nicht mehr ausschließlich im Kontext der mathematischen Funktionen gebraucht wird.

#### **LZ5M** “Matrixdarstellung“

Der Begriff der Matrixdarstellung wurde bisher noch nicht gebraucht und muss daher einführend erläutert werden. Eine Definition als Extraziel rechtfertigt sich durch die Verwendung des Begriffs in verschiedenen Zusammenhängen.

#### **LZ7F** “Funktion“

Der Begriff der Funktion ist bereits in der Mathematik (JGS 7) eingeführt worden. Durch die verschiedenen Lernziele, die sich auf den

Funktionsbegriff stützen, wird dieser erweitert. Der Übergang von den mathematischen Funktionen zum allgemeinen Funktionsbegriff muss genau erklärt werden.

**LZ18G** “Graphen“

Der Begriff “Graph“ oder “Diagramm“ wurde bereits in der Mathematik (JGS 6) eingeführt. In den anschließenden Jahrgangsstufen wurde der Begriff immer weiter ausgebaut. Wie sich ein Diagramm in der Informatik darstellt, ist ausführlich zu behandeln.

**LZ28T** “Tabellen“

Der Begriff der Tabellen wurde in der 6. Jahrgangsstufe im Fach Natur und Technik im Rahmen von Tabellenkalkulation eingeführt. Außerdem wurden Tabellen bereits im Kapitel 1 des Schulbuchs aus dem Klett-Verlag [HSSV07] wiederholt und behandelt.

**LZ30K** “Kombinatorik“

Die Kombinatorik wurde in der Mathematik bereits begonnen. Bestimmte Grundbegriffe sind also bereits behandelt. Hier sind die Verbindung zur Informatik herzustellen und eventuelle Lücken zu schließen.

**LZ32K** “Kommutativ“

Der Begriff der Kommutativität ist als Rechenregel in der Mathematik bereits eingeführt worden. Auch hier ist also nur eine Übertragung des Begriffs in die Informatik zu vollziehen.

**LZ38D** “Datenflussdiagramm“

Datenflussdiagramme sind ein zentraler Punkt dieses Kapitels. Die dahinter stehende Theorie ist zu Beginn zu erläutern. Anschließend wird das Fachkonzept durch viele kleine Lernziele immer weiter ausgebaut. Die Einordnung als Extraziel ist hier vor allem durch die Übersichtlichkeit und die Wiederverwendung in späteren Lernabschnitten begründet.

**LZ39T** “Terme“

Der Begriff des Terms ist aus der Mathematik bereits bekannt. Hier stellt das Extraziel also wiederum einen Bezugspunkt zu einem anderen Fach her. Auf eine Wiederholung des Fachkonzepts sollte nicht verzichtet werden.

**LZ40B** “Bereichsoperator“

Der Bereichsoperator wurde in Natur und Technik im Rahmen der

Tabellenkalkulation bereits eingeführt. Auch hier beschäftigt sich Kapitel 1 bereits mit dem Begriff.

**LZ51W** “Wahrheitstafeln“

Wahrheitstafeln bilden ein noch nicht behandeltes Extraziel. Bevor das Lernziel erreicht werden kann, sollte dieser Begriff ausreichend geklärt sein.

**LZ60T** “Prozess“

Der Begriff des Prozesses als solcher wurde noch nicht behandelt und muss ausreichend eingeführt werden.

### 3.3.2 Kapitel 4

Nachdem im letzten Abschnitt das allgemeine Vorgehen zur Ermittlung der Beziehungen zwischen den Lernzielen dargestellt wurde, sollen in diesem Abschnitt nun einzelne Abhängigkeiten aus Kapitel 4 exemplarisch betrachtet werden. Außerdem wird wiederum eine Auflistung und Erklärung der Extraziele aus Kapitel 4 angegeben.

Als erstes Beispiel soll die Abhängigkeit zwischen LZ63 und LZ64 betrachtet werden, wobei LZ64 aufbauend auf LZ63 ist (siehe Abbildung 3.8). Der Objektbegriff, der in LZ63 erinnert werden soll ist wesentlich komplexer, als es für LZ64 nötig wäre. LZ63 ist also nicht Voraussetzung für LZ64, sehr wohl aber ist LZ64 aufbauend auf LZ63, da der Attributbegriff auch ohne den vollständigen Objektbegriff eingeführt werden kann. Der Attributbegriff kann als Teilaspekt des Objektbegriffs aufgefasst werden. Da es bei den beiden Lernzielen nicht um eine Einführung der Begriffe geht, bedingen die beiden Ziele sich nicht gegenseitig. Würden die Begriffe erst eingeführt, wäre eine Abhängigkeit von LZ64 und LZ63 wohl gegeben. Die Wiederholung kann aber unabhängig voneinander erfolgen.

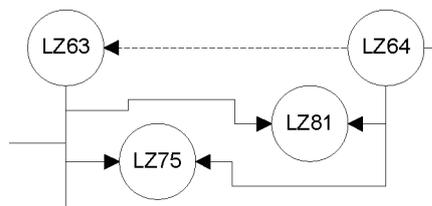


Abbildung 3.8: Ausschnitt 1

Als nächstes Beispiel wird das Lernziel LZ75 betrachtet. Wie in Abbildung 3.8 zu sehen ist, ist es von LZ63 und LZ64 abhängig. Um die Punktnotation zu erinnern, ist es unbedingt notwendig sowohl den Objekt-, als auch den Attributbegriff zu erinnern. Diese beiden Ziele müssen also unbedingt vorher erreicht sein und sind somit Voraussetzung. Wie man in der Abbildung außerdem sehen kann, kann ein Lernziel durchaus Voraussetzung für mehrere verschiedene Lernziele sein. Im Graph ist zwar nur ein Ausgang am Knoten zu sehen (vgl. LZ63 in Abbildung 3.8), die Kante verzweigt sich aber mehrfach. Neben den mehrfachen Ausgängen können sich auch mehrere Kanten zu einem Eingang in den Knoten vereinigen.

In Abbildung 3.9 ist ein Beispiel für die Voraussetzung von Extrazielen gegeben. In LZ80 ist die Darstellungsform des E/R-Diagramms gefordert. Diese muss vor dem Erreichen des eigentlichen Lernziels erarbeitet worden sein. Dies kann in einer vorherigen Jahrgangsstufe passiert sein, so dass nur die wichtigsten Aspekte wiederholt werden müssen, oder es muss parallel zur Erarbeitung des Lernziels geschehen. Diese Extraziele lassen sich nicht direkt aus dem Buch extrahieren. In der Regel kapseln sie komplexere Ziele. Dieses Vorgehen dient der Übersichtlichkeit im Graphen. Sie stellen außerdem Schnittstellen zu weiteren Lernblöcken, z.B. anderen Fächern und Jahrgangsstufen, dar.

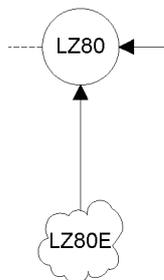


Abbildung 3.9: Ausschnitt 2

Neben den Lernzielen, die in Beziehung zueinander stehen gibt es auch solche, die ganz für sich alleine stehen. Nichts desto trotz können diese Lernziele eine Verbindung zu anderen Lernblöcken besitzen. Auch eine Verbindung über die Fachkonzepte, wie sie im nächsten Abschnitt thematisiert werden, ist möglich. In Kapitel 4 sind dies die Ziele LZ79, LZ91, LZ92 und LZ89 bzw. LZ90, die zumindest miteinander verbunden sind, aber keine Verbindung mit den anderen Zielen haben (siehe Abbildung 3.10).



Abbildung 3.10: Ausschnitt 3

Nachdem nun die Verbindungen anhand von Beispielen erklärt wurden, werden nun noch die Extraziele näher erläutert. In der folgenden Liste wird zu jedem dieser Ziele geklärt, wann sie eingeführt wurden, d.h. zu welchem Lernblock hier eine Verbindung bestehen könnte. Der Schlüssel, der bei der Bezeichnung der Extraziele verwendet wurde, setzt sich aus der Nummer des Lernziels, für das das Extraziel Voraussetzung ist, und einem Buchstaben aus dem Fachkonzept zusammen. Dadurch ist auch wieder eine eindeutige Nummerierung und eine schnelle Zuordnung gewährleistet. Allerdings sei hier darauf hingewiesen, dass die Extraziele Voraussetzung für mehrere Lernziele sein können. Die Nummerierung orientiert sich am ersten Auftreten in der Lernzielliste.

**LZ66O** “Objektdiagramm“

Der Begriff des Objektdiagramms wird in der 6. Jahrgangsstufe im Rahmen des Fachs “Natur und Technik“ eingeführt. Hier kommt das Konzept des “nachhaltigen Lernens“, das im neuen Lehrplan eines der Hauptkonzepte ist, zum Tragen. Bestimmte Fachkonzepte werden früh eingeführt und dann im Laufe der Jahrgangsstufen immer weiter verfeinert und auf andere Fachkonzepte übertragen. So wurde das Objektdiagramm bereits bei der Einführung von Objekten gebraucht und wird jetzt im Rahmen der Datenmodellierung wieder benutzt.

**LZ70K** “Klasse“

Auch der Begriff der Klasse wurde bereits in der 6. Jahrgangsstufe eingeführt. Er muss an dieser Stelle nur noch einmal wiederholt werden.

**LZ73K** “Klassendiagramm“

Der Begriff des Klassendiagramms ist ebenfalls bekannt, muss aber erneut aufgefrischt werden.

**LZ74K** “Kardinalitäten“

Der Begriff der Kardinalitäten ist noch nicht bekannt und muss in einer kurzen Einführung betrachtet werden.

**LZ78D** “Datenmodell“

Die verschiedenen Datenmodelle sind noch nicht ausführlich behandelt

worden. Es könnte aber sein, dass der Begriff des Datenmodells bereits bei der Einführung in den Objektbegriff gebraucht wurde. Im Rahmen von Kapitel 4 müssen die Grundlagen des relationalen Datenmodells besprochen werden. Hier kann eine Wiederholung bzw. Einführung in die allgemeinen Datenmodelle stattfinden.

**LZ80E** “E/R-Modell“

Das E/R-Modell wurde wahrscheinlich nicht im Rahmen des Objektbegriffs eingeführt und muss hier noch erklärt werden, bevor das eigentliche Ziel erreichbar ist.

**LZ82D** “Datenbank“

Datenbanken wurden bereits in Kapitel 3 des Schulbuchs aus dem Klett-Verlag [HSSV07] ausführlich behandelt. Auch Abfragesprachen und Datenbanksysteme wurden thematisiert. Auf dieses Wissen kann direkt zurückgegriffen werden. Es bietet sich an dieser Stelle eine gute Möglichkeit das vorhandene Wissen zu festigen.

**LZ83B** “Beziehungstabellen“

Beziehungstabellen sind noch nicht bekannt und müssen vor dem Erreichen des eigentlichen Lernziels behandelt werden. Sie stellen eine Erweiterung des bekannten Tabellenbegriffs dar.

**LZ84T** “Tabellenschema“

Eventuell wurden bereits die Grundlagen von Tabellenschemata im Rahmen der Tabellenkalkulation im Fach Natur und Technik und in Kapitel 2 behandelt. An sich handelt es sich aber um ein neues Thema, das als Grundlage für das relationale Datenmodell ausführlich behandelt werden sollte.

**LZ86A** “Attribute von Beziehungen“

Beziehungsattribute sollten im Rahmen des Objekt- und Klassenbegriffs durchgenommen worden sein und benötigen hier nur eine Erinnerung.

**LZ88I** “Integritätsbedingungen“

Integritätsbedingungen sind bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht behandelt worden. Auch hier ist also eine einführende Unterrichtseinheit nötig.

### 3.4 Bezug zu den Fachkonzepten

Neben der Taxonomie von Krathwohl et al. [AK01], die in Abschnitt 3.2 ab Seite 50 beschrieben wird und den Abhängigkeitsgraphen der Lernziele, die in Abschnitt 3.3 ab Seite 62 behandelt werden, gibt es eine weitere Ebene, auf denen die Lernziele in einer späteren Ontologie zugänglich sein sollen. Diese Ebene beschreibt die den Lernzielen zugrunde liegenden Fachkonzepte. Eine sehr allgemeine Definition für Konzepte findet sich in [SR05].

*“A concept is a set of specific objects, symbols, or events which are grouped together on the basis of shared characteristics and which can be referenced by a particular name or symbol.” ([SR05], Seite 172)*

Die Lernziele werden zu Fachkonzepten gruppiert. Dabei bilden die Eigenschaften der Konzepte die Grundlage für die Gruppierung. Neben diesen, in den Fachkonzepten enthaltenen Lernzielen, gibt es auch solche, die die Fachkonzepte untereinander verbinden. Damit verweben sich die beiden Ebenen der Lernziele und der Fachkonzepte.

Smith und Ragan unterscheiden in [SR05] zwei Arten von Konzepten, die auftreten können. Zum einen sind dies “concrete concepts“ und zum anderen “abstract concepts“, wobei die Unterscheidung vom Vorwissen des Lernenden abhängt. Im konkreten Fall der Lernziele und Fachkonzepte sind es fast ausschließlich “abstract concepts“, die aufgrund ihrer formalen Definition gebildet werden.

Konzepte im allgemeinen besitzen Attribute, durch die sie charakterisiert werden können. In [SR05] werden davon drei Typen definiert. Die wichtigste Gruppe sind die “intrinsic attributes“, die als fester Bestandteil das Konzept definiert werden.

*“An intrinsic attribute of a concept is an ‘invariant property of an observable thing or class of things that typically can be pointed to’.” ([SR05], Seite 173)*

Die anderen beiden Attributtypen sind “functional attributes“, die die Funktionsweise beschreiben, und “relational attributes“. Beide sind für Fachkonzepte von untergeordneter Bedeutung.

Aufgrund dieser Charakteristik von Konzepten bietet es sich an, die Fachkonzepte in Form einer Klasse zu beschreiben. Wenn man das Klassenkonzept etwas abwandelt, lassen sich die Fachkonzepte sehr schön in einer Art Klassendiagramm darstellen. Die Konzepte werden dabei ohne Attribute dargestellt.

Wie in einem normalen Klassendiagramm gibt es drei Arten von Verknüpfungen. “Aggregation“ und “Komposition“ lassen sich wie gewohnt verwenden. Smith und Ragan verwenden für Konzepte, die in einer der beiden Beziehungen stehen, in [SR05] die Begriffe “successive concepts“ und “coordinate concepts“. Es gibt also “Unterkonzepte“, die ohne das “Überkonzept“ sinnvoll zu definieren sind, und solche, bei denen dies nicht der Fall ist.

Neben den beiden angesprochenen Verbindungen gibt es eine weitere, die im entfernten Sinn der Vererbung aus dem Klassendiagramm entspricht. Allerdings werden anders als im Klassenkonzept keine Attribute vererbt. Es findet nur eine weitere Verfeinerung statt. Es wird also eine Art “Oberklasse“ gebildet. Die drei Verknüpfungsarten sind in Abbildung 3.11 dargestellt.

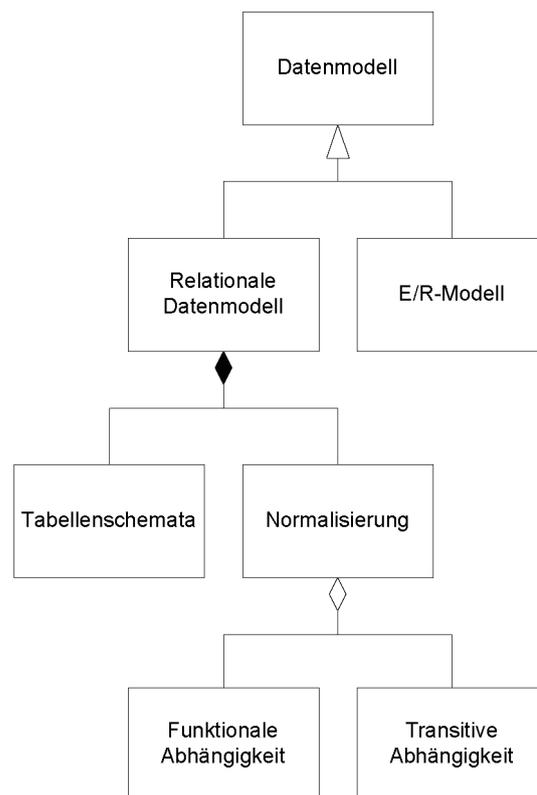


Abbildung 3.11: Beziehungstypen Fachkonzepte

Ein Problem stellt die Einbindung in eine Ontologie dar. Wie schon in Abschnitt 2.3 ab Seite 17 zu den Ontologien erwähnt, gibt es für die Ontologie-

Sprache OWL drei Ausführungen. Für die Modellierung der Fachkonzepte sollte OWL-DL benutzt werden (Begründung siehe [Sta06], Seite 1587). Wenn man, wie üblich, Konzepte in OWL als Klassen repräsentiert, verlässt man OWL-DL, da hier keine Klassen als Attributwerte angenommen werden dürfen. Um dennoch OWL-DL verwenden zu können, muss also ein anderes Modell benutzt werden. Die Idee ist, dass man ein Konzept als eine Klasse und ein dazugehöriges Objekt repräsentiert. Mit Hilfe einer Konzept - Unterkonzept - Relation ist es möglich “automated reasoning“ durchzuführen und in OWL-DL zu verbleiben. Die Repräsentation mit Hilfe von Objekten macht es dagegen möglich, Verbindungen zwischen Konzepten über Attribute darzustellen. (vgl. [Sta06]).

In den folgenden beiden Abschnitten sollen die Fachkonzepte nun anhand der beiden Kapitel des Schulbuchs aus dem Klett-Verlag [HSSV07] näher erläutert werden.

### 3.4.1 Kapitel 2

Das 2. Kapitel ist aufgrund seiner höheren Lernzieldichte auch in den Fachkonzepten komplexer. Neben den in Kapitel 4 auftretenden Verbindungen zwischen den Fachkonzepten gibt es in Kapitel 2 eine Reihe von Generalisierungen von Konzepten. So wird das Konzept der Funktionen im Laufe des Kapitels immer weiter verfeinert. Diese Verfeinerungen stellen eigene Konzepte dar, die das Konzept der Funktionen als “Überkonzept“ haben. Die “Mehrfachvererbung“ ist bei den Konzepten vollkommen unproblematisch.

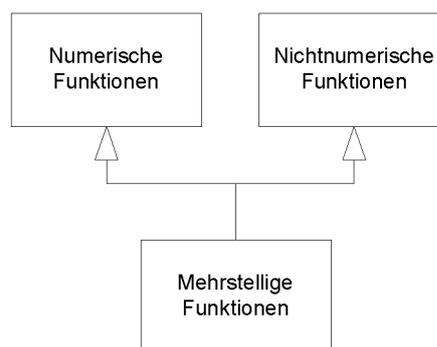


Abbildung 3.12: Mehrfachvererbung bei Fachkonzepten

Wenn man das Beispiel in Abbildung 3.12 betrachtet, wird dies klar. Das Konzept der mehrstelligen Funktionen generalisiert sowohl die numerischen,

als auch die nichtnumerischen Funktionen. Da keine Weitergabe von Attributen im klassischen Sinn erfolgt, ist diese Generalisierung unproblematisch.

Die vier Hauptkonzepte, die in Kapitel 2 angesprochen werden, sind Zuordnungen als Hinführung zum Konzept der Funktionen, welches das umfangreichste Fachkonzept des Kapitels darstellt. Daneben gibt es noch das Konzept der ASCII und ANSI-Codierung und das Konzept des Datenflussdiagramms. Beide Konzepte treten im Rahmen der Behandlung der Funktionen auf.

Als Beispielverbindungen wurden die verbindenden Lernziele zwischen den Hauptkonzepten in das Diagramm eingetragen. Dies sind im einzelnen LZ7 zwischen Zuordnung und Funktion, LZ14 zwischen Funktion und ASCII/ANSI und LZ38 zwischen Funktion und Datenflussdiagramm (siehe Abbildung 3.13). Das komplette Konzeptdiagramm ist in Anhang D auf Seite 97 abgebildet.

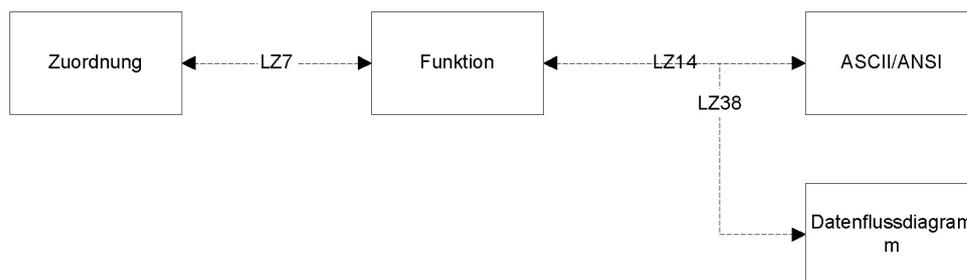


Abbildung 3.13: Hauptkonzepte Kapitel 2

### 3.4.2 Kapitel 4

In Kapitel 4 werden drei große Fachkonzepte aufgegriffen. Diese lassen sich über Lernziele miteinander verbinden. Zum Beispiel stellt LZ70 eine Verbindung zwischen Objekten und Klassen her. LZ78 schafft diese Verbindung zwischen Klassen und Datenbanken. Im folgenden sollen die Einzelkonzepte näher betrachtet werden.

Das erste Fachkonzept ist das Konzept der Objekte. Dieses wurde bereits im Unterrichtsfach "Natur und Technik" eingeführt und wird nun wiederholt und ausgebaut. Hier wäre also eine Schnittstelle zu einer anderen Jahrgangsstufe gut zu realisieren. Als Unterkonzepte sind Attribute, Objektkarten und

Objektdiagramme enthalten, wobei Attribute noch einmal die Punktnotation erweitern (siehe Abbildung 3.14)



Abbildung 3.14: Hauptkonzepte Kapitel 4

Das zweite Konzept sind die Klassen. Sie stehen in engem Bezug zu den Objekten und umfassen als Unterkonzepte die Klassenkarten und die Klassendiagramme, welche sich noch einmal in Kardinalitäten und Beziehungstabellen aufspalten. Auch das Klassenkonzept wurde im Fach “Natur und Technik“ in einer früheren Jahrgangsstufe eingeführt.

Das dritte Konzept ist neu und daher am umfangreichsten. Die Datenbanken umfassen in der ersten Ebene das Datenmodell, Transaktionen und Integrationsbedingungen. Das Fachkonzept der Datenmodelle wird dann noch weiter aufgegliedert. Zunächst ergeben sich das relationale Datenmodell und das E/R-Modell, wobei das erstere Tabellenschemata und Normalisierungen umfasst. In einer letzten Aufspaltung umfasst die Normalisierung noch die funktionale und transitive Abhängigkeit.

Im Anhang D ab Seite 97 ist der vollständige Graph für Kapitel 2 abgebildet. Dabei ist die Verbindung von Fachkonzepten über Lernziele durch einen gestrichelten Doppelpfeil angegeben. Für die Lernziele wurde dabei jeweils nur ein Beispiel angegeben. Außerdem wurden nur für die oberste Konzeptebene entsprechende Verbindungen gesucht. Auch für die Unterkonzepte sollten sich geeignete Verknüpfungen finden lassen.

### 3.5 Verbindung der einzelnen Darstellungen

Nachdem in den letzten drei Abschnitten die einzelnen Analyseergebnisse vorgestellt worden sind, geht es in diesem Abschnitt darum, wie die Ergebnisse zusammen hängen. An dieser Stelle soll noch einmal eine kurz Zusammenfassung der einzelnen Vorgehensweisen stehen.

In Abschnitt 3.2 ab Seite 50 wurden die aus der Analyse hervorgegangenen

Lernziele in die Taxonomie von Krathwohl et al. eingeordnet. Dabei wurde jedem Lernziel eine Wissensebene und ein kognitiver Prozess zugeordnet. Anhand dieser Einordnung lassen sich die Lernziele in Kategorien einteilen und die vermittelten Lerninhalte gut analysieren. In Abschnitt 3.3 ab Seite 62 wurde dann untersucht, was für Abhängigkeiten zwischen den Lernzielen besteht. Dadurch entstand ein Netz aus Lernzielen, das einen gewissen Lernablauf vorgibt. Diese Ebene lässt sich zur Ablaufmodellierung verwenden. In einem dritten Analyseschritt ging es in Abschnitt 3.4 ab Seite 72 um die Fachkonzepte, die hinter den Lernzielen stehen. Auch hier wurden die Abhängigkeiten untersucht.

Im Folgenden sollen nun die Zusammenhänge der einzelnen Ebenen untersucht werden. Die zentrale Ebene ist sicher der Abhängigkeitsgraph. Hier sind alle Lernziele aufgeführt. Außerdem ist es möglich anhand der Lernziele den Unterrichtsablauf zu steuern. Die anderen beiden Ebenen müssen also auf dieser Ebene aufbauen. Betrachtet man die Ebene der Fachkonzepte und die Ebene der Taxonomie, so sind diese untereinander ohne Verbindung. Die Verbindung zwischen den Ebenen findet immer über die Lernziele statt. Dieses Dreischichtenmodell ist in Abbildung 3.15 graphisch dargestellt.



Abbildung 3.15: Verbindung der Darstellungen

Die Verbindungen zwischen den Lernzielen, den Fachkonzepten und der Taxonomie werden über Attribute der Lernziele hergestellt. Diese lassen sich

auch in einer Ontologie realisieren. Durch die Verbindungen zwischen den Lernzielen spannen diese ein Netz auf, das den Lernablauf weitestgehend vorschreibt. Ebenso wie die Lernziele bilden auch die Fachkonzepte eine strenge Hierarchie.

Allerdings ist die "Bewegung" durch die Fachkonzepte nicht direkt an Regeln gebunden. Erst durch die Hinzunahme der Lernziele ergeben sich Bedingungen und Abhängigkeiten. So kann ein neues "Unterkonzept" erst behandelt werden, wenn die Lernziele des "Überkonzepts" bereits erreicht sind. Dabei müssen aber nicht alle Lernziele erreicht werden, sondern nur die für das "Unterkonzept" relevanten. Diese Logik müsste in der Ebene der Fachkonzepte realisiert werden.

Die Taxonomieebene stellt ein völlig eigenständiges Konstrukt dar, weshalb diese Ebene im Dreischichtenmodell auf der entgegengesetzten Seite anzusiedeln ist. Auch hier wird die Verbindung durch Attribute der Lernziele hergestellt. Wie schon in Abschnitt 2.2 ab Seite 10 beschrieben, werden den Lernzielen die beiden Dimensionen der Taxonomie zugewiesen. Dies untermauert die zentrale Rolle der mittleren Ebene. Wie sich diese Ebenen in einer Ontologie umsetzen lassen, soll der nächste Abschnitt klären.

### 3.6 Einbindung in eine Ontologie

Mit dem letzten Abschnitt wurde die Lernzielanalyse abgeschlossen. Die erarbeiteten Elemente müssen jetzt in eine geeignete Struktur eingebunden werden. Dazu bietet sich das Konzept der Ontologien an. Die Idee, die hinter diesem Konzept steht, wurde in Abschnitt 2.3 ab Seite 17 beschrieben. In diesem Abschnitt sollen nun die theoretischen Grundüberlegungen für eine konkrete Umsetzung der Lernzielanalyse geschaffen werden. Dazu wird zuerst die Grobstruktur eines solchen Systems analysiert, um dann den Aufbau einer möglichen Ontologie zu schildern. In Abschnitt 3.7 ab Seite 81 wird dann abschließend noch der praktische Nutzen dieser Arbeit beleuchtet.

Die immer wieder angesprochene Möglichkeit die erarbeiteten Daten und Konstrukte als eine Plattform für Lehrmaterial zu nutzen, soll hier noch einmal aufgegriffen werden. Den Lehrern steht eine immer größer werdende Fülle an Lehrmaterialien zur Verfügung. Außerdem wächst der Druck, den Unterricht immer wieder durch neue Ansätze attraktiv zu halten. Hier würde eine auf den Lernzielen basierende Ontologie sicher neue Möglichkeiten schaffen. In den folgenden Abschnitten soll nun also eine mögliche Architektur ange-

schnitten werden.

### 3.6.1 Grobstruktur

Die aus den vorhandenen Materialien ([HSSV07], [KuMi06]) gewonnenen Lernziele wurden auf drei verschiedene Arten kategorisiert. Das Vorgehen soll hier noch einmal kurz skizziert werden.

In einem ersten elementaren Schritt werden die Voraussetzungen der Lernziele ermittelt. Dadurch werden die Lernziele untereinander verbunden. Außerdem lassen sich so Schnittstellen zu anderen Fächern und Jahrgangsstufen bilden. In einem zweiten Schritt, werden die Ziele in die Taxonomie von Krathwohl et al. einsortiert. Die beiden Dimensionen der Taxonomie werden den Lernzielen als Eigenschaften zugeschrieben. Der letzte Schritt analysiert die Lernziele auf die behandelten Fachkonzepte hin. Diese werden auch zueinander in Beziehung gesetzt und durch Lernziele miteinander verbunden. Als weitere Eigenschaft wird die Zugehörigkeit zu den Fachkonzepten den Lernzielen hinzugefügt.

Aus dieser Vorgehensweise und der daraus resultierenden Struktur der Daten ergibt sich für die Netzstruktur folgendes Bild. Der im Abschnitt 3.3 ab Seite 62 ermittelte Beziehungsgraph dient als Basis und bildet ein planares Netz aus Beziehungen unter Lernzielen. Wie schon in Abschnitt 3.5 ab Seite 76 angesprochen, lassen sich die einzelnen Darstellungssysteme über die Lernziele miteinander in Verbindung bringen. Dies liefert für die Topologie des Netzes die dritte Dimension. Damit ist eine freie Auswahl der verschiedenen Systeme gewährleistet. Es kann an jeder Stelle in das Gesamtsystem eingestiegen werden. Von der Einstiegsstelle ist eine Navigation an jeden Punkt des Netzes möglich. Das gesamte Netz muss in einer Ontologie verankert werden. Dabei stellen die Lernziele, die Fachkonzepte und die Ebenen der beiden Dimensionen aus der Taxonomie von Krathwohl et al. jeweils die Klassen dar. Davon ausgehend müssen Properties definiert werden, die die Verbindung zwischen den einzelnen Instanzen der Klassen gewährleisten. Dieser stark objektorientierte Ansatz sollte sich relativ einfach realisieren lassen. Im nächsten Abschnitt sollen die Klassen und ihre Eigenschaften näher charakterisiert werden.

### 3.6.2 Die Ontologie

Als Basis wird die Ontologie von A. Staller für die Taxonomie von Krathwohl et al. [AK01] verwendet. Hier sind bereits die Klassen für die beiden Dimen-

sionen angelegt und miteinander verknüpft. Außerdem sind bereits Instanzen dieser Klasse angelegt worden, die sich auf die verschiedenen Begriffe in der Dimension der kognitiven Prozesse beziehen (siehe dazu Tabelle 2.2 auf Seite 15). Desweiteren wurde bereits eine Klasse “Objective“ für die Lernziele erstellt. Diese bietet sogar eine weitere, in dieser Arbeit nicht vorgenommene, Klassifizierung der Ziele wie in Abschnitt 2.1.1 ab Seite 6 beschrieben, nämlich die Einteilung in “global“-, “instructional“- und “educational-objectives“. Um die Ontologie einsehen zu können sei an dieser Stelle auf Abschnitt 2.3.3 ab Seite 23 über Protégé verwiesen, in dem die Arbeit mit dem Ontologie-Editor Protégé anhand der erwähnten Ontologie beschrieben wird.

Um die weiteren Ebenen einzufügen muss man die Ontologie an dieser Stelle nun erweitern. Bisher ist nur die Verbindung der Lernziele zu den beiden Dimensionen der Taxonomie ausgeführt. Die Verbindung, die zwischen den Lernzielen hergestellt wurde, ist zu schwach. Wie in Abschnitt 3.3 ab Seite 62 erwähnt, gibt es unterschiedlich starke Abhängigkeiten, die geeignet modelliert werden müssen. Dies kann mit zwei verschiedenen Verbindungstypen durchgeführt werden. Es müssen Properties “Voraussetzung\_von“ und “Aufbauend\_auf“ definiert werden. Die erste Property kann mehrere Lernziele aufnehmen. Die Vorwärtsdefinition ist hier besser geeignet, als die Rückwärtsdefinition, wie sie in Abschnitt 3.3 verwendet wurde. In einer konkreten Umsetzung ginge es darum, festzustellen, welches Lernziel nach dem erfolgreichen Abarbeiten als nächstes zu behandeln ist. Wie schon in Abschnitt 3.3 erwähnt, ist die Verbindung “Aufbauend auf“ ohne konkrete Richtung definiert. Es ist also sinnvoll in einer Umsetzung beide Lernziele der Verbindung mit den entsprechenden Attributwerten zu versorgen.

Die Verbindung zur Ebene der Fachkonzepte fehlt noch komplett. Hier liegt die Schwierigkeit darin, die unterschiedlichen Arten von Verbindungen darzustellen. Es gibt Lernziele die von einem Fachkonzept komplett abgedeckt werden und solche, die erst eine Verbindung zwischen den Fachkonzepten herstellen. Diese unterschiedlichen Verbindungstypen sollten auch unterschiedlich dargestellt werden. Die Klasse der Fachkonzepte muss die Inhalte der Fachkonzepte in geeigneter Weise widerspiegeln. Außerdem ist eine Verbindung unter den einzelnen Konzepten nötig. Auch hier gibt es verschiedene Typen (siehe Abschnitt 3.4 ab Seite 72).

Um die praktische Umsetzung mit Lernmaterialien zu ermöglichen, müssen auch diese in eine geeignete Struktur eingebunden werden. Wie bereits in Abschnitt 2.3.2 auf Seite 20 erwähnt, gibt es einen verbreiteten Standard für die Beschreibung von Lernmaterialien durch Metadaten. Um die Einbindung

in die vorhandene Struktur der Lernziele zu erleichtern, sollten die Materialien ebenfalls in eine Ontologie eingebunden werden. Zur Beschreibung der Materialien durch den LOM-Standard müssen noch die zugehörigen Lernziele gespeichert werden. Dadurch ist es möglich, zu jedem Lernziel die geeigneten Materialien zu finden. Je nach Intention des Systems lassen sich die in dieser Arbeit immer wieder angesprochenen Aufgaben dadurch unterstützen. Was der konkrete praktische Nutzen sein könnte, soll der nächste Abschnitt klären.

### 3.7 Praktischer Nutzen

Nachdem in den vorherigen Abschnitten die theoretischen Grundlagen geschaffen und Überlegungen über die praktische Umsetzbarkeit angestrengt wurden, soll in diesem Abschnitt zum Abschluss der Arbeit noch einmal beleuchtet werden, welchen Nutzen ein solches System eigentlich hätte.

Der Beruf des modernen Lehrers ist ohne multimediale Unterstützung kaum noch möglich. Durch die Verbreitung von Internet und digitalen Medien ist es unbedingt nötig, den Unterricht entsprechend anzupassen. Gerade bei der Vorbereitung von Unterrichtseinheiten stehen dem Lehrer viele verschiedene Medien zur Verfügung. Dabei ist der Begriff der Medien sehr allgemein zu verstehen. Gerade mit dem Aufkommen der Informatik als eigenständiges Fach, wurde es unbedingt notwendig,

*“sehr sorgfältig zwischen herkömmlichen und computerbasierten Medien zu unterscheiden“ ([Hub00], Seite 12).*

Gerade der Medieneinsatz im Unterricht wurde durch die Diskussion über das Fach Informatik erneut differenziert betrachtet. Nach [Hub00] wurden in diesem Zusammenhang

*“von Politikern aller Schattierungen meist eine intensive ‘Medienerziehung’ mit dem Ziel der Vermittlung von ‘Medienkompetenz’ gefordert“ ([Hub00], Seite 12).*

Wenn also die Medien im klassischen Sinn, also die menschliche Sprache, aber auch Kreide und Tafel, betrachtet werden, müssen diese beiden Aspekte genauso berücksichtigt werden, wie wenn es um den Einsatz von Laptops und elektronischen Medien geht. Doch wie soll aus dieser Fülle von Materialien die passenden ausgewählt werden? Wie kann verhindert werden, dass der Unterricht immer auf die selbe Weise aufgebaut wird?

Wenn man es schaffen würde, ein System zu entwickeln, welches die Lern- und Lehrmaterialien auf einfache Weise miteinander in Verbindung bringt und sie dazu auch noch den jeweiligen Lernzielen zuordnet, würde dies eine passende Auswahl sehr erleichtern. Genau hier kann das in dieser Arbeit angedachte System ansetzen. Durch die hinterlegte Ontologie ist eine Vernetzung der Materialien möglich. Als Grundlage bietet sich hier die Lernzielstruktur an. Wie in Abschnitt 3.5 ab Seite 76 erwähnt, gibt es dafür drei verschiedene Darstellungsarten, wobei die zentrale Ebene der Lernziele an sich wohl die geeignetste ist. Hier ließen sich die Materialien direkt mit den entsprechenden Zielen verknüpfen. Durch die eingearbeitete Taxonomie von Krathwohl et al. [AK01] besteht die Möglichkeit der Kontrolle der verwendeten kognitiven Prozesse. Durch die semantische Struktur, die hinter der Ontologie steckt, bieten sich vielfältige Möglichkeiten, passende Materialien zu finden. Für die praktische Umsetzung müsste nur noch eine geeignete Plattform gefunden werden.

Eine Möglichkeit ist eine Online-Umsetzung, die durchaus ihre Vorteile hätte. Allerdings gibt es, sollte eine allgemeine Pflegemöglichkeit der Materialien vorgesehen werden, große Probleme bei der Sicherstellung der Integrität der Daten und der Korrektheit der eingestellten Lernmaterialien (siehe dazu auch [Swe02]). Die Frage, wie eine Ontologie im web-basierten Lernen eingesetzt werden könnte, wurde von Marvin Tan und Angela Goh in [TG04] angedacht. Es lassen sich dafür aber bestimmt auch noch weitere Beispiele finden.

Eine normale Umsetzung im Rahmen eines fest definierten Systems hätte den Vorteil, dass die Basisontologie der Lernziele vorher festgelegt werden könnte. Aber auch hier muss die Einhaltung des LOM-Standards (vgl. Abschnitt 2.3.2 auf Seite 20) auf eine geeignete Art und Weise gewährleistet werden. Abhilfe könnte dabei eine vorgefertigte Datenbank mit Lehrmaterialien bieten.

Unabhängig davon, ob man eine statische, dynamische, Plattform abhängige bzw. unabhängige Lösung wählt, muss für eine sinnvolle Umsetzung der gesamte Stoff eines Schulzweiges analysiert werden, da nur dann geeignete Querverweise erstellt werden können. Eine jahrgangsstufenweise Umsetzung ist nicht sinnvoll.

Die Materialien müssen neben den zugeordneten Lernzielen um zusätzliche Attribute erweitert werden. Dazu gehören zumindest die Attribute des LOM-Standards (siehe Abschnitt 2.3.2 auf Seite 20). Hier lässt sich das System aber beliebig erweitern. Wie bereits oben erwähnt, ist die Pflege des Ma-

aterialienpools die größte Schwierigkeit, die bei einer Realisierung gemeistert werden muss. Eine Hilfe könnte eine weitere Klassifizierung der Materialien sein. Torsten Brinda hat in [Bri04] solche Aufgabenklassen spezifiziert. Dabei wurde unter anderem versucht die Auswahl von geeigneten Aufgaben zu vereinfachen.

*“Erwartet wird [...] eine Qualitätsverbesserung und Vereinfachung hinsichtlich der zielgerichteten Auswahl, der Gestaltung und des Variantenreichtums von Übungsaufgaben zum OOM im Informatikunterricht. Insbesondere für Lehramtsstudierende und mit OOM wenig erfahrene Lehrende kann [...] die Auswahl von schülergemäßen Übungsaufgaben zu Fachkonzepten vereinfacht werden.“*  
([Bri04], Seite 65)

Für die Realisierung der Ontologie bietet sich eine Datenbank an, die die Metadaten speichert und den einzelnen Instanzen zuordnet.

Ein weiterer Punkt, über den man sich Gedanken machen muss, ist die Einbindung von Lernzielen, die nicht mit anderen Lernzielen in Verbindung stehen. Hier muss eine geeignete Navigation zu diesen Zielen sicher gestellt werden. Außerdem sind die verschieden starken Verknüpfungen der Lernziele (siehe Abschnitt 3.3 ab Seite 62) unterschiedlich zu realisieren. So ist es bei der schwächeren Verknüpfung durchaus möglich, dass mehrere Lernziele gleichzeitig erreicht werden können, wohingegen es bei der stärkeren Verknüpfung unbedingt erforderlich ist, dass die vorausgesetzten Lernziele wirklich abschließend erreicht wurden.

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit liegt in der Taxonomie an sich. Wenn die Verknüpfungen außer Acht gelassen werden, ist es nach Einarbeitung der Lernziele in das “Wissensnetz“ möglich, die Verteilung der Lernziele auf die Taxonomie auszugeben. Man kann also durch Eingabe der real durchgeführten Lernschritte und der damit verbundenen Lernziele eine Evaluierung des Unterrichts durchführen. Dabei sollte, wie schon in Abschnitt 2.2 ab Seite 10 erwähnt, die Verteilung der Lernziele über die Taxonomietabelle möglichst gleichmäßig sein. Eine solche Funktion wäre in ein allgemeines Tool wie oben beschrieben gut einzubinden.



# Kapitel 4

## Resümee

Nachdem im ersten Abschnitt die theoretischen Grundlagen gelegt wurden, hat der zweite Abschnitt gezeigt, was man mit modernen Mitteln der Informatik im Bereich der Lernzielanalyse machen kann. Das Konzept der Ontologien ist sehr mächtig und findet viele verschiedene Anwendungsgebiete. Im Bereich der Didaktik wurden in dieser Arbeit zwei davon vorgestellt.

Zum einen ist dies die Möglichkeit der reinen Lernzielanalyse nach der Taxonomie von Krathwohl et al., zum anderen die Möglichkeit durch die Verknüpfung der Lernziele eine Plattform für Lehrmaterialien zu erstellen. Durch diese Plattform könnte Lehrenden und Lernenden eine große Vereinfachung bei der Suche nach geeigneten Lehrmaterialien angeboten werden. Diese Vereinfachung kann behilflich sein, wenn es um einen Überblick über das immer größer werdende Angebot an Materialien geht.

In zukünftigen Arbeiten könnten die Ergebnisse aus den Abschnitten über die Verteilung in der Taxonomie (vgl. Abschnitt 3.2) und über die Verknüpfung der Lernziele (vgl. Abschnitt 3.3) mit anderen Fachgebieten und Fächern verglichen werden. Außerdem ließe sich die in der Arbeit theoretisch durchdachte Plattform sicherlich in einer anderen Arbeit realisieren. Abschließend seien hier noch einmal alle Ergebnisse sehr kurz dargestellt.

Die Taxonomie von Krathwohl et al. bietet eine sehr gute Möglichkeit eine Aussage über die Verteilung der Lernziele und damit über die Güte des Unterrichts oder eines Schulbuches zu treffen. Das Konzept der Ontologien eignet sich in hervorragender Weise für die Modellierung von Lernzielen. Es lassen sich sowohl die Lernziele an sich beschreiben, wie auch die Verbindung der Ziele untereinander. Durch die Einbindung der Fachkonzepte lässt sich aus den drei Ebenen eine Plattform schaffen, die Grundlage für eine Lehr-

materialiendatenbank sein könnte. Die eigentliche Lernzielanalyse hängt sehr vom menschlichen Faktor des Analysierenden ab. Eine Maschine alleine wird nicht ohne weiteres die Lernziele aus einem Fließtext herausarbeiten können. Unterstützend lassen sich aber sicher Algorithmen formulieren, die die Einordnung und auch die Suche vereinfachen.

# Anhang A

## Informatiklehrplan

Auf den nächsten beiden Seiten wird der Lehrplan für das Gymnasium in Bayern für das Fach Informatik dargestellt. Eine Beschreibung des Lehrplans ist in Abschnitt 2.4.1 ab Seite 28 zu finden. Weitere Informationen sind auf der Internetseite des Staatsinstituts für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB)<sup>1</sup> erhältlich. Die Ausschnitte aus dem Lehrplan sind der Onlinefassung entnommen.

---

<sup>1</sup><http://www.isb.bayern.de>

**9 Informatik****(NTG 2)**

Im Fach Natur und Technik (Schwerpunkt Informatik) haben sich die Schüler vor allem mit der Darstellung von Information mit Hilfe fertiger Informatiksysteme beschäftigt; dabei haben sie einfache Modellierungskonzepte verwendet, die sie nun schrittweise erweitern. So lernen sie im Verlauf dieser und der folgenden Jahrgangsstufe, Zusammenhänge und Vorgänge aus ihrem Lebensumfeld durch Modelle präzise zu erfassen und nach und nach mit Werkzeugen der Informatik zielgerichtet umzusetzen bzw. eigene Programme zu erstellen.

Viele Prozesse in Arbeitswelt und Technik lassen sich wegen ihrer Komplexität nur überschauen, indem man sie in Teilprozesse gliedert. An Beispielen aus verschiedenen Lebensbereichen lernen die Jugendlichen, Verarbeitungsvorgänge in einzelne Funktionen zu gliedern und deren Zusammenwirken in Form von Datenflüssen zu beschreiben. Tabellenkalkulationssysteme erweisen sich zur Umsetzung der Funktionen als geeignetes Hilfsmittel.

In vielen Bereichen unserer Gesellschaft ist die effiziente Verwaltung sehr großer, komplexer Datenmengen mit Hilfe von Datenbanksystemen unverzichtbar geworden. Zur kompetenten Nutzung solcher Systeme benötigen die Schüler Einblicke in deren logische Struktur. Daher lernen sie an praxisnahen Beispielen, wie man Daten für Datenbanken aufbereitet, die erarbeiteten Strukturen realisiert und damit auch deren Eignung prüfen kann. Die Beurteilung der Chancen und Risiken von Datenbanken setzt zusätzlich grundlegende Kenntnisse aus den Bereichen Datenschutz und Datensicherheit voraus, die anhand der bearbeiteten Beispiele erworben werden.

*In der Jahrgangsstufe 9 erwerben die Schüler folgendes Grundwissen:*

- Sie können Daten verarbeitende Prozesse durch Funktionen sowie Datenflüsse beschreiben und umsetzen.
- Sie kennen die funktionale Sichtweise als allgemeinen Zugang zur Funktionsweise von Tabellenkalkulationssystemen.
- Sie können überschaubare, statische Datenmengen durch Klassen und deren Beziehungen sicher strukturieren.
- Sie können Datenstrukturen in ein Datenbanksystem umsetzen.
- Sie haben Einblick in die Forderungen an die Korrektheit eines Datenbestands.
- Sie können Abfragen an einen Datenbestand realisieren.
- Sie haben ein Bewusstsein für Datensicherheit und Datenschutz.

**Inf 9.1 Funktionen und Datenflüsse; Tabellenkalkulationssysteme****(ca. 18 Std.)**

Aus eigener Erfahrung wissen die Schüler, dass häufig aus vorhandenen Daten durch Berechnungen nach eindeutigen Vorschriften neue Informationen gewonnen werden. Davon ausgehend lernen sie Funktionen als Daten verarbeitende Prozesse mit Eingängen und je einem Ausgang kennen [→ M 8.1 Funktionen]. Sie lösen praxisnahe Aufgabenstellungen, z. B. aus dem kaufmännischen Bereich oder der Mathematik, unter Verwendung dieser funktionalen Sichtweise. Hierbei kombinieren sie mehrere Funktionen und stellen die Datenflüsse in einem Diagramm dar. Die Lösung wird mit einem Tabellenkalkulationssystem realisiert und anhand verschiedener Eingaben überprüft. Durch diese funktionale Betrachtungsweise verstehen die Schüler die Arbeitsweise von Tabellenkalkulationsprogrammen.

- ausgewählte Elemente von Datenflussdiagrammen (Funktion/Prozess, Datenfluss, Ein- und Ausgabe, Verteiler)
- Funktion als informationsverarbeitende Einheit (Bezeichner, Eingangsparameter, Funktionswert, Zuordnungsvorschrift; Eindeutigkeit); vordefinierte Funktionen, insbesondere bedingte Funktion („Wenn-Funktion“) und logische Funktionen
- Umsetzung von Datenflussdiagrammen in Terme eines Tabellenkalkulationssystems
- elementare Datentypen: Zahl, Text, Datum, Wahrheitswert

**Inf 9.2 Datenmodellierung und Datenbanksysteme****(ca. 38 Std.)**

Bei der Strukturierung und Aufbereitung großer Datenmengen ist den Schülern die bereits in der Unterstufe erlernte objektorientierte Denkweise eine große Hilfe. An Beispielen aus der Praxis entwerfen sie Datenstrukturen, realisieren diesen Entwurf in einem Datenbanksystem und erkennen den Nutzen solcher Systeme zur Auswertung umfangreicher

Information. Sie erleben hier erstmals bewusst, dass Lösungskonzepte fortwährend kritisch überprüft und gegebenenfalls überarbeitet werden müssen. Außerdem lernen die Schüler, gesellschaftlich relevante Probleme wie Datenzuverlässigkeit, Datensicherheit und Datenschutz im fachlich gebührenden Rahmen zu diskutieren und zu beurteilen.

#### Inf 9.2.1 Objektorientiertes Datenmodell, Datenbankschema, Datenbanksystem

Die Schüler strukturieren Daten an Beispielen aus ihrer Erfahrungswelt. Dabei erkennen sie, dass die Struktur der Klassen sowie deren Beziehungen sehr übersichtlich in Klassendiagrammen dargestellt werden können. Um das Modell nutzen und seine Brauchbarkeit überprüfen zu können, realisieren sie es mit einem relationalen Datenbanksystem. Sie erleben, dass durch Abfragen mit Hilfe einer geeigneten Abfragesprache (z. B. SQL) aus dem Datenbestand neue Informationen gewonnen werden können.

- Objekt (Entität), Klasse, Attribut und Wertebereich
- Beziehungen zwischen Klassen, Kardinalität, graphische Darstellung
- Realisierung von Objekten, Klassen und Beziehungen in einem relationalen Datenbanksystem: Datensatz, Tabelle, Wertebereich, Schlüsselkonzept
- Einfügen, Ändern, Löschen von Datensätzen mit Hilfe der Sprache des verwendeten Datenbankmanagementsystems
- einfache Abfragen einer Tabelle durch Projektion und Selektion, Ergebnistabelle; Abfragen über mehrere Tabellen durch Verknüpfungen (Join; kartesisches Produkt als Denkhilfe)

#### Inf 9.2.2 Anforderungen an ein Datenbankschema

Beim Ändern und Löschen von Daten erfahren die Schüler, dass ein korrekter und erfolgreich nutzbarer Datenbestand bestimmte Forderungen an das Datenbankschema stellt. Sie lernen, das Datenbankschema entsprechend zu überprüfen und gegebenenfalls zu überarbeiten.

- referentielle Integrität, Integritätsbedingungen auf Feld- und Tabellenebene
- Redundanz und Konsistenz von Daten, Problem von Mehrdeutigkeiten

#### Inf 9.2.3 Datensicherheit und Datenschutz

In den bisher erarbeiteten Beispielen sind den Schülern beim Umgang mit Datenmengen bereits Themen aus den Bereichen Datensicherheit und Datenschutz begegnet; eine rückblickende Zusammenschau sorgt für ein tieferes Verständnis. Dabei erhalten die Schüler an geeigneter Stelle einen Einblick in verschiedene technische Verfahren, Daten dauerhaft und sicher zu speichern.

- Datensicherheit, Einschränkung der Sicht auf Daten (View), Mehrbenutzerproblematik
- Datenschutz, gesetzlicher Rahmen

#### Inf 9.2.4 Komplexeres Anwendungsbeispiel

Bei der Erstellung einer komplexeren Datenbank wenden die Schüler das Gelernte an und vertiefen ihr Verständnis. Dabei wird ihnen durch die Bearbeitung dieses praxisbezogenen Beispiels (z. B. Lagerbestand oder Kundendatei, Auswertung von Sportwettkämpfen, Ausleihvorgänge in der Schulbibliothek) ermöglicht, den Modellierungsvorgang kritisch zu reflektieren. Ziel dieses informatischen Projekts ist es auch, Erfahrungen zu sammeln, wie eine gestellte Aufgabe in einem vorgegebenen, zeitlich begrenzten Rahmen im Team gelöst werden kann.

Abbildung A.2: Lehrplan Seite 2 [KuMi06]



# Anhang B

## Vollständige Taxonomietabelle

Auf der nächsten Seite ist die Taxonomietabelle von Krathwohl et al. [AK01] mit den ermittelten Lernzielen aus Kapitel 2 und Kapitel 4 des Schulbuchs aus dem Klett-Verlag [HSSV07] dargestellt. Bei der Nummerierung wurde aus Platzgründen auf den Präfix “LZ“ verzichtet. Die Lernziele mit der entsprechenden Nummerierung sind in Abschnitt 3.1 ab Seite 35 aufgelistet. Die Liste wurde auf die Kapitel aufgeteilt. So sind die Lernziele 1 bis 62 ab Seite 37 zu finden, die Lernziele 63 bis 98 ab Seite 45. Die Erklärung der Taxonomie wurde in Abschnitt 2.2 ab Seite 10 vorgenommen. Die Einordnung der Lernziele wird in Abschnitt 3.2 ab Seite 50 erläutert.

ANHANG B. VOLLSTÄNDIGE TAXONOMIETABELLE

Wissensdi- mension	kognitive Prozess-Dimension					
	1. Erinnern	2. Verstehen	3. Anwenden	4. Analyse- ren	5. Bewerten	6. (Er)schaf- fen
A. Faktenwis- sen	13, 17, 19, 20, 23, 30, 33, 37, 41, 59, 63, 64, 65, 88, 91, 92, 93, 95, 97	1, 8, 15, 38, 51, 56, 87, 89, 90	58	9, 32, 77		
B. Begriffli- ches Wissen	4, 7, 10, 14, 22, 48	5, 6, 18, 24, 25, 29, 39, 43, 45, 46, 49, 50, 53, 54, 55, 60, 61, 62, 65, 66, 67, 69, 70, 72, 73, 74, 80, 83, 84, 86, 94, 96	10, 11, 27, 35, 36, 40, 44, 47, 52, 57	26, 74	79	15, 69
C. Verfah- rensorientier- tes Wissen	76	31, 42, 45	2, 12, 14, 16, 21, 28, 45, 67, 71, 82, 85, 87, 98	68		34, 78
D. Metako- gnitives Wissen		24	3			

Tabelle B.1: Lernziele Kapitel 2 & 4

# Anhang C

## Vollständige Beziehungsgraphen

Auf den nächsten beiden Seiten sind die vollständigen Beziehungsgraphen der Lernziele aus Kapitel 2 und Kapitel 4 des Schulbuchs aus dem Klett-Verlag [HSSV07] angegeben. Die Lernziele sind dabei als Kreise dargestellt. Die Nummerierung ist aus der Liste in Abschnitt 3.1 ab Seite 35 entnommen. Die Extraziele sind durch “Wolken“ dargestellt. Erläuterungen zu den Extrazielen sind in Abschnitt 3.3 ab Seite 62 zu finden. Die beiden Kantenarten sind dort ebenfalls beschrieben. Die durchgezogenen Kanten stellen die Verbindung “Voraussetzung für“ dar, die gestrichelten Kanten die Verbindung “Aufbauend auf“.

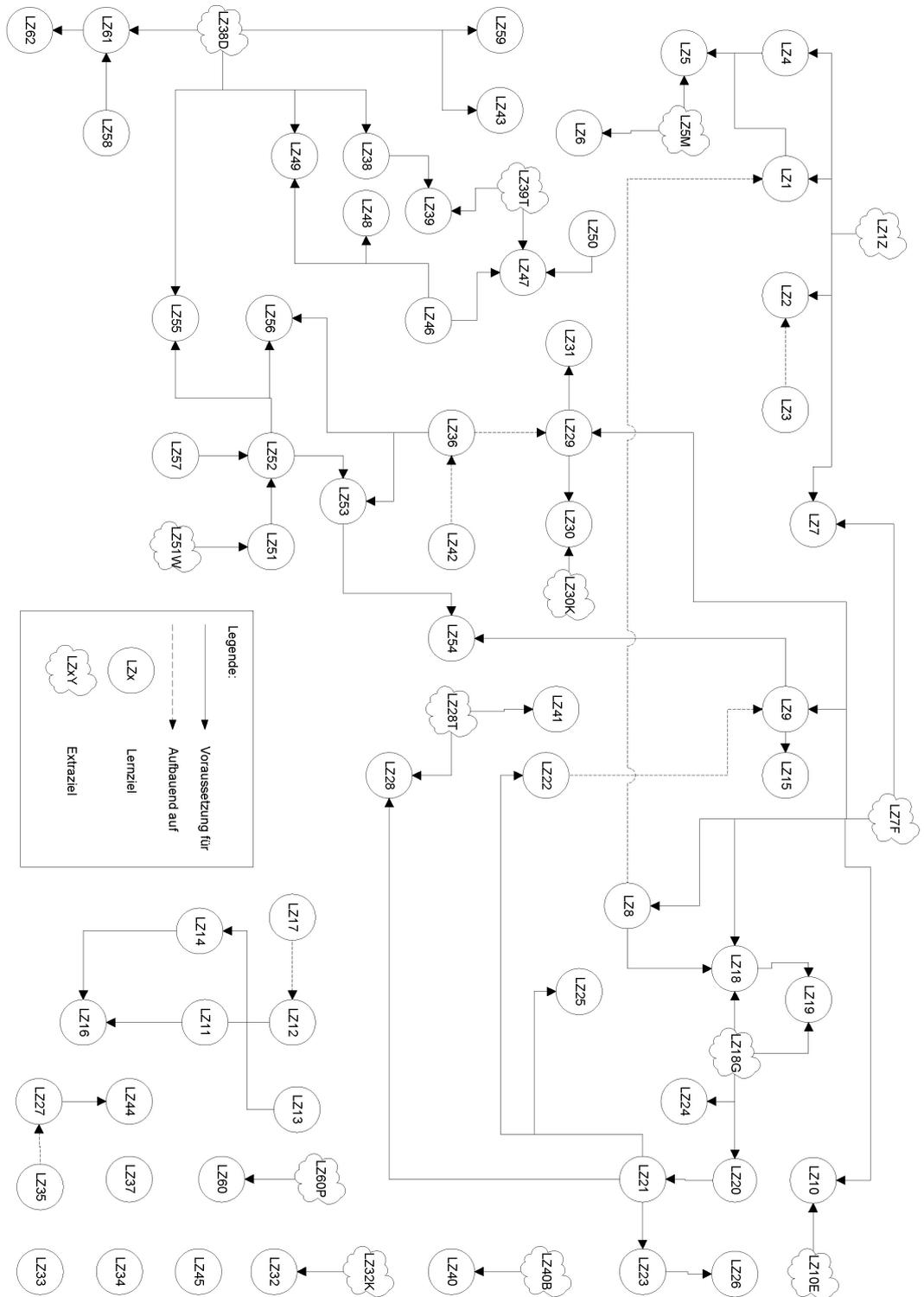


Abbildung C.1: Beziehungsgraph Kapitel 2

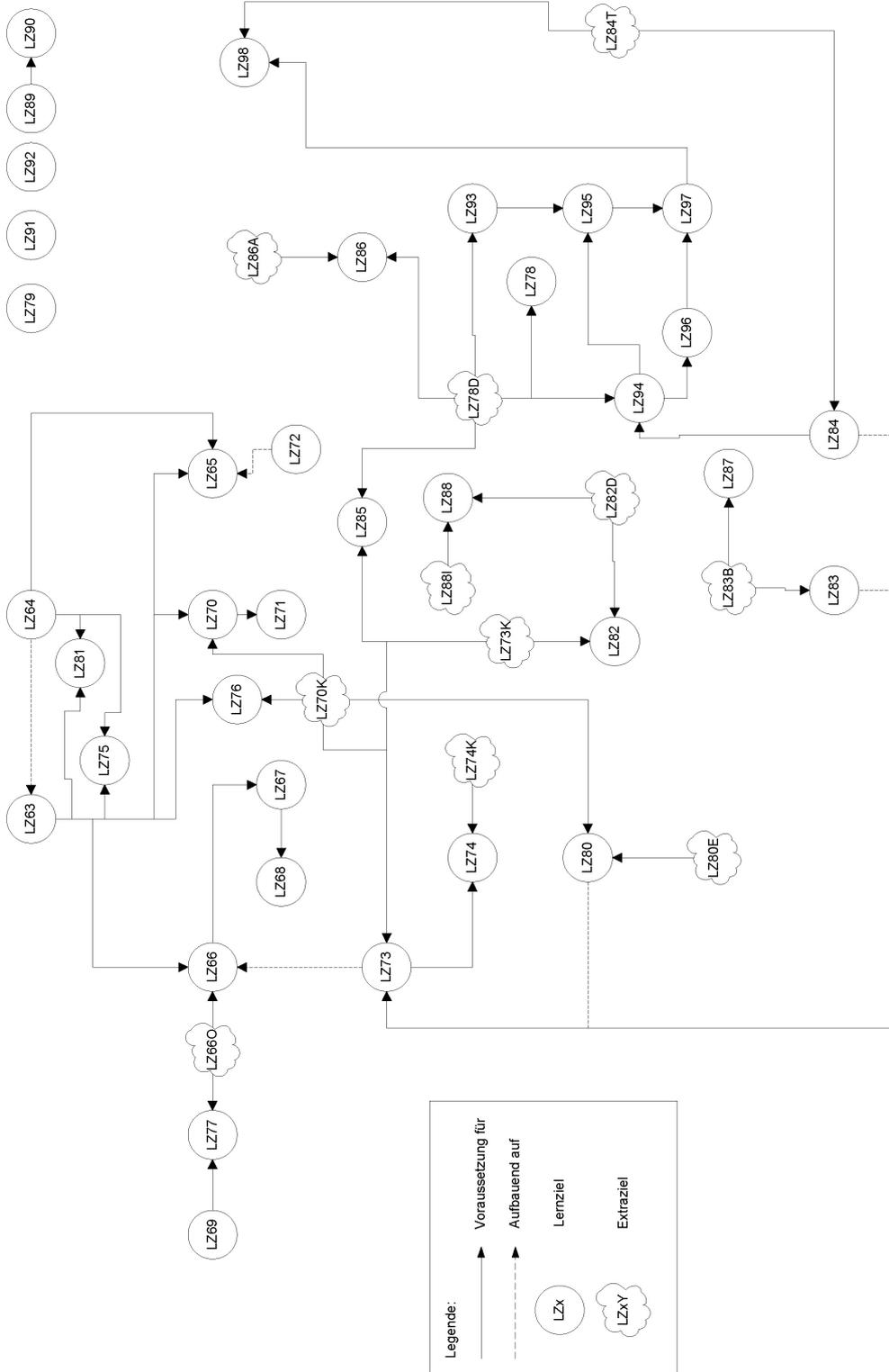


Abbildung C.2: Beziehungsgraph Kapitel 4



# Anhang D

## Vollständige Fachkonzeptdiagramme

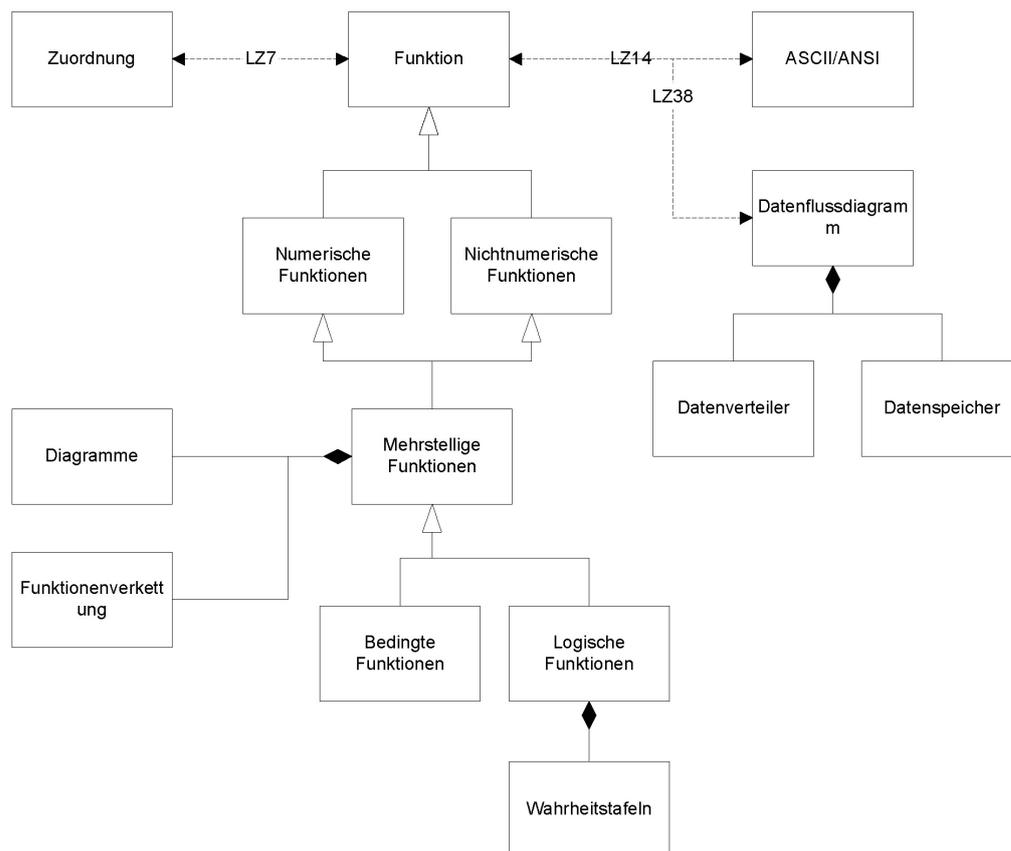


Abbildung D.1: Beziehung Fachkonzepte Kapitel 2

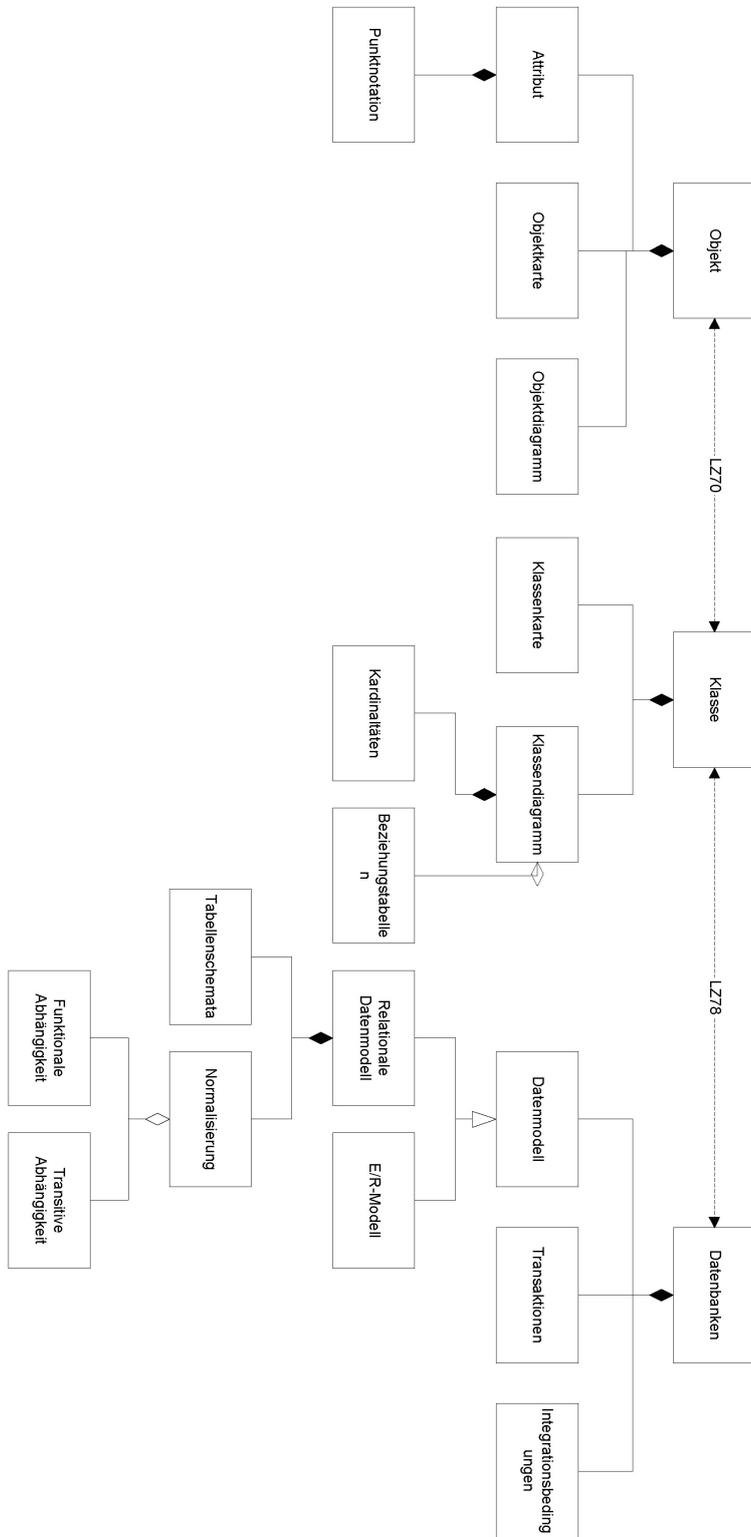


Abbildung D.2: Beziehung Fachkonzepte Kapitel 4

# Abbildungsverzeichnis

2.1	Taxonomietabelle . . . . .	12
2.2	Übersicht der Ontologiesprache OWL [Sch06] . . . . .	21
2.3	Protégé: OWL-Classes . . . . .	24
2.4	Protégé Property . . . . .	25
2.5	Protégé Individuals . . . . .	26
2.6	Protégé Metadata . . . . .	27
2.7	Ausschnitt Lehrplan JGS9 Informatik . . . . .	31
3.1	Beispiel 1 . . . . .	39
3.2	Beispiel 2 . . . . .	40
3.3	Beispiel 3 . . . . .	41
3.4	Beispiel 4 . . . . .	46
3.5	Beispiel 5 . . . . .	47
3.6	Verteilung der Lernziele in Kapitel 2 . . . . .	59
3.7	Verteilung der Lernziele in Kapitel 4 . . . . .	64
3.8	Ausschnitt 1 . . . . .	68
3.9	Ausschnitt 2 . . . . .	69
3.10	Ausschnitt 3 . . . . .	70
3.11	Beziehungstypen Fachkonzepte . . . . .	73
3.12	Mehrfachvererbung bei Fachkonzepten . . . . .	74
3.13	Hauptkonzepte Kapitel 2 . . . . .	75
3.14	Hauptkonzepte Kapitel 4 . . . . .	76
3.15	Verbindung der Darstellungen . . . . .	77
A.1	Lehrplan Seite 1 [KuMi06] . . . . .	88
A.2	Lehrplan Seite 2 [KuMi06] . . . . .	89
C.1	Beziehungsgraph Kapitel 2 . . . . .	94
C.2	Beziehungsgraph Kapitel 4 . . . . .	95
D.1	Beziehung Fachkonzepte Kapitel 2 . . . . .	97
D.2	Beziehung Fachkonzepte Kapitel 4 . . . . .	98



# Tabellenverzeichnis

2.1	Lernzielkategorien ([AK01], Seite 17) . . . . .	8
2.2	kognitive Dimension . . . . .	15
3.1	Verteilung der Lernziele in der Taxonomie (Kapitel 2) . . . . .	52
3.2	Lernziele Kapitel 2 . . . . .	57
3.3	Verteilung der Lernziele in der Taxonomie (Kapitel 4) . . . . .	58
3.4	Lernziele Kapitel 4 . . . . .	63
B.1	Lernziele Kapitel 2 & 4 . . . . .	92



# Literaturverzeichnis

- [AGJ06] Nathalie Aussenac-Gilles und Marie-Paule Jaques. *Designing and evaluating patterns for ontology enrichment from texts*. In *Managing Knowledge in a World of Networks*, Lecture Notes in Artificial Intelligence (Nr. 4248), Seiten 158-165, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2006.
- [AK01] Lorin W. Anderson und David R. Krathwohl. *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing*. Longman, complete edition, 2001.
- [Blo73] Benjamin S. Bloom. *Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich*, Beltz Verlag, 3. Auflage, 1973.
- [Bof04] Jürgen Bofinger. *Neue Medien im Fachunterricht*. Auer Verlag GmbH, 2004.
- [Bri04] Torsten Brinda. *Didaktisches System für objektorientiertes Modellieren im Informatikunterricht der Sekundarstufe II*. Dissertationsschrift, Universität Siegen, Fachbereich 12 – Elektrotechnik und Informatik, 2004.
- [GIBI07] Gesellschaft für Informatik und Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien. *Gesellschaft für Informatik und BITKOM fordern Informatik-Unterricht für alle Schülerinnen und Schüler*. [http://www.gi-ev.de/fileadmin/redaktion/Presse/PM\\_Schule070918.pdf](http://www.gi-ev.de/fileadmin/redaktion/Presse/PM_Schule070918.pdf), September 2007.
- [Hes02] Wolfgang Hesse. *Ontologie(n)*. Gesellschaft für Informatik e.V., <http://www.gi-ev.de/service/informatiklexikon/informatiklexikon-detailansicht/meldung/57/>, 2002.
- [Hod02] Wayne Hodgins. *Draft Standard for Learning Object Metadata*. Learning Technology Standard Commit-

- tee of the IEEE, [http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM\\_1484\\_12\\_1\\_v1\\_Final\\_Draft.pdf](http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf), 2002.
- [HSSV07] Peter Hubwieser, Markus Schneider, Matthias Spohrer und Siglinde Voß. *Informatik 2 - Lehrwerk für Gymnasien*. Ernst Klett Schulbuchverlage, Stuttgart - Leipzig, 2007.
- [Hub00] Peter Hubwieser. *Informatik am Gymnasium - Ein Gesamtkonzept für einen zeitgemäßen Informatikunterricht*. Habilitationsschrift, Technische Universität München - Fakultät für Informatik, 2000.
- [ISB02] Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung. Kontaktbrief 2002. <http://www.isb.bayern.de/isb/download.aspx?DownloadFileID=060e56707405869738951fbd65e1b968>, 2002.
- [KP71] David R. Krathwohl und David A. Payne. *Defining and assessing educational objectives*. In Robert L. Thorndike, *Educational measurement*, American Council of Education, 2nd edition, 1971.
- [KuMi04] Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. *Leitfaden zur Einführung des neuen bayerischen Gymnasiums: Der Lehrplan*. [http://www.g8-in-bayern.de/imperia/md/content/pdf/g8/g8\\_lf\\_lehrplan.pdf](http://www.g8-in-bayern.de/imperia/md/content/pdf/g8/g8_lf_lehrplan.pdf), 2002.
- [KuMi06] Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. *Lehrplan für das Gymnasium in Bayern G8 - Jahrgangsstufe 09*. <http://www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1/g8.de/data/media/26418/jhg9.pdf>, 2004-2006.
- [Pet00] Wilhelm H. Peterßen. *Handbuch Unterrichtsplanung*. Oldenbourg Verlag, 9. aktualisierte und überarbeitete Auflage, 2000.
- [Sac06] Eliza Sachs. *Getting started with Protégé-Frames*. Stanford University, [http://protege.stanford.edu/doc/tutorial/get\\_started/get-started.pdf](http://protege.stanford.edu/doc/tutorial/get_started/get-started.pdf), 2006.
- [Sch06] Oliver Schumacher. *Semantic Web und Ontologien*. Fraunhofer Gesellschaft München, <http://www.iat.uni-stuttgart.de/img-cust/Vorlesung%20Ontologien.pdf>, 2006.

- [Sch07] Christian Scheungrab, Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung. *Informatik am naturwissenschaftlich-technologischen Gymnasium Jahrgangsstufe 9*. Kastner AG - das Medienhaus, 2007.
- [SR05] Patricia L. Smith und Tillman J. Ragan. *Instructional Design*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, 3rd edition, 2005.
- [Sta06] Alexander Staller. *Merging domain knowledge and task analysis in an ontology*. In *Current Developments in Technology-Assisted Education*, Vol. 3, Seiten 1585-1589. FORMATEX, 2006.
- [Swe02] Christian Swertz. *Konzepte und Methoden zur Qualitätssicherung bei der Produktion von hypertextuellen Online-Lernumgebungen*. <http://www.medienpaed.com/02-1/swertz1.pdf>, 2002.
- [TG04] Marvin Tan und Angela Goh. *The use of ontologies in web-based learning*. <http://www.win.tue.nl/SW-EL/2004/ISWC-SWEL-Camera-ready/%2322-Angela-Goh-CR.pdf>, 2004.
- [Wag04] Bernardo Wagner. *Abschlussbericht BLK-Projekt Leistungspunktesystem - Anhang I*. Universität Hannover, [http://www4.tu-ilmenau.de/lps/hannover/lernziele\\_erlaeuterungen.pdf](http://www4.tu-ilmenau.de/lps/hannover/lernziele_erlaeuterungen.pdf), 2004.