

# Theresia-Gerhardinger-Gymnasium am Anger

Jahrgang in der Qualifikationsphase 2015/2017

## SEMINARARBEIT

W-Seminar

Chemie in Küche und Bad

Thema:

Milch als Nahrungsmittel - Eine naturwissenschaftliche Betrachtung von Kuhmilch im Vergleich mit pflanzlichen Alternativen

Kurztitel:

Milch als Nahrungsmittel – Eine naturwissenschaftliche Betrachtung

Verfasserin der Seminararbeit: Kathrin Kohl

Kursleiterin: Alexandra Berthold

Abgegeben am .....

Entgegen genommen von .....

Mündliche Prüfung abgelegt am .....

Erzielte Punkte der schriftlichen Arbeit:

Erzielte Punkte der Abschlusspräsentation (mündlich):

Gesamtpunktzahl (3-fach schriftlich + mündlich = 4-fache Wertung):

Abiturwertung (4-fache Wertung geteilt durch 2, gerundet):

ergibt sich für die Gesamtleistung die

Note , in Worten:

Unterschrift der Kursleiterin: .....



# Milch als Nahrungsmittel

Eine naturwissenschaftliche Betrachtung von Kuhmilch  
im Vergleich mit pflanzlichen Alternativen

von Kathrin Kohl

„Eure Nahrungsmittel sollen eure Heilmittel und eure Heilmittel eure Nahrungsmittel sein.“

- Hippokrates

# Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	- 5 -
Abbildungsverzeichnis.....	- 5 -
I Milch als Nahrungsmittel .....	- 6 -
II Kuhmilch und pflanzliche Alternativen .....	- 7 -
1 Betrachtung von Kuhmilch.....	- 7 -
1.1 Zusammensetzung .....	- 7 -
1.1.1 Kohlenhydrate .....	- 7 -
1.1.2 Lipide .....	- 8 -
1.1.3 Proteine .....	- 9 -
1.2 Chemisch-physikalische Eigenschaften .....	- 10 -
1.2.1 Milch als polydisperses System .....	- 10 -
1.2.2 Optische Eigenschaften .....	- 12 -
2 Biochemische Wirkungen des Milchkonsums.....	- 14 -
2.1 Ernährungsphysiologische Aspekte.....	- 14 -
2.1.1 Proteine .....	- 14 -
2.1.2 Calcium & Vitamine .....	- 15 -
2.2 Risiken des Milchkonsums .....	- 16 -
3 Pflanzliche Alternativen zur Kuhmilch.....	- 20 -
3.1 Sojadrink.....	- 20 -
3.1.1 Zusammensetzung .....	- 20 -
3.1.2 Ernährungsphysiologische Aspekte.....	- 20 -
3.2 Mandeldrink .....	- 22 -
3.2.1 Zusammensetzung .....	- 22 -
3.2.2 Ernährungsphysiologische Aspekte.....	- 22 -
III Gesamtvergleich der betrachteten Milchsorten.....	- 24 -
Literaturverzeichnis.....	- 25 -
Quellenverzeichnis: Tabellen .....	- 27 -
Quellenverzeichnis: Abbildungen.....	- 28 -
Anhang .....	I
Erklärung zur Seminararbeit .....	VII

## Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: PROZENTUALE ZUSAMMENSETZUNG VON KUHMITCH	- 7 -
TABELLE 2: AUSGEWÄHLTE CHEMISCH-PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN VON MILCH UND WASSER	- 10 -
TABELLE 3: LICHTABSORPTION UND FARBE	- 13 -
TABELLE 4: GEHALT DER MILCHPROTEINE AN ESSENTIELLEN A-AMINOSÄUREN UND EMPFOHLENES MUSTER NACH FAO-VORSCHLAG (IN G/100G PROTEIN)	- 14 -
TABELLE 5: VITAMINGEHALT UND BEDARFSDECKUNG DURCH 1 L VOLLMILCH, TÄGLICHER VITAMINBEDARF DES MENSCHEN	- 16 -
TABELLE 6: ZUSAMMENSETZUNG EINES SOJADRINKS	- 20 -
TABELLE 7: MINERALSTOFFGEHALT VON SOJADRINK UND TÄGLICHER MINERALSTOFFBEDARF	- 21 -
TABELLE 8: ZUSAMMENSETZUNG EINES MANDELDRINKS	- 22 -
TABELLE 9: MINERALSTOFFGEHALT VON MANDELDRINK UND TÄGLICHER MINERALSTOFFBEDARF	- 23 -

## Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: STRUKTURFORMELGLEICHUNG: VERKNÜPFUNG VON GALACTOSE UND GLUCOSE ZU LACTOSE	- 8 -
ABBILDUNG 2: STRUKTURFORMEL BUTANSÄURE	- 8 -
ABBILDUNG 3: MODELL ZUM AUFBAU DER CASEINMIZELLEN	- 9 -
ABBILDUNG 4: BÄNDERMODELL VON B-LACTOGLOBULIN (EIN MOLKENPROTEIN)	- 9 -
ABBILDUNG 5: SCHEMATISCHE DARSTELLUNG EINES INKOHÄRENT, KORPUSKULAR POLYDISPERSEN SYSTEMS	- 11 -
ABBILDUNG 6: FETTKÜGELCHENHÜLLE AUS PROTEINEN	- 12 -
ABBILDUNG 7: VERGLEICH: GESUNDE ARTERIE UND VERENGTE ARTERIE	- 17 -
ABBILDUNG 8: VERGLEICH: GESUNDER KNOCHEN UND VON OSTEOPOROSE BETROFFENER KNOCHEN	- 18 -
ABBILDUNG 9: STRUKTURFORMEL 8-ISO-PGF <sub>2</sub>	- 19 -
ABBILDUNG 10: BÄNDERMODELL INTERLEUKIN 6	- 19 -

## I Milch als Nahrungsmittel

Hippokrates zufolge sollen Nahrungsmittel gleichzeitig die Funktion von Heilmitteln übernehmen und Heilmittel Nahrungsmittel sein.<sup>1</sup> Erfüllt die Milch diese Forderung?

Milch ist ein Nahrungsmittel, das von Natur aus für neugeborene Säuger bestimmt ist. In den ersten Lebensmonaten bildet sie die alleinige Nahrung für das Neugeborene und enthält deshalb die wichtigen Nährstoffe, die es für das Wachstum braucht. Darüber hinaus spielt Milch in unserer Kultur seit hunderten von Jahren eine wichtige Rolle für die Ernährung erwachsener Menschen. Die durch das Melken von Kühen gewonnene Milch stellt ein Nahrungsmittel dar, das von allen Altersstufen getrunken wird.<sup>2</sup>

In den letzten Jahren stieg die Popularität pflanzlicher Alternativen zur herkömmlichen Kuhmilch. Beispiele sind Sojadrinks, Nuss- und Getreidedrinks. Für die steigende Nachfrage gibt es verschiedenste Gründe. Darunter die Verbreitung des veganen Lebensstils oder die steigende Anzahl an Laktoseintoleranz-Diagnosen. Ebenfalls steht die Kuhmilch in der Kritik, die Entstehung verschiedener Krankheiten zu begünstigen.<sup>3</sup>

Zu beachten ist, dass es umgangssprachlich häufig „Sojamilch“ heißt, der Begriff „Milch“ allerdings laut europäischem Lebensmittelrecht ausschließlich für das Milchdrüsensekret von Säugetieren reserviert ist. Deshalb verwendet man Bezeichnungen wie „Sojadrink“.<sup>4</sup>

Im Folgenden soll die Kuhmilch aus naturwissenschaftlicher und ernährungsphysiologischer Sicht betrachtet werden und mit den pflanzlichen Alternativen Sojadrink und Mandeldrink verglichen werden.

---

<sup>1</sup> vgl. Pro Natura - Institut International (Hrsg.)(o.J.): Hippokrates.  
<http://www.pro-natura.info/index.php/hippokrates-br-sub-eure-lebensmittel-sollen-eure-heilmittel-sein>.

<sup>2</sup> vgl. Spektrum der Wissenschaft (Hrsg.)(o.J.): Lexikon der Biologie: Milch.  
<http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/milch/43045>.

<sup>3</sup> vgl. Heins, Simone et al. (1994): Lebensmittel-Imitate aus ernährungsphysiologischer und toxikologischer Sicht, S. 9f.

<sup>4</sup> vgl. ebd., S. 6.

## II Kuhmilch und pflanzliche Alternativen

### 1 Betrachtung von Kuhmilch

#### 1.1 Zusammensetzung

Zunächst soll zur Betrachtung der Kuhmilch die Zusammensetzung geklärt werden, gefolgt von den chemisch-physikalischen Eigenschaften.

Der Hauptbestandteil der Kuhmilch ist Wasser mit 87 %, alle weiteren Milchbestandteile sind darin dispergiert oder gelöst und gleichmäßig verteilt. Weitere Inhaltsstoffe sind Kohlenhydrate, Fette, Proteine und Mineralstoffe.<sup>5</sup> Tabelle 1 können die Anteile der einzelnen Milchbestandteile entnommen werden, auf die anschließend näher eingegangen wird.

Tabelle 1: Prozentuale Zusammensetzung von Kuhmilch<sup>6</sup>

MILCHBESTANDTEILE	ANTEIL IN %
WASSER	87
KOHLHYDRATE	4,6
LIPIDE	3,9
PROTEINE	3,2
MINERALSTOFFE	0,7

##### 1.1.1 *Kohlenhydrate*

Der Hauptbestandteil der Kohlenhydrate in der Milch ist die Lactose mit 4,5% am Gesamtanteil. Minorbestandteile sind die Glucose (50-60 mg/l) und die Galactose (20 mg/l).<sup>7</sup> Bei der Lactose handelt es sich um ein Disaccharid bestehend aus den Monosacchariden  $\beta$ -D-Galactose und  $\alpha$ -D-Glucose (Abbildung 1).<sup>8</sup>

<sup>5</sup> vgl. Belitz, Hans-Dieter et al. (2007): Lehrbuch der Lebensmittelchemie, S. 514, 517.

<sup>6</sup> Tabelle entnommen: Belitz, Hans-Dieter et al., a.a.O., S. 517.

<sup>7</sup> vgl. Töpel, Alfred (2004): Chemie und Physik der Milch. Naturstoff - Rohstoff – Lebensmittel, S. 91.

<sup>8</sup> vgl. ebd., S. 93.

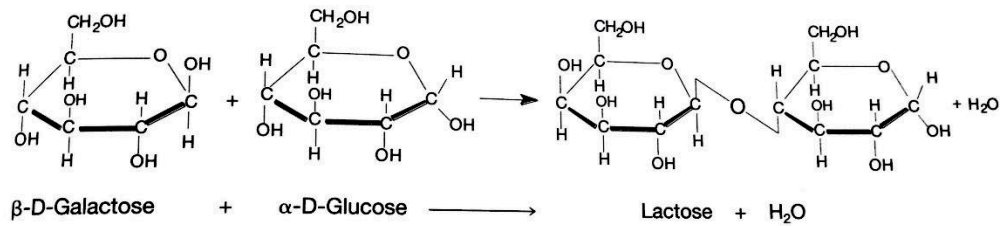


Abbildung 1: Strukturformelgleichung: Verknüpfung von Galactose und Glucose zu Lactose<sup>9</sup>

Die beiden Moleküle sind  $\beta$ -glycosidisch über eine Sauerstoffbrücke vom ersten Kohlenstoffatom der Galactose zum vierten Kohlenstoffatom der Glucose verbunden. Die exakte chemische Bezeichnung der Lactose lautet dementsprechend 4-O- $\beta$ -D-galactopyranosyl-D-Glucose.<sup>10</sup>

### 1.1.2 Lipide

Die übliche Bezeichnung für die in der Milch vorkommenden Lipide ist Milchfett. Da es sich bei der Kuhmilch um ein Produkt natürlichen Ursprungs handelt, ist es ein komplexes Gemisch mehrerer Lipidkomponenten mit über 400 verschiedenen Fettsäuren. Hauptsächlich handelt es sich um Triacylglyceride mit einem Anteil von 97-99% am Gesamtfettanteil.<sup>11</sup> Kuhmilch enthält einen hohen Anteil an kurzkettigen Fettsäuren mit vier bis zehn Kohlenstoffatomen. Des Weiteren finden sich viele gesättigte Milchsäuren, sie machen 63% des Gesamtfettsäuregehalts aus. Alleine der Anteil der ungesättigten Butansäure, ihre Struktur ist in Abbildung 2 zu sehen, beträgt 10 Mol-%.<sup>12 13</sup>

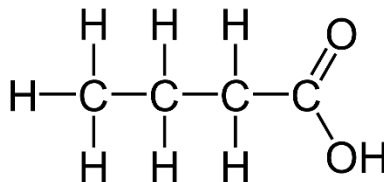


Abbildung 2: Strukturformel Butansäure<sup>14</sup>

<sup>9</sup> Abbildung entnommen: Töpel, Alfred, a.a.O., S. 93.

<sup>10</sup> vgl. Töpel, Alfred, a.a.O., S. 93.

<sup>11</sup> vgl. ebd., S. 133, 144.

<sup>12</sup> vgl. ebd., S. 145f.

<sup>13</sup> vgl. Belitz, Hans-Dieter et al., a.a.O., S. 530.

<sup>14</sup> Abbildung entnommen: Wikimedia Commons (Hrsg.)(2009): Buttersäure Lewis.  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Butters%C3%A4ure\\_Lewis.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Butters%C3%A4ure_Lewis.svg).



### 1.1.3 Proteine

Der Proteingehalt der Milch liegt bei rund 3,2%.<sup>15</sup> Die sog. Caseine machen 78-82% des Gesamtproteinanteils aus, die übrigen Proteine werden unter dem Begriff Molkenproteine zusammengefasst.<sup>16</sup> Die einzelnen Caseinfraktionen liegen nicht als Monomere vor, sondern aggregieren zu Caseinmizellen. Bis zu 300 verschiedene Casein-Monomere bilden Submizellen, die sich zu großen Mizellen mit durchschnittlich 25.000 Monomeren zusammenschließen und durch Calciumphosphatbrücken zusammengehalten werden (Abbildung 3).<sup>17</sup>

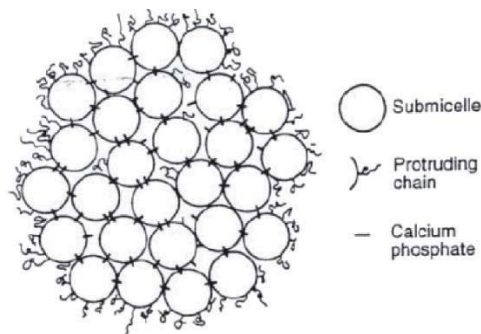


Abbildung 3: Modell zum Aufbau der Caseinmizellen<sup>18</sup>

Der Molkenproteingehalt beträgt 0,6% in der Milch und 15-22% des Gesamtproteingehaltes der Kuhmilch. Sie enthalten einen hohen Anteil an essentiellen  $\alpha$ -Aminosäuren. Die Struktur der Molkenproteine ist globulär, wie beispielhaft an  $\beta$ -Lactoglobulin in Abbildung 4 zu sehen ist.<sup>19</sup>

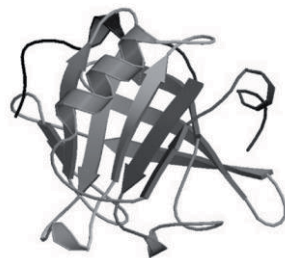


Abbildung 4: Bändermodell von  $\beta$ -Lactoglobulin (ein Molkenprotein)<sup>20</sup>

<sup>15</sup> vgl. Belitz, Hans-Dieter et al., a.a.O., S. 517.

<sup>16</sup> vgl. Töpel, Alfred, a.a.O., S. 249.

<sup>17</sup> vgl. Belitz, Hans-Dieter et al., a.a.O., S. 524-526.

<sup>18</sup> Abbildung entnommen: Roth-Johnson, Liz (2013): Ricotta Cheese.  
<https://scienceandfooducla.wordpress.com/2013/02/12/ricotta-cheese/>.

<sup>19</sup> vgl. Töpel, Alfred, a.a.O., S. 271.

<sup>20</sup> Abbildung entnommen: Brownlow, S. et al. (1997): Bovine Beta-Lactoglobulin.  
<http://www.rcsb.org/pdb/explore.do?structureid=1BEB> (Stand: 01.11.16).

Da Kuhmilch ein Stoffwechselprodukt darstellt, gehen Enzyme, Proteine mit katalytischer Aktivität, in die Milch über. Es sind über 60 Enzyme in der Kuhmilch bekannt, der größte Teil ist nach heutigem Forschungsstand ohne nennenswerte Bedeutung.<sup>21</sup>

Bedeutend ist dagegen, dass die einzelnen Milchbestandteile Einfluss auf die chemisch-physikalischen Eigenschaften haben.

## 1.2 Chemisch-physikalische Eigenschaften

Da Wasser der Hauptbestandteil der Milch ist, sind sich die chemisch-physikalischen Eigenschaften sehr ähnlich. Die Konzentration und der Dispersionsgrad der übrigen Milchbestandteile sind ebenfalls entscheidend.<sup>22</sup> In Tabelle 2 werden ausgewählte Eigenschaften von Milch und Wasser gegenübergestellt und weiterhin wird auf den polydispersen Aufbau und die optischen Eigenschaften der Milch eingegangen.

Tabelle 2: Ausgewählte chemisch-physikalische Eigenschaften von Milch und Wasser<sup>23</sup>

EIGENSCHAFTEN	MILCH	WASSER
GEFRIERPUNKT IN °C	-0,54	0
DICHTE BEI 20 °C IN g/cm <sup>3</sup>	1,0150	0,9998
pH-WERT	6,7	7

### 1.2.1 *Milch als polydisperses System*

Kuhmilch ist ein inkohärent korpuskular polydisperses System (Abbildung 5). Das Dispersionsmittel ist das Wasser und die dispergierte Phase bilden die Strukturelemente. Inkohärent bedeutet, dass die dispergierten Teilchen räumlich durch Dispersionsmittel ge-

<sup>21</sup> vgl. Töpel, Alfred, a.a.O., S. 287, 314.

<sup>22</sup> vgl. ebd., a.a.O., S. 437.

<sup>23</sup> Informationen entnommen: Belitz, Hans-Dieter et al., a.a.O., S. 514, 517; Töpel, Alfred, a.a.O., S. 437.

trennt und deshalb frei beweglich sind. Korpuskular beschreibt die runde Form der Teilchen und da die dispergierten Stoffe unterschiedlich groß sind, spricht man von einem polydispersen System.<sup>24</sup>

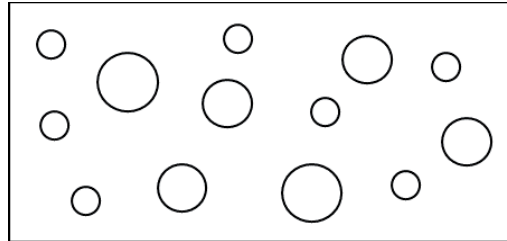


Abbildung 5: Schematische Darstellung eines inkohärent korpuskular polydispersen Systems<sup>25</sup>

Die Kuhmilch ist ein polydisperses System mit drei Phasen: der Emulsion, der kolloiddispersen Phase und der echten Lösung, die als Milchplasma bezeichnet wird. Die einzelnen Phasen stehen in einem sich gegenseitig beeinflussenden chemisch-physikalischem Gleichgewicht. Verschieben sich diese Gleichgewichtsbeziehungen zu sehr, besteht die Gefahr der Destabilisierung. Die Folgen sind der Zusammenbruch des polydispersen Systems und eine Entmischung der Milch. Im Folgenden werden die drei Phasen genauer erklärt.<sup>26</sup>

Milch stellt eine natürliche Emulsion aus den dispergierten Fettkügelchen und dem Milchplasma als Dispersionsmittel dar. Aufgrund des hydrophoben Verhaltens von Ölen sind solche Öl-in-Wasser-Emulsionen unbeständig und entmischen sich innerhalb eines kurzen Zeitraums. Dies kann durch Emulgatoren verhindert werden. Dabei handelt es sich um amphiphile Moleküle, deren hydrophober Teil sich in der Ölphase befindet, während der hydrophile Teil in die wässrige Phase ragt und für eine Hydrathülle um die emulgierte Phase sorgt. Das Milchfett ist folglich von einer Fettkügelchenhülle (Abbildung 6) aus verschiedenen Proteinen umgeben, die für eine hohe Stabilität der Emulsion sorgt.<sup>27</sup>

---

<sup>24</sup> vgl. Töpel, Alfred, a.a.O., S. 369f.

<sup>25</sup> eigene Abbildung mit Anlehnung an: Töpel, Alfred, a.a.O., S. 371.

<sup>26</sup> vgl. Töpel, Alfred, a.a.O., S. 434f.

<sup>27</sup> vgl. ebd., S. 387.

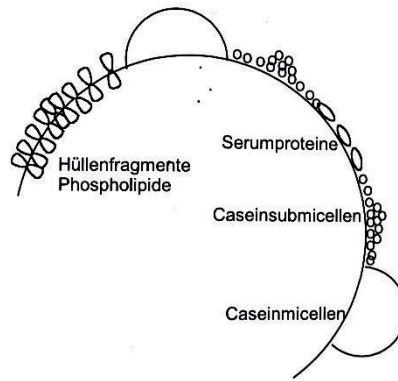


Abbildung 6: Fettkügelchenhülle aus Proteinen<sup>28</sup>

Die zweite Phase bilden die Milchproteine. Sie befinden sich in einem kolloiddispersen Zustand im Milchplasma. Darunter versteht man ein System mehrerer Teilchen mit einer Größe von >1-500 nm, die in einem Dispersionsmittel fein verteilt vorliegen. Das kolloidale System ist von allen Phasen der Milch das empfindlichste, was an der großen Teilchengröße liegt. Die Proteine und das Milchserum befinden sich in einem Sol, dem normalen Zustand eines kolloidalen Systems. Das bedeutet, die dispergierten Strukturelemente bilden keine Strukturen aus und sind frei beweglich.<sup>29</sup>

Die dritte Phase der Kuhmilch ist die echte Lösung. Sie bleibt zurück, nachdem Milchfette und die Gesamtproteine entfernt wurden. Das Lösungsmittel ist Wasser mit den darin gelösten Stoffen. Die Lactose und wasserlösliche Vitamine sind molekular verteilt, während die Nährstoffe als hydratisierte Ionen vorliegen.<sup>30</sup>

### 1.2.2 Optische Eigenschaften

Den optischen Eigenschaften liegt das Verhalten von Substanzen gegenüber Licht zugrunde. Durch die Lichtstreuung, Absorption und Reflektion an den Fettkügelchen und Caseinmicellen an der Oberflächenschicht entsteht die weiße Farbe der Milch. Darüber hinaus enthält die Milch farbige Bestandteile. Dazu gehört das wasserlösliche Riboflavin,

<sup>28</sup> Abbildung entnommen: Töpel, Alfred, a.a.O., S. 395.

<sup>29</sup> vgl. Töpel, Alfred, a.a.O., S. 402-406.

<sup>30</sup> vgl. ebd., S. 430.

das für die gelbgrüne Farbe des Milchplasmas verantwortlich ist. Dementsprechend absorbiert es Licht mit einer Wellenlänge zwischen 400 und 480 nm. Der zweite farbige Bestandteil ist das fettlösliche  $\beta$ -Carotin, das in einem Wellenlängenbereich von 420-560 nm absorbiert, das Absorptionsmaximum liegt bei 460 nm. Der Zusammenhang zwischen Lichtabsorption und Farbe kann Tabelle 3 entnommen werden. Das  $\beta$ -Carotin ist für die weiß-gelbliche Farbe der Milch verantwortlich. Der Vorgang des Homogenisierens, bei dem die Fettkügelchen technisch verkleinert werden, sorgt für eine weißere Farbe der Milch. Die kleineren Fettkügelchen streuen das Licht stärker.<sup>31 32</sup>

Tabelle 3: Lichtabsorption und Farbe<sup>33</sup>

WELLENLÄNGE IN nm	ABSORBIERTE STRAHLUNG	WAHRGENOMMENE FARBE
400-490	blau	gelb
490-580	grün	rot
580-605	gelb	blau
605-800	rot	grün

---

<sup>31</sup> vgl. Belitz, Hans-Dieter et al., a.a.O., S. 514.

<sup>32</sup> vgl. Töpel, Alfred, a.a.O., S. 509f.

<sup>33</sup> Teile der Tabelle entnommen: Töpel, Alfred, a.a.O., S. 510.

## 2 Biochemische Wirkungen des Milchkonsums

### 2.1 Ernährungsphysiologische Aspekte

Bei einer Betrachtung der Milch nach ernährungsphysiologischen Aspekten sind einige Milchinhaltstoffe besonders wichtig. Dies sind die enthaltenen Proteine, Calcium und die Vitamine B<sub>2</sub> und B<sub>12</sub>. Sie sind für den hohen ernährungsphysiologischen Wert der Kuhmilch verantwortlich.<sup>34</sup> Ein Nahrungsmittel ist ernährungsphysiologisch wertvoll, wenn es maßgeblich zur Deckung des Bedarfs an essentiellen Nährstoffen beiträgt. Unter essentiellen Nährstoffen versteht man Substanzen, die der menschliche Organismus nicht selbst synthetisieren kann.<sup>35</sup>

#### 2.1.1 *Proteine*

Die Proteine der Kuhmilch enthalten alle essentiellen  $\alpha$ -Aminosäuren, wie Tabelle 4 entnommen werden kann.

Tabelle 4: Gehalt der Milchproteine an essentiellen  $\alpha$ -Aminosäuren und empfohlenes Muster nach FAO-Vorschlag (in g/100g Protein)<sup>36</sup>

ESSENTIELLE $\alpha$ -AMINOSÄURE	MILCHPROTEINE	FAO-MUSTER <sup>37</sup>
ISOLEUCIN	6,4	4,0
LEUCIN	10,4	7,0
LYSIN	8,3	5,5
METHIONIN	2,7	3,5
CYSTEIN	0,9	-
PHENYLALANIN	5,2	6,5
TYROSIN	5,3	-
THREONIN	5,1	4,0
TRYPTOPHAN	1,4	1,0
VALIN	6,8	5,0

Proteine sind ein wichtiger Teil der menschlichen Ernährung. Zur Synthese körpereigener Proteine benötigt der Organismus essentielle  $\alpha$ -Aminosäuren, die über die Nahrung

<sup>34</sup> vgl. Töpel, Alfred, a.a.O., S. 516.

<sup>35</sup> vgl. ebd., S. 518.

<sup>36</sup> Teile der Tabelle entnommen: Töpel, Alfred, a.a.O., S. 521.

<sup>37</sup> „Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen“ (FAO): Veröffentlicht u.a. Ernährungs-Richtlinien

aufgenommen werden müssen. Da die Nahrungsproteine eine unterschiedliche Menge an  $\alpha$ -Aminosäuren enthalten, werden sie nach ihrer biologischen Wertigkeit geordnet. Um eine möglichst hohe biologische Wertigkeit zu erreichen, müssen die Nahrungsproteine  $\alpha$ -Aminosäuren in einem ähnlichen Verhältnis wie die Körperproteine enthalten. Der höchste mögliche Wert ist 100, Vollmilch besitzt eine hohe biologische Wertigkeit von 91.<sup>38</sup> Die Proteine tragen somit maßgeblich zum ernährungsphysiologischen Wert der Kuhmilch bei.

### 2.1.2 *Calcium & Vitamine*

Von den in der Kuhmilch enthaltenen Mineralstoffen ist Calcium das wichtigste. Die Funktionen des Calciums im menschlichen Organismus sind die Mineralisation von Knochen und Zähnen sowie die Aufgabe als Botenstoff. Der tägliche Bedarf beträgt 1 g. Mit durchschnittlich 1,2 g/l ist Milch das Lebensmittel mit dem höchsten natürlichem Calciumgehalt und trägt entscheidend zur Bedarfsdeckung des Calciums bei.<sup>39 40</sup>

Wie aus Tabelle 5 hervorgeht, enthält Kuhmilch alle lebensnotwendigen Vitamine. Milch trägt zur allgemeinen Vitaminversorgung bei, insbesondere von Vitamin B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub> und Vitamin A. Es ist allerdings nur wenig Vitamin E enthalten.

---

<sup>38</sup> vgl. Töpel, Alfred, a.a.O., S.519f.

<sup>39</sup> vgl. Biesalski, Hans Konrad et al. (2015): Taschenatlas Ernährung, S. 224.

<sup>40</sup> Anm.: Im Anhang ab Seite II findet sich das Experimentprotokoll zum Calciumnachweis.

Tabelle 5: Vitamingehalt und Bedarfsdeckung durch 1 l Vollmilch, täglicher Vitaminbedarf des Menschen<sup>41</sup>

VITAMINE	VITAMINGEHALT IN mg/l MILCH	BEDARFSDECKUNG IN % DURCH 1 l MILCH (gerundet)	BEDARF IN mg JE TAG
<b>FETTLÖSLICHE VITAMINE</b>			
VITAMIN A	2,0	100	2,0
VITAMIN D	0,001	30	0,005
VITAMIN E	1,1	10	10
<b>WASSERLÖSLICHE VITAMINE</b>			
VITAMIN B <sub>1</sub>	0,5	30	1,4
VITAMIN B <sub>2</sub>	2,0	100	1,7
VITAMIN B <sub>6</sub>	1,5	75	2
VITAMIN B <sub>12</sub>	0,005	100	0,005
VITAMIN C	20	30	60
PANTOTHENSÄURE	5,6	50	10

Zusammenfassend ist der hohe ernährungsphysiologische Wert der Kuhmilch zum einen auf die hohe biologische Wertigkeit der Milchproteine zurückzuführen und zum anderen auf den hohen Calcium- und Vitamingehalt.

## 2.2 Risiken des Milchkonsums

Mit dem Konsum von Kuhmilch werden allerdings nicht alleine positive Folgen in Verbindung gebracht. Neuere Studien sehen große Risiken im Milchkonsum. Es muss jedoch beachtet werden, dass die Ergebnisse dieser Studien noch durch Folgestudien gestützt werden müssen.

Zum einen besteht der Verdacht, dass Kuhmilch die Entstehung kardiovaskulärer Erkrankungen wie Herzinfarkte oder Schlaganfälle begünstigt.<sup>42</sup> Dementsprechend findet sich in den klassischen Milchkonsumländern eine vergleichsweise hohe Sterblichkeitsrate durch kardiovaskuläre Erkrankungen. So findet sich in Finnland nicht nur der weltweit größte Milchkonsum, sondern auch die häufigste Infarktsterblichkeit.<sup>43</sup> Es wird vermutet, dass der Grund hierfür der hohe Gehalt an gesättigten Fettsäuren in der Milch ist.

<sup>41</sup> Teile der Tabelle entnommen: Töpel, Alfred, a.a.O., S. 527.

<sup>42</sup> vgl. Krieger, Elena (2015): Die Milchlüge, S. 139.

<sup>43</sup> vgl. ebd.



Diese sorgen für einen erhöhten Cholesterinspiegel und einen Anstieg an LDL-Cholesterin.<sup>44</sup> Das überschüssige Cholesterin lagert sich mit der Zeit in den Arterienwänden an, bevorzugt an beschädigte Stellen. Dies führt zu einer Verdickung der Gefäßwände und schließlich zu einer Verengung der Arterien (Abbildung 7). Diese wird als Arteriosklerose bezeichnet und ist die gemeinsame Ursache aller kardiovaskulären Erkrankungen.<sup>45</sup>

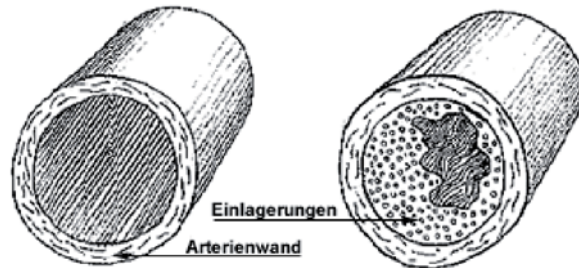


Abbildung 7: Vergleich: gesunde Arterie und verengte Arterie<sup>46</sup>

Die Homogenisierung der Milch als Teil der industriellen Bearbeitung unterstützt diesen Prozess. Dabei werden die Fettkügelchen soweit verkleinert, dass sie in den Blutkreislauf gelangen. Aufgrund ihrer geringen Größe können sie die Darmwand passieren.<sup>47</sup>

Zum anderen wird vermutet, dass hoher Milchkonsum die Entstehung von Osteoporose, einer Erkrankung mit verminderter Knochendichte, begünstigt. Aufgrund des hohen Calciumgehalts der Kuhmilch war man lange davon ausgegangen, dass diese Osteoporose vorbeugt.<sup>48</sup> Tatsächlich vermutet man heute, dass die Verwertung des Calciums durch den hohen Gehalt an tierischen Protein eingeschränkt wird. Nicht verwertetes Protein kann nicht im Körper gespeichert werden und muss über das Urin ausgeschieden werden. Da beim Abbau von Proteinen u.a. Säuren entstehen, wirkt Calcium als Neutralisator, der die Säuren bindet. Wenn nicht ausreichend freies Calcium vorhanden ist, wird dieses den Knochen entzogen.<sup>49</sup> Der hohe Gehalt an tierischem Eiweiß in der Kuhmilch kann somit bei regelmäßigem Konsum zu Calciumverlust und Ausdünnung der Knochen

<sup>44</sup> vgl. Krieger, Elena, a.a.O., S. 133.

<sup>45</sup> vgl. ebd., S. 139f.

<sup>46</sup> Abbildung entnommen: Baltensweiler, Jürg; Imhof, Eduard (2016): Arterienverkalkung. [https://www.css.ch/de/home/privatpersonen/medizinische\\_beratung/medicine20/gesundheitslexikon/a/arteriosklerose.html/letter/C](https://www.css.ch/de/home/privatpersonen/medizinische_beratung/medicine20/gesundheitslexikon/a/arteriosklerose.html/letter/C).

<sup>47</sup> vgl. Krieger, Elena, a.a.O., S. 140.

<sup>48</sup> vgl. ebd., S. 143f.

<sup>49</sup> vgl. ebd., S. 67f.

führen.<sup>50</sup> In Abbildung 8 ist ein Vergleich von gesunden mit von Osteoporose betroffenen Knochen zu sehen.

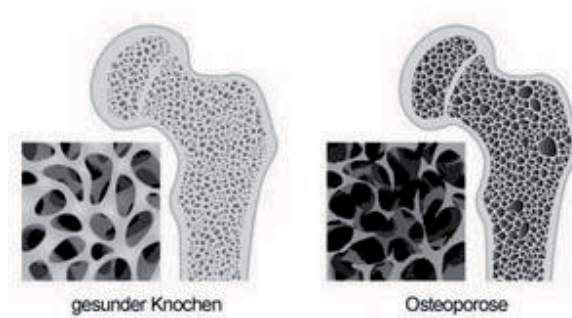


Abbildung 8: Vergleich: Gesunder Knochen und von Osteoporose betroffener Knochen<sup>51</sup>

Gestützt wird diese These durch eine Studie von Karl Michaëlsson unter dem Titel „Milk intake and risk of mortality and fractures in women and men: cohort studies“. Dort stieg das Risiko eine Hüftfraktur zu erleiden bei Probanden, die täglich 730 ml Kuhmilch konsumierten, deutlich an.<sup>52</sup>

Die gleiche Studie legt nahe, dass hoher Milchkonsum zu einer Beschleunigung des Alterungsprozesses beiträgt. Bei Probanden, die täglich 730 ml Kuhmilch zu sich nahmen, verdoppelte sich die Sterbewahrscheinlichkeit.<sup>53</sup> Die Grundhypothese der Forscher ist, dass ein hoher Milchkonsum den oxidativen Stress erhöht, was wiederum zu einem größeren Sterblichkeits- und Knochenbruchrisiko führt.<sup>54</sup> Oxidativer Stress bezeichnet ein Ungleichgewicht von sog. Oxidantien und dem antioxidativen Verteidigungssystem, das die Entstehung vieler Erkrankungen begünstigt.<sup>55</sup> Passend dazu konnten im Urin der Probanden hohe Mengen an 8-iso-PGF2 $\alpha$  (Abbildung 9) und dem Hormon Interleukin 6 (Abbildung 10) nachgewiesen werden, die Anzeichen für oxidativen Stress und chronische Entzündungen darstellen.<sup>56</sup>

---

<sup>50</sup> vgl. Krieger, Elena, a.a.O., S. 145.

<sup>51</sup> Abbildung entnommen: Wüster, Christian (2014): Endokrinologie in Mainz/Wiesbaden zur Diagnose Osteoporose.

<http://www.prof-wuester.de/wp-content/uploads/2014/04/Osteoporose-Mainz-Knochendichte.jpg>

<sup>52</sup> vgl. Hamilton, Alissa (2015): Die Milch macht's!, S. 63f, 322.

<sup>53</sup> vgl. ebd., S. 63f.

<sup>54</sup> vgl. Hamilton, Alissa, a.a.O., S. 64.

<sup>55</sup> NOXA GmbH (Hrsg.)(2015): Oxidativer Stress. [http://www.symptome.ch/wiki/Oxidativer\\_Stress](http://www.symptome.ch/wiki/Oxidativer_Stress).

<sup>56</sup> vgl. Krieger, Elena, a.a.O., S. 146.

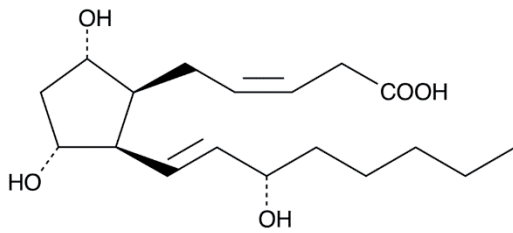


Abbildung 9: Strukturformel 8-iso-PGF<sub>2</sub>α<sup>57</sup>

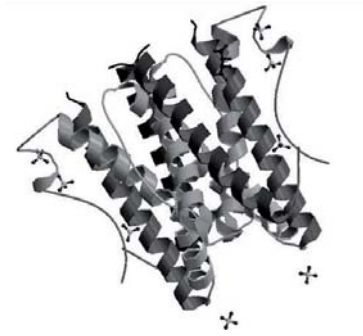


Abbildung 10: Bändermodell Interleukin 6<sup>58</sup>

Eine mögliche Erklärung sehen die Forscher im hohen Lactosegehalt der Kuhmilch, die während der Verdauung u.a. zu D-Galactose gespalten wird. In Tierstudien führte das Verabreichen von D-Galactose zu einer Beschleunigung des Alterungsprozesses.<sup>59</sup>

Betrachtet man Kuhmilch aus ernährungsphysiologischer Sicht müssen somit auch die Risiken eines hohen Milchkonsums – Arteriosklerose, Osteoporose und ein beschleunigter Alterungsprozess – beachtet werden. Deshalb liegt ein Vergleich mit pflanzlichen Alternativen zur Kuhmilch nahe.

<sup>57</sup> Abbildung entnommen: Maxey, Kirk et al. (Hrsg.)(o.J.): 2,3-dinor-8-iso Prostaglandin F<sub>2</sub>.alpha. [https://www.biomol.de/product\\_23-dinor-8-iso-Prostaglandin-F2alpha.html?aRelated=Cay16290](https://www.biomol.de/product_23-dinor-8-iso-Prostaglandin-F2alpha.html?aRelated=Cay16290).

<sup>58</sup> Abbildung entnommen: Seehra, J.S. et al. (1997): Human Interleukin-6. <http://www.rcsb.org/pdb/explore/explore.do?structureId=1ALU>.

<sup>59</sup> vgl. Krieger, Elena, a.a.O., S. 145f.

### 3 Pflanzliche Alternativen zur Kuhmilch

#### 3.1 Sojadrink

##### 3.1.1 *Zusammensetzung*

Die Zusammensetzung des Sojadrinks lässt sich auf seine Produktion zurückführen. Dabei werden Sojabohnen in Wasser aufgeweicht und püriert. Anschließend werden die festen Bestandteile von den flüssigen getrennt. Abschließend werden Zucker, Stabilisatoren, Emulgatoren und Aromastoffe hinzugefügt. Dies dient dazu, dem Sojadrink die richtige Konsistenz und den gewünschten Geschmack zu verleihen.<sup>60</sup>

Zu beachten ist, dass die Zusammensetzung von Sojadrinks verschiedener Hersteller variieren kann. Abhängig ist dies von dem Anteil der verwendeten Sojabohnen und dem unterschiedlichen Einsatz von Zusatzstoffen wie Zucker.<sup>61</sup> In Tabelle 6 ist beispielhaft die Zusammensetzung eines Sojadrinks zu sehen.

Tabelle 6: Zusammensetzung eines Sojadrinks<sup>62</sup>

NÄHRWERTE	GEHALT IN 100ml	GEHALT IN 250ml (≙ 1 Glas)
<b>KOHLLENHYDRATE</b>	3,4 g	8,5 g
<b>LIPIDE</b>	1,5 g	3,8 g
<b>PROTEINE</b>	2,6 g	6,5 g
<b>SALZ</b>	0,06 g	0,15 g

##### 3.1.2 *Ernährungsphysiologische Aspekte*

Um die Milchersatzprodukte am besten mit der Kuhmilch vergleichen zu können, sollen auch diese auf Proteingehalt, Mineralstoffe und Vitamine untersucht werden.

Die Sojabohne besitzt mit einem Anteil von 40% den höchsten Proteingehalt unter den Ölsaaten. Daher besitzt auch der Sojadrink einen relativ hohen Anteil an Proteinen, im oben gezeigten Beispiel 2,6%. Allerdings liegt die biologische Wertigkeit des Sojadrinks

<sup>60</sup> vgl. Heins, Simone, a.a.O., S. 28.

<sup>61</sup> vgl. ebd., S. 27.

<sup>62</sup> Informationen entnommen: Verpackung des „Bio Organic Soja-Drink Natur“ von Milbona.

nur bei 73. Dies ist auf den geringen Gehalt von essentiellen Aminosäuren zurückzuführen.<sup>63</sup>

Der Mineralstoffgehalt kann Tabelle 7 entnommen werden. Sojadrink enthält nur geringe Mengen an Nährstoffen und trägt nicht maßgeblich zur Bedarfsdeckung bei.

Tabelle 7: Mineralstoffgehalt von Sojadrink und täglicher Mineralstoffbedarf<sup>64</sup>

MINERALSTOFFE	GEHALT IN SOJADRINK	BEDARFSDECKUNG IN %	TÄGLICHER BEDARF
	IN mg/100 g	DURCH 100 g SOJADRINK	NACH DGE IN mg
CALCIUM	21	20	100
MAGNESIUM	24	10	300
EISEN	0,8	10	10
KALIUM	44	5	2.000
PHOSPHOR	48	5	700

Vitamine enthält der Sojadrink ebenfalls nur in geringen Maßen. Weder Vitamin B<sub>12</sub> noch die Vitamine A und D sind vorhanden und Vitamin C ist nur in Spuren enthalten. Auch die übrigen Vitamine finden sich im Sojadrink nur in kleinen Mengen.

Zusammenfassend ist der ernährungsphysiologische Wert des Sojadrinks gering. Zwar ist der Proteingehalt hoch, dafür sind kaum Mineralstoffe und Vitamine enthalten.

---

<sup>63</sup> vgl. Heins, Simone, a.a.O., S. 86f.

<sup>64</sup> Teile der Tabelle entnommen: Heins, Simone et al., a.a.O., S. 89; Manthey, Dirk (Hrsg.)(o.J.): Mineralstoffbedarf: Wie viel braucht der Körper wirklich? <http://eatsmarter.de/thema/mineralstoffe/mineralstoffbedarf> (Stand: 01.11.16).

## 3.2 Mandeldrink

### 3.2.1 *Zusammensetzung*

Die Zusammensetzung des Mandeldrinks ist ebenfalls vom Herstellungsverfahren abhängig. Die Mandeln werden zunächst in Wasser aufgeweicht, gemahlen und gefiltert. Wie beim Sojadrink ist es üblich, Zusatzstoffe wie Emulgatoren und Zucker hinzuzufügen.<sup>65</sup>

In Tabelle 9 wird beispielhaft die Zusammensetzung eines Mandeldrinks betrachtet. Abhängig von dem Verhältnis der Inhaltstoffe – Wasser, Mandeln und Zusatzstoffe – gibt es Schwankungen bei den verschiedenen Produkten.

Tabelle 8: Zusammensetzung eines Mandeldrinks<sup>66</sup>

<b>NÄHRWERTE</b>	<b>GEHALT IN 100ml</b>	<b>GEHALT IN 250ml (± 1 Glas)</b>
<b>KOHLLENHYDRATE</b>	2,9 g	7,3 g
<b>LIPIDE</b>	1,1 g	2,8 g
<b>PROTEINE</b>	0,3 g	0,8 g
<b>SALZ</b>	0,12 g	0,30 g

### 3.2.2 *Ernährungsphysiologische Aspekte*

Bei der ernährungsphysiologischen Betrachtung des Mandeldrinks werden ebenfalls Proteingehalt, Mineralstoffe und Nährstoffe betrachtet.

Rohe Mandeln bestehen zu rund 20% aus Protein.<sup>67</sup> Der Proteingehalt im Mandeldrink ist dagegen mit weniger als einem Prozent sehr gering und reicht eindeutig nicht zur Bedarfsdeckung aus.

---

<sup>65</sup> vgl. Berger, Jacques et al. (1999): Verfahren zur Herstellung von Mandelmilch und damit hergestellte Produkte.

<http://www.patent-de.com/19990218/EP0776165.html>.

<sup>66</sup> Informationen entnommen: Verpackung des „Mandel-Drink“ von Milbona.

<sup>67</sup> vgl. Saura-Calixto, Fulgencio (1981): Amino acids, sugars, and inorganic elements in the sweet almond (*Prunus amygdalus*). <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf00105a018>.

Der Mineralstoffgehalt des Mandeldrinks kann Tabelle 10 entnommen werden. Demnach reicht ein Glas mit 250 ml um mehr als ein Fünftel des täglichen Bedarfs an Magnesium<sup>68</sup>, Kalium und Phosphor zu decken, ebenso wie mehr als die Hälfte des Calciumbedarfs.

Tabelle 9: Mineralstoffgehalt von Mandeldrink und täglicher Mineralstoffbedarf<sup>69</sup>

<b>MINERALSTOFFE</b>	<b>GEHALT IN MANDEL- DRINK IN mg/100 g</b>	<b>BEDARFSDECKUNG IN % DURCH 100 g MANDELDRINK</b>	<b>TÄGLICHER BEDARF NACH DGE IN mg</b>
<b>CALCIUM</b>	24	25	100
<b>MAGNESIUM</b>	22	10	300
<b>EISEN</b>	0,5	5	10
<b>KALIUM</b>	158	10	2.000
<b>PHOSPHOR</b>	48	10	700

Mandeldrink enthält viel Vitamin E, in einem Liter sind rund 22 mg davon enthalten. Ein Glas mit 250 ml deckt die Hälfte des täglichen Bedarfs von 10 mg. Der Gehalt an Vitamin B<sub>2</sub> und B<sub>6</sub> ist mit je 0,8 mg/l ebenfalls nennenswert. Die übrigen Vitamine sind nur in geringen Mengen vorhanden und tragen nicht zum ernährungsphysiologischen Wert des Mandeldrinks bei.<sup>70</sup>

Insgesamt liegt der ernährungsphysiologische Wert des Mandeldrinks etwas über dem des Sojadrinks. So enthält er auf der einen Seite deutlich weniger Protein, auf der anderen Seite ist der Gehalt an Mineralstoffen und Vitaminen höher.

<sup>68</sup> Anm.: Im Anhang ab Seite IV findet sich das Experimentprotokoll zum Magnesiumnachweis.

<sup>69</sup> Teile der Tabelle entnommen: Massholder, Frank (o.J.): Mandelmilch, Kalorien, Vitamine, Mineralstoffe und Nährstoffe. <http://de.nutritiv.org/kalorien-vitamine-mineralstoffe/mandelmilch/38735>; Manthey, Dirk (Hrsg.)(o.J.): Mineralstoffbedarf: Wie viel braucht der Körper wirklich? <http://eatsmarter.de/thema/mineralstoffe/mineralstoffbedarf>.

<sup>70</sup> vgl. Massholder, Frank (o.J.): Mandelmilch, Kalorien, Vitamine, Mineralstoffe und Nährstoffe. <http://de.nutritiv.org/kalorien-vitamine-mineralstoffe/mandelmilch/38735>.

### III Gesamtvergleich der betrachteten Milchsorten

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Kuhmilch den pflanzlichen Alternativen aus ernährungsphysiologischer Sicht überlegen ist. Dies liegt zum einen an dem hohen Proteingehalt der Milch in Verbindung mit der hohen biologischen Wertigkeit von 91. Der Sojadrink enthält ebenfalls viel Protein, dieses ist jedoch für den Menschen nicht so gut verwertbar, wie sich an der biologischen Wertigkeit von 73 erkennen lässt. Zum anderen enthält Kuhmilch deutlich mehr Vitamine und hilft somit bei der Bedarfsdeckung. Gerade Vitamin B<sub>2</sub> und B<sub>12</sub> sind in hohen Mengen vorhanden. Zusätzlich enthält die Kuhmilch viel Calcium.

Unter den Alternativen liegt der ernährungsphysiologische Wert des Mandeldrink etwas über dem des Sojadrinks. Dies liegt an dem höheren Gehalt von Vitaminen und Mineralstoffen, besonders Vitamin E enthält der Mandeldrink in hohem Maß. Dafür ist der Proteingehalt des Sojadrinks (2,6 %) deutlich höher als der des Mandeldrinks (0,3 %).

Bei der Kuhmilch müssen allerdings die Risiken beachtet werden, die durch einen sehr hohen Milchkonsum entstehen. Darunter zum einen die begünstigte Entstehung kardiovaskulärer Erkrankungen durch den hohen Gehalt an ungesättigten Fettsäuren und das erhöhte Risiko, aufgrund der tierischen Proteine an Osteoporose zu erkranken. Zum anderen die Erhöhung des oxidativen Stresses, wahrscheinlich zurückzuführen auf die D-Galactose als Spaltprodukt der Lactose.

Diese Risiken müssen in Zukunft noch genauer untersucht werden, um eine endgültige Aussage über die Auswirkungen der Kuhmilch auf den menschlichen Organismus treffen zu können. Ebenso müssen positive wie negative Folgen des Verzehr von pflanzlichen Alternativen zur Milch noch genauer erforscht werden.

Abschließend steht fest, dass weder Kuhmilch noch Soja- und Mandeldrink als Heilmittel betrachtet werden können. Somit kommen sie Hippokrates Forderung nach Nahrungsmitteln, die gleichzeitig Heilmittel sind, nicht nach.



## Literaturverzeichnis

### Bücher

Belitz, Hans-Dieter; Grosch, Werner; Schieberle, Peter (2007): Lehrbuch der Lebensmittelchemie. 6. Auflage, Springer-Verlag; Berlin.

Biesalski, Hans Konrad; Grimm, Peter; Nowitzki-Grimm (2015): Taschenatlas Ernährung. 6. Auflage, Georg Thieme Verlag KG; Stuttgart.

Hamilton, Alissa (2015): Die Milch macht's! Wie ein Grundnahrungsmittel unsere Gesundheit ruiniert. Riemann Verlag; München.

Heins, Simone; Kruse, Hermann (1994): Lebensmittel-Imitate aus ernährungsphysiologischer und toxikologischer Sicht. Institut für Toxikologie der Universität Kiel, Kiel.

Krieger, Elena (2015): Die Milchlüge. Die Milch macht's leider doch nicht. CBX Verlag; München.

Töpel, Alfred (2004): Chemie und Physik der Milch. Naturstoff - Rohstoff – Lebensmittel. Behr's Verlag; Hamburg.

### Internet

Berger, Jacques; Berger, Martine; Bravay, Guillaîne (1999): Verfahren zur Herstellung von Mandelmilch und damit hergestellte Produkte.

<http://www.patent-de.com/19990218/EP0776165.html> (Stand: 17.08.2016).

Helmert, Wolfram (2006): Experimentiermappe zum Thema Milch.  
[http://home.snafu.de/helmert/Milch/Materialien\\_Downloads/experimentiermappe\\_milch.pdf](http://home.snafu.de/helmert/Milch/Materialien_Downloads/experimentiermappe_milch.pdf) (Stand: 22.04.16).

Manthey, Dirk (Hrsg.)(o.J.): Mineralstoffbedarf: Wie viel braucht der Körper wirklich?  
<http://eatsmarter.de/thema/mineralstoffe/mineralstoffbedarf> (Stand: 01.11.16).

Massholder, Frank (o.J.): Mandelmilch, Kalorien, Vitamine, Mineralstoffe und Nährstoffe.  
<http://de.nutritiv.org/kalorien-vitamine-mineralstoffe/mandelmilch/38735> (Stand: 31.10.16).

NOXA GmbH (Hrsg.)(2015): Oxidativer Stress.  
[http://www.symptome.ch/wiki/Oxidativer\\_Stress](http://www.symptome.ch/wiki/Oxidativer_Stress) (Stand: 29.10.16).

Pro Natura - Institut International (Hrsg.)(o.J.): Hippokrates.  
<http://www.pro-natura.info/index.php/hippokrates-br-sub-eure-lebensmittel-sollen-eure-heilmittel-sein> (Stand: 01.11.16).

Saura-Calixto, Fulgencio (1981): Amino acids, sugars, and inorganic elements in the sweet almond (*Prunus amygdalus*).  
<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf00105a018> (Stand: 08.10.16).

Spektrum der Wissenschaft (Hrsg.)(o.J.): Lexikon der Biologie: Milch.  
<http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/milch/43045> (Stand: 04.05.16).

## Quellenverzeichnis: Tabellen

### Bücher

Belitz, Hans-Dieter; Grosch, Werner; Schieberle, Peter (2007): Lehrbuch der Lebensmittelchemie. 6. Auflage, Springer-Verlag; Berlin.

Heins, Simone; Kruse, Hermann (1994): Lebensmittel-Imitate aus ernährungsphysiologischer und toxikologischer Sicht. Institut für Toxikologie der Universität Kiel, Kiel.

Töpel, Alfred (2004): Chemie und Physik der Milch. Naturstoff - Rohstoff – Lebensmittel. Behr's Verlag; Hamburg.

### Internet

Manthey, Dirk (Hrsg.)(o.J.): Mineralstoffbedarf: Wie viel braucht der Körper wirklich?  
<http://eatsmarter.de/thema/mineralstoffe/mineralstoffbedarf> (Stand: 22.10.16).

Massholder, Frank (o.J.): Mandelmilch, Kalorien, Vitamine, Mineralstoffe und Nährstoffe.  
<http://de.nutritiv.org/kalorien-vitamine-mineralstoffe/mandelmilch/38735> (Stand: 22.10.16).

### Materialien

Milbona: „Bio Organic Soja-Drink Natur“, 1 L.

Milbona: „Mandel-Drink“, 1 L.

## Quellenverzeichnis: Abbildungen

### **Deckblatt:**

#### *Kuh*

Börlin, Rolf (o.J.): Die Kuh von früher ist nicht die Kuh von heute.

<http://www.fit-ja.de/gesundeernaehrung/vorsichtmilchprodukte/diekuhvonfrueherist-nichtdiekuhvonheute/index.html> (Stand: 02.11.16).

#### *Milch*

Soulas, Dominique (o.J.): Die Milch macht´s....nicht.

<http://www.greensoul.de/die-milch-macht%C2%B4s-nicht/> (Stand: 02.11.16).

#### *Sojabohnen*

Brodacz, Josef (Hrsg.)(2008): Sojabohnen: DuPont verbessert Öleigenschaften.

<http://www.chemiereport.at/sojabohnen-dupont-verbessert-oeleigenschaften> (Stand: 02.11.16).

#### *Mandeln*

Sharehouse Digital UG (Hrsg.)(o.J.): Gesund naschen: Mit Mandeln die Weihnachtszeit einläuten.

<http://www.webkoch.de/tipps/402/gesund-naschen-mit-mandeln-die-weihnachtszeit-einlaeuten/> (Stand: 02.11.16).

### **Bücher**

Töpel, Alfred (2004): Chemie und Physik der Milch. Naturstoff - Rohstoff – Lebensmittel. Behr's Verlag; Hamburg.

## Internet

Baltensweiler, Jürg; Imhof, Eduard (2016): Arterienverkalkung.  
[https://www.css.ch/de/home/privatpersonen/medizinische\\_beratung/medicine20/gesundheitslexikon/a/arteriosklerose.html/letter/C](https://www.css.ch/de/home/privatpersonen/medizinische_beratung/medicine20/gesundheitslexikon/a/arteriosklerose.html/letter/C) (Stand: 22.10.16).

Brownlow, S.; Morais-Cabral, J.H.; Sawyer, L. (1997): Bovine Beta-Lactoglobulin.  
<http://www.rcsb.org/pdb/explore.do?structureId=1BEB> (Stand: 01.11.16).

Roth-Johnson, Liz (2013): Ricotta Cheese.  
<https://scienceandfooducla.wordpress.com/2013/02/12/ricotta-cheese/> (Stand: 01.11.16).

Seehra, J.S.; Somers, W.; Stahl, M. (1997): Human Interleukin-6.  
<http://www.rcsb.org/pdb/explore/explore.do?structureId=1ALU> (Stand: 02.11.16).

Maxey, Kirk; Renken, Eckhard (Hrsg.)(o.J.): 2,3-dinor-8-iso Prostaglandin F2.alpha.  
[https://www.biomol.de/product\\_23-dinor-8-iso-Prostaglandin-F2alpha.html?aRelated=Cay16290](https://www.biomol.de/product_23-dinor-8-iso-Prostaglandin-F2alpha.html?aRelated=Cay16290) (Stand: 02.11.16).

Wikimedia Commons (Hrsg.)(2009): Buttersäure Lewis.  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Butters%C3%A4ure\\_Lewis.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Butters%C3%A4ure_Lewis.svg) (Stand: 01.11.16).

Wüster, Christian (2014): Endokrinologe in Mainz / Wiesbaden zur Diagnose Osteoporose.  
<http://www.prof-wuester.de/blog/osteoporose/endokrinologe-in-mainz-wiesbaden-zur-diagnose-osteoporose/> (Stand: 22.10.16).

# Anhang

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis (Anhang) .....	I
Versuchsprotokoll: Nachweis von Calcium .....	II
Versuchsprotokoll: Nachweis von Magnesium .....	IV
Literaturverzeichnis (Anhang) .....	VI
Quellenverzeichnis: Abbildungen (Anhang) .....	VI

## Abbildungsverzeichnis (Anhang)

ABB. I: VERSUCHSAUFBAU CALCIUMNACHWEIS .....	II
ABB. II: CALCIUMNACHWEIS: WEIßER NIEDERSCHLAG .....	III
ABB. III: VERSUCHSAUFBAU MAGNESIUMNACHWEIS .....	IV
ABB. IV: MAGNESIUMNACHWEIS: RÖTLICHER NIEDERSCHLAG .....	V
ABB. V: STRUKTURFORMEL TITANGELB .....	V

## Versuchsprotokoll: Nachweis von Calcium

### Versuchsfrage

Qualitativer Nachweis von Calcium in Kuhmilch, Sojadrink und Mandeldrink

### Materialien

je 5 ml Kuhmilch/Sojadrink/Mandeldrink

3 Reagenzgläser mit Reagenzglasständer

Messzylinder

Pipetten

### Chemikalien:

Ammoniumoxalat-Lösung (5%)

H302 Gesundheitsschädlich bei Verschlucken

H312 Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt

*Entsorgung:* G1 Flüssige, organische Abfälle, halogenfrei

### Durchführung:

1. Reagenzgläser mit je 5 ml Kuhmilch, Sojadrink und Mandeldrink füllen
2. Zugabe von 20 Tropfen Ammoniumoxalat-Lösung

### Versuchsskizze:

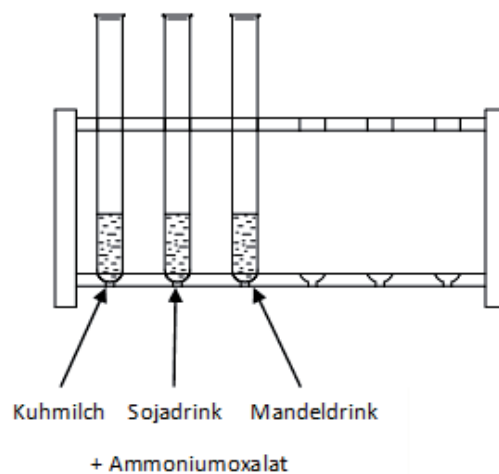


Abb. I: Versuchsaufbau Calciumnachweis<sup>71</sup>

<sup>71</sup> eigene Darstellung, erstellt mit C-Design 3.0

Beobachtung:

In allen drei Reagenzgläsern ist ein feiner weißer Niederschlag (Abb. II) erkennbar.

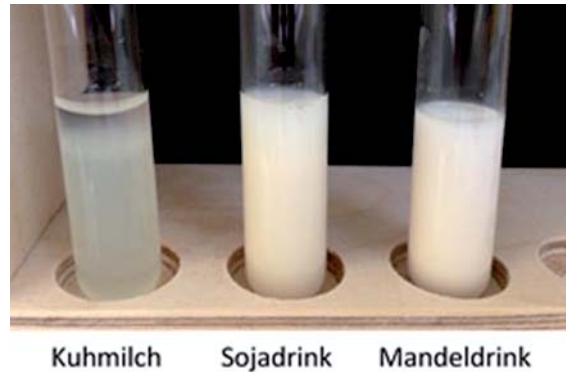
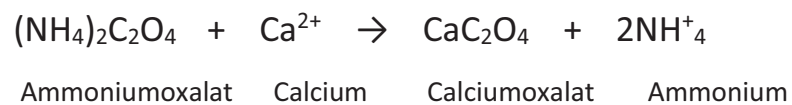


Abb. II: Calciumnachweis: weißer Niederschlag<sup>72</sup>

Auswertung:

Reagieren Ammoniumoxalat und Calcium miteinander, entstehen Calciumoxalat und Ammonium:



Calciumoxalat ist schwer löslich und fällt als weißer Niederschlag aus.<sup>73</sup> Da dies bei allen drei Milchsorten der Fall ist, enthalten Kuhmilch, Sojadrink und Mandeldrink nachweislich Calcium.

<sup>72</sup> eigene Darstellung

<sup>73</sup> vgl. Bruhn, Clemens et al. (o.J.): Nachweis von Calcium.

[http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/\\_vlu/calcium.vlu/Page/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/calcium/nachweis.vscml.html](http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/_vlu/calcium.vlu/Page/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/calcium/nachweis.vscml.html).



## Versuchsprotokoll: Nachweis von Magnesium

### Versuchsfrage

Qualitativer Nachweis von Magnesium in Kuhmilch, Sojadrink und Mandeldrink

### Materialien

je 5 ml Kuhmilch/Sojadrink/Mandeldrink

3 Reagenzgläser mit Reagenzglasständer

Messzylinder

Pipetten

### Chemikalien:

Titangelb

*Entsorgung:* G3 Feste organische Abfälle

Natronlauge

*Entsorgung:* G4 saure und alkalische Abfälle

### Durchführung:

1. Reagenzgläser mit je 5 ml Kuhmilch, Sojadrink und Mandeldrink füllen
2. Zugabe von 2 Tropfen Titangelb und einigen Tropfen Natronlauge

### Versuchsskizze:

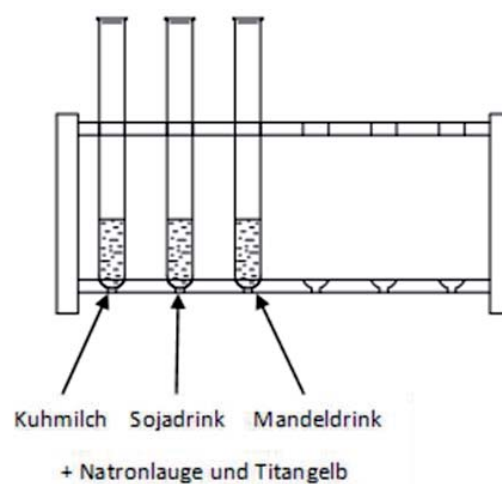


Abb. III: Versuchsaufbau Magnesiumnachweis<sup>74</sup>

<sup>74</sup> eigene Darstellung, erstellt mit C-Design 3.0

Beobachtung:

In allen drei Reagenzgläsern entsteht ein leicht rötlicher Niederschlag (Abb. IV).

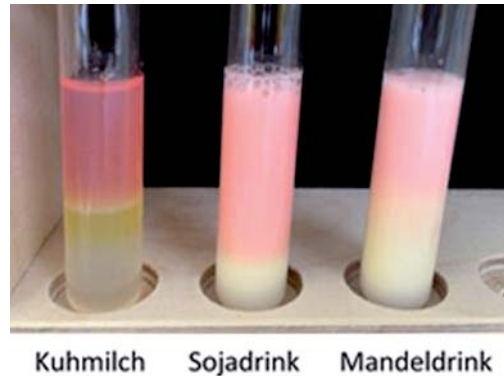


Abb. IV: Magnesiumnachweis: rötlicher Niederschlag<sup>75</sup>

Auswertung:

In alkalischer Lösung reagieren Magnesium und Titangelb (Abb. V) zu  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -Farblack, der als roter Niederschlag ausfällt, die genaue Struktur der entstehenden Farblacke ist noch nicht geklärt.<sup>76</sup>

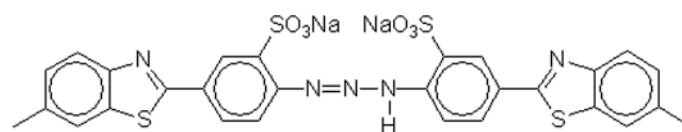
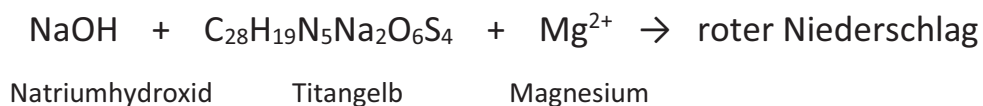


Abb. V: Strukturformel Titangelb<sup>77</sup>

Da in allen drei Reagenzgläsern ein roter Niederschlag beobachtet wurde, enthalten Kuhmilch, Sojadrink und Mandeldrink Magnesium.

<sup>75</sup> eigene Darstellung

<sup>76</sup> vgl. Bruhn, Clemens et al. (o.J.): Nachweis von Magnesium.

[http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/\\_vlu/magnesium.vlu/Page/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/magnesium/nachweis.vscml.html](http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/_vlu/magnesium.vlu/Page/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/magnesium/nachweis.vscml.html).

<sup>77</sup> Abbildung entnommen: Bruhn, Clemens et al. (o.J.): Nachweis von Magnesium.

[http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/\\_vlu/magnesium.vlu/Page/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/magnesium/nachweis.vscml.html](http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/_vlu/magnesium.vlu/Page/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/magnesium/nachweis.vscml.html).

## Literaturverzeichnis (Anhang)

Bruhn, Clemens; Escarpa Gaede, Petra; Steinborn, Dirk (o.J.): Nachweis von Calcium.

[http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/\\_vlu/calcium.vlu/Page/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/calcium/nachweis.vscml.html](http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/_vlu/calcium.vlu/Page/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/calcium/nachweis.vscml.html) (Stand: 01.11.16).

Bruhn, Clemens; Escarpa Gaede, Petra; Steinborn, Dirk (o.J.): Nachweis von Magnesium.

[http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/\\_vlu/magnesium.vlu/Page/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/magnesium/nachweis.vscml.html](http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/_vlu/magnesium.vlu/Page/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/magnesium/nachweis.vscml.html) (Stand: 01.11.16).

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (Hrsg.)(2010): Stoffliste zur Regel "Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen".

<http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/sr-2004.pdf> (Stand: 01.11.16).

## Quellenverzeichnis: Abbildungen (Anhang)

Bruhn, Clemens; Escarpa Gaede, Petra; Steinborn, Dirk (o.J.): Nachweis von Magnesium.

[http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/\\_vlu/magnesium.vlu/Page/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/magnesium/nachweis.vscml.html](http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/_vlu/magnesium.vlu/Page/vsc/de/ch/6/ac/versuche/kationen/magnesium/nachweis.vscml.html) (Stand: 01.11.16).

## Erklärung zur Seminararbeit

Ich erkläre hiermit, dass ich die Seminararbeit ohne fremde Hilfe angefertigt und nur die im Literaturverzeichnis angeführten Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Insbesondere versichere ich, dass ich alle wörtlichen und sinngemäßen Übernahmen aus anderen Werken als solche kenntlich gemacht habe.