

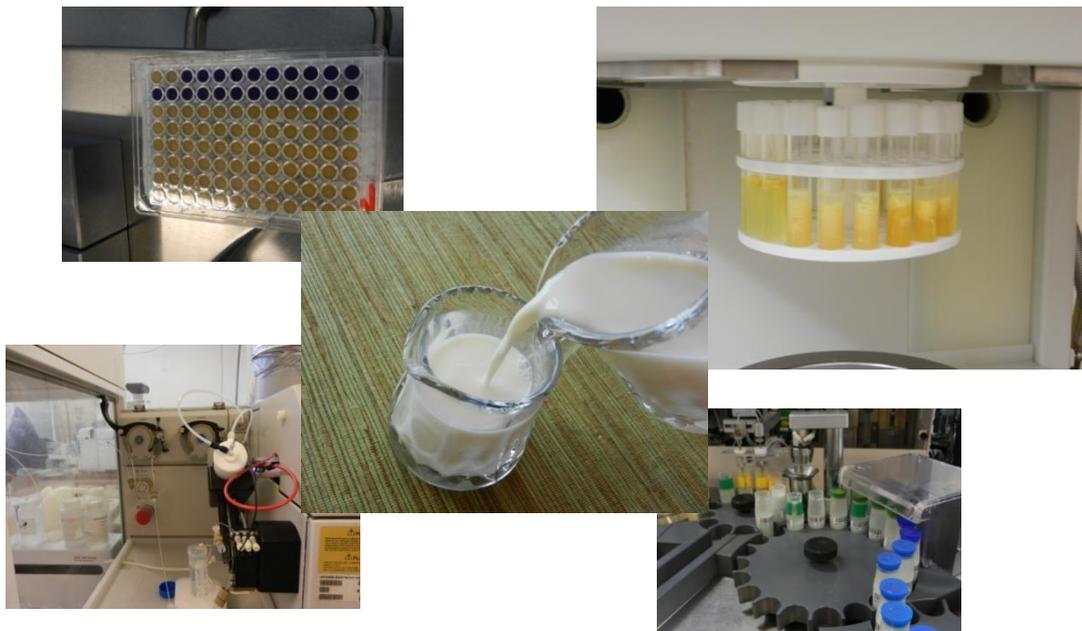
BG/BRG Knittelfeld

Kärntnerstraße 5

A-8720 Knittelfeld

# Lebenselixier Milch!?

## Milch als Eiweiß- und Kalziumquelle



Autorin:

**Kerstin Sarah Drechsler**

Fachbereichsarbeit aus Chemie

Schuljahr: 2013/ 2014

Prüferin: Mag. Klausner

Klasse: 8af

## Abstract

The question whether the consumption of milk is essential for a healthy nutrition or not has evolved into a heated and lively discussion among nutritionists. Reports on the health benefits of drinking milk follow studies that show how a human's body is negatively affected by this victual. It is therefore the main objective of this thesis to examine the nutritional relevance of this product focusing on milk as a potential supplier for calcium and protein, as advertisements claim that the daily consumption of milk or milk products provides all the nutrients our body requires. The work also looks into the composition of milk and enlightens the differences between the most common types of this beverage. In addition to that, it is also a part of this work to determine the calcium, magnesium, phosphor, barium, strontium, cadmium and lead content of a variety of types of milk. Finally, one main chapter deals with the question how the quality of cow's milk is guaranteed. The paper shows, based on literature research, experiments and an interview, that the consumption of milk can be a health-promoting factor, but that there are also valuable alternatives to animal products.

Die Frage, ob der Konsum von Milch positive oder negative Auswirkungen auf den menschlichen Organismus hat, ist umstrittener als je zuvor und hinterlässt dadurch bei vielen Konsumenten ein Gefühl von Unsicherheit. Diese Arbeit hat sich daher sowohl zum Ziel gesetzt, verschiedene Milchsorten auf ihren gesundheitlichen Wert hin zu untersuchen, als auch Bedenken aufzuzeigen und auf Alternativen zum traditionellen Milchkonsum hinzuweisen. Zusätzlich wird der Kalzium-, Phosphor-, Magnesium-, Strontium-, Cadmium-, Barium- und Bleigehalt verschiedener Proben bestimmt und mit der durchschnittlichen Zusammensetzung verglichen. Abschließend beschäftigt sie sich mit der Frage, wie die Qualität von zum Verkauf bestimmten Milchprodukten sichergestellt wird. Basierend auf Literaturrecherche, selbstdurchgeführten Experimenten und einem Interview zeigt die Arbeit, dass der Konsum von Milchprodukten bedenkenlos ist und gesundheitsfördernd sein kann, dass es aber auch gute Alternativen zum Genuss dieser tierischen Produkte gibt.

## Vorwort

Ich habe mich schon relativ früh entschieden eine Fachbereichsarbeit über die Milch als Eiweiß- und Kalziumlieferant zu schreiben, da ich überzeugt war, dadurch die Möglichkeit zu haben, selbstständig und über einen längeren Zeitraum hinweg, an einer bestimmten Aufgabenstellung zu arbeiten um damit mein Wissen in einem für mich interessanten Fachgebiet – auch als Vorbereitung auf mein Studium - zu vertiefen.

Dieses Thema ermöglichte mir also, während der Zeit, in der ich meine Fachbereichsarbeit verfasste, einen tieferen Einblick in die Lebensmittelindustrie und in die ernährungsphysiologische Bedeutung eines Lebensmittels, welches allgegenwärtig ist und dessen Bedeutung für die menschliche Ernährung noch nicht endgültig geklärt ist, zu gewinnen.

Rückblickend betrachtet, bereitete mir das Arbeiten an meiner Fachbereichsarbeit sehr viel Freude und ich möchte mich zuallererst bei meiner Betreuerin, Mag. Nicole Klausner, bedanken. Besonders dafür, dass sie sich dazu bereiterklärt hat, meine Fachbereichsarbeit anzunehmen und für ihre Bereitschaft, wenn nötig auch am Wochenende, meine Fragen zu beantworten. Dank ihrer Unterstützung war es mir möglich, auch den Praxisteil in adäquater Form zu erarbeiten.

Des Weiteren möchte ich meinen Eltern danken, die mir stets mit Rat und Tat zur Seite standen. Besonderen Dank verdient auch die Mühe meiner Mutter, die sich bereit erklärte, meine Arbeit Korrektur zu lesen.

Überdies möchte ich Herrn Peinhart, Mitarbeiter des QLM St. Michael, danken, der mir freundlicherweise eine Führung in seinem Labor ermöglichte und damit zum Gelingen meiner Arbeit einen entscheidenden Beitrag geleistet hat.

Abschließend möchte ich Herrn Ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Walter Goessler und seiner Mitarbeiterin Jaqueline Rieger für die Möglichkeit danken, an der Universität Graz, am Institut für Analytische Chemie, ein Praktikum durchführen zu können, um unter anderem den Kalziumgehalt verschiedener Milchsorten zu bestimmen.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>1</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>2</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2. Kurzer Überblick über die Geschichte des Milchkonsums</b>	<b>5</b>
<b>3. Zusammensetzung der Milch</b>	<b>7</b>
<b>3.1. Milch - eine Emulsion</b>	<b>7</b>
<b>3.2. Polydisperser Charakter</b>	<b>9</b>
<b>3.3. Eine Flüssigkeit - über 100 000 Verbindungen</b>	<b>10</b>
3.3.1. Milchproteine	10
3.3.1.1. Caseine	11
3.3.1.2. Molkenproteine	12
3.3.1.3. Minorproteine	12
3.3.2. Lipide	13
3.3.3. Kohlenhydrate	14
<b>4. Ernährungsphysiologische Bedeutung</b>	<b>15</b>
<b>4.1. Milch als Kalziumlieferant</b>	<b>16</b>
4.1.1. Der Einfluss von Vitamin D	17
4.1.2. Kalziumgehalt verschiedener Lebensmittel	18
<b>4.2. Milch als Proteinlieferant</b>	<b>19</b>
4.2.1. Eiweiß als Nahrungsbestandteil	20
4.2.2. Biologische Wertigkeit	21
<b>4.3. Bedenken</b>	<b>22</b>
4.3.1. Osteoporose	22
4.3.2. „Unnatürliche“ Ernährung	23
<b>4.4. Quantitative Beschreibung der Milchbestandteile</b>	<b>24</b>
<b>4.5. Qualitative Beschreibung: Milchsorten im Vergleich</b>	<b>27</b>
4.5.1. Schafmilch im Vergleich mit Kuhmilch	27
4.5.2. Ziegenmilch im Vergleich mit Kuhmilch	28
4.5.3. Sonderfall Sojamilch	29
<b>5. Praktischer Teil</b>	<b>30</b>
<b>5.1. Bestimmung der Trockenmasse, des Kalzium-, Phosphor-, Magnesium-, Strontium-, Barium-, Cadmium- und Bleigehalts verschiedener Proben</b>	<b>30</b>
5.1.1. Bestimmung der Trockenmasse	30
5.1.1.1. Benötigte Materialien	30
5.1.1.2. Durchführung	30

5.1.2.	Bestimmung des Kalzium-, Phosphor-, Magnesium-, Strontium-, Barium-, Cadmium- und Bleigehalts verschiedener Proben	31
5.1.2.1.	Untersuchte Proben	31
5.1.2.2.	Vorbereitung	31
5.1.2.2.1.	Aufschluss	31
5.1.2.2.2.	Herstellung der Standards	34
5.1.2.3.	Messung	35
5.1.2.3.1.	Funktionsweise des ICP-MS	35
5.1.2.3.2.	Messung der Werte	36
5.1.2.4.	Auswertung	36
5.1.2.5.	Interpretation	37
<b>5.2.</b>	<b>Besuch des QLM St. Michael: Qualitätsmanagement Milch</b>	<b>39</b>
5.2.1.	Allgemeine Informationen	39
5.2.2.	Untersuchungen	40
5.2.2.1.	Keimzahluntersuchung	40
5.2.2.2.	Untersuchung des Gefrierpunkts	43
5.2.2.3.	Untersuchung des Eiweiß-, Fett- und Lactosegehalts	44
5.2.2.4.	Hemmstoffuntersuchung	45
<b>6.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>48</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>50</b>
	<b>Bücher</b>	<b>50</b>
	<b>Onlinequellen</b>	<b>51</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>54</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>56</b>
	<b>Protokoll</b>	<b>57</b>
	<b>Eidesstaatliche Erklärung</b>	<b>59</b>
	<b>Disposition</b>	<b>60</b>
	<b>Anhang</b>	<b>I</b>
	<b>Transkription des Interviews</b>	<b>I</b>
	<b>Getestete Milchsorten</b>	<b>IX</b>
	<b>Kalibrierungsgeraden</b>	<b>XII</b>
	<b>Tabellen ICP-MS</b>	<b>XVI</b>

## 1. Einleitung

Milch und Milchprodukte sind heute – nicht nur sinnbildlich – in aller Munde. Als eine der wichtigsten Handelsprodukte der westlichen Hemisphäre werden Erzeugnisse aus Milch von der Werbeindustrie heftig beworben und von den sogenannten „Milchgegnern“ scharf kritisiert. Der Konsum von Milch ist heute scheinbar zwangsläufig mit kontroversen Diskussionen behaftet. Jede Studie über ihren Nutzen wird von einer Gegenstudie über die negativen gesundheitlichen Folgen durch ihren Verzehr begleitet.

Aufgrund meines Interesses an Ernährung und der entstandenen Verunsicherung, ob Milchkonsum nun wichtig oder gar schädlich sei, beschäftigt sich die vorliegende Arbeit mit der Frage, ob Milch eine adäquate Eiweiß- und Kalziumquelle ist, oder ob die Werbeindustrie uns vor falsche Tatsachen stellt. Und, ob es Alternativen zur viel gescholtenen Kuhmilch gibt.

Diese Arbeit könnte sowohl in Biologie als auch in Chemie abgehandelt werden. Sie wird jedoch bewusst im Fach Chemie abgehandelt, da im praktischen Teil auch selbstständig und unabhängig der Kalziumgehalt verschiedener Milchsorten ermittelt wird und sich die Arbeit daher nicht nur auf Literatur stützt.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, herauszufinden, ob der Verzehr von Milch in unserer Gesellschaft noch von Nutzen ist, oder ob er aufgrund der vorhandenen Nahrungsmittelvielfalt obsolet geworden ist. Die Abhandlung gibt zuerst einen kurzen Überblick über die Bedeutung von Milch und wird sich dann mit der allgemeinen Zusammensetzung von Milch beschäftigen, um später im Detail verschiedene Milchsorten auf ihre Unterschiede hin zu untersuchen. Da Milch als wichtige Eiweiß- und Kalziumquelle beworben wird, wird besonders auf diese Nahrungsmittelbestandteile eingegangen. Die Arbeit wird sich auch kritisch mit der ernährungsphysiologischen Bedeutung von Milch auseinandersetzen; zusätzlich untersucht sie, auf Basis eines Interviews mit dem Mitarbeiter eines Labors für Lebensmittelanalytik, wie die Qualität von Milchprodukten in Österreich sichergestellt wird.

## 2. Kurzer Überblick über die Geschichte des Milchkonsums

Der Beginn der Geschichte der Milch, die ein ganzes Leben lang konsumiert wird, erfolgte in der Zeit, als der Mensch sich vom Jäger und Sammler zu einem Sesshaften entwickelte, der sein Glück im Ackerbau und in der Viehhaltung suchte. In dieser Zeit erfolgte der Siegeszug der Milch als Grundnahrungsmittel, denn erst diese neolithische Revolution ermöglichte es, dass Milch von Nutztieren heute einen bedeutenden Stellenwert in der westlichen Gesellschaft einnimmt.

Die ersten Menschen, die Nutztiere hielten, lebten im Vorderen Orient, einem Gebiet, das sich vom heutigen Palästina aus nach Norden und über Syrien hinaus ins anatolische Hochland erstreckt. Nach Osten hin reicht es in die Gebirgslandschaften des Zagros (dem heutigen Iran) bis nach Afghanistan. Im Südosten hielten die Menschen entlang des Euphrat und Tigris bis hin zum Persischen Golf Tiere, um von ihren Erzeugnissen zu leben. Diese Gebiete bezeichnet man heute mit dem Namen „Fruchtbarer Halbmond“.



Abbildung 1: Der fruchtbare Halbmond.<sup>1</sup>

Die frühesten Funde von Schafen und Ziegen als Nutztiere stammen aus dem Jahre 11 000 vor Christus aus dem Taurusgebirge. Frühe Funde von Hausrindern weisen darauf hin, dass Rinder bereits vor mindestens 10 000 bis 8000 Jahren in der Sahara und im Vorderen Orient domestiziert worden sind.

Während anfangs noch vielfach Ziegen und Schafe eine bedeutendere Rolle als Kühe in der Nutztierhaltung einnahmen, begann der Siegeszug der Kuh gegenüber dem Schaf und der Ziege, als die Menschen in Nordafrika und in den frühen Hochkulturen der Antike Hilfe bei der Arbeit benötigten und Rinder nicht nur die Versorgung mit Nahrungsmitteln sicherten, sondern auch eine Erleichterung in der Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Flächen darstellten, da sie vor allem als Lasttiere verwendet wurden.

<sup>1</sup> Paeger, Jürgen: Das Zeitalter der Landwirtschaft. Die Entstehungsgebiete der Landwirtschaft. online unter <http://www.oekosystem-erde.de/html/entstehungsgebiete.html> [24.11.2013].

Seit dieser Zeit lebt der Mensch mit und von den Produkten der Tiere, doch der Grund, warum Kuhmilch als Lebensmittel in unseren Breitengraden heute eine so bedeutende Rolle einnimmt, ist eine Genmutation, die dazu führte, dass Menschen in Nord- und Mitteleuropa Milchzucker verdauen können: Sie besitzen das Enzym Lactase, welches den Milchzucker Lactose spalten kann. In Süd- und Osteuropa sind hingegen nur bis zu 54 % der erwachsenen Bevölkerung lactosetolerant.<sup>2</sup> Der Grund, warum sich die Genmutation in gewissen Gebieten durchgesetzt hat, sind die langen nordischen Winter, die dazu führten, dass die Menschen das lebenswichtige Vitamin D mit ihrer Nahrung zu sich nehmen mussten, da der Körper selbst nicht genügend Vitamin D produzieren konnte. Vitamin D ist die Vorstufe des Hormons Kalzitriol, das die Aufnahme von Kalzium im Darm und den Auf- und Abbau der Knochen steuert. Das Trinken von Kuhmilch musste also einen Evolutionsvorteil bewirkt haben, der dazu führte, dass sich diese Genmutation durchsetzte.<sup>3</sup> In anderen Regionen der Welt war der Konsum von Kuhmilch nicht verbreitet; es wurden hauptsächlich fermentierte Ziegen- und Schafmilchprodukte genossen, wobei beim Fermentationsprozess der Milchzucker abgebaut wird, und es deshalb auch zu keiner evolutionsbedingt notwendigen Genmutation kam.<sup>4</sup>

Heute ist Milch ein Handelsgut, das nicht nur den Lebensunterhalt vieler Menschen sichert, sondern auch zu einem Wirtschaftsfaktor geworden ist. Die Menge an verarbeiteter Milch ist im stetigen Wachsen begriffen und eine steigende Nachfrage nach Milchprodukten in Nord- und Lateinamerika, Ozeanien und Südasien führt zu neuen wirtschaftlichen Perspektiven im Bereich der Milchproduktion und -verarbeitung.<sup>5</sup>

---

<sup>2</sup> Vgl. Fink-Keßler, Andrea: Milch. - Vom Mythos zur Massenware. München: oekom, 2013, S. 19 ff.

<sup>3</sup> Vgl. Schmidt, Maïke: Milch. In: Koolman, Jan/ Moeller, Hans (u.a.) (Hg.): Kaffee, Käse, Karies...Biochemie im Alltag. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & KGaA, 2003, S. 202.

<sup>4</sup> Vgl. Fink-Keßler, a. a. O., S. 25.

<sup>5</sup> Vgl. Kützemeier, Thomas: Wirtschaftliche Bedeutung der Milch. In: Krömker, Volker (Hg.): Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene. Stuttgart: Parey, 2007, S. 2 ff.

### 3. Zusammensetzung der Milch

Bei Säugetieren wird das Ungeborene über das mütterliche Blut mit all jenen lebenswichtigen Nährstoffen versorgt, die es braucht. Nach der Geburt muss diese Aufgabe die Muttermilch übernehmen. Milch muss daher alle Stoffe beinhalten, die ein Säugling benötigt.<sup>6</sup>

Milch ist ein polydisperses, das heißt in seiner Zusammensetzung bezüglich der Makromoleküle uneinheitliches, Drüsensekret in Form einer Emulsion. Die Zusammensetzung der Milch variiert aufgrund der unterschiedlichen nutritiven und physiologischen Bedürfnisse der jeweilig zu versorgenden Jungtiere. Daher muss Milch alle – zum Aufbau und zur Erhaltung des Körpers und der Körperfunktion des Neugeborenen – Nähr- und Wirkstoffe in leicht resorbierbarer Form beinhalten, um die optimale Versorgung der Jungen zu gewährleisten.<sup>7</sup>

#### 3.1. Milch - eine Emulsion

Eine Emulsion ist ein Gemisch einer wässrigen und einer fetthaltigen Komponente. Dabei bilden zwei verschiedene, normalerweise nicht mischbare Flüssigkeiten ein homogenes Gemisch mit feinstmöglicher Verteilung. Die Bestandteile werden durch einen Emulgator verbunden.<sup>8</sup> Verbindend wirkt im Fall von Milch Lecithin.<sup>9</sup>

Das Fett in der Rohmilch liegt, als durch Lipoproteinmembranen geschützte Fettkügelchen, grob-dispers verteilt im Wasser vor. Da die Fettkügelchen eine geringere Dichte als die Wassermoleküle aufweisen, steigen die Fettkügelchen auf und es bildet sich eine Rahmschicht an der Oberfläche: Die Milch rahmt auf. Dabei rahmt sie umso schneller auf, je größer die einzelnen Fettkügelchen sind. Bei der Rohmilch beträgt die Größe der Fettkügelchen 0,1-10 µm (in Kuhmilch), sie rahmt daher sehr schnell auf.<sup>10</sup>

---

<sup>6</sup> Vgl. Schmidt, a. a. O., S. 199.

<sup>7</sup> Vgl. Frister, Hermann: Zusammensetzung der Milch. In: Krömker, Volker (Hg.): Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene. Stuttgart: Parey, 2007, S. 80.

<sup>8</sup> Vgl. Belitz, Hans-Dieter/ Grosch, Werner (u. a.): Lehrbuch der Lebensmittelchemie. Sechste, vollständig überarbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2012 (Nachdruck), S. 468 f.

<sup>9</sup> Vgl. ebd., S. 183.

<sup>10</sup> Vgl. Frister, Zusammensetzung der Milch, S. 83.

Da dieser Effekt allerdings unerwünscht ist, wird Rohmilch im Allgemeinen homogenisiert, bevor sie in den Handel kommt.<sup>11</sup>

Die Homogenisierung dient der Verkleinerung der Fettkügelchen des Milchfettes auf einen einheitlichen Durchmesser von 0,5 bis 1 µm.<sup>12</sup> Die Membranen der zerkleinerten Fettkugeln werden durch die Aufnahme von Caseinen und Molkenproteinen gebildet.<sup>13</sup>

Die Homogenisierung verhindert aber nicht nur ein schnelles Aufrahmen der Milch, sondern sorgt auch für einen besseren Geschmack und eine bessere Verdaulichkeit.<sup>14</sup>

Bei der Homogenisierung wird die Milch bei bis zu 35 MPa und 50 bis 75°C durch einen Hochdruckhomogenisator (Hochdruckpumpe) gepresst: Dadurch reduziert sich die durchschnittliche Größe und die Milch rahmt nur noch sehr langsam auf.<sup>15</sup>

Homogenisierte Milch weist aber aufgrund der vergrößerten Oberfläche im Vergleich zur Rohmilch einen entscheidenden Nachteil auf: Durch die vergrößerte Oberfläche ist auch die potenzielle Angriffsfläche für mikrobiologische, physikalische und chemische Vorgänge um ein Vielfaches erhöht, was zu einer leichteren Verderblichkeit führt.<sup>16</sup>

---

<sup>11</sup> Vgl. Frister, Hermann: Technologische Aspekte der Milchverarbeitung. In: Krömker, Volker (Hg.): Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene. Stuttgart: Parey, 2007, S. 103 f.

<sup>12</sup> Vgl. Frister, Technologische Aspekte der Milchverarbeitung, S. 103 f.

<sup>13</sup> Vgl. Belitz, a. a. O., S. 536.

<sup>14</sup> Vgl. Frister, Technologische Aspekte der Milchverarbeitung, S. 104.

<sup>15</sup> Vgl. Belitz, a. a. O., S. 536.

<sup>16</sup> Vgl. Frister, Technologische Aspekte der Milchverarbeitung, S. 104.

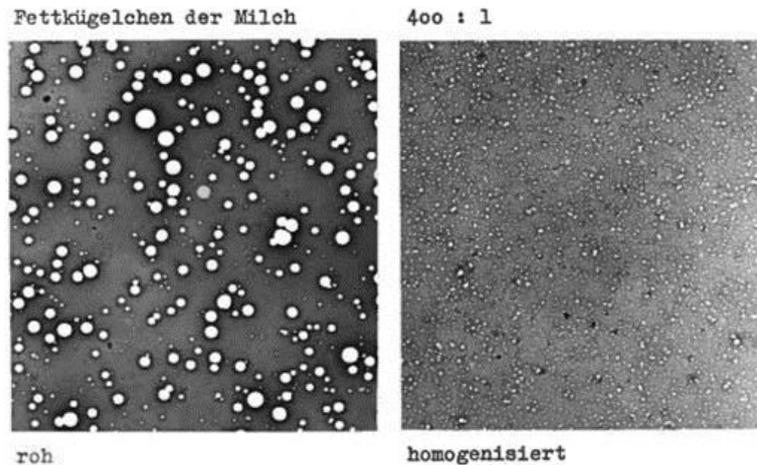


Abbildung 2: Größe der Fettkügelchen bei Roh- und homogenisierter Milch.<sup>17</sup>

### 3.2. Polydisperser Charakter

Milch setzt sich aus mehreren Phasen zusammen, sie hat daher einen polydispersen Charakter, der durch drei Phasen bestimmt wird:

- 1) Grob-Dispersität
- 2) Kolloid-Dispersität
- 3) Molekular-Dispersität

Milch ist zum einen grob-dispers, da das Milchfett in Form von Fettkügelchen durch Membranen geschützt im Wasser emulgiert vorliegt. Lactose, organische und anorganische Salze, kleinere Moleküle und nicht aggregierte Molkenproteine zum anderen liegen molekular-dispers vor, was bedeutet, dass sie im Wasser gelöst sind. Caseine hingegen treten als Caseinmicellen mit Durchmessern von 0,02- 0,6  $\mu\text{m}$  (Kuhmilch) kolloid-dispers auf und sind zusammen mit dem Milchfett für die weißliche Farbe der Milch verantwortlich.<sup>18</sup>

<sup>17</sup> O.V.: Homogenisierung. online unter <http://www.agroscope.admin.ch/ernaehrung/01082/01115/03615/index.html?lang=de> [11.11.2013].

<sup>18</sup> Vgl. Frister, Zusammensetzung der Milch, S. 83.

### 3.3. Eine Flüssigkeit - über 100 000 Verbindungen

Milch setzt sich aus Haupt- und Nebenbestandteilen zusammen, jedoch schwankt die Zusammensetzung von Tierart zu Tierart teils beträchtlich. Auch innerhalb einer Säugetierart variiert die Zusammensetzung der Milch unter anderem in Abhängigkeit von der Rasse, vom Individuum, von den Haltungs- und Fütterungsbedingungen, vom Alter und vom Gesundheitszustand.<sup>19</sup>

Milch setzt sich aus über 100 000 Verbindungen, von denen die meisten dem minoren Bereich zuzuordnen sind, zusammen. Die wichtigsten Bestandteile der Milch sind in der Tabelle 1 aufgelistet:<sup>20</sup>

**Tabelle 1: Bestandteile der Milch.**<sup>21</sup>

Minore Bestandteile	Majore Bestandteile
Spurenelemente	Wasser
Vitamine	Lactose
Minorproteine	Proteine
Proteinfragmente	Mineralstoffe
Enzyme	
Nukleinsäuren	
Flavourkomponenten	

#### 3.3.1. Milchproteine

Die Milchproteine sind eine heterogene Gruppe von polymeren Verbindungen, die aufgrund ihrer unterschiedlichen Struktur verschiedene Eigenschaften aufweisen. Zusammen mit anderen Stickstoffverbindungen stellen sie den Rohproteingehalt der Milch dar. Sie treten als Caseine, Molkenproteine, Proteine der Fettkügelchenmembran, Enzyme und Minorproteine auf.<sup>22</sup>

<sup>19</sup> Vgl. Frister, Zusammensetzung der Milch, S. 80.

<sup>20</sup> Vgl. ebd., S.83.

<sup>21</sup> Vgl. ebd., S. 83.

<sup>22</sup> Vgl. ebd., S. 89.

### 3.3.1.1. Caseine

Caseine stellen die größte Gruppe unter den Milchproteinen dar und sind von großer physiologischer Wichtigkeit, da sie vom Körper sehr schnell metabolisiert werden können und gleichzeitig substanzielle Träger für die an der Knochenbildung wesentlich beteiligten Elemente Kalzium und Phosphor sind.

Caseine weisen einen relativ hohen Gehalt an der Aminosäure Prolin sowie geringe Gehalte an den schwefelhaltigen Aminosäuren Cystin und Cystein auf.<sup>23</sup> Prolin verhindert die Bildung von geordneten Sekundärstrukturen wie  $\alpha$ - Helices oder  $\beta$ - Faltblätter, was zu einer sehr flexiblen Struktur der Caseine führt: Es besetzt annähernd jede zehnte Position in der Kette der Caseine und bewirkt damit, dass sich die Aminosäure nur in den kurzen Abschnitten zwischen den Prolinen faltet; diese Abschnitte können sich dann um die ungefalteten Bereiche winden. Durch diese Struktur kann die verstärkte Bewegung bei einer Erhöhung der Temperatur sehr leicht aufgefangen werden: Caseine sind daher sehr hitzebeständig.

Die Hauptproteine der Caseinfraktion bestehen je aus einem hydrophilen und einem hydrophoben Teil, was die Bildung von Casein-Aggregaten, den Submicellen, bewirkt. Zusätzlich besitzen sie auf ihren Oberflächen die Aminosäuren Serin und Threonin, die eine Hydroxylgruppe aufweisen. Diese sind mit Phosphatgruppen verbunden, die über Kalzium-Ionen, die in der Milch in hoher Konzentration vorkommen, Brücken zu benachbarten Submicellen bilden können.

Ließe diese Vernetzung jedoch ungehemmt ab, würden die Caseine in der Milch als unlösliche Aggregate vorliegen.<sup>24</sup> Um dies zu verhindern, befinden sich auf der Micellenoberfläche  $\kappa$ -Caseine als Schutzkolloide, die mit ihrem hydrophilen Molekülteil zum Aufbau der die Micelle umgebenden Hydrathülle beitragen und die Micelle somit gegen den Einfluss von Kalziumionen schützen.

---

<sup>23</sup> Vgl. ebd., S. 89 f.

<sup>24</sup> Vgl. Schmidt, a. a. O., S. 206 ff.

Zudem weisen Caseinzellen beim üblichen pH-Wert frischer Milch einen Überschuss negativer Ladungen auf ihrer Oberfläche, welcher ebenfalls zum Aufbau einer Hydrathülle und zu einer Abstoßung der Micellen untereinander führt, auf.<sup>25</sup>

#### 3.3.1.2. Molkenproteine

Die Molkenproteinfraktion setzt sich aus den Hauptkomponenten  $\beta$ -Laktoglobulin,  $\alpha$ -Laktalbumin, Serumalbumin, Immunglobuline, und Laktoferrin zusammen.

Die Struktur der Molkenproteine ist globulär und aufgrund von Disulfidbindungen im Vergleich zur Caseinstruktur kompakter aufgebaut. Auch zeigen sie eine deutlich geringere Hitzebeständigkeit als Caseine: Sie denaturieren bereits ab 65°C.

Bei der Denaturierung werden Thiolgruppen räumlich frei und es kommt zu einer Selbstassoziation der Molkenproteine untereinander. Der Grund, warum Milch bei diesen Temperaturen trotzdem nicht ausflockt, ist die Bildung von sehr hitzebeständigen Casein-Molkenprotein-Komplexen, indem sich die Molkenproteine an den Caseinmicellen anlagern und mit dem  $\kappa$ -Casein eine Einheit bilden. So flockt Milch erst bei einer Kochzeit von mehreren Stunden aus.<sup>26</sup>

#### 3.3.1.3. Minorproteine

Zu dieser Gruppe gehören Proteine oder Peptide, die in sehr geringer Konzentration in der Milch vorliegen und deren Herkunft und Art unterschiedlich sind. Zu den Minorproteinen zählen Komponenten aus der Molkenproteinfraktion sowie der Fettkügelchenmembran, Peptidhormone und Enzyme.<sup>27</sup>

---

<sup>25</sup> Vgl. Frister, Zusammensetzung der Milch, S.93.

<sup>26</sup> Vgl. ebd., S.94 f.

<sup>27</sup> Vgl. ebd., S. 95.

### 3.3.2. Lipide

Lipide zeichnen sich dadurch aus, dass die in ihr enthaltenen Komponenten gemeinsame Löslichkeitseigenschaften in unpolaren organischen Lösungsmitteln haben und auch untereinander löslich sind. Im polaren Lösemittel Wasser sind sie dagegen praktisch unlöslich.

Zur Lipidfraktion in der Milch gehören:

- Fette: Mono-, Di- und Triglyceride
- Fettähnliche Stoffe
- Isoprenoidlipide
- Fettbegleitstoffe

Die Lipidfraktion wird aber hauptsächlich durch die Triglyceride gekennzeichnet, die mit einer Häufigkeit von bis zu 98 % in dieser Fraktion auftreten und eine große Variationsbreite aufweisen.<sup>28</sup>

Die Triglyceride im Milchfett weisen bezüglich ihrer Zusammensetzung eine große Variationsbreite auf: Diese Bandbreite ist durch das Auftreten von überwiegend geradzahligen, unverzweigten und ungesättigten Fettsäuren mit Kettenlängen von C<sub>4</sub> bis C<sub>18</sub> als Hauptkomponenten aber auch von bis zu 400 unterschiedlichen Minorfettsäuren geprägt.

Bei den 15 hauptsächlich auftretenden Fettsäuren handelt es sich um:

- 8 geradzahlige Fettsäuren (Buttersäure, Capronsäure, Caprylsäure, Caprinsäure, Laurinsäure, Myristinsäure, Palmitinsäure, Stearinsäure)
- 3 einfach ungesättigte Fettsäuren (Tetradecensäure, Hexadecensäure, Octadecensäure)
- 2 mehrfach ungesättigte Fettsäuren (Octadecandiensäure, Octadecatriensäure)
- 2 ungeradzahlige gesättigte Fettsäuren (Pentadecansäure, Heptadecansäure)<sup>29</sup>

---

<sup>28</sup> Vgl. ebd., S.84.

<sup>29</sup> Vgl. ebd., S. 85.

Der arttypische Geschmack von Ziegenmilch im Vergleich zum eher neutralen Geschmack anderer Milchsarten wird vor allem durch die gesättigte, kurzkettige Caprinsäure verursacht, die bei Ziegenmilch in höheren Konzentrationen als zum Beispiel in Kuhmilch vorkommt.<sup>30</sup>

### 3.3.3. Kohlenhydrate

In geringen Mengen kommen in der Milch neben dem Zweifachzucker Lactose auch Glukose, einige Aminozucker und Oligosaccharide vor.<sup>31</sup>

Das Disaccharid Lactose besteht aus den monomeren Zuckerbausteinen Galactose und Glucose, wobei die beiden Monosaccharide vom C<sub>1</sub>- Atom der Galactose zum C<sub>4</sub>- Atom der Glucose miteinander verknüpft sind.<sup>32</sup> Eine O-glykosidische Bindung entsteht hierbei bei der Reaktion der anomeren OH-Gruppe eines Zuckers A mit der OH-Gruppe eines anderen Moleküls, in diesem Fall mit der OH-Gruppe eines anderen Zuckermoleküls (Zucker B).

Je nachdem, ob die anomere OH-Gruppe des Zuckers A in  $\alpha$ - oder  $\beta$ -Stellung vorliegt, bildet sich eine  $\alpha$ -glykosidische Bindung oder eine  $\beta$ -glykosidische Bindung aus.<sup>33</sup>

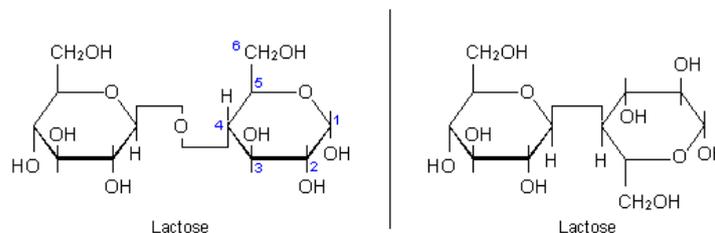


Abbildung 3:  $\beta$ - glykosidische- und  $\alpha$ - glykosidische Bindung.<sup>34</sup>

<sup>30</sup> Vgl. o.V.: Schaf- und Ziegenmilch. Haben Schaf- und Ziegenmilch die gleichen Eigenschaften wie Kuhmilch? online unter <http://www.sge-ssn.ch/de/nutrinfo/fragen-und-antworten/lebensmittel/milch-und-milchprodukte/schaf-und-ziegenmilch/> [04.01.2014].

<sup>31</sup> Vgl. Belitz, a. a. O., S. 529.

<sup>32</sup> Vgl. Frister, Zusammensetzung der Milch, S.99.

<sup>33</sup> Vgl. o.V.: Glykosidische Bindung. online unter [http://www.medilearn.de/seiten/errata/pdf/BC3\\_S\\_13\\_1\\_2\\_3.pdf](http://www.medilearn.de/seiten/errata/pdf/BC3_S_13_1_2_3.pdf) [04.01.2014]

<sup>34</sup> O.V.: Lactose. Online unter <http://www.hlaysper.ac.at/5a16/Bericht01/Wissenswertes.htm> [04.01.2014].

## 4. Ernährungsphysiologische Bedeutung

Unter den Lebensmitteln nimmt Milch eine Sonderstellung ein, da sie das einzige Lebensmittel ist, das von der Natur spezifisch zur Ernährung von Mensch und Tier (zum Erhalt der Art) gebildet wird.

In den ersten Lebensmonaten ist Milch für Säugetiere das natürliche Lebensmittel. Sie enthält alle Nährstoffe in ausreichender Form, um die Bedürfnisse der Jungtiere zu decken. Jedoch erfüllt Milch nur für die eigene Art alle Nahrungsansprüche; den Bedürfnissen von Jungen anderer Arten kann die Milch keiner Säugetierart in vollem Umfang gerecht werden.<sup>35</sup>

Der gesundheitliche Wert von Milch ist jedoch nicht unumstritten: Während eine große Gruppe von Ernährungsberatern und Diätologen den Konsum von vor allem fettarmen Milchprodukten für eine ausgewogene Ernährung als unerlässlich erachtet, da Milch eine bedeutsame Eiweiß- und Kalziumquelle sei, setzt sich ein immer größer werdender Teil der Ernährungswissenschaftler zunehmend kritisch mit dem Verzehr von Milchprodukten auseinander.<sup>36</sup>

Das Bundesministerium für Gesundheit empfiehlt den täglichen Genuss von Milchprodukten, da Milch hochwertiges Eiweiß enthalte, sowie als wichtige Quelle für Kalzium und Vitamine (z.B. Vitamin A, B<sub>2</sub> und B<sub>12</sub>) diene. Um den täglichen Bedarf an Nährstoffen zu decken, solle man 3 Portionen Milch und Milchprodukte pro Tag konsumieren, wobei eine Portion einem Glas (200 ml) Milch, 1 Becher Joghurt oder 50 bis 60 g Käse entspricht.<sup>37</sup>

Diese Empfehlungen sind in der österreichischen Ernährungspyramide verdeutlicht, die den maßvollen und täglichen Konsum von Milchprodukten anrät.

---

<sup>35</sup> Vgl. Krömker, Volker: Milch als Lebensmittel. In: Krömker, Volker (Hg.): Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene. Stuttgart: Parey, 2007, S. 204.

<sup>36</sup> Vgl. o. V.: Milch - von den einen geliebt, von den anderen abgelehnt. online unter <http://www.ernaehrungsberatung.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/0/21B3C9C7685C523EC1256FAC002B09E0?OpenDocument> [28.12.2013].

<sup>37</sup> Vgl. o.V.: Milch und Milchprodukte. online unter [https://www.gesundheit.gv.at/Portal.Node/ghp/public/content/Milch\\_und\\_MilchprodukteLN.html](https://www.gesundheit.gv.at/Portal.Node/ghp/public/content/Milch_und_MilchprodukteLN.html) [28.12.2013].



Abbildung 4: Die österreichische Ernährungspyramide.<sup>38</sup>

#### 4.1. Milch als Kalziumlieferant

Kalzium zählt zur Gruppe der Erdalkalimetalle. Im Blutplasma kommt es in drei Formen vor:

- 1) Ionisiert (biologisch aktive Form)
- 2) Komplexgebunden (mit Phosphat, Bikarbonat oder Zitrat)
- 3) Proteingebunden (an Albumin oder Globulin)

Gemeinsam mit Phosphat bildet Kalzium in Form des Hydroxylapatits die Hartschubstanz von Knochen und Zähnen; es übt somit eine wichtige Stützfunktion aus. Die Knochenschubstanz dient gleichzeitig als Depot für etwa 99 % des 1000 bis 1400 g großen Kalziumdepots, der Rest befindet sich im intra- und extrazellulären Raum.

---

<sup>38</sup> O.V. Die Österreichische Ernährungspyramide. online unter [https://www.gesundheit.gv.at/Portal.Node/ghp/public/content/Die\\_oesterreichische\\_ErnaehrungspyramideLN.html](https://www.gesundheit.gv.at/Portal.Node/ghp/public/content/Die_oesterreichische_ErnaehrungspyramideLN.html) [28.12.2013].

Dieses Erdalkalimetall übernimmt wichtige Aufgaben bei der Blutgerinnung, der neuromuskulären Erregbarkeit und der Signaltransduktion. Zudem beeinflusst es die Durchlässigkeit der Zellmembranen und es ist als Cofaktor an verschiedenen Stoffwechselfvorgängen beteiligt.<sup>39</sup>

Wird zu wenig Kalzium aufgenommen, kommt es zu einer Entmineralisierung des Skeletts, Krämpfen, erhöhter Blutungsneigung und schlechter Zahnqualität. Die empfohlene Zufuhr von Kalzium variiert aufgrund des Geschlechts, des Alters und anderer Faktoren. Generell muss jedoch festgehalten werden, dass in der Schwangerschaft und Stillzeit – anders als oft vermutet - kein erhöhter Kalziumbedarf gegeben ist. Kinder im Alter von 1 bis 4 Jahren sollten ungefähr 600 mg Kalzium pro Tag zu sich nehmen; den höchsten Kalziumbedarf hat man im Alter von 13 bis 15 Jahren (1200 mg), bis er sich im Erwachsenenalter wieder bei 1000 mg pro Tag einpendelt.<sup>40</sup>

Jedoch erreicht ein großer Teil der Bevölkerung den vorgegebenen Tagesbedarf an Kalzium nicht. Als besonders gefährdet gelten junge Mädchen, die oft um 40 % weniger Kalzium zu sich nehmen als empfohlen. Auch Senioren und Veganer erreichen die empfohlene Tageszufuhr äußerst selten, was zu einem erhöhten Osteoporoserisiko führt.<sup>41</sup>

#### **4.1.1. Der Einfluss von Vitamin D**

Die Aufnahme von Kalzium wird durch Vitamin D, Milchzucker und Fruchtsäuren gesteigert und durch eine hohe Zufuhr an Fett, Oxalat, Phytat und Phosphor vermindert, wobei Vitamin D eine herausragende Rolle für den Kalziumhaushalt spielt.<sup>42</sup>

Vitamin D beeinflusst in Form des biologisch aktiven Kalzitriol (Dihydroxycholecalciferol) den Kalziumstoffwechsel, indem es die Kalziumkonzentration im Blut aufrechterhält.

---

<sup>39</sup> Vgl. Leitzmann, Claus/ Müller, Claudia (u. a.): Ernährung in Prävention und Therapie. Ein Lehrbuch. 3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Hippokrates Verlag, S. 92.

<sup>40</sup> Vgl. Kiefer, Ingrid: Die Kalorienfibel I. 6000 Werte. 8. völlig neu bearbeitete und wesentlich erweiterte Auflage. Leoben: Verlag des Österreichischen Kneijg/lundes Ges. m. b. H., 2004, S. 222.

<sup>41</sup> Vgl. Leitzmann, a. a. O., S. 94.

<sup>42</sup> Vgl. Kiefer, a. a. O., S. 221.

Kalzitriol entsteht aus einem der zwei wichtigsten D-Vitamine, dem Vitamin D<sub>3</sub> (Cholecalciferol) durch die zweifache Hydroxylierung in Leber und Nieren. Cholecalciferol wiederum entsteht in der Haut durch UV-Strahlung aus 7-Dehydrocholesterol.

Bei einem Abfall des Kalziumgehalts im Blut erfolgt – gesteuert durch Kalzitriol - eine vermehrte intestinale Kalziumabsorption, tubuläre Reabsorption von Kalzium in den Nieren und eine gesteigerte Kalziummobilisation aus dem Knochen, um die benötigte Konzentration wieder herzustellen. Gleichzeitig wirkt das aktive Vitamin D<sub>3</sub> synergetisch mit dem Parathormon und erhöht die Phosphatausscheidung.

Eine ausreichende Versorgung mit Vitamin D ist also notwendig, um die Aufnahme von Kalzium aus der Nahrung zu garantieren. Vitamin D kann einerseits vom Körper mithilfe von Sonnenlicht synthetisiert werden, andererseits sollte speziell in den Wintermonaten durch eine alimentäre Zufuhr die Versorgung sichergestellt werden. Besonders reich an Vitamin D sind fettreiche Fische; Milchprodukte weisen nur einen geringen Vitamin D Gehalt auf.<sup>43</sup>

#### **4.1.2. Kalziumgehalt verschiedener Lebensmittel**

Wie Tabelle 2 und Tabelle 5 (vgl. Kapitel 4.4.1.) zeigen, sind vor allem Milch- und Milchprodukte besonders kalziumreich. In Abhängigkeit von der Verarbeitung ergeben sich jedoch unterschiedliche Kalziumgehalte: Allgemein lässt sich bei dem besonders kalziumreichen Käse sagen, dass fettarme Käsesorten kalziumreicher als fettreiche Käsesorten sind. Bei Gemüsesorten lässt sich feststellen, dass dunkelgrüne Gemüsesorten, wie zum Beispiel Brokkoli, am kalziumreichsten sind. Aber auch manche Mineralwässer stellen, je nach Härtegrad, gute Kalziumquellen dar. Obst, Fleisch, Geflügel und die meisten Fischarten hingegen weisen nur vernachlässigbare Mengen an Kalzium auf.<sup>44</sup>

---

<sup>43</sup> Vgl. Leitzmann, a. a. O., S. 51 ff.

<sup>44</sup> Vgl. ebd., S. 93.

Tabelle 2: Kalziumgehalt verschiedener Lebensmittel.<sup>45</sup>

<b>Kalziumgehalt ausgewählter Lebensmittel</b>	
Lebensmittel	mg/ 100g
<b>Milchprodukte</b>	
Parmesan	1200
Emmentaler	1000
Jogurt (3,6%)	120
<b>Pflanzliche Lebensmittel</b>	
Sesam, frisch	738
Mandeln, geschält	128
Brokkoli, gekocht	112
Kren	105
Marillen, getrocknet	100
Rhabarber	52

## 4.2. Milch als Proteinlieferant

Proteine sind hochmolekulare Substanzen, die aus Aminosäuren zusammengesetzt sind. Für den Aufbau des menschlichen Organismus stehen hierbei 20 verschiedene Aminosäuren zur Verfügung, von denen acht essentiell sind.<sup>46</sup>

Die acht essentiellen Aminosäuren kann der Körper, im Gegensatz zu den nicht essentiellen Nährstoffen, nicht selbst herstellen. Sie müssen durch die Nahrung aufgenommen werden.<sup>47</sup>

Tabelle 3 listet die verschiedenen Aminosäuren auf:

Tabelle 3: Unterteilung der Aminosäuren.<sup>48</sup>

<b>Essentiell</b>	<b>Bedingt essentiell</b>	<b>Nicht essentiell</b>
Histidin	Tyrosin	Alanin
Isoleuzin	Zystein	Asparagin
Leuzin	Arginin	Asparaginsäure
Lysin	Glutamin	Glutaminsäure
Methionin	Glyzin	
Phenylalanin	Prolin	
Threonin	Serin	
Tryptophan		
Valin		

<sup>45</sup> Vgl. Kiefer, a. a. O., S. 222.

<sup>46</sup> Vgl. Belitz, a. a. O., S. 10

<sup>47</sup> Vgl. Leitzmann, a. a. O., S. 35.

<sup>48</sup> Vgl. ebd. S.35.

#### 4.2.1. Eiweiß als Nahrungsbestandteil

Die täglich benötigte Proteinzufuhr liegt bei ungefähr 0,6 bis 0,8 g/kg Körpergewicht pro Tag und Erwachsenen. Im Allgemeinen wird die empfohlene Tageszufuhr von der Bevölkerung in westlichen Ländern deutlich überschritten, so liegt beispielsweise die durchschnittliche Proteinzufuhr bei Frauen in Westdeutschland bei 72 g pro Tag. Diese erhöhte Proteinzufuhr führt allerdings zu keinen gesundheitsschädlichen Auswirkungen, wenn nicht das kritische Ausmaß von > 2 g/kg Körpergewicht erreicht wird.

Jedoch geht eine erhöhte Proteinzufuhr bei einem großen Teil der Bevölkerung, da ein hoher Prozentsatz der aufgenommenen Proteine aus tierischen Lebensmitteln stammt, mit einer übermäßigen Zufuhr an Gesamtfett, gesättigten Fettsäuren, Cholesterin und Purinen einher, sodass eine proteinreiche Ernährung oftmals negative gesundheitliche Konsequenzen nach sich zieht.

Mangelercheinungen treten in westlichen Ländern meist nur bei mit Proteinmangel einhergehenden Erkrankungen auf. In Entwicklungsländern hingegen tritt Proteinmangel häufig bei Menschen mit erhöhtem Proteinbedarf, z.B. bei Stillenden und Kindern, infolge einer Protein-Energie-Malnutrition, auf. Längerfristiger Mangel bei der Eiweißzufuhr führt zu Abbau von Muskeln und Depotfett, zu einer starken Gewichtsabnahme, zur Verfettung der Leber und zu Veränderungen der Schleimhäute und des Immunsystems.

Als besonders proteinreich gelten gemeinhin Fleisch, Fisch, bestimmte Milchprodukte, Eier und Hülsenfrüchte, die bei den pflanzlichen Lebensmitteln aufgrund ihres hohen Eiweißgehalts eine Ausnahme bilden.<sup>49</sup>

---

<sup>49</sup> Vgl. Leitzmann, a. a. O., S. 38.

#### 4.2.2. Biologische Wertigkeit

Die Biologische Wertigkeit (BW) dient der Abschätzung der Qualität von Proteinen in Lebensmitteln. Sie gilt als Maß dafür, wie viel eines aufgenommenen Nahrungsproteins in körpereigenes Protein umgewandelt werden kann. Die biologische Wertigkeit ergibt sich aus folgender Gleichung:<sup>50</sup>

$$BW = (\text{retinierter Stickstoff} / \text{absorbierter Stickstoff}) \times 100$$

Abbildung 5: Formel biologische Wertigkeit.<sup>51</sup>

Je höher die biologische Wertigkeit der aufgenommenen Proteine ist, desto weniger Protein muss zugeführt werden, um eine ausgeglichene Protein- und Stickstoffbilanz zu erreichen. Als wichtiges Kriterium für die biologische Wertigkeit gilt die Zusammensetzung der Aminosäuren in einem Lebensmittel: Je mehr proteinogene Aminosäuren darin enthalten sind und je höher der Gehalt an essentiellen Aminosäuren ausfällt, desto höher ist die biologische Wertigkeit des Lebensmittels.

Tierische Proteine besitzen in der Regel eine höhere biologische Wertigkeit als pflanzliche Proteine. Das „Referenzprotein“ zur Qualitätsbewertung anderer Nahrungseiweiße ist das Hühnervollei; dem eine biologische Wertigkeit von 100 zugeordnet wird. Jedoch entspricht der Referenzwert „100“ des Volleis keiner 100-prozentigen Umsetzung von diesem in körpereigenes Protein. Durch eine geschickte Kombination von Lebensmitteln kann so die biologische Wertigkeit von 100 übertroffen werden.<sup>52</sup>

---

<sup>50</sup> Vgl. o.V.: Biologische Wertigkeit (BW). online unter <http://www.ernaehrung.de/lexikon/ernaehrung/b/Biologische-Wertigkeit.php> [01.01.2014].

<sup>51</sup> Vgl. ebd.

<sup>52</sup> Vgl. ebd.

Tabelle 4 zeigt, dass Milch unter den tierischen Lebensmitteln eine durchschnittliche bis hohe biologische Wertigkeit aufweist.<sup>53</sup>

Tabelle 4: Biologische Wertigkeit verschiedener Lebensmittel.<sup>54</sup>

Lebensmittel	BW
Vollei	100
Soja	85
Kartoffeln	76
Milch	75-91
Fleisch	70-90
Fisch	70-90
Weizenmehl	47
Erbsen, grün	37
Lebensmittelkombinationen	
36% Vollei- + 64% Kartoffeleiweiß	136
75% Milch- + 25% Weizenmehleiweiß	125

### 4.3. Bedenken

Milchkonsumgegner betonen, dass Milchkonsum von Erwachsenen nicht förderlich für die Gesundheit sei, wenn nicht sogar schädlich. Vorwiegend werden folgende zwei Kritikpunkte angeführt:

#### 4.3.1. Osteoporose

Einige gehen davon aus, dass Milch nicht vor Osteoporose schütze. In Ländern, in denen der Milchkonsum keine Tradition habe, sei die Osteoporoserate niedriger als in westlichen Ländern mit hohem Milchkonsum.<sup>55</sup>

Tatsächlich hängt die Osteoporoserate nicht ausschließlich vom Milchkonsum ab, sondern vielmehr von der Lebensführung: Ausschlaggebend für die Prävention von Osteoporose sind vor allem ausreichend Bewegung, eine gesunde Ernährung sowie der Verzicht auf Genussmittel wie Alkohol und Zigaretten.

<sup>53</sup> Vgl. Eichhorn, Jürg: Eiweiss. Wissenswertes und Hitlisten. online unter [http://www.ever.ch/PDF/Hitliste\\_Eiweiss\\_Wissenswertes.pdf](http://www.ever.ch/PDF/Hitliste_Eiweiss_Wissenswertes.pdf) [01.01.2014]. S. 5 f.

<sup>54</sup> Vgl. ebd.

<sup>55</sup> Vgl. Wagner, Beate: Böse Milch? Gute Milch?. online unter <http://www.zeit.de/zeit-wissen/2006/01/Milch.xml/seite-1> [28.12.2013] S. 1 f.

Denn nicht nur die Kalziumaufnahme durch Milchprodukte, sondern vielmehr die Kombination einer ausreichenden Kalziumzufuhr und einer adäquaten Versorgung mit Vitamin D sind bei der Prävention von Osteoporose von Nöten, da Vitamin D erst die Kalziumaufnahme im Dünndarm ermöglicht.<sup>56</sup>

#### 4.3.2. „Unnatürliche“ Ernährung

Kritiker argumentieren oftmals, dass Erwachsene Milch nicht mehr verdauen könnten, da ihnen hierfür benötigte Enzyme fehlen (vgl. Kapitel 1).<sup>57</sup>

Treten Lebensmittelunverträglichkeiten in Folge einer verminderten Enzym- oder Coenzymaktivität auf, spricht man von Enzymopathien. Im Falle der Lactoseintoleranz führt die verminderte Aktivität von Lactase ( $\beta$ -Galactosidase) zu Schwierigkeiten bei der Verdauung von Milchzucker. Bei einer Lactoseintoleranz kann Lactose nicht in Galactose und Glucose gespalten werden. Daher treten nach dem Verzehr unterschiedliche körperliche Beschwerden auf (u.a. Abdominalschmerzen).

Tritt eine Abnahme der Enzymaktivität nach der Entwöhnung der Muttermilch auf, spricht man von der primären Lactoseintoleranz, von der große Teile der Weltbevölkerung betroffen sind.<sup>58</sup>

Besteht keine Lactoseintoleranz kann der Körper die Lactose rückstandslos in seine beiden Moleküle Galactose und Glucose abbauen. Wenn das Enzym Lactase aber fehlt, gelangt die Lactose unverdaut in den Dickdarm und wird dort von Bakterien zersetzt, was zu körperlichen Beschwerden führt: Es kommt zu einer anaeroben Gärung.<sup>59</sup>

---

<sup>56</sup> Vgl. Leitzmann, a. a. O., S. 424 ff.

<sup>57</sup> Vgl. o. V.: Milch- von den einen geliebt, von den anderen abgelehnt. online unter <http://www.ernaehrungsberatung.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/0/21B3C9C7685C523EC1256FAC002B09E0?OpenDocument> [28.12.2013]

<sup>58</sup> Vgl. Leitzmann, a. a. O., S. 477.

<sup>59</sup> Vgl. o.V.: Enzym Laktase. Was bewirkt Laktase? online unter <http://www.laktose-ratgeber.info/enzym-laktase/> [29.12.2013].

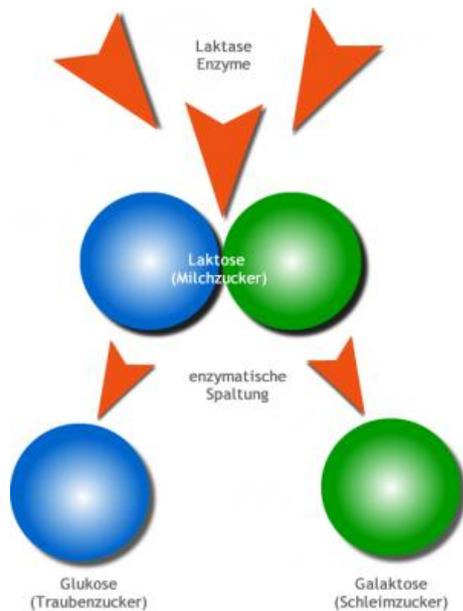


Abbildung 7: Lactosespaltung.<sup>61</sup>

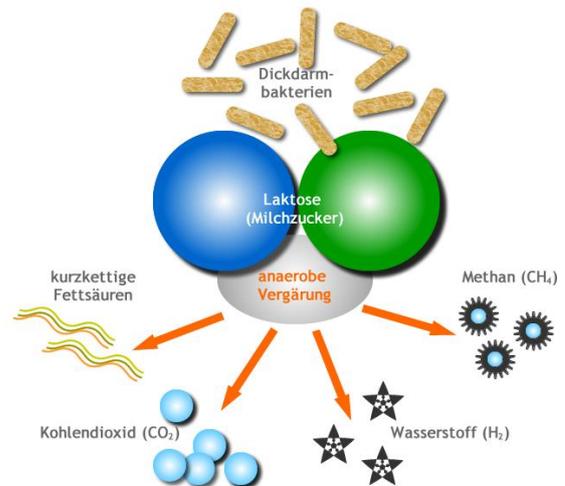


Abbildung 6: Anaerobe Vergärung im Dickdarm aufgrund eines Lactasemangels.<sup>60</sup>

#### 4.4. Quantitative Beschreibung der Milchbestandteile

Bei der quantitativen Beschreibung von Milch werden sowohl der prozentuelle Lactose-, Protein- und Fettgehalt als auch der prozentuelle Anteil an der Trockenmasse und der Aschegehalt dargestellt.<sup>62</sup> Der Hauptbestandteil, zu 63 bis 87 % besteht Milch aus Wasser (variiert je nach Sorte, Individuum, etc....), wird meist nicht näher beschrieben.<sup>63</sup>

Chemisch betrachtet handelt es sich bei der Asche um den Mineralstoffgehalt, also den anorganischen Anteil der Lebewesen. Asche besteht vor allem aus Oxiden und (Hydrogen)-Carbonaten diverser Metalle, z.B.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ .<sup>64</sup>

<sup>60</sup> Ebd.

<sup>61</sup> Ebd.

<sup>62</sup> Vgl. Frister, Zusammensetzung der Milch, S. 83.

<sup>63</sup> Vgl. Belitz, a. a. O., S. 517.

<sup>64</sup> Vgl. o.V.: Asche. online unter <http://www.chemie.de/lexikon/Asche.html> [11.11.2013].

Abbildung 8 zeigt die durchschnittliche Zusammensetzung von Kuh-, Schaf- und Ziegenmilch bezüglich der Trockenmasse, Lactose, Proteine, Fett und Asche. Auffallend ist der hohe Gehalt an Trockenmasse in Schafmilch, der vor allem auf den hohen Fett- als auch Proteingehalt dieser Sorte zurückzuführen ist.<sup>65</sup>

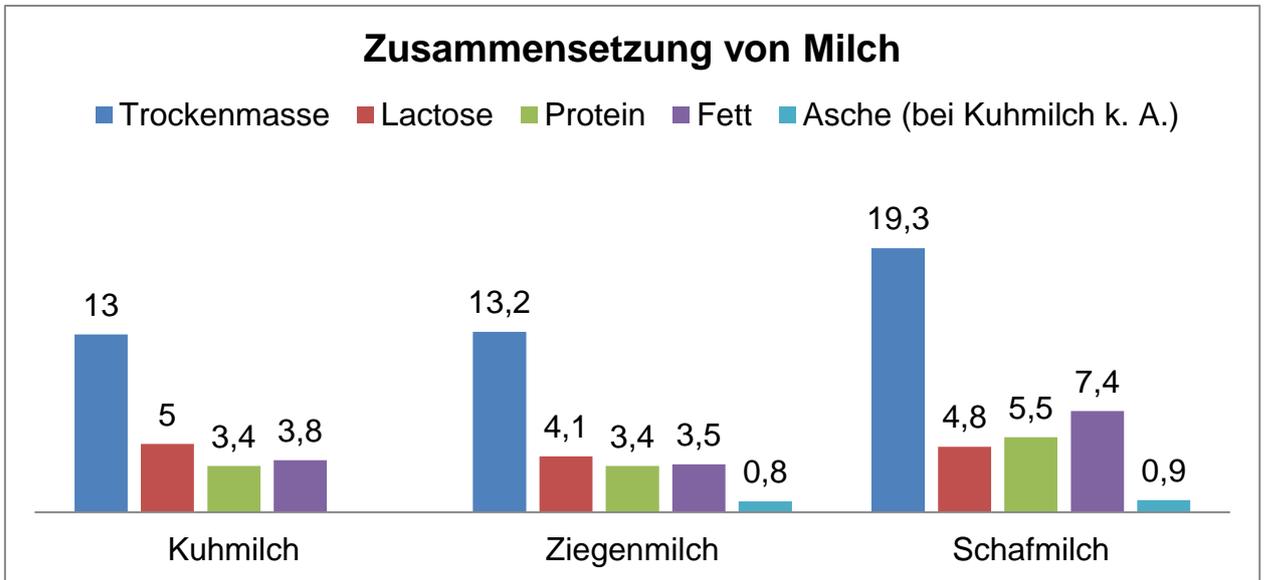


Abbildung 8: Durchschnittliche Zusammensetzung verschiedener Milchsorten (in %)<sup>66</sup>

In Tabelle 5 werden, fünf in Österreich häufig konsumierte, Milchsorten auf ihre quantitativen Unterschiede hin verglichen (vgl. Sonderfall Sojamilch). Die niedrigsten Vergleichswerte sind in Tabelle 5 blau, die höchsten rot markiert:

<sup>65</sup> Vgl. Frister, Zusammensetzung der Milch, S. 80.

<sup>66</sup> Vgl., ebd., S.80.

Tabelle 5: Quantitative Unterschiede.<sup>67</sup>

Nährwert/ 100ml	Kuhmilch (H-Milch mit 3,5 % Fett)	Schafmilch	Ziegenmilch	Sojamilch	Kuhmilch mit 1,5% Fett
kcal	64	97	69	53	47
KJ	267	405	289	223	195
Kohlenhydrate [g]	4,8	4,7	4,8	5,8	4,9
Proteine [g]	3,3	5,3	3,7	3,5	3,4
Fett [g]	3,5	6,3	3,9	1,8	1,5
Wasser [g]	87,5	82,7	86,6	88,7	89,3
Cholesterin [mg]	11	11	11	0	5
<b>Vitamine/ 100ml</b>					
Vitamin A [µg]	31	50	73	26	13
Vitamin B <sub>1</sub> [mg]	0,04	0,05	0,05	0,12	0,04
Vitamin B <sub>2</sub> [mg]	0,18	0,23	0,15	0,04	0,18
Vitamin B <sub>6</sub> [mg]	0,05	0,08	0,03	0,06	0,05
Vitamin C [mg]	1	4	2	k. A.	1
Vitamin E [mg]	0,1	0,2	0,1	0,7	k. A.
<b>Mineralstoffe/ 100ml</b>					
Kalzium [mg]	120	183	123	3	123
Eisen [mg]	0,1	0,1	0,1	0,8	0,1
Kalium [mg]	157	182	177	191	155
Magnesium [mg]	12	11	13	28	12
Natrium [mg]	48	30	42	3	49
Phosphor [mg]	92	115	103	234	94

<sup>67</sup> Tabelle im Besitz der Autorin. Die Werte stammen aus [www.lebensmittel-warenkunde.de/lebensmittel/milch-milchprodukte/](http://www.lebensmittel-warenkunde.de/lebensmittel/milch-milchprodukte/) [29.12.2013].

## 4.5. Qualitative Beschreibung: Milchsorten im Vergleich

Die verschiedenen Milchsorten unterscheiden sich jedoch nicht nur aufgrund ihrer quantitativen Zusammensetzung, sondern auch die qualitativen Unterschiede in der Zusammensetzung zwischen Kuh-, Schaf-, Ziegen- und Sojamilch sind teils beträchtlich und führen damit zu einer unterschiedlich ernährungsphysiologischen Bedeutung der Milchprodukte.

### 4.5.1. Schafmilch im Vergleich mit Kuhmilch

Zwar ist der Fettgehalt von Schafmilch im Verhältnis zur Kuhmilch deutlich höher, doch bewirkt eine günstigere Fettzusammensetzung, dass Schafmilch für den Körper bekömmlicher ist: Im Vergleich zu Kuhmilch hat Schafmilch einerseits weniger langkettige Fettsäuren und andererseits sind die Fettkügelchen in der Schafmilch durchschnittlich kleiner als bei Kuhmilch und bieten so mehr Angriffsfläche für die Enzyme, die an ihrem Abbau beteiligt sind, was zu einer schnelleren Verdauung führt.

Zudem ist Schafmilch reich an konjugierter Linolsäure, die viele positive Nutzen nach sich zieht: So wirkt sie sich bei Krebs, Arteriosklerose und Bluthochdruck positiv aus. Des Weiteren verschiebt konjugierte Linolsäure (CLA) den Fettanteil zugunsten des Muskelanteils im Körper.

Generell ist Schafmilch vitaminreicher als ihr Pendant vom Rind: Besonders aufgrund ihres hohen Fettgehalts ist sie eine wichtige Quelle für das fettlösliche Vitamin A, das zum Beispiel für den Sehvorgang und das Wachstum unabdingbar ist: Es ist in der Fettphase enthalten und wird im Körper nur in Gegenwart von Fett absorbiert. Auch Vitamin B<sub>12</sub>, das eine bedeutende Rolle beim Zellwachstum und für die Aufrechterhaltung des Nervensystems spielt, ist im Vergleich zu anderen Milchsorten in der Schafmilch reichlich enthalten.

Schafmilch weist gleich wie Kuhmilch ein hohes allergenes Potential auf und kann daher entgegen weitläufiger Annahmen nicht bedenkenlos von Kuhmilchallergikern zu sich genommen werden.

Vor der Umstellung auf die Milch dieses Tieres sollte daher ein Mediziner kontaktiert werden, um festzustellen, auf welches Allergen man reagiert oder ob die Gefahr von Kreuzallergien besteht.<sup>68</sup>

#### 4.5.2. Ziegenmilch im Vergleich mit Kuhmilch

Ziegenmilch hat im Allgemeinen einen niedrigeren Energiegehalt als Kuhmilch aber einen vergleichbaren Vitamingehalt. Eine Ausnahme bildet hierbei lediglich das Vitamin B<sub>12</sub>, dessen Gehalt in Ziegenmilch deutlich geringer als in Kuhmilch ist. Dennoch ist sie im Allgemeinen bekömmlicher als bovine Milch: Man nimmt an, dass sich dies vor allem auf den sehr geringen Gehalt an  $\alpha_{s1}$ -Kasein zurückführen lässt. Unter Säureeinwirkung zerfällt Ziegenmilch in kleinere Flocken, die von Protein spaltenden Enzymen besser angegriffen und verdaut werden können.

Zudem dominieren, gleich wie bei Schafmilch, die kurz- und langkettigen Fettsäuren, was sich auf einen doppelt so hohen Wert an Caprinsäure, sowie kleine Fettkügelchen zurückführen lässt. Kurz- und mittelkettige Fettsäuren gelangen direkt über die Pfortader in die Leber und müssen nicht über die Bildung von Lipoproteinen mit Gallensäure transportiert werden. Deshalb sind Ziegen- und Schafmilchprodukte für Menschen mit hohem Cholesterinspiegel besser geeignet als Kuhmilch.

Bezüglich dem allergenen Potenzial von Ziegenmilch ist anzumerken, dass sie gleich wie alle anderen Produkte, die Milchproteine beinhalten, ein potentieller Allergieauslöser ist. Jedoch zeigen Studien aus den 1980er Jahren, dass 40 % der Kinder, die Kuhmilch nicht vertragen, keine allergischen Reaktionen auf Ziegenmilch zeigen.<sup>69</sup>

---

<sup>68</sup> Vgl. Wehrmüller, Karin/ Ryffel Stephan: Schafmilchprodukte in der Ernährung. Merkblatt für die Praxis. online unter [http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/02121/03153/index.html?lang=de&sort\[0\\_1\]=0&dir\[0\\_1\]=asc&page\[0\\_1\]=2S](http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/02121/03153/index.html?lang=de&sort[0_1]=0&dir[0_1]=asc&page[0_1]=2S). [31. 12.2013] 2 ff.

<sup>69</sup> Vgl. Wehrmüller, Karin/ Ryffel Stephan: Ziegenmilchprodukte in der Ernährung. Merkblatt für die Praxis. online unter [http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/02121/03153/index.html?lang=de&sort\[0\\_1\]=0&dir\[0\\_1\]=asc&page\[0\\_1\]=](http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/02121/03153/index.html?lang=de&sort[0_1]=0&dir[0_1]=asc&page[0_1]=) [31.12.2013] S. 1 ff.

### 4.5.3. Sonderfall Sojamilch

Sojamilch stellt nicht nur aufgrund seiner zunehmenden Popularität sowohl bei Vegetariern und bei Veganern als auch in ernährungsbewussten Kreisen einen Sonderfall dar: Aufgrund seiner pflanzlichen Herkunft ist Sojamilch ein Trivialname und muss im Handelsjargon als Sojadrink titulierte werden.

Sojamilch ist, im Hinblick auf einige seiner Nährstoffe, vergleichbar mit Kuhmilch. Es enthält ähnliche Mengen an Kalorien, Fetten und Proteinen. Sojamilch enthält aber, anders als Kuhmilch, ein höheres Maß an ungesättigten Fettsäuren, welche für eine gesunde Ernährung von großer Bedeutung sind. Während der Vitamingehalt von Sojamilch größtenteils mit dem der Kuhmilch vergleichbar ist, ist Sojamilch als Kalziumlieferant nicht geeignet. Menschen, die sich ausschließlich pflanzlich ernähren, müssen deshalb darauf achten, kalziumreiche pflanzliche Lebensmittel zu sich zu nehmen oder auf Nahrungsergänzungsmittel vertrauen.<sup>70</sup>

Zudem ist Sojamilch laut der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin nicht für Säuglingsernährung geeignet: Sojamilch könne bei Kindern den Hormonhaushalt durcheinander bringen und sei für Neugeborene kanzerogen. Des Weiteren sollen – laut einiger Studien - Produkte aus der Sojabohne fruchtbarkeitsschädigend wirken und die Schilddrüsenfunktion beeinträchtigen. Auch bei Frauen, die bereits an Brustkrebs erkrankt sind und Sojaprodukte konsumieren, stimuliert der übermäßige Konsum von Sojaprodukten das Wachstum von Krebszellen.<sup>71</sup>

---

<sup>70</sup> Vgl. o. V.: Sojamilch. online unter <http://lebensmittel-warenkunde.de/lebensmittel/milch-milchprodukte/milch/sojamilch.html> [31.12.2013].

<sup>71</sup> Vgl. Burger, Kathrin: Im Schatten der Bohne. online unter <http://www.zeit.de/2008/27/Sojahype> [31.12.2013].

## 5. Praktischer Teil

### 5.1. Bestimmung der Trockenmasse, des Kalzium-, Phosphor-, Magnesium-, Strontium-, Barium-, Cadmium- und Bleigehalts verschiedener Proben

Die Versuche erfolgten im Rahmen der Arbeit am Institut für Analytische Chemie an der KF Universität Graz unter Aufsicht von Herrn Ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Walter Goessler.

#### 5.1.1. Bestimmung der Trockenmasse

Die Trockenmasse wurde durch Trocknung der zu untersuchenden Probe bestimmt (gravimetrische Trockensubstanzbestimmung).

##### 5.1.1.1. Benötigte Materialien

- Bechergläser
- Waage
- Trockenschrank
- Spatel



Abbildung 9: Proben im Trockenschrank.<sup>72</sup>

##### 5.1.1.2. Durchführung

Die Bechergläser wurden gewogen und die Masse notiert. Anschließend wurden 20 g der zu bestimmenden Proben eingewogen. Dann wurden die Bechergläser bei 60°C bis zur Gewichtskonstanz in einen Trocknungsschrank gegeben.

Nun wurden die Messbecher erneut gewogen. Die Trockenmasse errechnet sich durch den Abzug der Masse des Becherglases vom Trockenrückstand inklusive Becher. Der prozentuelle Anteil der Trockenmasse an der Probe ergibt sich durch die Division der Trockenmasse durch die Masse der Probe und der anschließenden Multiplikation mit 100.

---

<sup>72</sup> Foto im Besitz der Autorin.

Tabelle 6: Trockenmasse verschiedener Proben.<sup>73</sup>

Probe	Masse Becherglas (in g)	Masse Probe (in g)	Trockenrückstand inkl. Becher (in g)	Trockenmasse (in g)	Anteil der Trockenmasse (in Prozent)
Schafmilch	46,0516	20,4140	48,641	2,5894	12,68%
Ziegenmilch	48,7016	19,6806	50,8947	2,1931	11,14%
Sojamilch	49,1741	20,9850	51,8298	2,6557	12,66%
Kuhmilch	48,4863	20,0607	50,9509	2,4646	12,29%
Fruchtzweg	71,9010	20,4962	77,1199	5,2189	25,46%

### 5.1.2. Bestimmung des Kalzium-, Phosphor-, Magnesium-, Strontium-, Barium-, Cadmium- und Bleigehalts verschiedener Proben

#### 5.1.2.1. Untersuchte Proben

Es wurden folgende Proben untersucht:

- Schafmilch (Weizer Schafbauern)
- Kuhmilch (Stainzer)
- Ziegenmilch (Leeb VITAL)
- Sojamilch (Joya SOYA)
- FruchtZweg (Danone)<sup>74</sup>

Von jeder Sorte wurden drei Proben untersucht und der Mittelwert berechnet. Um die Genauigkeit der Messungen zu überprüfen, wurde zusätzlich ein Referenzmaterial (Milchpulver), dessen Werte bekannt waren, untersucht.

#### 5.1.2.2. Vorbereitung

##### 5.1.2.2.1. Aufschluss

Zu Beginn wurden die Proben mithilfe einer Pipette in 12 ml Quarzgefäße auf 0.1 mg genau eingewogen, wobei von einer Milchsorte immer drei Proben untersucht wurden. Bei den Milchsorten wurden je 2 g, beim Milchprodukt (FruchtZweg) je 1 g und beim Milchpulver 0,25 g in Reagenzgläser umgefüllt.

<sup>73</sup> Tabelle im Besitz der Autorin.

<sup>74</sup> Genaue Informationen zu den untersuchten Proben befinden sich im Anhang ab S. IX.



Abbildung 10: Einwiegen der Proben.<sup>75</sup>

Anschließend wurde jede Probe für den Aufschluss, das heißt, für das Überführen unlöslicher bzw. schwerlöslicher Substanzen in säure- oder wasserlösliche Verbindungen, vorbereitet. Dazu wurde jede Probe mit Salpetersäure aufgefüllt. Zusätzlich wurden drei weitere Reagenzgläser ausschließlich mit Salpetersäure aufgefüllt, um zu überprüfen, ob die Reagenzgläser Verunreinigungen aufwiesen, die die Messergebnisse beeinflussen würden.



Abbildung 11: Mit Salpetersäure versetzte Proben.<sup>76</sup>

Den Milchproben wurden nun je 2 ml Salpetersäure und 1 ml deionisiertes Wasser, dem Milchpulver und dem Milchprodukt (FruchtZwerg) wurden je 5 ml Salpetersäure hinzugefügt. Salpetersäure wurde für den Aufschluss verwendet, da sie eine oxidierende Säure ist. Beim Aufschluss werden die organischen Bestandteile der Proben zu  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  oxidiert; nur anorganische Bestandteile bleiben in ionischer Form über.



Abbildung 12: Proben in der Mikrowelle.<sup>77</sup>

Für den Aufschluss kamen die Gefäße in ein Teflongestell, das in eine Absorptionslösung gestellt wurde, die eine gleichmäßigere Erwärmung der Proben in der Mikrowelle gewährleistete. Die Absorptionslösung bestand aus 300 g destilliertem Wasser und 5 g Schwefelsäure.



Abbildung 13: Proben nach Aufschluss.<sup>78</sup>

<sup>75</sup> Foto im Besitz der Autorin.

<sup>76</sup> Foto im Besitz der Autorin.

<sup>77</sup> Foto im Besitz der Autorin.

<sup>78</sup> Foto im Besitz der Autorin.

Erfolgt der Aufschluss – wie in diesem Fall - in einer Mikrowelle, so spricht man von einem mikrowellenunterstützten Aufschluss, da die Energie der Mikrowelle zu gering ist und nur Molekülrotationen angeregt werden. Hierbei durchdringen Mikrowellen die Gefäßwände des Reagenzglases, ohne sie zu erwärmen. Es wird nur die Probe selbst erhitzt. Die Aufschlusszeit für die Milchproben betrug ungefähr 2 Stunden.

Nach Ende des Aufschlusses wurden die Proben in andere Polypropylenröhrchen umgefüllt und mit Reinstwasser auf 50 ml aufgefüllt. Nachdem sie zugeschraubt worden waren, wurden sie kräftig geschüttelt.

Für die eigentliche Messung werden die Proben noch weiter verdünnt.

Die Verdünnungsfaktoren, die in Tabelle 7 dargestellt sind, errechnen sich durch die Division vom Endvolumen durch das Ausgangsvolumen der Probe.

**Tabelle 7: Berechnung der Verdünnungsfaktoren.<sup>79</sup>**

Probe	Istwert (in g)	Sollwert	Verdünnungsfaktor bei Verdünnung auf 50 ml	Verdünnungsfaktor bei Verdünnung auf 200ml	Nebenrechnung
			Formel: 50/ Istwert	Formel: 10/(Istwert/50 *0,25)	Formel: Istwert/ 50*0,25
Kuhmilch 1.Probe	2,0379	2g	24,5351	981,4024	0,0102
Kuhmilch 2.Probe	2,0292	2g	24,6403	985,6101	0,0101
Kuhmilch 3. Probe	2,0950	2g	23,8663	954,6539	0,0105
Ziegenmilch 1. Probe	2,1853	2g	22,8802	915,2062	0,0109
Ziegenmilch 2. Probe	2,0262	2g	24,6767	987,0694	0,0101
Ziegenmilch 3. Probe	2,0186	2g	24,7696	990,7857	0,0101
Schafmilch 1. Probe	2,0441	2g	24,4606	978,4257	0,0102
Schafmilch 2. Probe	2,1302	2g	23,4720	938,8790	0,0107
Schafmilch 3. Probe	2,0036	2g	24,9551	998,2032	0,0100
Sojamilch 1. Probe	1,9787	2g	25,2691	1010,7646	0,0099
Sojamilch 2. Probe	2,0400	2g	24,5098	980,3922	0,0102
Sojamilch 3. Probe	2,0595	2g	24,2777	971,1095	0,0103
FruchtZwerg 1. Probe	1,0113	1g	49,4413	1977,6525	0,0051
FruchtZwerg 2. Probe	0,9573	1g	52,2302	2089,2092	0,0048
FruchtZwerg 3.Probe	0,9851	1g	50,7563	2030,2507	0,0049
Referenzmaterial Milchpulver 1. Probe	0,2592	0.25g	192,9012	7716,0494	0,0013
Referenzmaterial Milchpulver 2. Probe	0,2546	0.25g	196,3865	7855,4595	0,0013
Referenzmaterial Milchpulver 3. Probe	0,2570	0.25g	194,5525	7782,1012	0,0013

<sup>79</sup> Tabelle im Besitz der Autorin.

#### 5.1.2.2.2. Herstellung der Standards

Während die Proben aufgeschlossen wurden, wurden die Standards für die Messung im ICP-MS vorbereitet. Für jedes zu untersuchende Element (Ca, Mg, P, Cd, Sr, Pb, Ba) wurde eine Kalibrierungsgerade mit fünf Konzentrationen erstellt.

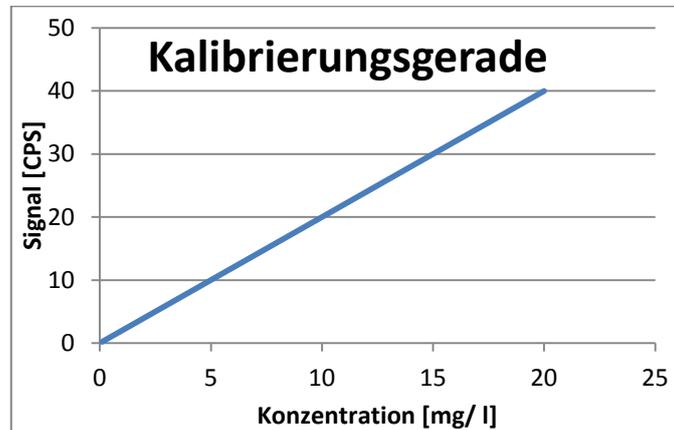


Abbildung 14: Schema einer Kalibrierungsgeraden<sup>80</sup>

Es wurden folgende Standards vorbereitet:

- 0,1mg/l Ca, Mg, P + 1µg/l Ba, Sr +10 ng/l Cd, Pb
- 0,5mg/l Ca, Mg, P + 5µg/l Ba, Sr +50ng/l Cd, Pb
- 1mg/l Ca, Mg, P + 10µg/l Ba, Sr +100ng/l Cd, Pb
- 5mg/l Ca, Mg, P + 50µg/l Ba, Sr +500ng/l Cd, Pb
- 10mg/l Ca, Mg, P + 100µg/l Ba, Sr +1000ng/l Cd, Pb<sup>81</sup>



Abbildung 15: Herstellung der Standards.<sup>82</sup>

<sup>80</sup> Abbildung in Besitz der Autorin.

<sup>81</sup> mg/l...parts per million; µg/l...parts per billion; ng/l...parts per trillion

<sup>82</sup> Foto im Besitz der Autorin.

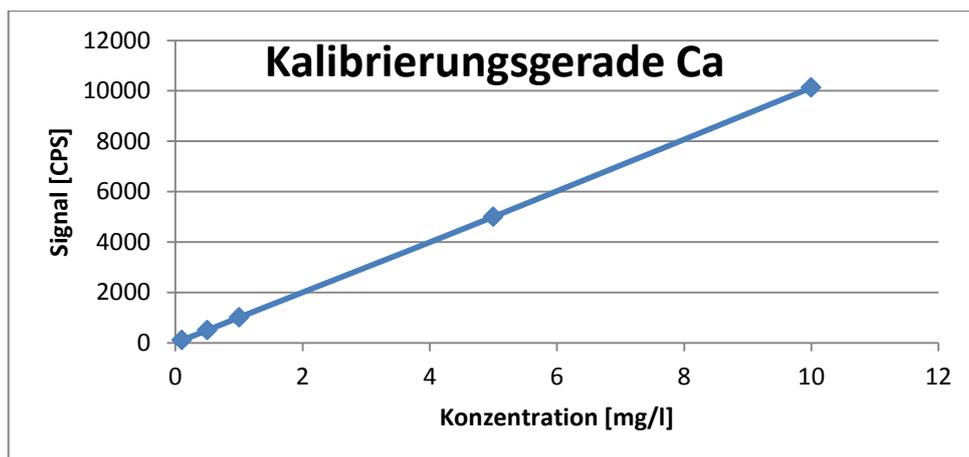
### 5.1.2.2.3. Kalibrierung

Nach der Herstellung der Standards wurden die Standardlösungen in das ICPMS gestellt und vermessen. Aus dem Messsignal wurden danach Kalibrierungsgeraden erstellt.<sup>83</sup>

#### Kalibrierungsgerade Kalzium

Tabelle 8: Standards: Ca.<sup>84</sup>

Standards	Messwerte
0,1mg/l Ca,Mg,P+1µg/l Ba,Sr+10ng/l Cd,Pb (0,1)	100,7511371
0,5mg/l Ca,Mg,P+5µg/l Ba,Sr+50ng/l Cd,Pb (0,5)	494,5280581
1mg/l Ca,Mg,P+10µg/l Ba,Sr+100ng/l Cd,Pb (1)	1006,38855
5mg/l Ca,Mg,P+50µg/l Ba,Sr+500ng/l Cd,Pb (5)	4999,254461
10mg/l Ca,Mg,P+100µg/l Ba,Sr+1000ng/l Cd,Pb (10)	10126,6574



Kalibrierungsgerade Ca.<sup>85</sup>

### 5.1.2.3. Messung

#### 5.1.2.3.1. Funktionsweise des ICP-MS

ICP-MS ist die Abkürzung für „inductively-coupled-plasma mass-spectrometry“ (Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma).

Diese Analysenmethode ermöglicht die Bestimmung von unterschiedlichsten Elementen in kurzer Zeit. Das Verfahren beruht auf der Ionisierung des zu

<sup>83</sup> Es folgt die Kalibrierungsgerade von Kalzium. Die Kalibrierungsgeraden der anderen Elemente sind im Anhang ab S. XII. abgebildet.

<sup>84</sup> Tabelle im Besitz der Autorin.

<sup>85</sup> Abbildung im Besitz der Autorin.

analysierenden Materials in einem Argonplasma und der anschließenden Analyse in einem Massenspektrometer.

Zunächst wird die Probe durch einen Zerstäuber in ein Aerosol überführt. Dieses Aerosol wird mit Hilfe von Argon in das Plasma transportiert und auf mehrere tausend Grad Celsius (6000-8000°C) erhitzt.

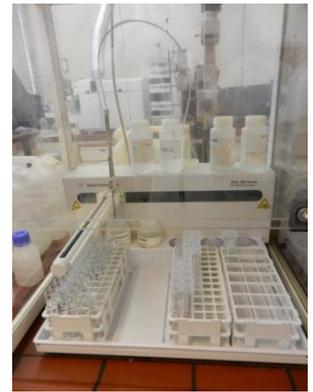


Abbildung 16: Probenentnahme.<sup>86</sup>

Dabei werden die Elemente ionisiert und es entsteht ein Gas. Die im Plasma generierten Elementionen werden nun in Richtung des Massenanalysators durch ein elektrisches Feld beschleunigt. Dort werden die einzelnen Elemente und deren Isotope messtechnisch erfasst.<sup>87</sup>

#### 5.1.2.3.2. Messung der Werte

Zu Beginn der Messung wurden die hergestellten Standards vom ICPMS vermessen. Erst nach erfolgter Kalibrierung wurden die Proben vermessen.

#### 5.1.2.4. Auswertung

Nach der erfolgten Messung wurden die Daten ausgewertet. Wie im Anhang ersichtlich ist, wurden die Werte, die in µg/ kg angegeben sind, sortiert und in mg/ kg umgerechnet. In einem weiteren Schritt wurden die Mittelwerte der einzelnen Sorten errechnet. Tabelle 8 und Tabelle 9 zeigen somit die Messergebnisse inklusive der Standardabweichungen.

Tabelle 9: Messergebnisse und Standardabweichung.<sup>88</sup>

	Mg [mg/kg]		P [mg/kg]		Ca [mg/kg]		Sr [mg/kg]	
	Mw	Stabw	Mw	Stabw	Mw	Stabw	Mw	Stabw
Kuhmilch	<b>94</b>	1	<b>896</b>	13	<b>1056</b>	14	<b>0,20</b>	0,01
Ziegenmilch	<b>91</b>	1	<b>860</b>	16	<b>732</b>	8	<b>0,15</b>	0,01
Schafmilch	<b>183</b>	2	<b>1410</b>	10	<b>1906</b>	23	<b>0,60</b>	0,01
Sojamilch	<b>200</b>	1	<b>427</b>	9	<b>598</b>	11	<b>0,55</b>	0,01
Fruchtzweig	<b>83</b>	1	<b>810</b>	33	<b>2384</b>	75	<b>0,90</b>	0,01

<sup>86</sup> Foto im Besitz der Autorin.

<sup>87</sup> Vgl. Agilent Technologies Inc.: ICP-MS. Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. A Primer. Publikationsnummer 5989-3526EN. USA: 2005. S. 6 ff.

<sup>88</sup> Tabelle im Besitz der Autorin.

Tabelle 10: Messergebnisse und Standardabweichung.<sup>89</sup>

	Ba [mg/kg]		Cd [mg/kg]		Pb [mg/kg]	
	Mw	Stabw	Mw	Stabw	Mw	Stabw
Kuhmilch	<b>0,067</b>	0,001	<b>&lt; 0.001</b>		<b>&lt; 0.001</b>	
Ziegenmilch	<b>0,039</b>	0,001	<b>&lt; 0.001</b>		<b>&lt; 0.001</b>	
Schafmilch	<b>0,26</b>	0,01	<b>&lt; 0.001</b>		<b>&lt; 0.001</b>	
Sojamilch	<b>0,4</b>	0,01	<b>0,0045</b>	0,0001	<b>0,0017</b>	0,00
Fruchtzweig	<b>0,11</b>	0,01	<b>&lt; 0.001</b>		<b>0,0015</b>	0,0002

#### 5.1.2.5. Interpretation

Generell kann von einem befriedigenden Messergebnis ausgegangen werden: Die Messergebnisse des Milchpulvers (IAEA-153) unterscheiden sich, bis auf die Ausnahme von Phosphor, nicht gravierend von den Sollwerten. Und auch die Messergebnisse des Referenzwassers (1640a) weichen nur unbedeutend von den Referenzwerten ab.

Tabelle 11: Messergebnisse Milchpulver und Referenzwasser.<sup>90</sup>

	Mg [mg/kg]		P [mg/kg]		Ca [mg/kg]		Sr [mg/kg]	
	Mw	Stabw	Mw	Stabw	Mw	Stabw	Mw	Stabw
IAEA-153	961	12	8476	127	11299	179	3,4	0,1
Sollwert	1060		10100		12870		3.49 - 4.73	
	<b>90,66%</b>		<b>83,92%</b>		<b>87,79%</b>		<b>97,42%</b>	
1640a	1,01				5,1		102	
Sollwert	1,05				5,57		126	
	<b>96,19%</b>				<b>91,56%</b>		<b>80,95%</b>	

<sup>89</sup> Tabelle im Besitz der Autorin.

<sup>90</sup> Tabelle im Besitz der Autorin.

Tabelle 12: Messergebnisse Referenzwasser.<sup>91</sup>

	Ba [mg/kg]		Cd [mg/kg]		Pb [mg/kg]	
	Mw	Stabw	Mw	Stabw	Mw	Stabw
IAEA-153						
Sollwert						
1640a	<b>141</b>		<b>3,8</b>		<b>11,6</b>	
Sollwert	<b>151</b>		<b>3,99</b>		<b>12,1</b>	
	<b>93,38%</b>		<b>95,24%</b>		<b>95,87%</b>	

Der Gehalt an Strontium, Barium, Cadmium sowie Blei in den Proben ist – wie erwartet – vernachlässigbar. Durch die Messungen hat sich der – im Vergleich zu anderen Milchsorten – hohe Kalzium- und Phosphorgehalt der Schafmilch bestätigt. Ziegenmilch weist hingegen nur durchschnittliche Gehälter an Kalzium, Magnesium und Phosphor auf; die gesundheitliche Relevanz in Bezug auf die Zusammensetzung ist also – verglichen mit den anderen getesteten Produkten - unbedeutend. Das Milchprodukt „FruchtZwerg“ weist hingegen einen sehr hohen Kalziumgehalt auf und ist daher als Kalziumquelle durchaus zu empfehlen. Jedoch beinhaltet dieses Milchprodukt auch sehr viel Zucker; es ist deshalb trotz seines hohen Gehalts an Kalzium eher als Süßigkeit als als gesunde Alternative zu der herkömmlichen Kuhmilch einzustufen.

Auffällig ist auch der Kalziumgehalt der Sojamilch. Soja gilt generell als sehr kalziumarmes Lebensmittel, wie aus dem durchschnittlichen Kalziumgehalt hervorgeht. Der getesteten Milch wurden laut Hersteller jedoch 120mg pro 100ml Sojamilch hinzugefügt.<sup>92</sup> Mit einem ermittelten Kalziumgehalt von 60mg weist dieses Produkt damit zwar höhere Werte auf als das ursprüngliche Produkt, es besteht jedoch eine 50 % Spanne zwischen den ermittelten und angegebenen Werten.

Jedoch konnte bei dieser Messung nicht die Frage beantwortet werden, ob es sich um einen statistischen Ausrutscher, eine erhöhte Messungenaugigkeit oder um eine konstante Abweichung handelt, da es aufgrund von Zeitmangel zu keinen weiteren Messungen der Proben, die ein „auffälliges Resultat“ aufwiesen, kam.

<sup>91</sup> Tabelle im Besitz der Autorin.

<sup>92</sup> Siehe Anhang, S. X.

Durch die Messung konnte die Frage, welche Gründe es für diese große Variationsbreite gibt, also nicht beantwortet werden. Eine weitere Betrachtung würde deshalb die Frage verdienen, inwiefern Haltung, Futter, geographische Besonderheiten, Verarbeitung und andere Faktoren den Mineralstoffgehalt verschiedener Milchsorten beeinflussen.

## **5.2. Besuch des QLM St. Michael: Qualitätsmanagement Milch**

### **5.2.1. Allgemeine Informationen**

In Österreich muss Milch, die zum Verkauf bestimmt ist, verpflichtend dreimal monatlich von unabhängigen Prüfanstalten auf folgende Parameter untersucht werden, um eine gleichbleibende Qualität der Milchprodukte sicherzustellen:

- Somatischer Zellgehalt
- Keimzahl
- Gefrierpunkt
- Lactose-, Protein- und Eiweißgehalt
- Hemmstoffgehalt (einmal pro Monat)

Jede Molkerei hat die Verpflichtung, unabhängige Labors zu beliefern, die von der AMA zertifiziert sein müssen, um ihre Produkte verkaufen zu dürfen. In der Steiermark ist das QLM St. Michael für Lebensmittel- und Umweltanalytik die erste Anlaufstelle für zahlreiche Molkereien aus der Steiermark, dem Burgenland und Kärnten, wenn es sich um Kuhmilchprodukte handelt.

Österreichweit gibt es im Moment Labors in Tirol, Vorarlberg, Oberösterreich, Niederösterreich und der Steiermark. Aufgrund der stetig zurückgehenden Zahl an Milchbauern wird sich diese Zahl im Laufe der nächsten Jahre aber bei zwei Labors einpendeln, da diese pro Bauer bezahlt werden, die Anzahl der Milchbauern aber stetig abnimmt. Diese Entwicklung verläuft entgegengesetzt zum Anstieg der Milchmenge, die zwar EU-weit reglementiert ist, aber dennoch in konstantem Steigen begriffen ist.

Zurzeit untersucht das QLM St. Michael die Proben von 7000 bis 9000 Lieferanten. Das unabhängige Labor analysiert sogenannte Viertelgemelksproben, die vor der Untersuchung anonymisiert werden, viermal monatlich, wobei die gesetzliche Mindesthäufigkeit der Untersuchung bei dreimal pro Monat liegt. Die Ergebnisse der Untersuchungen bestimmen das Milchgeld der Bauern. Dieses wird drastisch reduziert, wenn die Milch nicht gewisse Mindeststandards erfüllt.

Dies kann laut Herrn Peinhart, einem Mitarbeiter des Labors in St. Michael, zu existenzbedrohenden Geldverlusten führen, weil das Milchgeld der Europäischen Union auf einem niedrigen Niveau angesetzt ist und weitere Kürzungen die Bauern in den Ruin treiben können.

Zusätzlich zu den vorgeschriebenen Untersuchungen führt das QLM St. Michael monatlich sogenannte Einzelgemelksprobenuntersuchungen durch. Bei diesen Analysen, die auf Initiative des Landeskontrollverbandes Süd erfolgen, wird die Milch jeder Kuh kontrolliert, um etwaige Krankheiten ausschließen zu können.<sup>93</sup>

### 5.2.2. Untersuchungen

Im QLM St. Michael werden ausschließlich sogenannte Reihenuntersuchungen von Kuhmilch durchgeführt, die teils maschinell, teils per Hand durchgeführt werden.

#### 5.2.2.1. Keimzahluntersuchung

Durch die Ermittlung der Keimzahl wird die bakteriologische Beschaffenheit der Milch festgestellt. Sie gibt Aufschluss über die Anzahl der Bakterien, Hefen und Schimmelsporen in der Rohmilch und ist damit das Kriterium für die Hygiene bei der Milchgewinnung. Die Keimzahl ist neben dem Zellgehalt und den Hemmstoffen der entscheidende Parameter für die Einstufung der angelieferten Milch und damit für den Auszahlungspreis, den der Milcherzeuger erhält.

In Österreich erreichen ungefähr 95 % der Milchmenge den höchsten Qualitätsstandard, die sogenannte S-Klasse. Die Qualitätseinteilung erfolgt hauptsächlich aufgrund des Keimzahlgehalts:

---

<sup>93</sup> Vgl. Interview von 14.11.2013 mit Herrn Peinhart, QLM St. Michael, siehe Anhang ab S. I.

- S- Klasse: < 50 000 kolonienbildende Keime/ ml
- Klasse 1: <100 000 kolonienbildende Keime/ ml
- Klasse 2: > 100 000 kolonienbildende Keime/ ml

Die Qualität der österreichischen Milchprodukte entwickelt sich zudem seit Jahren in eine positive Richtung, da die Hygiene einen immer wichtigeren Bestandteil in bäuerlichen Betrieben einnimmt.

Da das QLM St. Michael die Milch erst ein bis zwei Tage nach dem Melken bekommt und diese zu diesem Zeitpunkt in der Regel meist verarbeitet ist, hat die Keimzahluntersuchung nur einen Einfluss auf das Milchgeld und nicht auf die Verarbeitung der Rohmilch. Für den Konsumenten besteht dennoch keine Gefahr, da die Milch vor dem Verkauf pasteurisiert wird und somit die Keime abgetötet werden.

Pro Tag werden in zwei Keimzahlmessgeräten je 1000 bis 1800 Proben bezüglich ihrer bakteriologischen Beschaffenheit untersucht. Vor Beginn und am Ende eines jeden Arbeitstages werden die Maschinen auf ihre Funktionalität kontrolliert. Zusätzlich wird nach 50 Proben der Keimgehalt einer „Standardmilchprobe“, deren Werte bekannt sind, untersucht, um sicherzugehen, dass die Maschine funktionstüchtig ist und keine verfälschten Ergebnisse liefert.

Um die Ergebnisse aufgrund einer potentiellen längeren Wartezeit vor der Untersuchung nicht zu verfälschen, wird der Milch ein Farbstoff beigegeben, der verhindert, dass sich die Keimzahl, über 24 Stunden in einem gekühlten Raum und über 72 Stunden vollständig gekühlt, verändert. Dies ist vor allem am Wochenende von großer Bedeutung, da die Milch, die am Freitagnachmittag geliefert wird, erst am Montag untersucht wird.

Die Untersuchung auf den Keimgehalt selbst erfolgt vollautomatisch, einzig die Bestückung der Maschine erfolgt per Hand. Zu Beginn der Untersuchung werden die anonymisierten Milchproben aufgeschüttelt und der Deckel abgenommen.<sup>94</sup>

---

<sup>94</sup> Vgl. Interview, siehe Anhang.



Abbildung 17: Aufschütteln der Milchproben.<sup>95</sup>

Anschließend werden der Probe 4,5 ml Milch entnommen, wobei 4 ml nur der Spülung der Maschine dienen. Die verbleibenden 0,5 ml werden dann auf ihre bakteriologische Beschaffenheit untersucht.<sup>96</sup>



Abbildung 18: Probenentnahme.<sup>97</sup>

Die Bestimmung des Keimgehalts erfolgt nach dem Prinzip der Durchflusszytometrie, einem Messverfahren, das Partikel, Zellen und Bakterien zählt und klassifiziert.<sup>98</sup>

Bei der Durchflusszytometrie wird eine Suspension von Bakterien angefärbt und durch eine Kapillare gepumpt. Diese ist vor dem Objektiv eines Mikroskops angeordnet und wird beleuchtet. Jede vorbeikommende Bakterie wird über Photoelektronik am Mikroskop registriert.

---

<sup>95</sup> Foto im Besitz der Autorin.

<sup>96</sup> Vgl. Interview, siehe Anhang.

<sup>97</sup> Foto im Besitz der Autorin.

<sup>98</sup> Vgl. Interview, siehe Anhang.

Dieses Verfahren verläuft stark vereinfacht folgendermaßen ab:

- 1) Durch die Inkubation der Milch in einer Inkubationslösung und durch mechanische Behandlung dieser Lösung werden, bis auf die Bakterien, alle Bestandteile der Milch abgebaut. Die Bakterienklumpen lösen sich in einzelne Bakterien auf.
- 2) Während der Inkubation werden die Bakterien mit einer DNA-spezifischen Farbreagenz angefärbt.
- 3) Am Messpunkt wird die Milchprobe mit einem Laser bestrahlt, der von den gefärbten Bakterien als roter Lichtimpuls reflektiert wird. Jeder Lichtimpuls, der den Laser passiert, entspricht einer Bakterie.
- 4) Die Elektronik des Geräts zählt die Lichtimpulse und zeigt sie in Form eines Diagramms auf dem Bildschirm des PC an.<sup>99</sup>

#### 5.2.2.2. Untersuchung des Gefrierpunkts

Der Gefrierpunkt von Milch liegt bei konstanten  $-0,525^{\circ}\text{C}$  bis  $-0,55^{\circ}\text{C}$ . Da die Varianz dieses Wertes überaus gering ist, eignet sich die Gefrierpunktuntersuchung, um eine mögliche Verwässerung durch die Bauern oder aber eine Krankheit des Tieres nachzuweisen.

Der niedrigere Gefrierpunkt von Milch im Vergleich zu Wasser lässt sich durch den Salz- und Lactosegehalt in der Milch erklären.<sup>100</sup> Wenn eine organische Substanz in einem Lösungsmittel durch Abkühlen zum Erstarren gebracht wird, so sinkt der Erstarrungspunkt proportional zur Konzentration der gelösten Substanz. Das heißt, dass die Erniedrigung des Gefrierpunkts nur von der Anzahl der gelösten Moleküle abhängt.<sup>101</sup>

---

<sup>99</sup> Vgl. o. V.: BactoScan™ FC. online unter <http://www.foss.de/industry-solution/products/bactoscan-fc> [01.12.2013].

<sup>100</sup> Vgl. Krömker, Volker: Qualitätssicherung in Milcherzeugerbetrieben. In: Krömker, Volker (Hg.): Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene. Stuttgart: Parey, 2007, S. 76.

<sup>101</sup> Vgl. Beyer, Hans/ Walter, Wolfgang: Lehrbuch der Organischen Chemie. 22. überarbeitete und aktualisierte Auflage. Stuttgart: S. Hirzel Verlag, 1991, S. 29 f.

### 5.2.2.3. Untersuchung des Eiweiß-, Fett- und Lactosegehalts

Bei der Untersuchung des Eiweiß-, Fett- und Lactosegehalts der Milch, werden die Proben zuerst auf 40°C erhitzt und dann wird die Milch durch die sogenannte IR-Absorption auf ihre drei Hauptinhaltsstoffe, wenn der Wassergehalt außer Acht gelassen wird, untersucht.<sup>102</sup>



**Abbildung 19: Untersuchung des Eiweiß-, Fett- und Lactosegehalts.**<sup>103</sup>

Der Proteingehalt der verschiedenen Proben wird mithilfe der Infrarotspektroskopie bestimmt. Diese Methode ist ein Analyseverfahren, das zur qualitativen und quantitativen Bestimmung von Molekülen und Molekülgruppen eingesetzt wird. Der Spektroskopie liegt die Tatsache zugrunde, dass Schwingungsfrequenzen für bestimmte Molekülgruppen stets charakteristisch sind. Im mittleren Infrarotbereich lassen sich - für die Bestimmung vom Eiweißgehalt der Milch - bestimmte geeignete Mess- und Referenzwellenlängen finden.

Bei der Infrarotspektroskopie wird das Reineiweiß gemessen, da die ausgewählten Wellenlängen die Schwingungen der Peptidbindungen berücksichtigen und so auf den Eiweißanteil geschlossen werden kann. Der Anteil an Stickstoff wird bei der Messung selbst nicht berücksichtigt; er wird jedoch bei der Kalibrierung der Maschine zuvor eingestellt, sodass der Stickstoffgehalt immer automatisch hinzuaddiert wird. Die Kalibrierung erfolgt durch eine Standardmilch aus Deutschland, von der alle Werte bekannt sind.

---

<sup>102</sup> Vgl. Interview, siehe Anhang.

<sup>103</sup> Foto im Besitz der Autorin.

Die Infrarotspektroskopie hat gegenüber anderen Methoden den Vorteil, dass sie schnell und kostengünstig ist; das Verfahren birgt jedoch die Gefahr einer gewissen Ungenauigkeit, da der Stickstoffgehalt in verschiedenen Milchproben zwar ähnlich, aber nicht ident ist. Deshalb kann der Eiweißgehalt mit diesem Routineverfahren immer nur annäherungsweise angegeben werden.<sup>104</sup>

#### 5.2.2.4. Hemmstoffuntersuchung

Da Milch mit Antibiotikarückständen nicht zu Sauermilchprodukten verarbeitet werden kann, muss der Inhalt eines jeden Tankwagens durch einen Schnelltest auf Hemmstoffe untersucht werden. Fällt der Test, der direkt bei der Molkerei durchgeführt wird, positiv aus, muss der gesamte Inhalt des Milchtankwagens auf Kosten des Bauers entsorgt werden: Kontaminierte Milch muss in einer Verbrennungsanlage in Niederösterreich entsorgt werden und über den betroffenen Bauern wird ein Milchlieferverbot, die Dauer wird von der Molkerei festgelegt, verhängt.

Zusätzlich zu den Schnelltests in den Molkereien, werden einmal pro Monat die Viertelgemelksproben auf etwaige Antibiotikarückstände untersucht.

Der Nachweis von potentiellen Hemmstoffen erfolgt per Hand: Beim Brillantschwarzreduktionstest zeigt sich das Wachstum potentieller Keime durch eine Reduktion des blauen Farbstoffes auf eine gelbe Farbe:

---

<sup>104</sup> Vgl. Interview, siehe Anhang.

Zuerst werden die Kavitäten der Mikrotiterplatte mit den einzelnen Milchproben bestückt.<sup>105</sup>



Abbildung 20: Mikrotiterplatte mit Kavitäten.<sup>106</sup>

Nun werden die Kavitäten mit den Milchproben befüllt. Die zwei Milchproben am unteren, linken Rand der Platte stammen von einer Standardmilch. Diese ist absolut hemmstofffrei und dient der Kontrolle der Ergebnisse.<sup>107</sup>

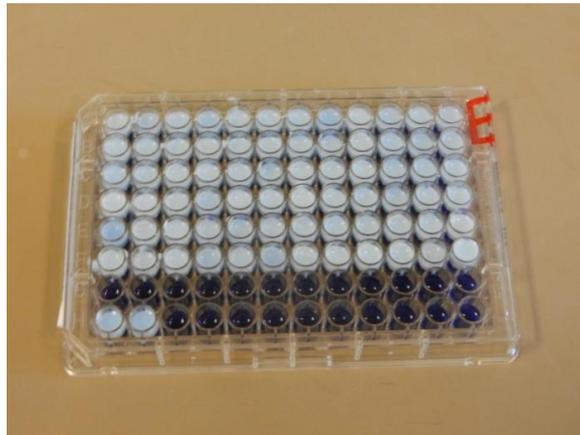


Abbildung 21: Mit Milch versehene Mikrotiterplatte.<sup>108</sup>

Anschließend wird die mit den Proben versehene Platte bei 60°C für einige Stunden in einem Brutschrank gelagert. Die erhöhte Temperatur führt zu einem schnelleren Bakterienwachstum und erlaubt daher eine schnellere Kontrolle.<sup>109</sup>

---

<sup>105</sup> Vgl. Interview, siehe Anhang.

<sup>106</sup> Foto im Besitz der Autorin.

<sup>107</sup> Vgl. Interview, siehe Anhang.

<sup>108</sup> Foto im Besitz der Autorin.

<sup>109</sup> Vgl. Interview, siehe Anhang.



Abbildung 22: Platten im Brutschrank.<sup>110</sup>

Wenn die zwei Kavitäten der Standardmilch einen Farbumschlag von Blau auf Gelb zeigen, müssen die anderen Proben einen annähernd gleichen Farbumschlag zeigen, sonst sind sie hemmstoffbelastet.

Bei einem positiven Testergebnis muss der Test wiederholt werden, um falsche Ergebnisse zu vermeiden. Ist auch der zweite Test positiv, muss das Labor die zuständige Molkerei informieren, diese leitet dann weitere Schritte ein.

Bei den vorliegenden Platten sind alle Milchproben hemmstofffrei:<sup>111</sup>

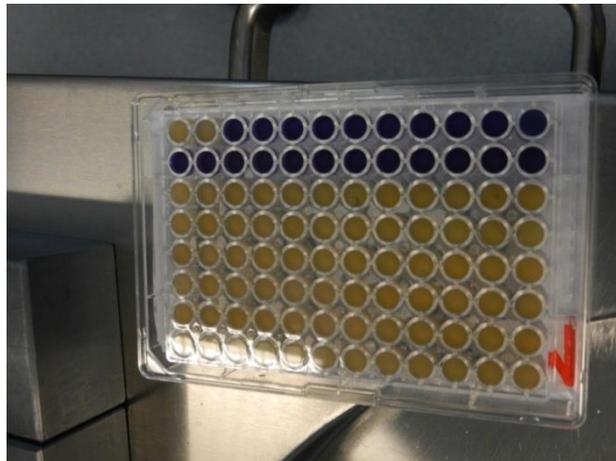


Abbildung 23: Keine der Proben ist hemmstoffbelastet.<sup>112</sup>

---

<sup>110</sup> Foto im Besitz der Autorin.

<sup>111</sup> Vgl. Interview, siehe Anhang S. IX.

<sup>112</sup> Foto im Besitz der Autorin

## 6. Zusammenfassung

Abschließend kann gesagt werden, dass es keinen Zweifel daran gibt, dass der Konsum von Milch für eine gesunde Ernährung zwar nicht essentiell ist, aber eine „Verteufelung“ – wie sie durch viele Medien erfolgt – wiederum auch nicht angebracht ist: Milch stellt eine wichtige Kalzium- und Vitaminquelle dar, sofern Milch vom Körper verdaut werden kann und keine Milchunverträglichkeit – wie bei weiten Teilen der Weltbevölkerung – besteht. Speziell der Konsum von fettarmen Milchprodukten kann helfen, die benötigte Menge an Kalzium in schneller und zugleich einfacher Art und Weise aufzunehmen, da in pflanzlichen Lebensmitteln nur sehr wenig von diesem Element enthalten ist. Um zu gewährleisten, dass das Kalzium vom Körper auch aufgenommen und damit der Osteoporose vorgebeugt wird, sollte mehr Bedacht auf eine ausreichende Versorgung mit Vitamin D gelegt werden. Der Eiweißgehalt der Milch erscheint nach eingehender Betrachtung im Vergleich zum Kalziumgehalt jedoch sekundär, da in Mitteleuropa die empfohlene Tageszufuhr ohnehin überschritten wird und somit kein Bedarf an zusätzlicher Proteinzufuhr besteht. In Bezug auf die biologische Wertigkeit können jedoch alle untersuchten Proben als Lieferanten für hochqualitatives Eiweiß angesehen werden.

Aus ernährungsphysiologischer Sicht kann der Konsum von Ziegen-, Schaf- oder Sojamilch als Alternative zur Kuhmilch empfohlen werden. Besonders hervorzuheben ist die ernährungsphysiologische Bedeutung von Schafmilch. Zwar weist sie aufgrund eines höheren Fettanteils eine sehr hohe Energiedichte auf, doch enthält dieses Lebensmittel überdurchschnittlich viel Protein, Kalzium und Vitamine. Sojamilch stellt – außer für Kleinkinder – eine weitere gute Alternative zum traditionellen Milchkonsum dar. Als ernährungsphysiologisch wertvoll gilt sie vor allem aufgrund ihrer niedrigen Energiedichte und des hohen Vitamingehalts. Zusätzlich soll angemerkt werden, dass ihr Konsum besonders Menschen mit hohen Cholesterinwerten empfohlen werden kann. Der Gehalt an Kalzium ist jedoch vernachlässigbar. Deshalb sollte beim Konsum von Sojamilch darauf geachtet werden, dass der tägliche Bedarf an Kalzium nicht unterschritten wird.

Einer weiteren Erörterung würde die Frage bedürfen, inwieweit der Konsum von Milch- oder Sojaprodukten ökologisch sinnvoll und nachhaltig ist. Zwar hat mir die vorliegende Arbeit erlaubt, meine größten Zweifel gegen Milchprodukte abzulegen, doch sehe ich es auch in nächster Zukunft als Gebot der Stunde, den Konsum von Milch- und auch Sojaprodukten einzuschränken, da industrialisierte Landwirtschaft niemals nachhaltig agieren kann. Es wäre also in einer weiteren Arbeit interessant herauszufinden, ob biologische Landwirtschaft nicht nur positive Auswirkungen auf die Umwelt, sondern auch auf die ernährungsphysiologische Bedeutung von Milchprodukten hat.

## Literaturverzeichnis

### Bücher

Belitz, Hans-Dieter/ Grosch, Werner (u. a.): Lehrbuch der Lebensmittelchemie. Sechste, vollständig überarbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2012 (Nachdruck).

Beyer, Hans/ Walter, Wolfgang: Lehrbuch der Organischen Chemie. 22.überarbeitete und aktualisierte Auflage. Stuttgart: S. Hirzel Verlag, 1991.

Fink-Keßler, Andrea: Milch. - Vom Mythos zur Massenware. München: oekom, 2013

Frister, Hermann: Technologische Aspekte der Milchverarbeitung. In: Krömker, Volker (Hg.): Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene. Stuttgart: Parey, 2007, S. 103-109.

Frister, Hermann: Zusammensetzung der Milch. In: Krömker, Volker (Hg.): Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene. Stuttgart: Parey, 2007, S. 80-102.

Kiefer, Doris: Die Kalorienfibel I. 6000 Werte. 8. völlig neu bearbeitete und wesentlich erweiterte Auflage. Leoben: Verlag des Österreichischen Kneijg/lundes Ges. m. b. H., 2004.

Krömker, Volker: Milch als Lebensmittel. In: Krömker, Volker (Hg.): Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene. Stuttgart: Parey, 2007, S. 204-207.

Krömker, Volker: Qualitätssicherung in Milcherzeugerbetrieben. In: Krömker, Volker (Hg.): Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene. Stuttgart: Parey, 2007,S. 75-79.

Kützemeier, Thomas: Wirtschaftliche Bedeutung der Milch. In: Krömker, Volker (Hg.): Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene. Stuttgart: Parey, 2007, S. 2-5.

Leitzmann, Claus/ Müller, Claudia (u. a.): Ernährung in Prävention und Therapie. Ein Lehrbuch. 3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart. Hippokrates, Verlag.

Schmidt, Maike: Milch. In: Koolman, Jan/ Moeller, Hans (u.a.) (Hg.): Kaffee, Käse, Karies...Biochemie im Alltag. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & KGaA, 2003, S. 199-210.

## Onlinequellen

Burger, Kathrin: Im Schatten der Bohne. online unter <http://www.zeit.de/2008/27/Sojahype> [31.12.2013].

Eichhorn, Jürg: Eiweiss. Wissenswertes und Hitlisten. online unter [http://www.ever.ch/PDF/Hitliste\\_Eiweiss\\_Wissenswertes.pdf](http://www.ever.ch/PDF/Hitliste_Eiweiss_Wissenswertes.pdf) [01.01.2014]. S. 5 f.

O.V.: Asche. online unter <http://www.chemie.de/lexikon/Asche.html> [11.11.2013].

O. V.: BactoScan™ FC. online unter <http://www.foss.de/industry-solution/products/bactoscan-fc> [01.12.2013].

O.V.: Biologische Wertigkeit (BW). online unter <http://www.ernaehrung.de/lexikon/ernaehrung/b/Biologische-Wertigkeit.php> [01.01.2014].

O.V. Die Österreichische Ernährungspyramide. online unter [https://www.gesundheit.gv.at/Portal.Node/ghp/public/content/Die\\_oesterreichische\\_ErnaehrungspyramideLN.html](https://www.gesundheit.gv.at/Portal.Node/ghp/public/content/Die_oesterreichische_ErnaehrungspyramideLN.html) [28.12.2013].

O.V.: Enzym Laktase. Was bewirkt Laktase? online unter <http://www.Lactose-ratgeber.info/enzym-laktase/> [29.12.2013].

O.V.: Glykosidsiche Bindung. online unter [http://www.medilearn.de/seiten/errata/pdf/BC3\\_S\\_13\\_1\\_2\\_3.pdf](http://www.medilearn.de/seiten/errata/pdf/BC3_S_13_1_2_3.pdf) [04.01.2014]

O. V.: H-Milch mit 3,5 % Fett. online unter <http://lebensmittel-warenkunde.de/lebensmittel/milch-milchprodukte/milch/h-milch-3-5-prozent.html> [29.12.2013].

O.V.: Homogenisierung. online unter <http://www.agroscope.admin.ch/ernaehrung/01082/01115/03615/index.html?lang=de> [11.11. 2013].

O.V.: Milch und Milchprodukte. online unter [https://www.gesundheit.gv.at/Portal.Node/ghp/public/content/Milch\\_und\\_MilchprodukteLN.html](https://www.gesundheit.gv.at/Portal.Node/ghp/public/content/Milch_und_MilchprodukteLN.html) [28.12.2013].

O. V.: Milch - von den einen geliebt, von den anderen abgelehnt. online unter <http://www.ernaehrungsberatung.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/0/21B3C9C7685C523EC1256FAC002B09E0?OpenDocument> [28.12.2013].

O.V.: Lactose. Online unter <http://www.hlaysper.ac.at/5a16/Bericht01/Wissenswertes.htm> [04. 01. 2014].

O.V. Lactoseintoleranz. online unter <http://www.food-info.net/de/intol/lact.htm> [28.12.2013]

O. V.: Schafmilch. online unter <http://lebensmittel-warenkunde.de/lebensmittel/milch-milchprodukte/milch/schafmilch.html> [29.12.2013].

O.V.: Schaf- und Ziegenmilch. Haben Schaf- und Ziegenmilch die gleichen Eigenschaften wie Kuhmilch? online unter <http://www.sge-ssn.ch/de/nutrinfo/fragen-und-antworten/lebensmittel/milch-und-milchprodukte/schaf-und-ziegenmilch/> [04.01.2014].

O. V.: Sojamilch. online unter <http://lebensmittel-warenkunde.de/lebensmittel/milch-milchprodukte/milch/sojamilch.html> [29.12.2013].

O. V.: Trinkmilch fettarm 1,5%. online unter <http://lebensmittel-warenkunde.de/lebensmittel/milch-milchprodukte/milch/h-milch-3-5-prozent/trinkmilch-fettarm-1-5-prozent.html> [29.12.2013].

O. V.: Ziegenmilch. online unter <http://lebensmittel-warenkunde.de/lebensmittel/milch-milchprodukte/milch/ziegenmilch.html> [29.12.2013].

Paeger, Jürgen: Das Zeitalter der Landwirtschaft. Die Entstehungsgebiete der Landwirtschaft. online unter <http://www.oekosystem-erde.de/html/entstehungsgebiete.html> [24.11.2013].

Wagner, Beate: Böse Milch? Gute Milch?. online unter <http://www.zeit.de/zeit-wissen/2006/01/Milch.xml/seite-1> [28.12.2013] S. 1 f.

Wehrmüller, Karin: Schafmilchprodukte in der Ernährung. Merkblatt für die Praxis. online unter [http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/02121/03153/index.html?lang=de&sort\[0\\_1\]=0&dir\[0\\_1\]=asc&page\[0\\_1\]=2](http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/02121/03153/index.html?lang=de&sort[0_1]=0&dir[0_1]=asc&page[0_1]=2) [31.12.2013] S. 2 ff.

Wehrmüller, Karin: Ziegenmilchprodukte in der Ernährung. Merkblatt für die Praxis. online unter [http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/02121/03153/index.html?lang=de&sort\[0\\_1\]=0&dir\[0\\_1\]=asc&page\[0\\_1\]=](http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/02121/03153/index.html?lang=de&sort[0_1]=0&dir[0_1]=asc&page[0_1]=) [31.12.2013] S. 1 ff.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Der fruchtbare Halbmond. ....	5
Abbildung 2: Größe der Fettkügelchen bei Roh- und homogenisierter Milch. ....	9
Abbildung 3: $\beta$ - glykosidische- und $\alpha$ - glykosidische Bindung. ....	14
Abbildung 4: Die österreichische Ernährungspyramide. ....	16
Abbildung 5: Formel biologische Wertigkeit. ....	21
Abbildung 6: Anaerobe Vergärung im Dickdarm aufgrund eines Lactasemangels. ....	24
Abbildung 7: Lactosespaltung. ....	24
Abbildung 8: Durchschnittliche Zusammensetzung verschiedener Milchsorten (in %). ....	25
Abbildung 9: Proben im Trockenschrank. ....	30
Abbildung 10: Einwiegen der Proben. ....	32
Abbildung 11: Mit Salpetersäure versetzte Proben. ....	32
Abbildung 12: Proben in der Mikrowelle. ....	32
Abbildung 13: Proben nach Aufschluss. ....	32
Abbildung 14: Schema einer Kalibrierungsgeraden ....	34
Abbildung 15: Herstellung der Standards. ....	34
Abbildung 16: Probenentnahme. ....	36
Abbildung 17: Aufschütteln der Milchproben. ....	42
Abbildung 18: Probenentnahme. ....	42
Abbildung 19: Untersuchung des Eiweiß-, Fett- und Lactosegehalts. ....	44
Abbildung 20: Mikrotiterplatte mit Kavitäten. ....	46

Abbildung 21: Mit Milch versehene Mikrotiterplatte. ....	46
Abbildung 22: Platten im Brutschrank. ....	47
Abbildung 23: Keine der Proben ist hemmstoffbelastet. ....	47
Abbildung 24: Kalibrierungsgerade Mg. ....	XIII

Abbildungen am Titelblatt

Abbildungen im Besitz der Autorin.

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bestandteile der Milch. ....	10
Tabelle 2: Kalziumgehalt verschiedener Lebensmittel. ....	19
Tabelle 3: Unterteilung der Aminosäuren. ....	19
Tabelle 4: Biologische Wertigkeit verschiedener Lebensmittel.....	22
Tabelle 5: Quantitative Unterschiede. ....	26
Tabelle 6: Trockenmasse verschiedener Proben. ....	31
Tabelle 7: Berechnung der Verdünnungsfaktoren.....	33
Tabelle 8: Standards: Ca.....	35
Tabelle 9: Messergebnisse und Standardabweichung. ....	36
Tabelle 10: Messergebnisse und Standardabweichung. ....	37
Tabelle 11: Messergebnisse Milchpulver und Referenzwasser.....	37
Tabelle 12: Messergebnisse Referenzwasser.....	38
Tabelle 13: Standards: Magnesium.....	XII

## **Protokoll**

### **Schuljahr 2013/ 2014 (2. Semester)**

Erste Überlegungen zur Themen- und Fachwahl.

### **Mai/ Juni 2013**

Entscheidung, eine Fachbereichsarbeit in Chemie zu verfassen

Fixierung des Themas (Milch als Eiweiß- und Kalziumquelle)

### **Sommer 2013**

Erste Literaturrecherche in der Universitätsbibliothek Graz

### **September/ Oktober 2013**

Kontaktaufnahme mit dem QLM St. Michael

Verfassen einer Disposition zur Fachbereichsarbeit

Einreichung der Disposition beim Landesschulrat

Genehmigung

Beginn mit der Arbeit an der FBA

### **November/ Dezember**

11. November: Abgabe einiger Seiten

14. November: Interview mit Herrn Peinhart im QLM St. Michael

28. November: Besprechung mit Prof. Mag. Klausner

02. Dezember: Abgabe des ersten praktischen Teils

Besprechungen mit Prof. Mag. Klausner

### **Weihnachtsferien 2013/ 2014**

Fertigstellung des theoretischen Teils der FBA

## **Jänner 2014**

Durchführung eines Praktikums an der Universität Graz

Abgabe der letzten Seiten

## **Februar**

Finale Besprechung

Abgabe der FBA im Sekretariat

## **Eidesstaatliche Erklärung**

Ich, Kerstin Sarah Drechsler, erkläre eidesstaatlich, dass ich die Arbeit selbstständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle aus ungedruckten Quellen, gedruckter Literatur oder aus dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen, Formulierungen und Konzepte gemäß den Richtlinien wissenschaftlicher Arbeiten zitiert, durch Fußnoten gekennzeichnet bzw. mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe.

St. Margarethen, am 8. Februar 2014

## Disposition



609016/13/14/8

### Untersuchung des Eiweiß- und Kalziumgehalts unterschiedlicher Milchsorten

#### Allgemein

Autor Drechsler Kerstin Sarah

Schule BG/BRG Knittelfeld

Gegenstand Chemie

Betreuer Klausner Nicole Mag.

LSI Schwarz Birgit Mag.

Stichwort

#### Disposition

#### **Angestrebte Ziele der Arbeit und persönlicher Bezug zum Thema**

Da ich nach erfolgreichem Bestehen der Matura Lebensmittel- und Biotechnologie an der Universität für Bodenkultur in Wien studieren will, würde es mir eine Fachbereichsarbeit im Fach Chemie erlauben, facheinschlägige Erfahrungen im Bereich der Lebensmitteltechnologie zu sammeln, die mir in meinem späteren Leben von Nutzen sein werden. Da Milch in Bezug auf ihren gesundheitlichen Faktor immer wieder im Fokus der Diskussionen steht, wird diese Arbeit Milchsorten auf ihren Eiweiß- und Kalziumgehalt untersuchen.

#### **Inhaltliche Grobgliederung**

- Zusammensetzung von Milch
- Gesundheitlicher Wert von Milch für den Menschen (Unterschied von verschiedenen Sorten)
- Bedeutung von den später zu untersuchenden Inhaltsstoffen für den Menschen
- Praktischer Teil:
  - o Nachweis von einigen Inhaltsstoffen (Eiweiß-, Lactose-, Milchfett- und Kalziumnachweis)
  - o Bestimmung des Kalzium- und Eiweißgehalts verschiedener Milchsorten

#### **Voraussichtliche Schwerpunkte der Arbeit**

Die Fachbereichsarbeit wird sich im Wesentlichen darauf konzentrieren, den Eiweiß- und Kalziumgehalt verschiedener Milchsorten zu bestimmen, da Milch stets als wichtige Eiweiß- und Kalziumquelle genannt wird.

#### **Voraussichtlich verwendete Methoden und zur Verfügung stehende Unterlagen und Hilfsmittel**

Selbst durchgeführte Experimente, Interview und Zusammenarbeit mit Mitarbeitern eines Lebensmittelabors (QLM St. Michael) evtl. Zusammenarbeit mit der Uni Graz, Literatur- und Internetrecherche

Literatur

Krömker, Volker (Hg.): Kurzes Lehrbuch Milchkunde und Milchhygiene. Parey: Stuttgart 2007  
Baltes, Werner: Lebensmittelchemie. (2. Auflage) Springer Verlag: Berlin 1989  
Fink-Keßler, Andrea: Milch. Vom Mythos zur Massenware. oekom: München 2013  
Walter, Wolfgang und Bayer, Hans: Lehrbuch der organischen Chemie. (22. Auflage) S. Hirzel Verlag: Stuttgart 1991  
Leitzmann, Claus (u.a.): Ernährung in Prävention und Therapie. (3. Auflage vollst. überarb. und erw.) Hippokrates Verlag: Stuttgart 2009  
Koolman, Jan (u.a.): Kaffee, Käse, Karies... Biochemie im Alltag, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2003

### **Sonstige**

### **Vereinbarungen**

Inhalte / Literatur können noch leicht abgeändert werden.

---

### **Genehmigung**

Status      Genehmigt 04.10.2013 23:07:24

Anmerkung Die Bearbeitung des Themas stellt für die Schülerin eine Vorbereitung auf ein einschlägiges Studium an der Universität für Bodenkultur dar. Die inhaltliche Gliederung ist klar strukturiert und lässt eine fundierte Arbeit erwarten. Der experimentelle Teil der Arbeit wird vielleicht in Kooperation mit der Universität Graz erstellt. Die Literaturliste ist ausreichend und weist spezielle Fachliteratur auf.

## Anhang

### Transkription des Interviews

#### **Transkription des Interviews im Laufe der Führung im QLM St. Michael**

**Ort:** QLM St. Michael

**Datum:** 14. November 2013

**Zeit:** 11:55 bis 12:43

**Gesprächspartner:** Herr Peinhart (Mitarbeiter des QLM St. Michael)

Interview geführt von Kerstin Sarah Drechsler

11:50 bis 11:55: Vorstellung; Small-Talk; Klärung, dass Fotos gemacht werden dürfen; Protokolle dürfen jedoch nicht fotografiert werden.

11:55: Beginn des Interviews

Interviewer (I): Ist Ihr Labor unabhängig oder gehören Sie einem Fachverband an?

Befragter (B): Wir sind ein unabhängiges Labor, ähm, das aber von der AMA akkreditiert worden ist. Wir werden in (...) unterschiedlich langen Abschnitten von der AMA kontrolliert. Unsere Kunden sind Molkereien. Laut Gesetz muss nämlich jede Molkerei Milchproben an ein unabhängiges Labor schicken, wo die Milch dann untersucht wird.

I.: Welche Molkereien beliefern Sie?

B.: Wir werden hauptsächlich von Molkereien aus der Steiermark, dem Burgenland und Kärnten beliefert (...). In Kärnten aus dem Bezirk Klagenfurt-Land, z.B. [wendet sich nachdenklich ab].

I.: Sie sind also ein Auftragslabor?

B.: Ja, aber, wie lange noch, das steht in den Sternen [Seufzer] (...). Denn, Sie müssen wissen, wir bekommen pro Bauern bezahlt. Die Milchmenge wird zwar immer größer, die Anzahl der Zulieferer wird (...) aber immer kleiner. Im Moment hat unser Labor um die 7000 bis 9000 Zulieferer (...). Aber die Zahl wird immer geringer. Die Menge der Milch wird aber im Gegensatz immer mehr (...). Obwohl sie von der EU geregelt wird. In Österreich gibt es außer uns noch Labors in Tirol, Vorarlberg, Oberösterreich und Niederösterreich. In der Zukunft wird sich die Zahl aber leider bei zwei Labors einpendeln (...). Um diese Entwicklung ein bisschen einzudämmen, haben wir jetzt zusätzlich eine Abteilung für Trinkwasseranalytik im 1. Stock (...). Wenn ich heute nicht so viel Stress hätte, ähm, könnte ich Ihnen diese auch zeigen (...). Aber heute sind mir leider zwei Leute ausgefallen.

I.: Wenn Sie Stress haben, brauchen Sie mir diese natürlich nicht zu zeigen. Für mich ist das Milchlabor das Wichtigste.

B.: Das Problem ist ja, dass ich jetzt auch schon keine Zeit mehr habe [beginnt nebenbei zu arbeiten].

I.: Wie oft werden die Milchproben von einem Bauern untersucht?

B.: Wir untersuchen Viertelgemelksproben viermal pro Monat, vorgeschrieben ist es aber nur dreimal pro Monat. Also viermal pro Monat. Zusätzlich, weil wir beim Landeskontrollverband Süd sind, (...). Zusätzlich untersuchen wir eine Einzelgemelksprobe einmal pro Monat. Das ist eine zusätzliche Untersuchung [stellt Proben in das Keimzahlmessgerät]. Einmal pro Monat untersuchen wir also, so zu sagen, die Milch jeder einzelnen Kuh.

I.: Wenn die Tests z.B. eine zu hohe Keimzahl ergeben, was passiert dann? Also was passiert mit der Milch, die nicht verkaufsfähig ist?

B.: Das ist jetzt eine komplizierte Angelegenheit. Ähm, wir bekommen die Milch erst ein bis zwei Tage nachdem sie in der Molkerei landet. Wenn die Milch am Freitag gemolken wird, dann untersuchen wir sie am Montag und nicht am Samstag. Dann ist die Milch aber schon längst im Handel (...). Deswegen, ähm, wird die Handelsmilch auch immer behandelt, bevor sie ins Geschäft kommt. Unsere Untersuchungen bestimmen nur das Milchgeld, das die Bauern bekommen.

I.: Gibt es auch Untersuchungen, die sofort gemacht werden müssen, die also nicht warten können, um die Qualität sicher zu stellen?

B.: Allerdings. Wenn ein Milchtankwagen, wissen Sie was ein Milchtankwagen ist [Interviewer nickt], zur Molkerei kommt, wird sofort ein Schnelltest zur Hemmstoffbestimmung gemacht. Wenn dieser positiv ist, und das ist er, wenn nur ein Tropfen der Milch mit Antibiotika verseucht ist, muss die ganze Ladung entsorgt werden (...). Das Problem ist nämlich, dass (...), dass man aus hemmstoffbelasteter Milch keine Sauermilchprodukte mehr machen kann.

I.: Wie wird diese belastete Milch entsorgt?

B.: Sie wird nach Niederösterreich transportiert, wo sie verbrannt wird. Und das ist dann für den betroffenen Bauern oft existenzbedrohend, weil er den Abtransport zahlen muss. Und dann bekommt er oft wochenlang kein Milchgeld...[arbeitet am Keimzahlmessgerät]. Wenn wir z.B. herausfinden, dass eine Milch in irgendeiner Kategorie zu hohe Werte aufweist, dann melden wir dies der Molkerei und die bestimmt dann, wie es mit dem Bauern weitergeht

[zeigt dem Interviewer am Monitor eine belastete Milch]. Das Problem ist ja, dass das Milchgeld so nieder ist, jetzt geben auch immer mehr Bauern auf.

I.: Wie oft hat ihr Labor etwas zu beanstanden?

B.: Ungefähr 95% der Milch erreichen die höchste Güteklasse, die S-Klasse, das heißt, dass unter 50000 kolonienbildende Keime/ml in der Milch sind. Heute arbeiten die Bauern ja schon sauber, aber früher (...). Das hätten Sie erleben müssen, da war unsere Tätigkeit ja noch interessanter [lacht auf]. Da gab es noch unhygienisch arbeitende Leute, da draußen. Überhaupt ist die Milchqualität selbst meistens hervorragend, meistens sind es die mangelnde Kühlung oder die fehlende Hygiene, die zu einer kontaminierten Milch führen (...). Unter 100 000 Keime pro ml bedeutet Klasse 1, über 100 000 Keime Klasse 2.

I.: Was sagt die Keimzahl genau aus?

B.: Durch die Ermittlung der Keimzahl wird die bakteriologische Beschaffenheit der Milch festgestellt. (...) Die Keimzahl gibt nämlich Aufschluss über die Anzahl der Bakterien, der Hefen und der Schimmelsporen (...) in der Rohmilch. Sie ist das wichtigste Kriterium für die Hygiene bei der Milchgewinnung. Die Keimzahl ist neben dem Zellgehalt und den Hemmstoffen entscheidend, wenn es um die Einstufung der angelieferten Milch geht. Und damit um das Geld, das die Bauern erhalten.

I.: Können Sie mir nun Ihre genaue Tätigkeit erläutern?

B.: Also, generell führen wir nur Reihenuntersuchungen durch. Und fast alles wird von Maschinen erledigt, von deutschen Maschinen. Der österreichische Markt ist zu klein, als das irgendwer auf die Idee kommen würde, solche Maschinen herzustellen. Also arbeiten wir mit deutschen Maschinen (...). Wir untersuchen die Hemmstoffbelastung der Milch zusätzlich zu den Molkereien, den somatischen Zellgehalt, den Gefrierpunkt, den Lactosegehalt, ähm, den Proteingehalt und den Fettgehalt (...).

I.: Untersuchen Sie nur Kuhmilch?

B.: Wir sind ein Kuhmilchlabor. Nur größere Labors können auch andere Milchsorten mitmachen, für uns ist dies nicht rentabel (...). Das ist jetzt also das

Keimzahlmessgerät, davon haben wir zwei [zeigt auf Keimzahlmessgerät]. Hier und hier. Ein Gerät schafft zwischen 1000 und 18000 Proben pro Tag. Wobei es zwei Mal am Tag gereinigt wird. In der Früh, vor dem Anstarten und am Nachmittag, bevor wir nach Hause gehen.

I.: Was bedeuten die Codes auf den Proben?

B.: Jede Milch hat einen Code, wir wissen, ähm, also nicht, woher die Milch jetzt kommt. Ob sie biologisch ist oder nicht (...).

I.: Sie können also keinen Unterschied zwischen biologischer und konventioneller Milch feststellen?

B.: Genau. Zu uns kommen manchmal Bauern und beschweren sich bei uns, dass sie jetzt weniger Milchgeld bekommen (...) [wendet sich ab]. Aber wir sagen dann immer, dass wir nicht wissen, welche Milch wir untersuchen (...).

I.: Kann man bei der Qualität einen Unterschied vom Sommer zum Winter festmachen?

B.: Ja, das kann man schon. Im Sommer verdirbt die Milch halt schneller, wenn sie schlecht gelagert wird (...). Die Milch wird bei dieser Maschine zuerst einmal aufgeschüttelt [zeigt auf eine Stelle der Maschine]. Hier werden 4,5 ml Milch entnommen, wobei vier davon nur zum Ausspülen der Maschine dienen. Die landen hinten gleich im Müll. Ausspülen, damit die Ergebnisse nicht durch vorhergehende Proben verfälscht werden. Mit den anderen 0,5 ml bestimmen wir den Keimgehalt mithilfe der Durchflusszytometrie. Das ist ein Messverfahren das Partikel, Zellen und Bakterien zählen und klassifizieren kann.

I.: Können Sie mir bitte genau erklären, wie das funktioniert?

B.: Also, ich muss leider sagen, ähm, das ist mir selbst zu kompliziert. Vor Kurzem habe ich mich einmal selbst damit beschäftigt, aber das war mir, ehrlich gesagt, zu komplex [schmunzelt]. Die Werte werden dann jedenfalls auf den Computer übertragen und protokolliert. Wenn der Wert erhöht ist, kann man das hier [zeigt auf Bildschirm] sehen, wie zum Beispiel da. Wir erstellen dann jeden Tag ein Tagesprotokoll, bevor wir die Maschine reinigen.

I.: Wie kann man sichergehen, dass die Maschine funktioniert? Schließlich geht es ja hier um viel Geld.

B.: Alle 50 Proben lassen wir eine Probe durchlaufen, von der wir wissen, wie hoch der Keimgehalt ist. Wenn diese Testprobe von uns eingefügt wird, sozusagen, läuft die Maschine weiter, sonst stong/l sie.

I.: Sehr interessant. Warum ist die Milch blau eingefärbt?

B.: Dieser Farbstoff verhindert, dass sich die Keimzahl verändert. Wenn wir die Milch zum Beispiel am Freitagnachmittag bekommen, werten wir sie erst am Montag aus. Für einen Tag in kühlen Räumen und 72 Stunden gänzlich gekühlt (...) verändert sich die Keimzahl nicht. Sonst wären ja alle Ergebnisse verfälscht (...). Das hier ist ein Gerät [geht zu einem anderen Gerät], dass den Lactose-, den Fett- und den Eiweißgehalt misst. Hier wird die Milch auf 40°C erhitzt und dann werden die Werte gemessen. Hier werden alle 80 Proben zwei Proben, ähm, von denen wir die Werte wissen, durchgeschickt und das Gerät schafft ungefähr 2000 Stück pro Tag. Die Probemilch, von der wir wissen, wie sie beschaffen ist, stammt übrigens aus Deutschland, in Österreich ist der Markt dafür zu klein (...).

I.: Können Sie mir bitte den genauen Ablauf der Untersuchung bezüglich des Eiweißgehaltes erklären?

B.: Ähm, dazu muss ich einmal kurz nachschauen [geht zu seinem Schreibtisch, schaut in seinen Unterlagen nach]. Ähm, also (...). Im mittleren Infrarotbereich lassen sich für die Bestimmung von Eiweiß in Milch geeignete Mess- und Referenzmaßnahmen (...), ähm, Referenzwellenlängen finden. Diese ermöglichen es, eine quantitative Analyse zu machen. Durch IR-Absorption (...). Durch die infrarote Analyse wird das Reineiweiß gemessen, da die ausgewählten Wellenlängen die Schwingungen, die Schwingungen der Peptidbindungen, berücksichtigen. Der Stickstoffgehalt wird hierbei nicht berücksichtigt.... Der Anteil an Stickstoff wird dann durch die Kalibrierung dazuaddiert (...). Wie ich bereits gesagt habe, werden die Geräte durch eine Standardmilch kalibriert, die, ähm, aus Deutschland kommt. Dies führt aber dazu, dass die Infrarotmessung, es ist ja schließlich nur ein Routineverfahren, nicht immer hundertprozentig genau ist (...). Der Stickstoffgehalt ist ja nicht immer gleich.

I.: Was ist der Vorteil dieser Methode gegenüber anderen Methoden?

B.: Es ist vor allem sehr günstig, und sehr schnell. Ein klassisches Routineverfahren.

I.: Was ist die IR-Absorption?

B.: Ich glaube, das ist jetzt (...) relativ schwer zu erklären. Also IR-Absorption steht für Infrarotspektroskopie und diese findet in unserem Fall im mittleren Infrarotbereich statt. Es ist ein Analyseverfahren und wird zur qualitativen und quantitativen Bestimmung von Molekülen bzw. Molekülgruppen eingesetzt. Die Schwingungsfrequenzen für bestimmte Molekülgruppen sind ja charakteristisch... Und daher kann man von den Absorptionsspektren auf Strukturelemente schließen. Aber genauer kann ich es wirklich nicht erklären.

I.: Wie lassen sich hier, die doch beträchtlichen Unterschiede [zeigt auf den Bildschirm] bezüglich der Zusammensetzung erklären?

B.: Einerseits unterscheidet sich die Zusammensetzung je nach Tierart und Individuum, Futter und (...) [lachend]. Aber wenn z.B. eine Schulkasse in den Stall kommt und die Kuh dadurch gestresst wird, schaut die Zusammensetzung ihrer Milch dadurch ganz anders aus als sonst. [Befragter erhält Anruf].

12: 20- 12:24: Anruf unterbricht Gespräch

B.: Entschuldigung, aber der Anruf war dringend.

I.: Kein Problem. Können Sie mir bitte noch die Hemmstoffuntersuchung erklären?

B.: Natürlich. Zusätzlich zu den Molkereien, die jeden Tankwagen mit einem Schnelltest auf Hemmstoffe untersuchen, ähm, untersuchen wir die Viertelgemelksproben einmal pro Monat auf Hemmstoffe. Mit dem sogenannten Brillantschwarzreduktionstest. Dazu haben wir jetzt eine Platte, eine Mikrotiterplatte, die mit blauen, wie soll ich sagen, Kavitäten, ich sag´ ja immer „Kästchen“, besetzt ist. In diese „Kästchen“ werden die Milchproben hineingespritzt. Wobei zweimal die überprüfte Milch aus Deutschland, die absolut hemmstofffrei ist, hineingespritzt wird [Vorführung vom Vorgang] (...). Die „Kästchen“ sind mit einer Nährlösung behandelt, die sich gelblich verfärbt, wenn die Milch nicht hemmstoffbelastet ist und blau bleibt, wenn sie kontaminiert ist (...). Die Proben werden dann abgedeckt und dann in einen

„Bakterien-Brutschrank“ gelegt [geht zum Brutschrank öffnet diesen und holt eine schon fertige Platte heraus.].

I.: Bei wie viel Grad und wie lange werden die Platten im Brutschrank gelagert?

B.: Bei 60°C Celsius für mehrere Stunden [holt Thermometer aus Brutschrank]. Im Moment haben [schaut auf Thermometer] wir 64°C, aber das passt auch. Bei dieser Platte [zeigt auf Platte] sehen wir, dass keine der Proben hemmstoffbelastet ist. Das sind die zwei Proben aus Deutschland [zeigt auf zwei „Kästchen“] und wenn die zwei so gelblich sind, dann (...) müssen die anderen auch gelblich sein.

I.: Das heißt dann also, dass ein „Kästchen“ auf der Probe belastet ist, weil es nicht die gleiche Farbe hat [zeigt auf ein „Kästchen“]?

B.: Nein, bei dieser Probe habe ich wahrscheinlich unsauber gearbeitet. Wahrscheinlich bin ich mit der Pipettenspitze an die Nährlösung gekommen (...). Wenn sich herausstellen sollte, ähm, was ungefähr drei bis viermal pro Monat der Fall ist, dass die Milch belastet ist, wird der Test wiederholt. Wir können uns jetzt nämlich nicht erlauben, Fehler zu machen. Es geht ja um die Existenz der Bauern (...). Und um unsere Akkreditierung von der AMA. Die ist übrigens erst letzte Woche kontrolliert worden (...). So, ich glaube, dass war´s. Das war alles, was es zu sehen gab. Haben Sie noch Fragen?

I.: Nein, Sie haben alle Fragen, die ich hatte, beantwortet. Dann bedanke ich mich herzlich für das Interview. Danke, dass Sie sich die Zeit genommen haben.

12: 43: Ende des Interviews

12: 43-12: 50: Smalltalk und Verabschiedung

## Getestete Milchsorten

### Weizer Schafbauern, mähh

Frische Schafmilch 900ml; naturbelassen mit Rahmrand

Mindestens haltbar bis: 11.01.2014

AMA Gütesiegel Austria: 101 76 025

Strichcode: 9 006078 110239

100g Schafmilch enthalten ca.

- Brennwert 391kJ/ 93kcal
- Eiweiß 4,6g
- Kohlenhydrate 4,9g
- Fett 4,9g

### Stainzer

Steirische Vollmilch 3,5% Fett; 0,5 Liter

Mindestens haltbar bis: 24.01.2014

17: 0; 101 400 201

AMA Gütesiegel Austria: 101 36 012

Strichcode: 9 024800 101102

100g Vollmilch enthalten ca.

- Brennwert: 266 kJ/ 64kcal
- Eiweiß 3,4g
- Kohlenhydrate 4,6g
  - Davon Zucker (Laktose) 4,6g
- Fett 3,5g
  - Davon gesättigte Fettsäuren 2,3g
- Ballaststoffe 0,0g
- Natrium 0,04g
- Kalzium 120mg
  - Entspricht 15% der empfohlenen Tagesdosis
- BE 0,4

## Joya SOYA

Frisch + Calcium; 100% Natur; das Joya Versprechen

Mindestens haltbar bis 24.01.2014

19799 05:42 332 5

Strichcode: 9 020200 014127

100 ml enthalten durchschnittlich

- Brennwert 236kJ/ 56,3kcal
- Eiweiß: 3,9g
- Kohlenhydrate: 4,7g
  - Davon Zucker: 3,6g
  - Davon Laktose 0g
- Fett 2,3g
  - Davon gesättigte Fettsäuren 0,3g
  - Davon einfach ungesättigte Fettsäuren 0,5g
  - Davon mehrfach ungesättigte Fettsäure 1,3g
  - Davon Cholesterin 0g
- Ballaststoffe 0,6g
- Natrium 0,04g
- Kalzium 120mg
- Isoflavone 17mg

## Leeb VITAL

Bio Ziegen H-Milch; 0,5l; 3,2% Fett

Mindestens haltbar bis: 19.02.2014

(AT) 14:52 235-T/B

Strichcode: 9 007833 010 122

100ml Leeb VITAL Bio Ziegenmilch enthalten durchschnittlich.

- Energiewert 252kJ/ 60 kcal
- Eiweiß 2,9g
- Kohlenhydrate 4,4g
- Fett 3,2g
- Kalzium 125mg

## DANONE FruchtZwerge; Kalzium + Vitamin D

Mindestens haltbar bis 02.02.2014

AL1 0757

Strichcode: 4 009700 005205

Nährwert pro 100g

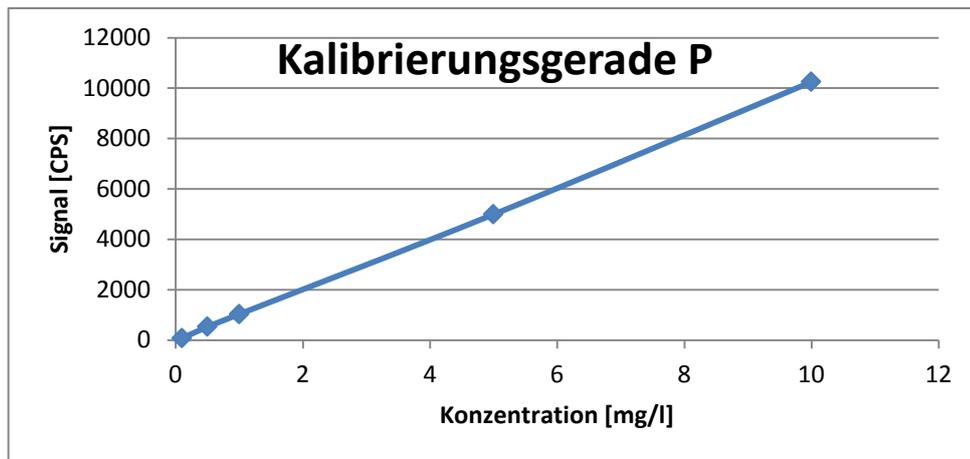
- Energie 441kJ/ 105kcal
- Fett 2,9g
  - Gesättigte Fettsäuren 1,9g
- Kohlenhydrate 13g
  - Davon Zucker 12,8g
- Eiweiß 6,6g
- Salz 0,08g
- Kalzium 240mg
- Vitamin D 1,25µg

## Kalibrierungsgeraden

### Kalibrierungsgerade Phosphor

Standards	Messwerte
0,1mg/l Ca,Mg,P+1µg/l Ba,Sr+10ng/l Cd,Pb (0,1)	72,59699827
0,5mg/l Ca,Mg,P+5µg/l Ba,Sr+50ng/l Cd,Pb (0,5)	529,283988
1mg/l Ca,Mg,P+10µg/l Ba,Sr+100ng/l Cd,Pb (1)	1031,467323
5mg/l Ca,Mg,P+50µg/l Ba,Sr+500ng/l Cd,Pb (5)	4991,326197
10mg/l Ca,Mg,P+100µg/l Ba,Sr+1000ng/l Cd,Pb (10)	10248,24624

Standards: Phosphor.



Kalibrierungsgerade P.

### Kalibrierungsgerade Magnesium

Standards	Messwerte
0,1mg/l Ca,Mg,P+1µg/l Ba,Sr+10ng/l Cd,Pb (0,1)	109,8552874
0,5mg/l Ca,Mg,P+5µg/l Ba,Sr+50ng/l Cd,Pb (0,5)	501,8189714
1mg/l Ca,Mg,P+10µg/l Ba,Sr+100ng/l Cd,Pb (1)	1005,375427
5mg/l Ca,Mg,P+50µg/l Ba,Sr+500ng/l Cd,Pb (5)	4952,493213
10mg/l Ca,Mg,P+100µg/l Ba,Sr+1000ng/l Cd,Pb (10)	10023,02635

Tabelle 13: Standards: Magnesium.<sup>113</sup>

<sup>113</sup> Tabelle im Besitz der Autorin.

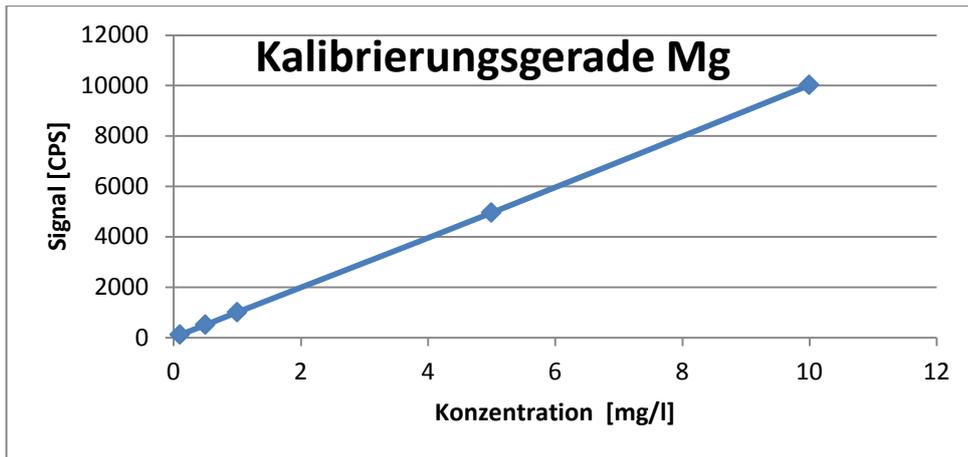
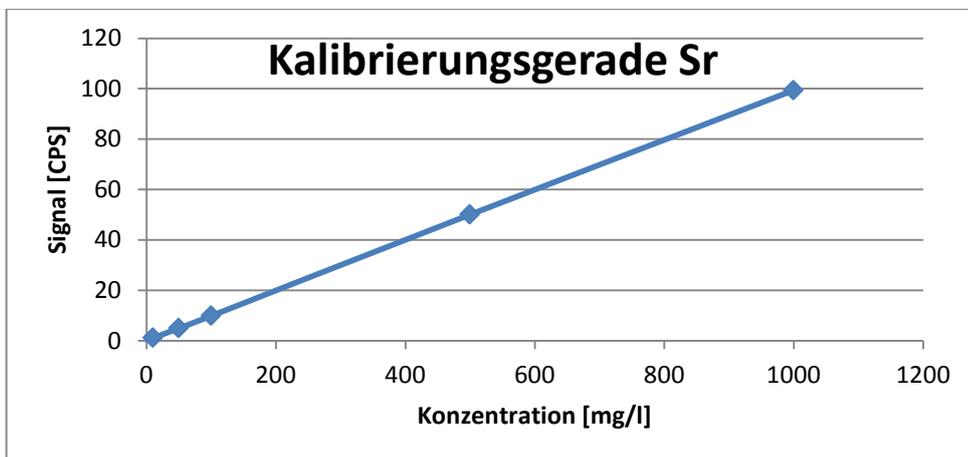


Abbildung 24: Kalibrierungsgerade Mg.

### Kalibrierungsgerade Strontium

Standards	Messwerte
0,1mg/l Ca,Mg,P+1µg/l Ba,Sr+10ng/l Cd,Pb (10)	1,09161809
0,5mg/l Ca,Mg,P+5µg/l Ba,Sr+50ng/l Cd,Pb (50)	4,928788257
1mg/l Ca,Mg,P+10µg/l Ba,Sr+100ng/l Cd,Pb (100)	9,843691447
5mg/l Ca,Mg,P+50µg/l Ba,Sr+500ng/l Cd,Pb (500)	50,03655052
10mg/l Ca,Mg,P+100µg/l Ba,Sr+1000ng/l Cd,Pb (1000)	99,3712955

Standards: Sr.

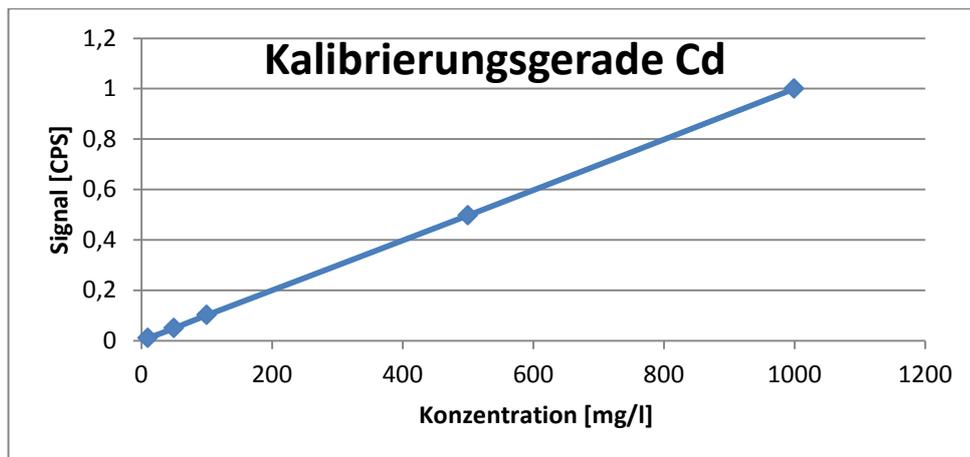


Kalibrierungsgerade Sr.

## Kalibrierungsgerade Cadmium

Standards	Messwerte
0,1mg/l Ca,Mg,P+1µg/l Ba,Sr+10ng/l Cd,Pb (10)	0,010359322
0,5mg/l Ca,Mg,P+5µg/l Ba,Sr+50ng/l Cd,Pb (50)	0,049149323
1mg/l Ca,Mg,P+10µg/l Ba,Sr+100ng/l Cd,Pb (100)	0,101349894
5mg/l Ca,Mg,P+50µg/l Ba,Sr+500ng/l Cd,Pb (500)	0,49693802
10mg/l Ca,Mg,P+100µg/l Ba,Sr+1000ng/l Cd,Pb (1000)	0,999903951

Standards: Cd.

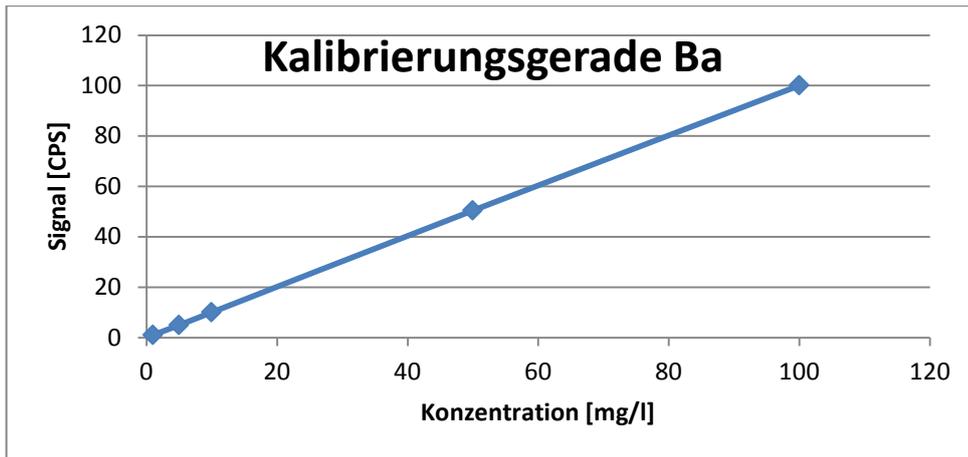


Kalibrierungsgerade Cd.

## Kalibrierungsgerade Barium

Standards	Messwerte
0,1mg/l Ca,Mg,P+1µg/l Ba,Sr+10ng/l Cd,Pb (1)	1,013196152
0,5mg/l Ca,Mg,P+5µg/l Ba,Sr+50ng/l Cd,Pb (5)	4,950468424
1mg/l Ca,Mg,P+10µg/l Ba,Sr+100ng/l Cd,Pb (10)	10,02344617
5mg/l Ca,Mg,P+50µg/l Ba,Sr+500ng/l Cd,Pb (50)	50,4385039
10mg/l Ca,Mg,P+100µg/l Ba,Sr+1000ng/l Cd,Pb (100)	100,0479288

Standards: Ba.

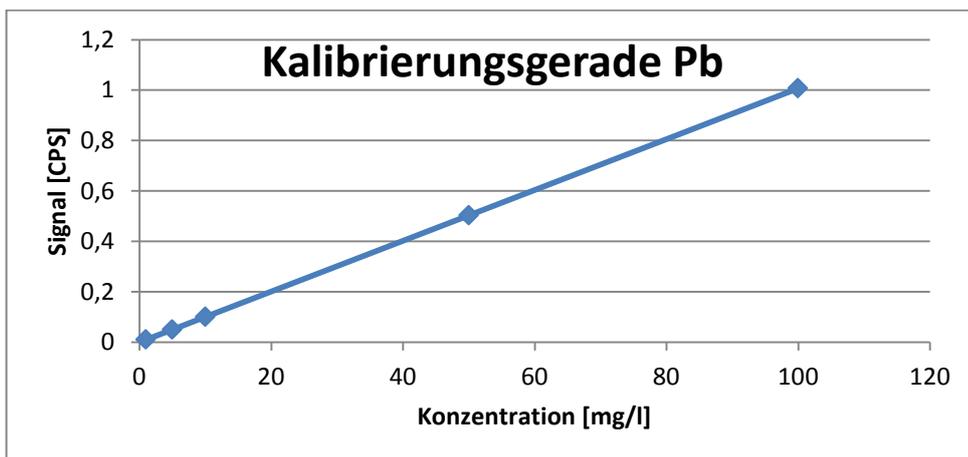


Kalibrierungsgerade Ba.

### Kalibrierungsgerade Blei

Standards	Messwerte
0,1mg/l Ca,Mg,P+1µg/l Ba,Sr+10ng/l Cd,Pb (1)	0,009845526
0,5mg/l Ca,Mg,P+5µg/l Ba,Sr+50ng/l Cd,Pb (5)	0,049751962
1mg/l Ca,Mg,P+10µg/l Ba,Sr+100ng/l Cd,Pb (10)	0,100139466
5mg/l Ca,Mg,P+50µg/l Ba,Sr+500ng/l Cd,Pb (50)	0,50293435
10mg/l Ca,Mg,P+100µg/l Ba,Sr+1000ng/l Cd,Pb (100)	1,006950421

Standards: Pb.



Kalibrierungsgerade Pb.

## Tabellen ICP-MS

Data File	Acq. Date-Time	Type	Level	Sample Name	Dilution	Vial Number
DUMMY1.D	10.01.2014 13:05	Sample		dummy1	1	2
DUMMY2.D	10.01.2014 13:08	Sample		dummy2	1	2
BLANK.D	10.01.2014 13:11	Sample		blank	1	1101
STD1.D	10.01.2014 13:14	Sample		0,1mg/l Ca,Mg,P+1µg/l Ba,Sr+10ng/l Cd,Pb	1	1102
STD2.D	10.01.2014 13:17	Sample		0,5mg/l Ca,Mg,P+5µg/l Ba,Sr+50ng/l Cd,Pb	1	1103
STD3.D	10.01.2014 13:20	Sample		1mg/l Ca,Mg,P+10µg/l Ba,Sr+100ng/l Cd,Pb	1	1104
STD4.D	10.01.2014 13:23	Sample		5mg/l Ca,Mg,P+50µg/l Ba,Sr+500ng/l Cd,Pb	1	1105
STD5.D	10.01.2014 13:26	Sample		10mg/l Ca,Mg,P+100µg/l Ba,Sr+1000ng/l Cd,Pb	1	1106
BLANK2.D	10.01.2014 15:43	CalBlk	1	blank	1	1501
STD12.D	10.01.2014 15:47	CalStd	2	0,1mg/l Ca,Mg,P+1µg/l Ba,Sr+10ng/l Cd,Pb	1	1502
STD21.D	10.01.2014 15:50	CalStd	3	0,5mg/l Ca,Mg,P+5µg/l Ba,Sr+50ng/l Cd,Pb	1	1503
STD31.D	10.01.2014 15:53	CalStd	4	1mg/l Ca,Mg,P+10µg/l Ba,Sr+100ng/l Cd,Pb	1	1504
STD41.D	10.01.2014 15:56	CalStd	5	5mg/l Ca,Mg,P+50µg/l Ba,Sr+500ng/l Cd,Pb	1	1505
STD51.D	10.01.2014 15:59	CalStd	6	10mg/l Ca,Mg,P+100µg/l Ba,Sr+1000ng/l Cd,Pb	1	1506
DELAY.D	10.01.2014 13:29	Sample		delay	1	2
1640A1.D	10.01.2014 16:05	Sample		1640a 1+9	10	1507
1640A.D	10.01.2014 13:32	Sample		1640a 1+9	10	1107
DIGBL1.D	10.01.2014 13:35	Sample		Digestionblank 1	1	1108
DIGBL2.D	10.01.2014 13:38	Sample		Digestionblank 2	1	1109
DIGBL3.D	10.01.2014 13:42	Sample		Digestionblank 3	1	1110
KUH1.D	10.01.2014 13:45	Sample		Kuhmilch 1	981,4	1111
KUH2.D	10.01.2014 13:48	Sample		Kuhmilch 2	985,6	1112
KUH3.D	10.01.2014 13:51	Sample		Kuhmilch 3	954,7	1201
RM1.D	10.01.2014 13:54	Sample		Milk Powder 153 1	1929	1302
DRIFT1.D	10.01.2014 13:57	Sample		1mg/l Ca,Mg,P+10µg/l Ba,Sr+100ng/l Cd,Pb	1	4101
ZIEGE1.D	10.01.2014 14:00	Sample		Ziegenmilch 1	915,2	1202
ZIEGE2.D	10.01.2014 14:03	Sample		Ziegenmilch 2	987,1	1203
ZIEGE3.D	10.01.2014 14:06	Sample		Ziegenmilch 3	990,8	1204
SCHAF1.D	10.01.2014 14:09	Sample		Schafmilch 1	978,4	1205
SCHAF2.D	10.01.2014 14:12	Sample		Schafmilch 2	938,9	1206
SCHAF3.D	10.01.2014 14:15	Sample		Schafmilch 3	998,2	1207
RM2.D	10.01.2014 14:18	Sample		Milk Powder 153 2	1964	1303

SOJA1.D	10.01.2014 14:21	Sample		Sojamilch 1	1011	1208
SOJA2.D	10.01.2014 14:24	Sample		Sojamilch 2	980,4	1209
SOJA3.D	10.01.2014 14:27	Sample		Sojamilch 3	971,1	1210
DRIFT2.D	10.01.2014 14:30	Sample		1mg/l Ca,Mg,P+10µg/l Ba,Sr+100ng/l Cd,Pb	1	4101
FRUCHTZ1.D	10.01.2014 14:33	Sample		Fruchtzweig 1	988,8	1211
FRUCHTZ2.D	10.01.2014 14:36	Sample		Fruchtzweig 2	1045	1212
FRUCHTZ3.D	10.01.2014 14:40	Sample		Fruchtzweig 3	1015	1301
RM3.D	10.01.2014 14:43	Sample		Milk Powder 153 3	1946	1304
KD1.D	10.01.2014 14:46	Sample		Kuhmilch direkt 1	24,5	1305
KD2.D	10.01.2014 14:49	Sample		Kuhmilch direkt 2	24,6	1306
KD3.D	10.01.2014 14:52	Sample		Kuhmilch direkt 3	23,9	1307
ZD1.D	10.01.2014 14:55	Sample		Ziegenmilch 1	22,9	1308
ZD2.D	10.01.2014 14:58	Sample		Ziegenmilch 2	24,7	1309
ZD3.D	10.01.2014 15:01	Sample		Ziegenmilch 3	24,8	1310
DRIFT3.D	10.01.2014 15:04	Sample		1mg/l Ca,Mg,P+10µg/l Ba,Sr+100ng/l Cd,Pb	1	4101
SD1.D	10.01.2014 15:07	Sample		Schafmilch direkt 1	24,5	1311
SD2.D	10.01.2014 15:10	Sample		Schafmilch direkt 2	23,5	1312
SD3.D	10.01.2014 15:13	Sample		Schafmilch direkt 3	25	1401
SOD1.D	10.01.2014 15:16	Sample		Sojamilch direkt 1	25,3	1402
SOD2.D	10.01.2014 15:19	Sample		Sojamilch direkt 2	24,5	1403
SOD3.D	10.01.2014 15:22	Sample		Sojamilch direkt 3	24,3	1404
FRD1.D	10.01.2014 15:25	Sample		Fruchtzweig direkt 1	49,4	1405
FRD2.D	10.01.2014 15:28	Sample		Fruchtzweig direkt 2	52,2	1406
FRD3.D	10.01.2014 15:31	Sample		Fruchtzweig direkt 3	50,8	1407
DRIFT4.D	10.01.2014 15:34	Sample		1mg/l Ca,Mg,P+10µg/l Ba,Sr+100ng/l Cd,Pb	1	4101
BLANK1.D	10.01.2014 15:37	Sample		blank	1	1401
DELAY2.D	10.01.2014 16:02	Sample		delay	1	2
STD11.D	10.01.2014 15:40	Sample		0,1mg/l Ca,Mg,P+1µg/l Ba,Sr+10ng/l Cd,Pb	1	1402

Mg		P					
Konz. [µg/kg ]	Konz. RSD	CPS	CPS RSD	Konz. [µg/kg ]	Konz. RSD	CPS	CPS RSD
		13714,928	3,3947119			1234783,57	2,8350277
		13260,466	1,451391			1194805,75	1,428285
		17619,23	2,9369247			1137560,55	1,4608536
		4204903,69	1,1744292			1250978,45	2,1451167
		19768719,5	2,2616206			1837015,88	1,0574273

		34518945	1,7035289			2455550,74	1,093812
		170357601	2,0211902			8053066,51	1,7919526
		341710115	2,0106987			15733406,8	2,300627
7,430751717	1,02031457	52380,54	5,6419082	<0.000	N/A	345071,416	1,2418778
109,8552874	3,57581492	3893900,5	2,3303639	72,59699827	10,0743665	502122,032	0,3373968
501,8189714	3,09013223	18824710,5	2,8843427	529,283988	1,99589073	1228440,31	1,1027937
1005,375427	1,89394891	37904026,4	2,008133	1031,467323	1,81660182	2018128,78	1,7364453
4952,493213	1,36944768	191110041	1,5405837	4991,326197	1,56168022	8409387,5	1,871943
10023,02635	3,51089489	380138682	2,9217158	10248,24624	2,9665652	16544594,8	2,212632
7,35726723	0,83074088	59406,93	4,1796929	204,8258966	7,28074136	833682,878	3,0588294
1083,717933	3,05454778	3900206	1,8580825	<0.000	N/A	329716,088	1,5434665
1009,770368	2,88857797	3616284,89	1,8553009	2338,389188	1,99260647	764994,036	0,7805611
7,889783784	0,43962839	70282,198	1,5109225	213,9058824	2,10916054	720709,128	0,8212381
6,762548231	0,17635094	28045,788	1,9115151	197,917032	2,23954141	694559,85	0,5979796
7,15024532	0,36899721	40643,518	2,5793104	240,0279795	1,90769497	726187,426	0,712731
110116,2616	2,57396981	3989891,44	2,2047294	1102664,713	2,90344905	2142778,53	1,4070185
111620,6377	2,36306664	4032452,38	2,4889252	1124954,381	0,93795552	2172515,53	1,3585949
112686,2876	2,28206229	4179443,88	1,8677773	1094757,931	2,36733363	2163851,19	1,7653375
961092,8562	3,33052011	18086095	2,1526517	8808926,144	3,15766572	7349817,77	2,0309519
906,8892171	1,46511883	34789777	1,0684237	1104,191635	1,93652141	2171495,56	1,5723961
107533,2038	2,51750306	4297302,44	2,0459295	1071387,249	2,53147514	2273810,25	1,3577898
108881,6491	1,92153948	3953770,13	1,7679464	1079784,913	2,7622847	2115340	1,7426403
107590,1056	2,48837853	3919342,19	2,2257473	1057699,054	2,86348234	2090252	1,9348717
208848,1968	1,77542767	7779898,01	1,6265413	1627677,412	2,42478768	2980023,52	2,019746
207760,4843	2,6067212	8147231,75	2,0263023	1602287,496	2,02231847	3074951,21	1,1347104
211637,7255	2,26542633	7920296,63	1,8451225	1634280,709	2,49845619	3012787,39	1,4942403
981879,7947	1,4578165	18761432,5	1,5278343	9048872,165	1,38043812	7661984,63	1,6673443
229532,9509	1,98749303	8676861,87	1,9928379	637165,1504	1,9816254	1434724,07	1,4682133
228354,8505	1,84163162	8798578,24	1,8987751	643293,4767	2,37930605	1458731,39	1,0595354
233566,9658	2,51621315	9083983,49	2,4603961	645362,0404	2,7888254	1470799,7	1,3212541
923,3003182	1,31461281	35565511,5	1,4583316	987,0762799	1,72102736	1991541,97	1,5147544
96066,67056	1,69749767	3519164,7	1,3580334	1061717,795	2,26604774	2122247,25	1,4243333
94307,14637	2,00775521	3293293,01	1,7273652	1027464,345	2,30784067	2001970,88	1,4630458
92214,71931	2,19995557	3318687,7	2,7266648	1004331,447	2,02981308	2012970,72	1,5021189
982565,7592	2,40549663	19019673,5	2,7276855	8839024,187	1,49355687	7586165,01	1,6323829
93043,42407	1,49491488	145111702	1,3159843	1014429,378	1,07226333	66207741	1,5470473

95843,90913	1,9419376	145386676	0,6784102	1067802,546	3,28482859	67749044	2,1484735
94995,7075	2,23947885	144879402	0,9537848	1065816,402	3,18283519	67975829	1,6884532
90990,37472	2,83783093	145042082	1,479533	1088133,797	3,2700815	72515890,9	1,8673893
91508,29227	2,20663995	135760316	1,0421849	1096404,411	2,18310914	68042767	1,387169
90154,1983	1,78170941	134391426	0,7516373	1074264,743	2,96305011	66990690	1,9969621
933,2918102	2,63996371	36609891	1,6709758	999,278722	4,2731166	2047782,5	2,3492502
180814,0677	2,47092341	270941720	0,6354045	1749111,839	3,25493382	109299426	1,3358097
185106,7031	1,49721009	282128928	1,2088478	1788733,16	2,39066297	113673952	2,1656308
184510,829	1,83567318	266889184	0,8043494	1811052,129	2,78562063	109246788	1,9666777
200717,4325	3,10934424	292309100	1,3700874	674425,6429	3,69558852	41197785,9	1,8860075
199603,657	1,8885406	299355476	0,8711502	658572,9464	2,4782486	41426479,9	1,4022311
200951,7129	1,97561977	303914011	0,8485904	678411,6474	2,76503832	43016497,4	1,4197006
81696,81436	2,56338951	59570484,1	1,9429378	1077598,005	2,39872811	33124773	1,7387367
83817,06781	2,56261952	57568786,1	1,8443716	1055826,033	2,76946795	30600653,5	1,8402636
83242,76673	1,95391411	58215156,1	1,638455	1067140,087	2,41004376	31476277	2,1636163
956,4260292	3,71167344	34774992	2,585899	1030,401267	4,01971998	1945268,32	1,86432
7,4176415	2,00381889	62072,834	10,292537	<0.000	N/A	326708,508	1,2830622

Ca				Sr			
Konz. [µg/kg ]	Konz. RSD	CPS	CPS RSD	Konz. [µg/kg ]	Konz. RSD	CPS	CPS RSD
		336,018	12,557053			406,01	13,998675
		330,018	9,0916758			414,678	10,794409
		328,018	16,333256			586,688	10,044448
		9913,728	3,6624731			74652,344	1,7290198
		46684,28	1,3651273			355383,222	1,2423337
		81321,018	2,5529084			621170,528	1,3705496
		465934,008	1,3752678			3158291,63	1,2775255
		815940,378	2,4221792			6193056,34	2,0236266
<0.000	N/A	598,036	18,971077	0,099351683	0,68852722	650,022	6,783942
100,7511371	3,51603483	9185,298	3,4667022	1,09161809	2,97179585	61970,024	1,7308591
494,5280581	1,9759087	42918,442	1,538039	4,928788257	2,29796628	302797,748	2,1635703
1006,38855	2,20429367	86531,228	2,2122921	9,843691447	2,08857976	609605,122	2,0554162
4999,254461	2,1094103	435045,196	1,9273304	50,03655052	1,85436937	3179615,87	1,9986067
10126,6574	2,42607102	864951,738	1,7521971	99,3712955	3,45695888	6207656,59	2,6661696

<0.000	N/A	408,02	17,366468	0,108038824	1,27192708	1409,422	6,8316024
5098,015046	3,13722084	44385,06	2,273841	101,660723	2,92784087	632675,91	1,4177081
4826,529632	1,7641712	42035,982	1,2383341	102,0201002	2,75080854	634559,976	1,5173258
60,93606912	7,17577159	5809,376	5,1134073	0,125889823	1,73517525	2295,55	5,8838175
2,226444926	52,0653488	870,06	11,494782	0,101165908	0,38496999	769,364	2,7640249
28,24779462	9,12420777	2920,402	7,1229206	0,114070191	1,25294763	1494,1	5,2215256
1057978,337	2,87148285	91769,304	2,0374543	314,0611208	1,84451067	14321,51	1,7113898
1069896,055	2,26131173	92471,198	1,5284764	316,4125123	1,91172398	14396,238	2,4793306
1085822,614	0,75439217	96117,346	0,8479771	320,8722851	1,93095611	15211,096	2,3707273
11122812,63	2,7727029	477179,594	1,9135161	3536,737544	2,99438732	105637,588	2,1122509
941,1434589	2,17342999	82435,296	1,5592323	9,642601227	1,50763534	607910,008	1,1831419
741708,4539	3,11165263	70959,174	2,800625	253,352545	1,30206779	11951,254	1,6424723
755913,5559	3,33443239	65979,508	3,1330337	258,8643966	1,70622202	10842,328	2,2722746
741345,2821	1,68358828	64990,832	1,0526322	257,9189295	1,26878074	10806,304	1,4405951
1916935,982	1,83938891	165926,81	1,6995318	720,6172988	1,1521126	40033,588	1,2029409
1899232,256	2,19296778	172861,218	1,5306371	715,2679214	2,65375024	41975,878	2,3168615
1945045,982	1,9011109	169174,126	1,1980744	727,461024	1,72989586	40549,024	1,3601762
11454119,77	1,28405172	498877,876	1,5177125	3617,115115	0,44974401	109715,278	0,7232528
621462,0212	1,48350487	54985,398	1,3603123	677,9228615	1,52350607	37637,612	1,6021022
600917,3899	3,58209044	54150,492	3,088692	665,5075312	2,02843807	37700,448	1,6875111
617847,7393	3,51021213	56119,95	2,4192756	681,5348541	1,76031477	39133,666	1,7067929
945,6336777	1,54169977	83155,47	1,0246676	9,691502881	1,09191404	613471,216	1,3130865
2481257,98	2,18750291	218582,784	1,3697643	1075,497673	1,33548458	63559,728	1,4611834
2380815,35	2,26153159	201026,364	1,8281405	1042,067507	1,94845414	58525,254	1,6081103
2335071,874	1,37616361	203072,764	1,3015676	1016,064701	1,56902025	58798,466	1,4939922
11408543,16	1,41168206	503306,72	1,8854607	3592,987961	1,36712651	110404,722	1,7844924
962501,055	1,31659792	3382015,89	1,5822971	202,4841927	1,02352458	515562,542	0,7785091
986170,5458	1,44000202	3370278,51	0,9700518	207,2351097	1,5694869	513320,95	0,6419553
986998,0201	1,27860433	3391298,95	0,4473807	205,8144411	2,14616892	512635,582	0,6816088
679764,7288	2,40483197	2441292,59	1,2478931	149,0744457	2,28356702	386810,41	0,9631587
684477,9461	1,52525654	2288240,25	0,929298	150,9557584	1,64370486	364263,758	0,7267611
678523,5962	1,6119812	2279105,06	0,6780028	148,5718706	1,25515931	360133,684	0,8122085
956,5041952	2,54733483	85645,8	1,4495802	9,578346582	2,52943622	617330,966	1,6919084
1690293,842	2,58330074	5701274,42	1,0845172	596,1777427	2,84401367	1467686,86	1,050202
1719716,868	1,00904869	5899749,54	1,0253652	601,8212145	2,31394452	1507244,34	2,0972899
1705785,91	1,68198596	5554300,29	1,4178412	600,8460422	2,10146343	1427865,36	1,2631592

567346,3148	3,10093364	1860191,69	1,4905565	552,3427008	3,27563324	1320970,09	1,640837
553103,9974	1,96538345	1867488,97	0,9852875	542,6625113	1,70145184	1336647,91	1,153713
557499,5878	1,73247091	1898168,97	0,3034945	550,35056	2,00366773	1367075,09	1,2509777
2253203,331	2,36709702	3708872,13	1,6524452	914,1459215	3,56852988	1096872,54	2,6767248
2297253,842	3,57427691	3561912,07	2,62136	905,1543418	2,56442008	1022917,1	1,7087227
2246111,557	1,56877142	3546220,2	1,3976219	895,2134243	1,7046801	1030143,12	1,4709514
964,9326857	3,68008139	80072,424	2,8014251	9,611364374	3,06642858	574140,684	2,0612351
<0.000	N/A	538,03	13,235434	0,10744105	1,93854044	1365,418	10,337763

<b>Cd</b>				<b>Ba</b>			
Konz. [µg/kg ]	Konz. RSD	CPS	CPS RSD	Konz. [µg/kg ]	Konz. RSD	CPS	CPS RSD
		21,2000	31,5368			160,6680	18,6366
		20,2000	21,6920			177,3380	9,7129
		56,0000	15,0996			124,0020	7,4586
		92,4000	8,5422			8971,1060	1,2934
		376,2100	6,3556			42135,0200	1,1364
		650,2200	3,5563			73882,5660	1,6030
		3150,7720	3,8145			366636,2240	1,4526
		5800,6420	1,8265			729989,8580	1,7281
<0.000	N/A	20,2000	17,6421	0,0129	16,4765	128,6720	10,7730
0,010359322	17,9531	70,0000	11,6496	1,0132	1,9163	6695,0880	1,9949
0,049149323	9,8850	246,4000	8,1503	4,9505	1,9245	32980,7740	2,3136
0,101349894	6,6410	480,2100	6,5330	10,0234	1,8350	66366,7160	2,1097
0,49693802	4,3843	2259,9960	4,0006	50,4385	2,1891	333651,8980	1,6816
0,999903951	2,3322	4512,5540	2,3527	100,0479	1,7641	660184,3180	1,7314
<0.000	N/A	22,8000	24,3016	0,0311	20,7712	284,0080	16,9157
3,823823713	3,1940	1742,1160	2,6404	140,7488	1,7121	93012,6060	1,3969
3,77430138	2,4301	1836,5300	2,4888	140,2509	2,1562	98955,0220	1,7272
<0.000	N/A	22,4000	25,5675	0,0244	13,2153	216,0040	10,6586
<0.000	N/A	19,6000	15,5591	0,0286	17,7020	245,3380	14,6221
<0.000	N/A	23,2000	27,6669	0,0192	23,2804	178,6700	17,3319
<0.000	N/A	24,0000	24,1163	86,6113	9,1592	665,3580	8,5804
<0.000	N/A	18,4000	23,8760	76,6893	13,6094	589,3540	12,3490
1,939352689	43,3730	34,6000	11,6686	75,2748	8,5772	593,3540	8,3330

<0.000	N/A	23,4000	17,2535	653,0355	3,2375	2360,2360	3,4756
0,125270805	3,4614	630,2200	3,4132	10,0956	2,6871	71653,2880	2,2999
<0.000	N/A	19,8000	12,5757	80,5094	5,8891	670,6920	6,3199
<0.000	N/A	23,8000	21,9133	51,7698	7,3532	418,6780	6,5071
<0.000	N/A	25,2000	11,0115	60,0320	8,6072	477,3500	7,4131
<0.000	N/A	18,8000	25,6204	263,1571	5,0146	1926,8300	4,4785
<0.000	N/A	20,2000	26,5210	306,3634	3,1785	2345,5700	2,3861
<0.000	N/A	19,6000	23,2689	286,6356	4,6836	2087,5220	4,8749
<0.000	N/A	23,0000	30,1226	669,9400	2,9064	2437,5880	2,3462
2,594564162	96,8850	38,6000	31,8663	552,6512	2,8675	3978,6400	2,5842
1,967981528	65,7388	35,4000	17,9328	419,0938	5,1637	3085,0600	5,2444
3,070561878	46,1845	41,0000	16,8098	425,9539	2,9587	3167,7460	3,4231
0,11845979	4,6287	597,2160	3,5869	10,0577	1,8952	71390,3340	1,3911
2,156791204	193,5974	36,2020	55,9219	125,1893	6,9528	947,3760	6,4376
<0.000	N/A	24,4000	22,5596	115,2373	7,2580	832,0360	6,3958
<0.000	N/A	24,0000	17,4304	115,7670	5,8997	860,0420	5,0316
<0.000	N/A	24,6000	25,8058	2335,8985	3,3431	8451,4220	3,6720
0,085543985	55,2040	39,8000	22,0763	66,9375	0,9199	18177,2140	1,0208
0,056474155	38,8113	33,8000	12,2701	69,4246	2,3899	18444,9200	1,7178
0,097040641	57,1735	40,6000	25,8092	67,6028	1,6749	18013,6180	2,2069
0,109613815	25,7350	43,2000	12,4010	40,0238	1,7302	11021,3200	0,4992
0,100992002	36,7008	40,6000	16,3937	40,7577	1,8900	10504,2460	1,6597
0,203219254	24,2655	58,6000	14,1030	39,0451	2,7959	10083,9160	2,0731
0,123556151	3,9655	613,4200	3,5466	10,0803	1,6396	70572,8000	1,1944
0,09995081	52,3234	40,6000	23,1448	251,6994	1,0283	65202,3780	0,6601
0,085738598	22,0674	38,0000	9,1161	258,6805	0,5717	68596,5260	0,5904
0,085750985	54,1890	36,8000	20,5518	258,6088	1,5259	64054,1100	1,2222
4,427924916	3,6102	758,4220	3,5928	402,4772	1,1145	98375,2940	0,7188
4,410490535	1,8875	782,4240	2,3410	393,5822	1,0876	99713,7380	0,7854
4,577877906	2,2230	806,8280	2,6274	400,6076	1,3933	100954,4640	0,3381
0,667445999	17,9651	80,8000	12,7241	104,8751	2,8945	13434,2040	2,3888
0,662446172	17,8073	76,6000	13,2363	107,2360	3,7258	12871,6360	2,4868
0,621969892	16,7827	74,4000	11,5074	106,8391	2,1950	13137,9020	1,3192
0,126556596	3,8443	587,0140	3,4962	9,8787	2,9363	64676,4500	2,5917
<0.000	N/A	22,2000	13,2864	0,0351	8,1819	294,0060	6,8683

<b>Pb</b>				<b>Ge</b>	
Konz. [µg/kg ]	Konz. RSD	CPS	CPS RSD	CPS	CPS RSD
		1531,9000	2,9984	151202,0040	1,4790
		1522,0980	2,2988	151675,3840	0,8296
		2435,4440	2,0899	128603,8880	1,2729
		2978,9600	1,6920	128690,4420	0,8440
		4770,1160	1,3725	130359,4600	1,4939
		6698,5900	1,5020	129433,1000	0,7431
		26033,9260	1,6429	127710,1900	0,7850
		39993,9280	1,7707	129974,8340	1,0004
0,0003	153,5506	629,6200	2,0605	124441,1720	0,4893
0,0098	10,4738	943,0400	3,6825	126487,4100	2,1739
0,0498	3,2869	2248,2060	1,8447	128012,3460	0,8068
0,1001	3,9619	3894,6120	3,4270	127869,8580	0,8949
0,5029	1,4793	17275,7920	1,4435	130257,0720	1,1701
1,0070	1,5847	33611,8600	1,7036	127966,4620	1,2817
0,0216	4,7642	1574,7040	2,2787	148879,6580	0,5517
11,5616	1,4723	38215,6480	0,7358	128511,6280	1,8567
12,3898	1,7769	45983,3480	0,8203	128422,5600	1,5024
<0.000	N/A	685,0200	3,6597	126186,5840	1,3475
0,0005	77,7866	709,4200	1,8556	125946,3520	1,3475
0,0028	40,3847	784,4280	4,9349	120358,0220	1,3475
0,5764	115,4685	726,0220	3,4632	126689,5280	1,3475
<0.000	N/A	509,6100	9,0154	126776,3340	1,3475
<0.000	N/A	671,8200	3,7426	125795,1280	1,3475
10,6004	14,3539	889,0340	3,4039	123917,3260	1,3475
0,1042	1,4583	4532,0240	0,9824	130201,0600	1,3475
<0.000	N/A	578,4140	4,3482	129970,3420	1,3475
<0.000	N/A	509,2100	3,0404	127815,2160	1,3475
8,6536	14,4065	1021,4460	4,6529	128826,3400	1,3475
<0.000	N/A	489,6100	6,1011	126438,4900	1,3475
<0.000	N/A	575,0140	6,3024	127611,6680	1,3475
<0.000	N/A	440,2100	5,5884	129633,2360	1,3475
7,9902	21,5968	854,6300	3,8689	128061,4400	1,3475
0,6498	127,5348	734,8220	3,6692	132354,6880	1,3475

<0.000	N/A	570,0140	6,3807	130731,8140	1,3475
<0.000	N/A	459,8100	4,9722	130604,3320	1,3475
0,1032	2,1771	4462,2020	1,1307	130714,8380	1,3475
<0.000	N/A	627,4200	1,9013	130191,0560	1,3475
<0.000	N/A	568,8140	6,4128	131818,5360	1,3475
0,0277	3349,3468	707,0220	4,7958	131870,2820	1,3475
10,1609	21,2050	891,6340	4,2584	128525,5580	1,3475
0,2050	10,1675	1020,6440	3,3278	129032,1440	1,3475
0,2128	1,9952	1011,2440	1,2105	126025,3640	1,3475
0,4399	7,9490	1330,5140	3,9458	123103,7720	1,3475
0,0904	20,8381	812,6300	4,2722	123290,6000	1,3475
0,0629	38,0831	769,6280	5,6921	123768,1160	1,3475
1,5622	1,5333	2896,5400	1,2477	124860,7540	1,3475
0,1012	0,9134	4246,7280	0,5363	133131,9500	1,3475
0,7988	5,3728	1818,9360	3,8003	123921,4160	1,3475
0,9383	2,8994	2035,9700	1,7108	120848,1620	1,3475
0,8286	2,1804	1788,5320	1,0827	122031,2320	1,3475
1,6277	3,0070	2833,3280	2,3782	124366,5900	1,3475
1,5933	3,4829	2854,9300	1,8415	123989,2600	1,3475
2,1074	2,5963	3572,7160	1,7185	124017,1660	1,3475
1,3967	2,5655	1578,9040	2,1229	121899,1280	1,3475
1,6076	3,9380	1653,7120	3,2967	121348,4400	1,3475
1,7244	3,3787	1743,3260	2,4259	120221,0660	1,3475
0,0984	1,9891	3861,8000	1,4636	123406,6100	1,3475
0,0194	4,3044	1335,8780	2,2537	148895,0360	1,1381

In		Lu	
CPS	CPS RSD	CPS	CPS RSD
777334,2240	0,9518	1060473,6720	1,1806
778025,5980	0,4066	1056775,3740	0,4129
729369,3180	1,1488	996442,5180	0,8178
730705,2080	0,7583	998818,1540	0,8100
732188,8800	0,5023	1004693,4220	0,6265
727322,2100	1,1713	1001534,4040	1,4848

727809,2420	0,8090	999592,5620	1,1814
727012,4600	0,3094	1005619,0780	0,5155
666227,7380	0,4333	869364,8000	0,3422
671306,3480	0,7852	873235,7980	0,6563
680441,8500	1,1006	877922,2380	0,7801
676720,0840	0,5798	878860,6900	0,5114
676567,1160	1,0184	891354,7360	0,7528
674864,7860	0,3154	882452,7700	0,8572
764817,6300	0,5740	1039061,8140	0,9215
675605,6480	0,5164	876024,5640	0,7630
721352,8020	0,8678	984755,4380	1,0329
707135,4720	0,8859	967169,3440	0,7935
706308,6140	0,5948	966723,0820	0,9870
701570,5360	0,2272	958136,9560	0,3882
715406,3940	0,6025	986079,7660	0,5804
712035,4260	0,6965	977737,4860	0,6902
707852,6480	0,4781	976298,8140	0,6335
698863,2860	0,6384	967970,1880	1,0377
725497,5040	0,6217	989208,5480	0,5671
723083,8480	1,0179	988642,7380	0,8984
721994,9120	0,4858	989348,7980	0,5763
723926,7240	0,3510	983382,7340	0,3838
714594,2680	0,6345	974589,5160	0,8107
720217,4740	1,0794	980271,6120	0,5477
726106,8620	0,5272	990712,6100	1,0427
716560,1940	0,7381	987471,9380	0,9355
735239,7840	0,4843	995399,0160	0,5841
726437,0660	0,4990	987407,7980	0,6997
727190,2860	0,8434	987402,1100	0,7129
725573,5380	1,1523	981812,1400	0,7780
726045,9580	0,8040	984138,6240	0,8238
726657,9700	0,6642	986701,0500	0,4634
727629,6620	0,7318	988157,0500	0,5315
715971,5360	0,7291	981791,4860	0,6660
678777,3520	0,8031	995694,5960	0,5542
666959,1620	1,1357	976492,1740	1,3888

649785,6700	1,5033	952060,8300	1,6227
642565,5220	1,4513	943632,1740	0,9511
648420,9520	0,7014	950937,4560	1,3049
652352,7500	0,8931	948910,5320	0,7714
715618,8320	0,4733	950034,7040	0,6298
648732,2020	0,8153	944960,9240	0,5882
636974,1960	0,2110	926987,9560	1,1547
632945,5680	0,7671	919802,4260	1,0551
632260,1320	1,0552	913266,8620	0,9908
634608,0760	0,7472	912802,4060	1,2374
626143,1460	1,1765	908393,9860	1,2010
645214,5820	0,6714	895081,6580	1,0989
638952,4040	1,3488	890161,9540	1,3481
636939,4600	0,9115	882927,7360	0,6954
669218,2260	0,3763	884156,8300	0,5180
715730,1140	0,3941	931685,1240	0,4111

Name	Mg	mg/100ml _mg	P	mg/100ml _P	Ca	mg/100ml _Ca	Sr	mg/100ml _Sr
Sample Name	Konz. [ µg/kg ]	Konz. [mg/100ml]						
Kuhmilch 1	110116,2616	11,0116	1102664,7129	110,2665	1057978,3371	105,7978	314,0611	0,0314
Kuhmilch 2	111620,6377	11,1621	1124954,3806	112,4954	1069896,0548	106,9896	316,4125	0,0316
Kuhmilch 3	112686,2876	11,2686	1094757,9310	109,4758	1085822,6141	108,5823	320,8723	0,0321
Ziegenmilch 1	107533,2038	10,7533	1071387,2493	107,1387	741708,4539	74,1708	253,3525	0,0253
Ziegenmilch 2	108881,6491	10,8882	1079784,9133	107,9785	755913,5559	75,5914	258,8644	0,0259
Ziegenmilch 3	107590,1056	10,7590	1057699,0535	105,7699	741345,2821	74,1345	257,9189	0,0258
Schafmilch 1	208848,1968	20,8848	1627677,4123	162,7677	1916935,9820	191,6936	720,6173	0,0721
Schafmilch 2	207760,4843	20,7760	1602287,4963	160,2287	1899232,2564	189,9232	715,2679	0,0715
Schafmilch 3	211637,7255	21,1638	1634280,7090	163,4281	1945045,9818	194,5046	727,4610	0,0727
Sojamilch 1	229532,9509	22,9533	637165,1504	63,7165	621462,0212	62,1462	677,9229	0,0678
Sojamilch 2	228354,8505	22,8355	643293,4767	64,3293	600917,3899	60,0917	665,5075	0,0666
Sojamilch 3	233566,9658	23,3567	645362,0404	64,5362	617847,7393	61,7848	681,5349	0,0682
FruchtZwerg 1	96066,6706	9,6067	1061717,7955	106,1718	2481257,9802	248,1258	1075,4977	0,1075
FruchtZwerg 2	94307,1464	9,4307	1027464,3455	102,7464	2380815,3501	238,0815	1042,0675	0,1042
FruchtZwerg 3	92214,7193	9,2215	1004331,4474	100,4331	2335071,8739	233,5072	1016,0647	0,1016
	Cd	mg/100ml _Cd	Ba	mg/100ml _Ba	Pb	mg/100ml _Pb		
Sample Name	Konz. [ µg/kg ]	Konz. [mg/100ml]	Konz. [ µg/kg ]	Konz. [mg/100ml]	Konz. [ µg/kg ]	Konz. [mg/100ml]		
Kuhmilch 1	<0.000	0,0000	86,6113	0,0087	0,5764	0,0001		
Kuhmilch 2	<0.000	0,0000	76,6893	0,0077	<0.000	0,0000		
Kuhmilch 3	1,9394	0,0002	75,2748	0,0075	<0.000	0,0000		
Ziegenmilch 1	<0.000	0,0000	80,5094	0,0081	<0.000	0,0000		
Ziegenmilch 2	<0.000	0,0000	51,7698	0,0052	<0.000	0,0000		
Ziegenmilch 3	<0.000	0,0000	60,0320	0,0060	8,6536	0,0009		
Schafmilch 1	<0.000	0,0000	263,1571	0,0263	<0.000	0,0000		
Schafmilch 2	<0.000	0,0000	306,3634	0,0306	<0.000	0,0000		
Schafmilch 3	<0.000	0,0000	286,6356	0,0287	<0.000	0,0000		
Sojamilch 1	2,5946	0,0003	552,6512	0,0553	0,6498	0,0001		
Sojamilch 2	1,9680	0,0002	419,0938	0,0419	<0.000	0,0000		
Sojamilch 3	3,0706	0,0003	425,9539	0,0426	<0.000	0,0000		
FruchtZwerg 1	2,1568	0,0002	125,1893	0,0125	<0.000	0,0000		
FruchtZwerg 2	<0.000	0,0000	115,2373	0,0115	<0.000	0,0000		
FruchtZwerg 3	<0.000	0,0000	115,7670	0,0116	0,0277	0,0000		