

Organische Chemie Milch und Käse



1. **Allgemeine Einleitung**
 - 1.1. **Etwas Chemiedidaktik**
 - 1.2. **Schülvoraussetzungen und Lehrplan**
 - 1.3. **Lernpsychologische Konsequenzen**
 - 1.4. **Hinweise zum fächerübergreifenden Arbeiten**
 - 1.5. **Fachdidaktische Hinweise für einen interessanten Chemieunterricht**

- 2.0. **Milch – ein Wunderelixir**
 - 2.1. **Definition**
 - 2.2. **Interessantes aus der Geschichte (kurzer, aber interessanter Abriss) der Milchgeschichte, Verwendung als vielseitiges und wertvolles Nahrungsmittel, Kosmetik, Wundermittel?**
 - 2.3. **Wie kommt die Milch in die Kuh?**
 - 2.4. **Milch – manchmal kommt es darauf an, was man daraus macht...**
 - 2.5. **Bestandteile der Milch**
 - 2.6. **Bearbeitung der Rohmilch (die einzelnen Etappen in der Molkerei, Reinigung, Homogenisierung, Wärmebehandlung)**

Versuche rund um die Milch

- 3.1. **Von Käse und Molke**
- 3.2. **Bestimmung der Trockenmasse von Milch**
- 3.3. **Pasteurisiert oder nicht pasteurisiert?**
- 3.4. **Biuret - Reaktion**
- 3.5. **Gewinnung von Milchfett**
- 3.6. **Qualitativer Fettnachweis in der Milch**
- 3.7. **Nachweis von Milchsucker**
- 3.8. **Gewinnung von Joghurt, Käse (hier Rezept Mozzarella)**

1. Ob Backpulver, Essig in der Küche oder Kalkmörtel beim Bau, Chemie ist all-gegenwärtig. Sogar unsere Ernährung wird von Chemie bestimmt – auch wenn wir dies oft nicht wahr haben wollen. Noch im 19. Jahrhundert gab es in Europa Hungersnöte; Hunderttausende starben an Hunger. Ganze Landstriche entvölkerten sich fast, da es nicht für alle genügend Lebensmittel gab. Erst durch die Erkenntnisse von z.B. Justus von Liebig war es kurze Zeit später möglich, dass viel mehr Menschen ernährt werden konnten. Unsere Getreideernten sind nur so ergiebig, weil es Kunstdünger gibt.



In den letzten 100 Jahren konnte z.B. die Anzahl der Sterblichkeit bei Infektionen durch Antibiotika um fast 100% gesenkt werden. Enorme Fortschritte im Bereich der Hygiene, der Pharmazie, Chemie und Medizin führten dazu, dass die Lebenserwartung von 38 auf 82 bei Frauen bzw. 78 bei Männern stieg. Dies sind nur einige wenige Beispiele, die verdeutlichen, dass ohne Chemie unser heutiges Leben nicht denkbar wäre.



Allerdings brachte die chemische Industrie im letzten Jahrhundert auch viele Probleme mit sich. Dies lag aber nicht an der Chemie, sondern wie Menschen mit der Chemie umgingen. In den siebziger Jahren war der Rhein nicht ohne Grund ein toter Fluss; Mütter wurde es abgeraten zu stillen, da die in der Muttermilch enthaltenen Schwermetalle ein zu großes Risiko waren.

Gerade heute steht die chemische Industrie vor neuen Herausforderungen:

Wie bekommen wir die globale Erwärmung in den Griff? Wie können wir Rohstoffe einsparen? Die Probleme und Herausforderungen sind vielseitig und teilweise schwerwiegend. Dennoch kann eine Antwort auf die Vielzahl von Herausforderungen nicht lauten „zurück in die Steinzeit“. Probleme und Fehler der Vergangenheit, die uns im 21. Jahrhundert langsam aber sicher einholen, können nur mit modernen technischen Mitteln gelöst werden. Fehlen manchmal moderne technische Mittel – z.B. im Bergbau (Chile oder China), so kommt es wiederholt zu tragischen Todesfällen, die man aber vermeiden könnte. Hier gilt leider immer noch das Primat der Wirtschaftlichkeit vor der Menschlichkeit!



Diese Ambivalenz von Technik, Naturwissenschaft und Chemie sollte den Schülern verdeutlicht werden. Sie sollten die zahlreichen Vorteile und Errungenschaften wahrnehmen, auf der anderen Seite aber auch die negativen Aspekte von

Fortschritt.

Gerade auch der Chemielehrer steht hier unter einer besonderen Herausforderung. Er sollte die Chemie - entgegen der Chemielehrergeneration zuvor – nicht als Allheilmittel und Menschheitssegnen darstellen, sondern eben auch die negativen Aspekte von Fortschritt erwähnen, so dass unsere Schüler ein differenziertes Bild vom wunderschönen Fach Chemie bekommen.

Unbestritten ist heutzutage, dass praxisorientierte Inhalte für das Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht nicht nur förderlich, sondern auch unverzichtbar sind.

Aus organisatorischen Gründen können wir als Chemielehrer selten das leisten, was die Chemiedidaktiker (an den Unis und Studienseminaren) uns vergaukeln. Zu große Lerngruppen, Einzelstunden etc. sind nur einige Hindernisse, die der Schulalltag für Chemielehrer hat. Trotzdem müssen wir das Beste daraus machen. Es ist durchaus möglich, eine Doppelstunde in Chemie vom Stundenplanmacher realisieren zu lassen.

Ab und zu kann man auch mal eine Doppelstunde unterrichten, so dass dann endlich auch Schülerexperimente oder aufwändige Demonstrationsversuche realisiert werden können.

Warum nicht in den letzten Wochen vor den Sommerferien – nach den Zeugnis-konferenzen – zwei oder drei Chemieprojekttag mit 9. oder 10.Klassen? Gerade der Autor dieser Zeilen hat in den letzten Wochen die Zeit vor den Sommerferien mit Projekten gefüllt. Bei einem Projekt wurde ausführlich die Seifenherstellung in der Antike, im Mittelalter und heute durchgenommen, eine Ausstellung vorbereitet, aber auch 30kg Seife mit den Schülern selbst hergestellt. Diese wurde dann bei einem Schulfest verkauft. Unsere Ausstellung war ein voller Erfolg!

1.1 Didaktischer Ansatz:

Entscheidend ist die didaktische Analyse. Wo sind meine Schüler, und wo kann ich sie am besten abholen – ohne dass die Mehrheit stehen gelassen wird. Gerade im Fach Chemie manchmal schwierig umzusetzen. Nicht ohne Grund rangiert das Fach Chemie unter Schülern auf den hinteren Rängen.

Ein chemischer Sachverhalt muss nicht immer zwangsläufig in Formeln gefasst sein, um ihn zu verstehen. Die Abstraktionsstufen können je nach Alter, Klassenstufe und Niveau angepasst werden. Bevor man chemische Formeln benutzt, kann man z.B. auch Wortgleichungen einführen. Sicherlich plädieren wir nicht für eine Reduktion chemischer Formeln! Es sei nur darauf hingewiesen, dass man auch in der Chemie alles so didaktisch reduzieren kann, dass es auch für untere Lerngruppen zu verstehen ist.

Dieses Thema bietet so einen starken Alltagsbezug und gleichzeitig erkennen die Schüler, dass fachmethodische Kenntnisse notwendig sind, um herauszufinden, welche Stoffe beispielsweise in der Milch sind.

Unsere didaktischen Anregungen haben folgende Vorteile: Von Fachleuten für Fachleute!

Conatex erfindet das Rad nicht neu. Wir versuchen immer wieder Themenkomplexe unter neuen Gesichtspunkten neu zu strukturieren. Dabei hilft sicherlich die fachdidaktische Unterstützung von Chemielehrern.

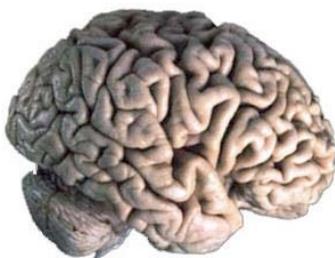
- „Versuche, die passen“ – einfach und dennoch durchdacht.
- Unsere Versuche sind meist Teile eines Themenkomplexes
- Schnelle und einfache Vorbereitung
- Problemlose Durchführung
- Die Versuche können auch einzeln in ein anderes Unterrichtskonzept integriert werden
- Eine Sachanalyse mit teilweise interessanten naturwissenschaftlichen, aber auch geschichtlichen Bezügen geben die wichtigsten fachlichen Hintergrundinformationen.

Diese können bausteinartig in den Unterricht eingefügt werden – falls Bedarf. Im Sinne eines Fach übergreifenden Unterrichts! Außerdem bieten wir viele weitere Anregungen um das jeweilige Thema.

1.2 An welcher Stelle können diese Versuche in den Unterricht integriert werden?

Welche Voraussetzungen müssen die Schüler haben? Und wie geht's weiter? Je nachdem wie didaktisch reduziert wird. Es ist durchaus möglich auch Teile dieses Unterrichts in den unteren Klassen zu realisieren. Geht man natürlich in die Tiefe und geht beispielsweise genauer auf die einzelnen Aminosäuren ein bzw. auf die Mechanismen, dann wäre dieses Thema natürlich auch ideal für einen Chemiegrund- oder sogar Leistungskurs!

Lernen ist Chemie?



Lernen bewirkt biologische und chemische Veränderungen im Gehirn. Es handelt sich dabei um Verknüpfungen zwischen den Hirnzellen, den Neuronen. Je mehr solcher Verknüpfungen gebildet werden, desto größer auch der Wissensstand bzw. desto schneller findet man abgespeicherte Informationen. Zwar ist die Anzahl der Neuronen, wie man vermutet, konstant, aber die Verknüpfungen zwischen ihnen können durch Lernen aufgebaut oder durch Nichtgebrauch abgebaut werden. Gerade klare Strukturen, Wiederholungen und Arbeiten am Modell haben großen Einfluss auf unser

Lernen.....! Schüleraktivität steigert z.B. das Behalten.... Und diese Erkenntnis der Lernpsychologie ist nicht nur auf die Chemiedidaktik begrenzt!

1.3 Lernpsychologische Konsequenzen für die Chemiedidaktik:

- Von der Lernpsychologie wissen wir, dass Wissen, das vernetzt werden kann, gesichertes Wissen ist. Je mehr die Schüler Assoziationen und Verknüpfungspunkte zu vorhandenem Wissen setzen können, desto effektiver lernen sie.
- Anschauungsmaterial in den Unterricht einbauen:
- Dies können sein: Bilder, Videosequenzen, Modelle, Diagramme, Schülerversuche da, wo möglich, ansonsten Lehrerdemonstrationsexperimente
- Fächer übergreifende Projekte!
- Internetrecherchen mit klar vorgegebenen Fragen oder Aufgaben (unbedingtes Zeitlimit)
- Impulsreferate von Schülern für Schüler zu einzelnen z.B. geschichtlichen Themen
- Schüler- oder Lehrerversuche sind das Salz in der Chemiesuppe!

1.4. Hinweise zum Fächer übergreifenden Arbeiten

Die Möglichkeiten, das Thema Milch in der Schule zu behandeln, sind sehr vielfältig. In fast allen Jahrgangsstufen lässt sich das Thema einbringen; angefangen bei den Milchprodukten und der gesunden Ernährung in den Klassen 5-8, über die Milchverarbeitung (9-10) und der chemischen Analyse von Milch (Oberstufe). Allerdings muss jederzeit deutlich gemacht werden, dass Milch ein Lebensmittel mit sehr hoher Qualität ist. Falls im Chemie- oder Biologieunterricht tatsächlich auch Butter, Yoghurt oder ähnliches gemacht wird, dann sollte man wirklich neue Glasgeräte, bzw. Geräte nehmen, die vorher sterilisiert wurden

Neben der Chemie lässt sich Milch auch noch in anderen Fächern behandeln, z.B. in der Biologie Ernährung, Mikrobiologie), aber auch in den Gesellschaftswissenschaften (Industrielle Verarbeitung, Verpackung, Transport, Markt etc.).

Biologie:

- Wie hat sich die Milchleistung von Kühen im Laufe der Jahrhunderte gesteigert?
- Warum vertragen manche Menschen keine Milch? Welche Mineralien, Vitamine und Aminosäuren sind in Milch enthalten? Welche Bedeutung haben diese für den menschlichen Organismus
- Welche Wirkungen auf den menschlichen Körper sind nachgewiesen

Geschichte und Deutsch:

- Wann taucht zum ersten Mal die Milchgewinnung in der Geschichte auf? Welche Produkte gewannen schon die Menschen in der Antike aus Milch.

Welche besondere Wirkungen wurde der Milch verschrieben. Wie taucht die Milch in der Literatur auf ?

Chemie:

- Verschiedene Nachweise der Grundbestandteile von Milch
- Herstellung von verschiedenen Milchprodukten
- Isolierung von den verschiedenen Bestandteilen
- Erstellen Sie gemeinsam mit ihren Schülern ein Kreuzworträtsel oder ein Quiz um das Thema Milch

1.5. Fächer übergreifendes Projekt und weitere fachdidaktische Tipps :

Ähnlich wie bei vielen unserer Themen, die wir vorschlagen, kann auch dieses Thema wieder hervorragend fächerübergreifend z.B. im Projekt behandelt werden. Warum bereitet man nicht gemeinsam ein Projekt Milch in der Klasse oder im Kurs vor. Dazu würde dann auch ein Ausflug zu einem Milchbetrieb oder einer Molkerei gehören. Lernen mit Hand und Herz sollte – wenn möglich – im Mittelpunkt stehen.

Gerade in einem Unterrichtsprojekt Milch können Sie - je nach Klassenstufe - Referate und Schülerarbeiten im Vorfeld verteilen. Gerade kurze Schülerreferate – wenn sie gut gemacht sind- bereichern ungemein den Unterricht. Sie sollten vorher natürlich genau durchsprechen, welche Aspekte sie in einem Referat verlangen! Wie sollte die Form aussehen? Ein Referat per power point kann wirklich sehr langweilig sein, wenn der Referent nur vorliest und nicht frei vorträgt....Sagen Sie bitte nicht an dieser Stelle, dass man Schülerreferate nur ab der Oberstufe verlangen kann. Mit nichten, denn auch schon Schüler der 6.Klassen (nach meiner Erfahrung) können wunderbare Referate (auch schon mit Unterstützung von verschiedenen Medien) halten. Vor ein paar Jahren habe ich Schülern einer 6.Klasse die Aufgabe gegeben in der Nähe von Bad Dürkheim einen bäuerlichen Betrieb zu dokumentieren. Einige Schüler haben kurze Filmsequenzen gedreht, die sie dann in eine power point Präsentation eingebettet haben. Andere Schüler haben tolle Plakate hergestellt. Dieser Schülergruppe war es aber damals hervorragend gelungen, freie gut strukturierte Vorträge zu halten, ohne dass sich die Anwesenden gelangweilt hätten. Sicherlich muss man fachlich etwas reduzieren, aber möglich ist dieses alles....

Beispiele für Schülerreferate:

- Seit wann ist die Milch bekannt? Von wem wurde sie wie genutzt?
- Wie wurde die Milch früher zu welchen Produkten verarbeitet?
- Die einzelnen Etappen der Milchverarbeitung in einer Molkerei (heute).
- Welche Produkte werden heute zu Milch verarbeitet (Konzentration auf z.B. Käse und Butter)

Hinweise:

Selbstverständlich hat der Autor nicht den Anspruch in allerletzter Wissenschaftlichkeit umfassend das Thema Milch darzustellen. Ich denke, dies wäre Aufgabe eines Staatsexamen oder einer Diplomarbeit. Wir bzw. ich möchte Anregungen geben, die Lust darauf machen, sich einmal mit diesem Thema zu beschäftigen. Sicherlich ist dies kein klassischer Chemieunterricht, sondern man geht von einem Gesamtprojekt aus, welches sich immer weiter verästeln kann – je nach Anforderung. Sicherlich hätte man noch einiges über Butter, Joghurt und die anderen Milchprodukte bringen können, aber dies ist vielleicht ja ihren Schülern überlassen. Bei dieser Arbeit mit Milch ist es klar, dass man nur absolut saubere Geräte benutzen sollte, denn bei diesem Projekt kann und soll noch probiert werden! Guten Appetit.

Wir haben wieder einmal darauf verzichtet alle R- und S- Sätze in Vollständigkeit anzugeben!

2.0. Milch – ein Wunderelixir

Täglich verbraucht die Weltbevölkerung rund 1,8 Milliarden Liter Milch, Tendenz steigend: Seit der Jahrtausendwende hat der Milchkonsum um 14 Prozent zugelegt. Das entspricht einem jährlichen Anstieg von 12,8 Milliarden Litern. Die Milch wird auch das weiße Wunder genannt, denn sie enthält fast alle Nährstoffe, die der Mensch zum Leben braucht. Sie enthält sehr wertvolles Eiweiß und gut bekömmliches und leicht verdauliches Fett. Die Kohlenhydrate (der Milchzucker) der Milch liefern nicht nur Energie, sondern haben auch einen günstigen Einfluss auf die Darmbakterien und fördern die Verdauung. Weiterhin enthält die Milch viele Vitamine (Vitamine A,D,E, B-Vitamine), die durch die Pasteurisierung auch weitgehend erhalten bleiben.

An Mineralstoffen ist besonders das Calcium zu nennen. Mit 1/2 l Milch wird mehr als die Hälfte des Tagesbedarfs an Calcium gedeckt. Und Calcium ist für den Aufbau und die Erhaltung von Knochen und Zähnen unbedingt notwendig. Somit sollten nicht nur Kinder an das regelmäßige Trinken von Milch denken, sondern auch Erwachsene, um der Osteoporose (häufige Knochenbrüche) vorzubeugen und eine hohe Knochenstabilität im Alter zu bewahren. Die Nutzung von Chemikalien in der Landwirtschaft und die Behandlung von Kühen mit Medikamenten führen aber auch dazu, dass die Milch neben den natürlichen Bestandteilen noch Fremdstoffe (Antibiotika, Herbizide, Insektizide und sogar Radionuklide) enthalten kann. Diese Stoffe müssen durch Untersuchungen ständig kontrolliert werden, da sie nicht nur die Qualität von Milch mindern, sondern auch die menschliche Gesundheit gefährden können

2.1. Definition:

Milch ist die aus Milchdrüsen weiblicher Säugetiere abgesonderte, weißliche, undurchsichtige und emulgierte Flüssigkeit. Sie enthält als ausschließliche Nahrung des heranwachsenden Lebewesens alle wichtigen Nährstoffe. Die Kuhmilch und deren Produkte sind die bekanntesten; es gibt aber noch Schafs-, Stuten-, Ziegenmilch.

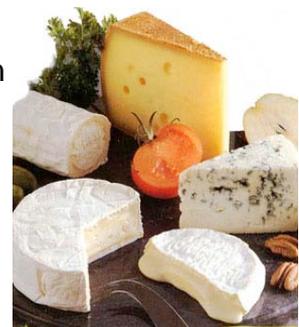
2.2. Interessantes zur Geschichte der Milch



5000 Jahre ist es her, als die Sumerer der Milch auf die Spur kamen. Das belegten Tontafeln, die man bei Ausgrabungen in der Stadt Ur, einer Stadt der Sumerer, fand. Schon damals hielten die Sumerer Milchkühe und beschäftigten sich mit der Milchgewinnung und der Milchverarbeitung. Denn den Sumerern mundete nicht nur die frische Milch, sie stellten auch einige der uns heute bekannten Milchprodukte her. Die Sumerer hielten schon zu dieser Zeit Milchkühe und beschäftigten sich mit der Milchgewinnung und Milchverarbeitung. Sie stellten zum Beispiel Quark her, indem sie frische Milch in große Tongefäße füllten und so lange stehen ließen, bis die Milch durch die Eigensäuerung „dick“ wurde. Die eingedickte Milch wurde dann in engmaschige, geflochtene Körbe gegossen, wobei die Molke abfloss. Zurück blieb der Quark, der - mit würzigen Kräutern oder Honig vermischt - zu einer Delikatesse wurde.

Später entdeckten auch die Ägypter, Griechen, Römer und Germanen, wie köstlich die Milch schmeckt. Die alten Ägypter konsumierten viel Milch (altägyptisch: irtet), besonders von der Kuh, aber auch von der Ziege und vom Schaf. Beliebte Getränke waren Wein (altägyptisch: irep) und vor allem Bier (altägyptisch: henqet).

So ist schon im Alten Testament die Rede von der Sehnsucht nach dem "Land, wo Milch und Honig fließen". Kühe waren im alten Ägypten heilige Tiere und auf alten Darstellungen ist die Göttin für Fruchtbarkeit und Liebe in Kuhgestalt zu erkennen. Und auch die ersten Christen sahen in der Milch ein Geschenk des Paradieses. Neben der religiösen Verehrung wurde die Milch auch als wirksames Heilmittel angesehen. Die Griechen dachten, dass ihre Götter durch Milch Unsterblichkeit erlangen würden. Und auch der griechische Philosoph Aristoteles (384 v. Chr.) war von der Milch so angetan, dass schon damals Milch-Kuranstalten eingerichtet wurden und die Patienten täglich mehrere Gläser Milch tranken. Der berühmte Arzt Hippokrates nahm an, dass Esels-, Pferde- und Ziegenmilch abführend, Kuh- und Schafsmilch dagegen stopfend wirken.



Aber der Milch wurden auch immer wieder Wirkungsweisen zugeschrieben, die weit über die Funktion als Grundnahrungsmittel hinausreichten. Doch nicht nur die

Kuhmilch wurde zu den verschiedenen Milchprodukten verarbeitet. Auch Ziegen, Schafe, Esel, Pferde und Kamele wurden gemolken. So stellten asiatische Reitervölker schon Kefir her, sowie Trockenmilch. Um diese herzustellen, wurde der Rahm der Milch abgeschöpft und in flachen Gefäßen an der Sonne getrocknet. Die letzte ägyptische Königin, die nicht nur eine hübsche Nase hatte, badete häufig in Stuten- oder Eselsmilch.



Griechen und Römer kannten bereits verschiedene Milchprodukte, darunter Käse. Butter schätzten sie als wertvolle Salbe und Arznei. Etwas später entdeckten auch die Germanen die Milch für sich.

Die germ. Völker verarbeiteten die Milch auch zu Butter. Die Technik der Käseherstellung wurde im Alpenraum wohl von den Kelten eingeführt, die sie möglicherweise von den Römern übernommen hatten. Im Umkreis der Viehbauern wurden Getreideprodukte oftmals durch Milchprodukte ersetzt, wobei Butter die bevorzugte Speise der Vornehmen war, erst im Hochmittelalter wurde sie auch die Speise des einfachen Volkes. Von Klöstern gingen Impulse für eine vermehrte Butterherstellung aus, da asketisch lebende Mönche auf Fleischspeisen verzichteten und sich stattdessen von Milchprodukten ernährten. Auf Viehhöfen wurde Milch hauptsächlich zur Herstellung von Käse in verschiedenen Formen verwendet. Käse bildete einen wichtigen Bestandteil der bäuerlichen Hausnahrung und diente auch als Hauptform der Abgabe an den Grundherrn.

Die Ausbreitung der Labkäserei gegen Ende des MA erhöhte Qualität und Transportfähigkeit der Käse und steigerte den Handel. Das Problem der Haltbarkeit von Milch wurde aber erst von Louis Pasteur gelöst, der nachweisen konnte, dass bestimmte Mikroorganismen in der Milch und auch in anderen Lebensmitteln verantwortlich waren für den schnellen Verderb und damit letztendlich für die weit verbreitete Vergiftung großer Teile der Bevölkerung.



Diese Erkenntnis führte zur Entwicklung der Sterilisation. Das von ihm entwickelte Verfahren, Milch durch kurzes Erhitzen auf etwa 60° haltbar zu machen („Pasteurisieren“), wird noch heute angewendet.

2.3. Wie kommt die Milch in die Kuh?

Gab eine Kuh im Mittelalter noch maximal 600 kg Milch im Jahr, so liegt die jährliche Milchleistung in Baden-Württemberg heute im Durchschnitt bei über 6.000 kg. Auch wenn man sich das so vorstellt, aber nicht jede Kuh hat automatisch einen prall mit Milch gefüllten Euter. Kühe sind wie Menschen Säugetiere und sie geben erst Milch, wenn sie Kalben. Nach der Geburt des Kalbes beträgt die Zeit, in der sie

Milch geben (Laktationsperiode), 270-300 Tage. Das ist aber nur relativ, denn es gibt auch Kühe, die viel länger, sogar über Jahre, ohne erneutes Kalben Milch geben können.

Die Bildung der Milch erfolgt direkt im Euter. Darin befinden sich Millionen von kleinen Hohlräumen, den Drüsenbläschen oder Alveolen. Die Alveolen sind innen mit Milchbildungszellen (Epithelzellen) ausgekleidet und außen von Blutkapillaren umspannt. Von den Alveolen (innen) führen mehrfach verzweigte Kapillaren in größer werdende Milchkanäle, die dann in einem Hohlraum über der Zitze, der Euterzisterne, enden. Die Euterzisterne (sie kann bis zu 400 mL Milch fassen!) mündet in die Zitenzisterne, an diese schließt sich der Strichkanal an. Der Strichkanal befindet sich in der eigentlichen Zitze, die der Bauer oder die Melkmaschine bearbeitet, um an die Milch zu kommen.



Durch Hormone (vor allem von Prolactin) gesteuert, werden mit dem Blut nun die Ausgangsstoffe der Milch wie z. B. Glucose und Aminosäuren zu den Epithelzellen transportiert. Dort wird die Milch gebildet und dann in den Alveolen gesammelt. Durch die laufend entstehende Milch steigt natürlich der Milchdruck im Euter allmählich an. In dieser Phase passieren nur noch Milchzucker, und permeable (halbdurchlässige) Membran der Alveolen, Fett und Eiweiß werden zurückgehalten. Wenn der Euter nun durch das Kalb angeregt wird, strömt ein spezielles Hormon in die Blutbahn und sorgt dafür, dass die Milch in die Gänge gedrückt wird. Der Milchfluss erniedrigt den Milchdruck in den Drüsen, so dass dann auch Fett und Eiweiß abgegeben werden können.

Milch ist ein tolles und reichhaltiges Gemisch. Da sie in den ersten Tagen und Wochen nach der Geburt die einzige Nahrung ist, muss sie schon mal alle zum Leben notwendigen Nährstoffe enthalten. Leider können manchmal auch Fremd-stoffe, wie Schwermetalle in der Milch nachgewiesen werden. In den 60iger Jahren wurde es Müttern manchmal abgeraten zu stillen, denn die Muttermilch enthielt damals hohe Konzentrationen an Schwermetallen! Da Milch ein Naturprodukt ist, ist die Verteilung der Nährstoffe natürlichen Schwankungen unterworfen. Im Durchschnitt hat sie jedoch folgende Zusammensetzung:



Bezeichnung	Fettgehalt	Sonstiges (Haltbarkeit etc.)
Rohmilch oder Vorzugsmilch	3,5–5,0%	2-3 Tage , nicht wärmebehandelt!
Vollmilch oder Frischmilch	min. 3,5%	Pasteurisierung bei 72–75°C gekühlt 6-8 Tage Vitaminverlust von 10%
Länger haltbare Frischmilch	min. 3,5%	Pasteurisierung 123–127°C oder Trennung von Rahm und Magermilch (erhitzen und wieder vermischen. Vitaminverlust von 20-30%, gekühlt 3 Wochen haltbar
H-Milch (Ultrahocherhitzte Milch)	min. 3,5%	Ultrahocherhitzung 135–150°C

2.4 Milch – es kommt darauf an, was man daraus macht...

Milch kann durch Milchsäurebakterien fermentiert oder durch Lab eingedickt werden. Milchsäuregärung und Eindicken mit Lab Zuerst aber wird die Milch hitzebehandelt, um unerwünschte Bakterien und somit unerwünschte Gärungsprozesse zu unterbinden. Danach wird die Milch homogenisiert. Dann fügt man eine bestimmte Starterkultur hinzu, je nach Bakterienstamm, Temperatur und Verfahren erhält man Joghurt, Dickmilch, Saure Sahne oder Kefir.



nichtessentielle Aminosäuren	1574mg	mg/100g
essentielle Aminosäuren	1709mg	mg/100g
Isoleucin	188mg	/100g
Leucin	310mg	/100g
Lysin	234mg	mg/100g
Methionin	76mg	mg/100g
Cystein	26mg	mg/100g
Phenylalanin	152mg	mg/100g
Tyrosin	152mg	mg/100g
Treonin	135mg	mg/100g
Tryptophan	43mg	mg/100g
Valin	205mg	mg/100g
Arginin	109mg	mg/100g
Histidin	79mg	mg/100g
Alanin	109mg	mg/100g
Asparaginsäure	244mg	mg/100g
Glutaminsäure	670mg	mg/100g
Glycin	69mg	mg/100g
Prolin	310mg	mg/100g
Serin	172mg	mg/100g

Zur Herstellung von Joghurt werden Mischkulturen der Säurebildner *Streptococcus thermophilus* und *Lactobazillus bulgaricus* zugesetzt und die Milch bei 42-54°C etwa 3 Stunden bebrütet. Nach Abkühlen erhält man stichfesten Joghurt. Dieser Joghurt kann, sofern nicht durch Hitzebehandlung die Bakterien abgetötet wurden, als Starterkultur für neuen Joghurt verwendet werden.

In der Molkerei wird Milch erst auf ihre Käseereitauglichkeit geprüft, diese ist abhängig von der mikrobiellen Beschaffenheit. Anschließend wird der Fettgehalt eingestellt und die Milch wärmebehandelt. Jetzt wird die Milch eingedickt. Geschieht das Dicklegen oder Eindicken durch Milchsäurebakterien, spricht man von Sauermilchkäse, wird die Milch mit Lab dickgelegt, spricht man von Labkäse. Nach dem Dicklegen wird das Casein, Sauermilchquark oder Dickete genannt, von der Molke

getrennt. Aus der Molke kann nun Molkekäse hergestellt werden, häufig wird sie auch als Viehfutter verwendet. Dem Käsebruch werden nun unterschiedliche Reifungskulturen zugesetzt, es entstehen gereifte Sauermilch- oder Labkäse

2.5 Die Bestandteile der Milch

Zusammensetzung der Milch (Angaben in Massen%)	
Wasser	87-88
Trockenmasse	12-13
- Fett	3-5,
- Fettfreie Trockenmasse	8-9
- Milchzucker	4,6-4,7
- Casein	2,8-3,2
- Molkenproteine	0,5-0,6
- Anorganische Salze	0,7-0,8

Eiweiße:

Das Milcheiweiß setzt sich aus zwei wichtigen Fraktionen zusammen, den Caseinen und den Molkenproteinen. Während Caseine durch Säuren oder Lab ausfällbar sind, bleiben die Molkenproteine in der wässrigen Phase zurück. Folgende Aminosäuren sind in der Milch enthalten:

Neben den eigentlichen Eiweißen gibt es auch noch eine Reihe von Enzymen. Diese können gut für analytische Zwecke genutzt werden, um z. B. die Frische der Milch zu bestimmen.

Kohlenhydrate

Das wichtigste und mengenmäßig überragende Kohlenhydrat der Milch ist die Lactose. Es gibt viele Menschen, die von der Lactose in der Milch krank werden, weil sie sie nicht abbauen können. Diese Menschen leiden unter einer Lactoseintoleranz.

Fette

Fette sind wichtige Energiespeicher im Organismus. Allgemein bestehen sie aus den Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Sie sind Ester aus Glycerin und höheren gesättigten und ungesättigten Fett-säuren. Das Fett liegt in der Milch in Form von Fettkügelchen mit einem Durchmesser von etwa 0,5-10 μm vor. Die Fettkügelchen bilden mit der Milchflüssigkeit eine beständige Emulsion. Das Fett liegt in winzigen Tröpfchen in der Milch vor; durch diese feine Verteilung der Tröpfchen und die entsprechende Brechung des Lichtes erscheint Milch weiß. Die Fettsäurezusammensetzung von Milch variiert jahreszeitlich und hat Einfluss auf die Konsistenz der Butter. Fett mit einem hohen Anteil an niedrig schmelzenden kurzkettigen Fettsäuren wie Buttersäure oder langkettigen, ungesättigten Fettsäuren wie Ölsäure, ist weicher. Sommermilchfett enthält einen höheren Anteil an Ölsäure, da die Kühe sich primär von Weidegras ernähren. Es wurden etwa 60 verschiedene

Fettsäuren nachgewiesen, hauptsächlich Öl-, Palmitin-, Stearin- und Myristinsäure. Als wichtige das Fett begleitende Stoffe sind hier noch Cholesterin und die Lecithine zu nennen.

Mineralstoffe

Einer der wichtigsten Mineralstoffe der Milch ist das Calcium. Da Calcium eine wichtige Rolle beim Knochenaufbau spielt, sollten gerade Kinder und Jugendliche viel Milch trinken.

Vitamine

Milch enthält neben allen fettlöslichen Vitaminen (A,D,E und K) noch einige wasserlösliche wie z. B. die B-Vitamine.

Andere Bestandteile

Die Nutzung von Kunstdünger und anderen Chemikalien sind einerseits ein Segen für die Menschheit, andererseits sind sie aber auch eine Belastung und können schädlich sein. Auch der Einsatz von Medikamenten in der Masttierhaltung z.B. führt dazu, dass man auch in der Milch schon Antibiotika, Herbizide, Insektizide gefunden hat. Aus diesem Grunde wird die Milch ständig und gründlich kontrolliert.

2.6. Bearbeitung der Rohmilch

Was passiert mit der Milch auf dem Weg von der Kuh in die Verpackung?

Die Milch wird zunächst vom Bauernhof mit Tankwagen abgeholt und in die Molkerei gebracht.

Die Milch wird in der Molkerei zuerst gewogen und dabei der Fett- und Eiweißgehalt bestimmt. Milch ist eines der am stärksten überwachten Nahrungsmittel. Strenge Untersuchungen garantieren, dass nur einwandfreie Milch in den Handel und damit auf den Tisch des Verbrauchers kommt. Vor der Weiterverarbeitung wird die Milch auf unerwünschte Stoffe und eventuelle Verunreinigungen hin untersucht.

Ist die Milch soweit in Ordnung, durchläuft sie mehrere Verarbeitungsstufen.

1. Reinigung:

Die Milch wird in so genannten Separatoren von groben Verunreinigungen befreit.

2. Entrahmung:

Durch Zentrifugieren bei 40 °C und 6000 Umdrehungen pro Minute wird der Rahm, das ist im Wesentlichen das leichte Fett der Milch und einige Proteine, von der schwereren Magermilch abgetrennt.

3. Einstellung des Fettgehaltes:

Ganz natürlich und jahreszeitlich bedingt schwankt der Fettgehalt der Milch. Rohmilch mit einem Natur belassenen Fettgehalt enthält zwischen 3,5 und 4,5

Prozent Fett. Jetzt wird der Fettgehalt standardisiert, das heißt Milch mit zu hohem Fettgehalt wird zum Beispiel magerere Milch zugefügt, um den Fettgehalt zu senken. Um einen gleich bleibenden Wert zu erhalten, gibt man einen Teil des Rahms wieder zur Magermilch und kann so den gewünschten Prozentgehalt je nach Produkt einstellen. Für Vollmilch stellt man die Milch zum Beispiel auf genau 35 Gramm Fett pro Liter ein, das sind 3,5 Prozent Fett.

4. Homogenisieren:

Das Milchfett, das in Form von Kügelchen in der Milch verteilt ist, rahmt bei der frisch gemolkenen Milch schon nach einigen Stunden auf. Um diese Aufrahmung zu verhindern, wird die Milch homogenisiert. Das bedeutet, dass sie mit hohem Druck durch eine sehr feine Düse gepresst wird. Auf diese Weise werden die Fettkügelchen mechanisch noch weiter zerkleinert, denn kleine Kügelchen steigen nicht so schnell auf wie große. So kann man die Milch einige Tage im Kühlschrank stehen lassen, ohne dass sich obendrauf eine Rahmschicht bildet. Diese Milch ist vor allen Dingen leichter verdaulich und schmeckt etwas anders.

5. Wärmebehandlung:

Das wichtigste Kriterium einer Hitzebehandlung ist das Abtöten Krankheit erregender Mikroorganismen. Des Weiteren werden Milchproteine denaturiert und Enzyme inaktiviert. Alle diese Veränderungen tragen zu einer verlängerten Haltbarkeit und - durch die Denaturierung - einer besseren Verdaulichkeit der Milch bei.

5.1. Pasteurisation(nach dem französischen Forscher L. Pasteur):

Man unterscheidet bei der Pasteurisation drei Verfahren:

- Hoherhitzung oder Momentanerhitzung: 8 bis 16 Sekunden auf 85 °C
- Kurzzeiterhitzung: 14 bis 40 Sekunden auf 71 bis 74 °C
- Dauererhitzung: 30 Minuten auf 62 bis 65 °C



Die nach diesem Verfahren gewonnene Milch ist zwar im Vergleich zu Rohmilch deutlich haltbarer, aber länger als drei bis sechs Tage lässt auch sie sich nicht im Kühlschrank aufbewahren. Da Frischmilch ohnehin normalerweise schnell verbraucht wird, ist das eigentlich kein Problem. Dennoch wird für die längerfristige Vorratshaltung Milch angeboten, die eine Haltbarkeit von zum Teil mehreren Monaten besitzt. Dazu gibt es verschiedene Verfahren, die aber leider die Qualität der Milch mindern.

5.2. Ultrahoherhitzen (UHT):

Die Ultrahoherhitzung ist eine Wärmebehandlung zum Beispiel für die Herstellung von H-Milch. Hier wird 2 bis 8 Sekunden lang ein hoher Druck und eine hohe Temperatur (135 °C bis 150 °C) aufrechterhalten, bei der bis zu 100 % der in der

Milch enthaltenen Keime abgetötet werden. Einige Milchinhaltstoffe, wie zum Beispiel die hitzeempfindlichen Molkenproteine, werden dabei geringfügig verändert. Die abgepackte H-Milch ist danach mindestens sechs Wochen ohne Kühlung haltbar.

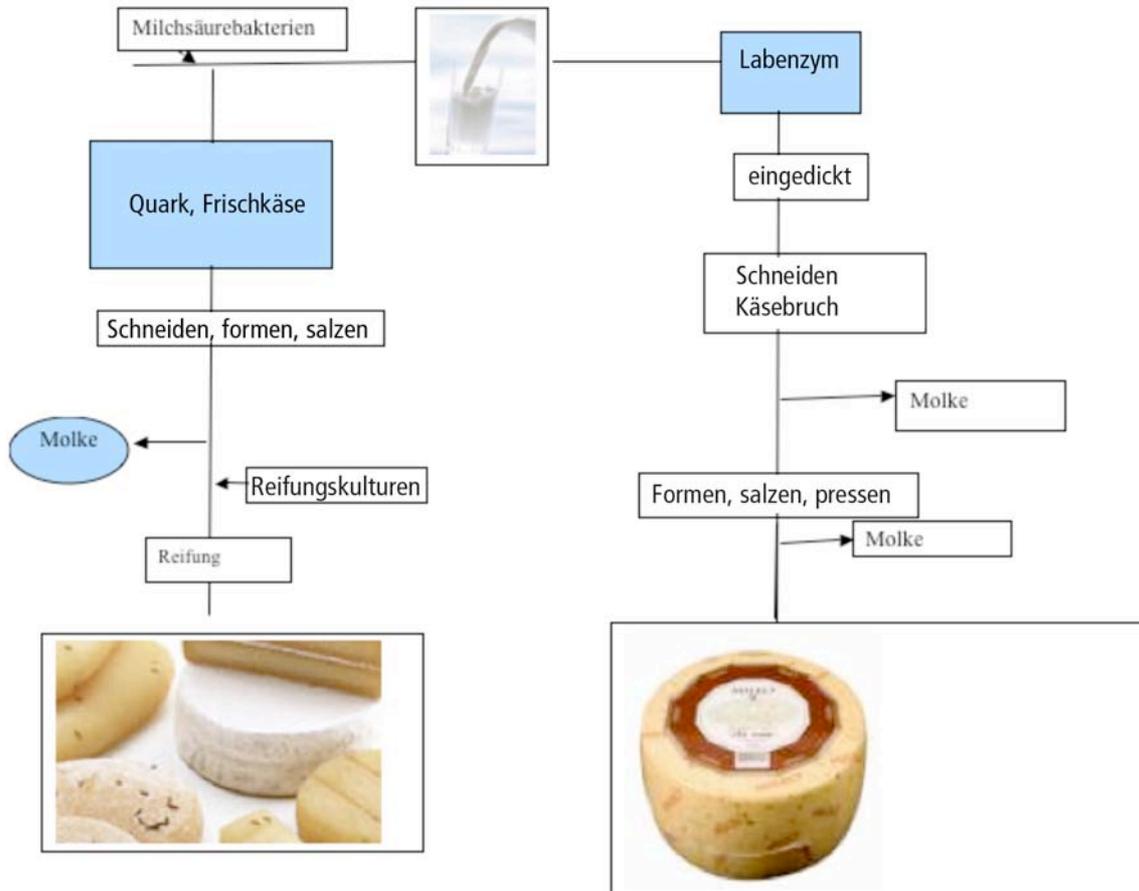
5.3. Sterilisieren:

Bei dieser Erhitzung auf 110 °C bis 115 °C für etwa 45 Minuten werden alle Keime abgetötet, so dass eine Haltbarkeit von einigen Monaten oder sogar Jahren erzielt werden kann. Da bei der Sterilisation jedoch viele Nährstoffe, vor allem die Vitamine zerstört werden, ist besonders für Kinder der Konsum von Sterilmilch nicht empfehlenswert!

6. Kühlung:

An die Wärmebehandlung schließt sich eine möglichst schnelle Abkühlung der Milch an (bei steriler Milch ist dies aber nicht nötig). Nach dem Verpacken kann sie nun in den Verkehr gebracht werden. Damit die Milch die Reise zu dem Verbraucher auch einwandfrei übersteht, muss darauf geachtet werden, dass die Kühlkette nicht unterbrochen wird. Dazu gibt es besondere LKWs, die mit einem "Kühlschrank" ausgestattet sind.

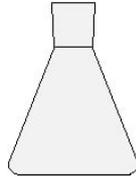
Beispiele für die Weiterverarbeitung von Milch



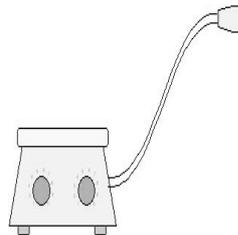
3.1. Von Käse und Molke

Chemikalien:

- › Pfeffer
- › Zitronensaft
- › Salz
- › Schnittlauch
- › Milch

**Geräte:**

- › Topf oder Erlenmeyerkolben
- › Heizplatte
- › Thermometer
- › Löffel, Messer
- › Messzylinder
- › Tuch

**Durchführung:**

Wir füllen 300-400ml Milch in einen Topf, danach nehmen wir etwa 50ml Zitronensaft (oder wahlweise den Saft einer kleinen Zitrone) und geben ihn in einen anderen Topf. Jetzt schütten wir die Milch in den Saft; rühren gut und gießen das Ganze dann durch ein sauberes Tuch.

Auswertung:

Aus dem Tuch fließt eine milchige Flüssigkeit heraus. Im Tuch selbst bleiben weiße Flocken. Diese (Ausnahmsweise probieren wir mal!) schmecken nach Käse; die Flüssigkeit schmeckt nach Molke. Wir vermuten, dass es sich bei dem Flocken um geronnenes Eiweiß handelt. (Hier könnte man einen Blindversuch mit Eiweiß und Zitronensaft machen); meistens unnötig, da die Schüler dies kennen)

3.2 Versuch: Bestimmung der Trockenmasse von Milch

Chemikalien:

- › Milch
- › Ethanol

Geräte:

- › Porzellanschale oder besser Erlenmeyerkolben
- › Tropfpipette
- › Exsikkator oder Trockenschrank
- › Wasserbad
- › Waage

Durchführung

Etwa 10g Milch werden im Erlenmeyerkolben eingewogen. Wir fügen einige Tropfen Ethanol hinzu, damit sich kein Milchhäutchen bildet. Nun reduzieren wir bei etwa 40° im Wasserbad für 30min. Danach stellen wir das Ganze über Nacht in den Exsikkator oder für 30min bei 100°C in den Trockenschrank. Zum Schluss wird noch einmal gewogen

Auswertung:

Es kann gerechnet werden....

3.3. Pasteurisiert oder nicht pasteurisiert ... das ist die Frage

Chemikalien:

- Rohmilch
- Pasteurisierte Milch
- Formaldehyd-Lösung
- Methylenblau-Lösung
- Paraffinöl

Geräte:

- 2 große Reagenzgläser
- Wasserbad
- Messpipetten

Durchführung:

In zwei Reagenzgläser werden je 30 ml Milch gegeben (1x Rohmilch, 1x pasteurisierte Milch). Danach geben wir in beide Gläser je 3 mL Formaldehydlösung und 2 mL Methylenblau-Lösung. Jetzt geben wir 2ml Paraffinöl in jeweils 2 Reagenzgläser, damit keine Luft mehr an die Gemische kommt.

Zum Schluss werden beide Reagenzgläser in ein Wasserbad (40°C) gestellt.

Auswertung:

Nach etwa 5 Minuten beobachtet man eine Entfärbung des Reaktionsgemisches, das Rohmilch enthält, während das Gemisch mit pasteurisierter Milch blau bleibt.

Rohmilch enthält das Schardinger-Enzym, eine Aldehyd-Dehydrogenase. Das Enzym überträgt Wasserstoff von Formaldehyd auf Methylenblau, welches zum farblosen Leukomethylenblau reduziert wird. Da das Schardinger-Enzym bei Erhitzen auf 60°C zerstört wird, fehlt es in der pasteurisierten Milch, es tritt dort keine Entfärbung ein. Diese Reaktion wird auch in der Molkereitechnik zum Nachweis der Pasteurisierung angewendet.

3.5. Gewinnung von Milchfett

Chemikalien

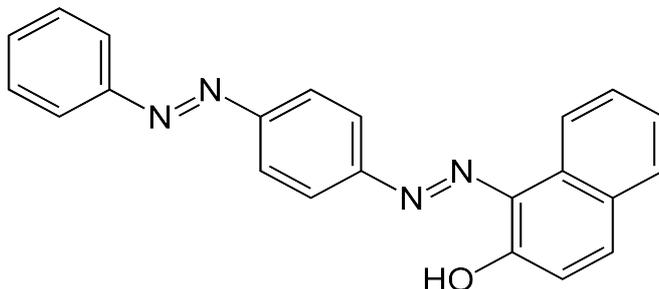
- › Milch
- › Diethylether
- › Ethanol

Geräte

- › Reagenzglas (groß) oder Erlenmeyerkolben mit schlankem Hals
- › Stopfen für Reagenzglas oder für den Erlenmeyerkolben
- › 3 Messpipetten (5 mL)
- › Uhrglas
- › Waage

Durchführung

Wir füllen zuerst 10ml Milch in ein vorher gewogenes Reagenzglas. Dann wiegen wir noch einmal mit der Milch. Jetzt geben wir 10ml vom Diethylether hinzu. Das Reagenzglas wird geschlossen und geschwenkt. Nun öffnen wir das Reaktionsgefäß und fügen 5ml Ethanol hinzu, schwenken und lassen das Ganze dann Abzug stehen.



Nach einigen Minuten pipettieren wir die obere Phase und geben sie auf ein vorher gewogenes Uhrglas. Falls wir für den Folgeversuch mehr Milchfett brauchen, dann nimmt man entsprechend mehr Milch.

3.6. Qualitativer Fettnachweis in der Milch

Chemikalien

- › Öl
- › Vollmilch
- › dest. Wasser
- › Sudan-III-Lösung
- › Ethanol
- › Heptan



Geräte

- › 3 (je nach zu prüfender Flüssigkeit) Reagenzgläser
- › Reagenzglashalter
- › Reagenzglasständer
- › Gummistopfen
- › Tropfpipette
- › Spatel
- › Messpipette (10 ml)

Durchführung

10 ml Vollmilch/ 10ml Olivenöl/unser zuvor gewonnenes Fett (2ml) werden mit 10ml Heptan versetzt und geschüttelt. Jetzt geben wir noch mal 10ml Ethanol hinzu und schütteln (natürlich mit Stopfen) erneut. Dann geben wir einige Tropfen Sudan-III-Lösung hinzu und warten 10min, bevor wir die Auswertung vornehmen können. Falls wir unser Milchfett für diesen Versuch nehmen, dann nehmen wir entsprechend weniger. Bei 2ml Milchfett, nehmen wir 2ml Heptan, 2ml Ethanol etc...!

Auswertung

Sudan-III ist ein fettlöslicher Farbstoff, d. h. Er wird sozusagen nur in fetthaltiger Lösung aktiv. Ist die Probe negativ, tritt keine Färbung ein, dann ist die Lösung auch nicht fetthaltig.

3.7. Nachweis von Glucose in Milchzucker (Lactose)

Chemikalien

- › Milch
- › konzentrierte Salzsäure
- › Gluco-Teststäbchen

Geräte:

- › Reagenzglas
- › Tropfpipette
- › Bunsenbrenner.
- › Messzylinder

Durchführung

10 ml Milch werden in einem Reagenzglas mit einem Glucose-Teststäbchen auf Glucose untersucht. Anschließend wird die Milch mit einigen Tropfen konz. Salzsäure versetzt und zum Sieden erhitzt. Der Glucosetest wird mit einem neuen Teststäbchen wiederholt.



Auswertung

Die erste Probe auf Glucose verläuft negativ, die zweite positiv. Dem Zuckernachweis mit Gluco-Teststreifen liegt die Reaktion von Glucoseoxidase (Enzym) mit Glucose zugrunde, die für Traubenzucker weitgehend spezifisch ist. Auf den sehr geringen, natürlichen Glucosegehalt der Milch sprechen diese Teststäbchen nicht an.

Erst nach der säurekatalysierten Hydrolyse der Lactose ist der Nachweis positiv. Lactose ist ein Disaccharid, bestehend aus je einem Glucose- und einem Galactose-Baustein.

3.8. Gerinnung der Milch durch Lab: oder wie macht man Mozzarella selbst macht...

Chemikalien:

- > 4l Milch Vollmilch (gut kühlen)
- > 7g Zitronensäure in 70g Wasser gelöst (Apotheke oder per Internet bestellen)
- > 1,5 ml Lab (Apotheke oder bequem per Internet bestellen)
- > 170ml Wasser

Geräte

- > Heizplatte
- > Thermometer
- > Messzylinder
- > Spritze

4l Milch und die Zitronensäure (Lösung in Wasser) in einen Topf geben; jetzt kräftig rühren und auf etwa 36°C erhitzen. Jetzt fügt man das Labenzym hinzu und zwar indem man das Lab in 170ml Wasser gibt rührt und diese Lösung dann in die Milch einrührt.

Alles unter Rühren auf etwa 36 Grad erhitzen. Nach circa 15min nehmen wir den Topf mit der jetzt schon eingedickten Masse von der Platte und schneiden die Dickete in kleine Würfel, damit sich die von der Molke absetzen kann. Jetzt geben wir alles in ein Sieb (grob), danach geben wir die Masse noch in ein Sieb, welches mit einem sauberen Tuch ausgelegt ist. Diese Prozedur dauert ungefähr 30min. Der Käsebruch wird nun auf eine Abtropfplatte (Platte mit Löchern oder wieder Sieb) gegeben und über Nacht aufbewahrt. Brettchen und Gewichte auf den Käse legen und 3 Stunden lang gut pressen. Salz in ½ Liter Wasser aufkochen, abkühlen lassen. Nach dem Pressen Käse für 4 Stunden in das Salzbad legen, im Kühlschrank aufbewahren, anschließend abspülen. Dieser Käse ist im Kühlschrank 3-5 Tage haltbar, um Austrocknen zu vermeiden, in einer verschlossenen Schüssel in der Molke aufbewahren.

Am besten eignet sich Mozzarella in Scheiben geschnitten zusammen mit Tomaten, Olivenöl, Pfeffer, Salz und, nach Belieben, mit frischem Basilikum und/oder Aceto Balsamico.

Quellen

1. <http://www.meine-milch.de/artikel/berufe-in-der-molkerei>
2. <http://www.schmeck-den-3.sueden.de/warenkunde/milchprodukte/milch.html>
3. <http://www.univie.ac.at/igl.geschichte/matschinegg/im/ws2007/wiki/index.php/Rind>
4. Prof. Blumes Medienangebot: Rund um die Milch <http://www.chemieunterricht.de/dc2/milch/>
5. Apel, J. und Wöhrmann, H.: „Rund um die Milch“ ein Unterrichtskonzept; in Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, 7/33, Jg. 1996, S. 18 ff
6. zu den Bedeutungen von Aminosäuren siehe: www.deam.de/nahrung/ergzg/aminos602.htm
7. [http://de.wikipedia.org/wiki/Sudan_\(Farbstoff\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Sudan_(Farbstoff))
8. <http://www.google.de/> Query: (Mozarella)
9. eigene Diagramme und Tabellen