

Kasachstan 2016 – Erste Runde 13th International Junior Science Olympiad

MILCH – ECHT „KUH“

ERWARTUNGSHORIZONT

Was soll der Erwartungshorizont leisten?

Sie erhalten den Erwartungshorizont schon zum Wettbewerbsstart, damit Sie schon während der Schülerbetreuungsphase abschätzen können, in welcher Tiefe wir eine Beantwortung der Frage erwarten, und Ihre Teilnehmenden ansprechen können, falls sie z. B. die Zielrichtung einer Fragestellung missverstanden haben.

Des Weiteren dient er Ihnen als Schlüssel für die Bewertungen der eingereichten Schülerausarbeitungen.

Wie ist der Erwartungshorizont aufgebaut?

Jede Aufgabe beginnt mit einer neuen Seite. Die Lösungen zu den verschiedenen Aufgabenteilen sind in der Regel dreiteilig aufgebaut:

- Allgemeine Bewertungshinweise zum Aufgabenteil,
- ggf. eine Auflistung von Bewertungskriterien oder Schlüsselbegriffen, die für das Vergeben einer vollen Punktzahl auf jeden Fall in der Schülerantwort (wenn auch paraphrasiert) enthalten sein sollten,
- eine Musterantwort, die beispielhaft darstellt, wie eine Lösung der Aufgabe ausformuliert werden könnte.

Die Musterantwort hat immer nur beispielhaften Charakter und ist nicht im Vokabular verfasst, das Schülerinnen und Schüler ggf. in ihren Ausarbeitungen verwenden. Sie soll Ihnen vor allem inhaltlich als Orientierung für die Bewertung abweichend formulierter Schülerlösungen dienen. Es liegt in Ihrem Ermessensspielraum, inwieweit eine abweichende Schülerlösung als der vorgeschlagenen Lösung gleichwertig eingestuft und damit als gültig bewertet werden kann.

Wieviel Unterstützung darf ich geben?

Anders als bei Schul- oder Hausaufgaben sind die Aufgaben so konzipiert, dass Inhalte und Konzepte berührt werden, die bisher nicht im Unterricht behandelt wurden und eigenständige Recherche verlangen. Auch erwarten wir nicht, dass Teilnehmende alle Aufgaben vollständig lösen können.

Wir werden immer wieder von Betreuenden gefragt, wieviel Unterstützung sie in der Aufgabenrunde geben dürfen. Aus unserer Sicht dürfen Sie gern Teilnehmende auf Literatur oder andere Quellen hinweisen, die ihnen den Zugang für eine eigenständige Recherche zu bestimmten Themenbereichen oder Konzepten erleichtern, vor allem auch, wenn Sie den Schülerinnen und Schülern aus dem Schulunterricht noch nicht bekannt sind. Allerdings sollten Sie davon Abstand nehmen, Teilnehmende gezielt darauf hinzuweisen, wenn Teile ihrer Ausarbeitungen fehlerhaft sind, oder gar Lösungsansätze selbst vorzuschlagen.

Viel Spaß und Erfolg im Wettbewerb wünscht Ihnen
Ihr IJSO-Team am IPN in Kiel

AUFGABE 1 – MILCH – DA IST PHYSIK DRIN

insgesamt 7,0 Punkte

1a) Milch ist eine Emulsion aus Wasser und Fett. Da Fett eine geringere Dichte als Wasser hat, könnte man vermuten, dass die Dichte von Milch geringer ist als die von Wasser. Tatsächlich misst man aber für Vollmilch bei Raumtemperatur eine mittlere Dichte von etwa 1,03 Gramm pro Kubikzentimeter. Begründe, warum der gemessene Wert vom erwarteten Wert abweicht.

2,0 P

Hinweis zur Bewertung:

Je nachdem, in welcher Tiefe diese Frage beantwortet wird, gibt es eine Abstufung in der Punktezahl:

- Bei qualitativer Beantwortung max. [1,0 P]
- Bei halbquantitativer Beantwortung max. [1,5 P]
- Bei quantitativer Berechnung max. [2,0 P]

Beispielantworten für jede der drei Abstufungen:

Qualitative Antwort: [1,0 P]

Milch enthält neben Wasser und Fett weitere Inhaltsstoffe wie Milchzucker und Eiweiß.

Halbquantitative Antwort: [1,5 P]

Milch enthält neben Wasser und Fett noch Milchzucker mit einer Dichte von etwa 1,5 Gramm pro Kubikzentimeter. Deshalb kommt in der Summe aller Bestandteile für Milch eine Dichte größer als 1,0 Gramm pro Kubikzentimeter zustande.

Quantitative Beantwortung: [2,0 P]

Milch enthält neben Wasser und Fett weitere Inhaltsstoffe wie Milchzucker und Eiweiß und zwar mit folgenden Mengenanteilen und Dichten:

Hauptbestandteile	Gramm pro 100 Gramm Milch	Dichte in Gramm pro Kubikzentimeter bei 20 Grad Celsius
Wasser	88	1,00
Fett	3,8	0,920
Milchzucker (Lactose)	4,8	1,53*
Eiweißstoffe (Casein, Molkenproteine)	3,3	1,00**

* <https://de.wikipedia.org/wiki/Lactose>

**<http://www.auro.de/downloads/sicherheitsdatenblaetter/721-SDB-Casein-Grundierung-AURO-Naturfarben.pdf>

Nur mit Wasser und Fett würde man deshalb folgende Dichte erwarten:

$$1,00 \text{ g cm}^{-3} \cdot 88,0/91,8 + 0,920 \text{ g cm}^{-3} \cdot 3,8/91,8 = \mathbf{0,997 \text{ g cm}^{-3}}$$

Berücksichtigt man auch Milchzucker und Proteine ergibt sich folgende Dichte:

$$1,00 \text{ g cm}^{-3} \cdot 88,0/100 + 0,920 \text{ g cm}^{-3} \cdot 3,8/100 + 1,53 \text{ g cm}^{-3} \cdot 4,8/100 + 1,00 \text{ g cm}^{-3} \cdot 3,3/100 = \mathbf{1,02 \text{ g cm}^{-3}}$$

Dieser letzte Rechenwert weicht nur geringfügig vom gemessenen Wert ab.

- 1b) Frische Rohmilch direkt von der Kuh hat einen Fettanteil von 3,5 bis 5,0 Prozent. Im Supermarkt findest du jedoch Milchsorten mit bestimmten Fettstufen wie 0,3 oder 1,5 Prozent. Beschreibe in wenigen Sätzen, wie man diese Milchsorten technisch herstellt und welches physikalische Grundprinzip dabei genutzt wird.

1,5 P

Hinweis zur Bewertung:

Bei korrekter Beschreibung des Herstellungsverfahrens, jedoch OHNE Erläuterung des physikalischen Prinzips gibt es nur die Hälfte der im Aufgabenteil erreichbaren Punkte, d. h. max. [0,75 P].

Für die Herstellung werden folgende Stichworte bzw. Schritte erwartet:

- Zentrifuge bzw. Separator
- Trennung in Magermilch und Rahm
- Einstellen der Fettstufe durch gezielte Rahmzugabe

Für das physikalische Grundprinzip:

- Zentrifuge: Ausnutzung der Massenträgheit
- Bei der kreisförmigen Bewegung wirkt die Zentripetalkraft (akzeptiert wird auch Zentrifugalkraft)
- Die Zentripetalkraft ist umso größer, je höher die Dichte des Stoffes ist.
- Dichtentrennung: geringe Dichte innen (Rahm), hohe Dichte außen (Magermilch)

Beispielantwort mit maximaler Punktzahl:

- Die Rohmilch wird in einer Zentrifuge (Separator) geschleudert.
- Magermilch und Rahm werden getrennt, da die Zentripetalkraft umso größer ist, je höher die Dichte eines Stoffes ist.
- Die Magermilch mit der höheren Dichte wird an die Außenwand des Separators gedrückt, der fettreiche Rahm mit einer geringeren Dichte wird nach innen verdrängt.
- Nach dem Trennen wird der Fettgehalt der Magermilch gemessen und genau so viel Rahm zugegeben, dass ein Milchprodukt mit dem gewünschten Fettgehalt entsteht.

- 1c) Ein Latte Macchiato ist der „Hingucker“ unter den Kaffees: Unten im Glas befindet sich warme Milch, darüber „schwebt“ gewissermaßen der Espresso und oben drauf liegt noch eine Schicht Milchschaum. Begründe physikalisch die Schichtung im Latte Macchiato und warum sie mit Filterkaffee nicht gelingt.



2,0 P

Hinweis zur Bewertung:

Folgende Schlüsselbegriffe/ Zusammenhänge sollen enthalten sein:

- Dichteunterschiede sind verantwortlich für die Schichtung. [0,5 P]
- Ursachen für jeweilige Dichteunterschiede werden benannt. [1,0 P]
- Unterschiedliche Temperatur bedingt durch Herstellungsverfahren bei Espresso und Filterkaffee ist die Ursache, dass geschichteter Latte Macchiato mit Filterkaffee nicht gelingt. [0,5 P]

Beispielantwort mit maximaler Punktzahl:

- Verantwortlich für die Schichtung sind Unterschiede in der Dichte von lauwarmer Milch, heißem Espresso und Milchschaum.
- Der Milchschaum besteht zu einem großen Anteil aus Luft. Deshalb hat der Milchschaum eine deutlich geringere Dichte als flüssige Milch und Espresso. Daher bildet der Schaum die oberste Schicht.
- Zwar haben Milch und Espresso bei gleicher Temperatur die gleiche Dichte. Aber der für den Latte Macchiato frisch mit Wasserdampf hergestellte Espresso hat eine deutlich höhere Temperatur als die warme Milch.
- Die gleiche Stoffmenge nimmt bei höherer Temperatur ein größeres Volumen ein, deshalb ist die Dichte des Espresso entsprechend niedriger. Damit bildet der heiße Espresso die mittlere Schicht und die warme Milch die unterste.
- Da Filterkaffee bei wesentlich geringeren Temperaturen (heißes Wasser, nicht Wasserdampf) hergestellt wird als Espresso, reicht der Dichteunterschied zur warmen Milch für eine Schichtbildung nicht aus. Auch beim Latte Macchiato löst sich die Schichtung allmählich auf, wenn der Espresso abkühlt.

1d) Beim Erwärmen von Milch ist es schnell passiert: Einen Moment nicht aufgepasst – und schwupp ist die Milch schon übergekocht. Begründe chemisch und physikalisch, warum Milch gewissermaßen „spontan“ überkocht.

1,5 P

Hinweis zur Bewertung:

Folgende Stichworte werden erwartet:

Temperatur – Zersetzung der Milchproteine – Milchhaut – Wasserdampf – Druck

Beispielantwort mit maximaler Punktezahl:

- Bei einer Temperatur von etwa 70 Grad denaturieren (auch thermische Gerinnung) Milchproteine und es bildet sich eine Milchhaut.
- Milchhaut hat einen hohen Fettanteil und schwimmt wegen ihrer geringeren Dichte auf der Milch.
- Der Wasserdampf kann so lange nicht entweichen und staut sich unter der Milchhaut, bis der Druck so stark ist, dass er die Milchhaut abrupt anhebt; die Milch kocht über.

AUFGABE 2 – SCHAUMSCHLÄGEREI

insgesamt 15,0 Punkte

Hinweise zur Bewertung:

Besonders in Aufgabe 2 ist zu erwarten, dass Teilnehmende andere Lösungen finden und auch andere Versuchsideen oder Prüfverfahren entwickeln als hier vorgeschlagen.

Ausschlaggebend für die Bewertung ist deshalb nicht, dass die gleiche Versuchsidee wie in unserem Beispiel angewendet wird, sondern vielmehr folgende Kriterien:

- Gelungene Darstellung der eigenen Befunde (knapp, strukturiert, logisch im Aufbau, plausibel)
- Es werden mehrere Versuchsansätze erprobt und dokumentiert
- Argumentation und Schlussfolgerungen sind plausibel und stringent.

2a) Teste deinen Milchaufschäumer bei Raumtemperatur und erzeuge aus 30 Millilitern Milch ein möglichst großes Schaumvolumen. Nimm dazu H-Milch der Fettstufe 0,3 Prozent und variiere systematisch Rührdauer, Eintauchtiefe oder Ähnliches. Notiere stichwortartig deine wichtigsten Befunde. Formuliere eine knappe Anleitung, damit später auch andere dein Aufschäumverfahren ausprobieren können.

5,0 P

Hinweise zur Bewertung:

Beispielantwort mit maximaler Punktezahl:

Befunde/Systematisches Erproben:

[3,0 P]

- Rührdauer
Es wurde eine Aufschäumdauer von 3 Minuten festgelegt, lang genug, um ein gutes Ergebnis für das Schaumvolumen zu erzielen, aber auch kurz genug, damit Serienversuche in einem vernünftigen Zeitrahmen durchführbar sind (insbesondere wenn man den Milchaufschäumer in der Hand hält und nicht in einer Halterung fixiert)
- Getestet wurde das Aufschäumen
 - am Gefäßboden,
 - nahe der Milchoberfläche,
 - sowie das regelmäßige Auf- und Abbewegen mit dem Milchaufschäumer während des Aufschäumens.
- Ferner wurde getestet, ob es einen Unterschied macht, wenn man den Rührer
 - mittig im Glas oder
 - nahe am Glasrand platziert.

Befunde/Zusammenfassung:

[1,0 P]

Das mit Abstand überzeugendste Ergebnis lieferte das Schäumen knapp über dem Gefäßboden.

Anleitung:

[1,0 P]

Führe den Milchaufschäumer mittig in das Glas ein und tauche ihn so tief in die Milch, dass er fast den Glasboden berührt. Stelle den Milchaufschäumer an und rühre 3 Minuten lang, ohne dass du die Position des Rührgeräts veränderst.

2b) Entwickle ein einfaches Prüfverfahren, mit dem du in Aufgabenteil 2c) Volumen und Stabilität deines Milchschaums zuverlässig beurteilen kannst. Beschreibe dein Prüfverfahren in wenigen Sätzen und nenne seine wichtigsten Vorzüge gegenüber anderen denkbaren Testverfahren. Schreibe auch die wichtigsten Stationen (Ideen-Überlegungen-Misserfolge-Fortschritte) deiner Entwicklung auf.

5,0 P

Hinweise zur Bewertung:

[Anmerkung: Ursprünglich hatten wir das Konzept, die Schaumbildung bzw. den Abbau von Milchschaum über eine Längenmessung zu verschiedenen Messzeitpunkten dokumentieren und graphisch auswerten zu lassen. Aber das erwies sich – obwohl von der Idee her naheliegend – zu unserer eigenen Überraschung in der Laborpraxis als nicht umsetzbar. Eine Erklärung dafür ist, dass sich mit dem Aufschäumverfahren Schaumvolumina nicht mit der notwendigen Reproduzierbarkeit erzeugen lassen, so dass man auf andere halbquantitative Beurteilungskriterien zurückgreifen muss.]

Bewertungskriterien:

- Idee-Überlegung-Misserfolg-Fortschritt: **max. [1,0 P]**
Auch wenn möglicherweise die ursprüngliche Idee direkt umsetzbar ist, sollte an dieser Stelle der Weg von der Idee zur Umsetzung Erwähnung finden.
- Beschreibung des Prüfverfahrens: **max. [2,0 P]**
Bewertungskriterium ist hier, dass das Verfahren kurz, präzise und folgerichtig in einer Form beschrieben wird, die es anderen erlaubt, es zu reproduzieren.
- Vorzüge des Messverfahrens: **max. [2,0 P]**
Hier sollen die Ausführungen zeigen, dass der Teilnehmende die Entwicklung seines Verfahrens, auch vor dem Hintergrund des zu lösenden Problems – was kann es leisten, was nicht –, gut reflektiert hat und dieses im Vergleich zu anderen Verfahren einordnen kann.

Beispielantwort mit maximaler Punktezahl:

Idee-Überlegung-Misserfolg-Fortschritt:

[1,0 P]

Der ursprüngliche Plan bestand darin, die Schaumqualität mit dem Zuckertest durchzuführen, bei dem man den Inhalt eines Zuckertütchens (Zucker-Stick) in einem Schwung vollständig auf die Schaumoberfläche streut. Dann misst man die Zeit, bis sich die Oberfläche wieder geschlossen hat, nachdem der Zucker versunken ist bzw. sich gelöst hat.

Dieser Test wurde dann aus folgenden Gründen als wenig praktikabel verworfen:

- Das Aufbringen des Zuckers lässt sich nur schwierig immer in der gleichen Weise wiederholen.
- Weißer Zucker hebt sich vom Schaum farblich nicht gut ab, so dass der Moment, wenn sich die Oberfläche schließt, nicht genau genug bestimmt werden kann.
- Der Test dauert zu lange. Noch während die Messung durchgeführt wird, zerfällt der Schaum bereits wieder, sodass sich Messbedingungen während der Messung ändern.

Bei unseren Versuchen hat sich letztlich die halbquantitative Bestimmung der Drainage als einfach, aber sehr effektiv zur Beurteilung der Schaumstabilität erwiesen. Diese wurde kombiniert mit der Messung des maximalen Schaumpegels zur Beurteilung des Schaumvolumens.

Beschreibung des Prüfverfahrens:

[2,0 P]

Unmittelbar nach Ende des Aufschäumens wurde auf dem Glas der maximale Schaumpegel mit einem Stift markiert und ein halber Eierlöffel frischer Milchschaum entnommen. Der Eierlöffel mit dem Schaum wurde nach 1 Minute sowie erneut nach 3 Minuten fotografiert. Dabei wurde zu beiden Messzeitpunkten der Anteil an Drainage (Flüssigkeit, die aus dem Schaum sickert) auf dem Teelöffel abgeschätzt. Abschließend wurde die Strecke vom Glasboden bis zum Pegelstand mit einem Maßband (Millimeterskala) gemessen.

Vorzüge des Messverfahrens:

[2,0 P]

- Die Kombination aus beiden Tests lässt sich einfach und schnell durchführen. Das ist besonders wichtig, wenn der Schaum nicht sehr stabil ist und schnell wieder zerfällt und ein entscheidender Vorteil gegenüber dem Zuckerstick-Test.
- Das Verfahren erlaubt – der Aufgabenstellung angemessen – ohne großen technischen Aufwand eine doch halbwegs zuverlässige (reproduzierbare) und umfassende Beurteilung von Schaumvolumen und Schaumstabilität.
- Mit der fotografischen Dokumentation ist auch nachträglich noch ein direkter Vergleich der Aufschäumergebnisse verschiedener Versuchsreihen möglich.
- Die Fotos können zusätzlich noch einen Eindruck von der Schaumstruktur und der Verteilung der Blasengrößen vermitteln.

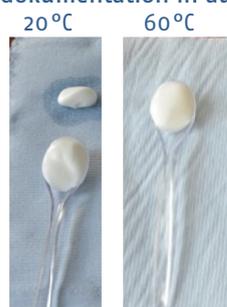
2c) Untersuche mit den in 2a) und 2b) entwickelten Verfahren die Qualität der Milchschaumbildung in Abhängigkeit von Fettgehalt und Temperatur. Schäume dazu jeweils 30 Milliliter H-Milch der Fettstufen 0,3 und 3,5 Prozent auf. Führe beide Versuche bei Raumtemperatur jeweils mit „kalter“ Milch (etwa 20 Grad Celsius) und mit Milch, die du vorher in einem Kochtopf auf etwa 60 Grad Celsius erwärmt hast, durch. Halte deine Beobachtungen in kommentierten Fotos fest und fasse deine Versuchsergebnisse in einer Tabelle zusammen.

5,0 P

Hinweise zur Bewertung

Fotodokumentation in ausgewählten Bildern:

max. [2,0 P]



H-Milch (0,3 %)



H-Milch (3,5 %)

Vergleich des Drainage-Verhaltens bei Aufschäumversuchen mit H-Milch unterschiedlicher Fettstufen (Marke gut & günstig, links Magermilch, rechts Vollmilch) und in Abhängigkeit von der Temperatur (bei Raumtemperatur und einer Milchtemperatur vor Rührbeginn von knapp 60 Grad).

Tabelle mit Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse:

max. [3,0 P]

Milchsorte	Fettstufe (%)	Merkmal	T = 20°C	T = 60°C
H-Milch Magermilch	0,3	Schaumvolumen/ Pegel Maximum	3,8 cm	3,8 cm
		Schaumstabilität/ Drainage	Nach 1 min keine Absonderung von flüssiger Milch zu beobachten, auch nicht nach 3 min	Nach 1 min und nach 3 Minuten keine Flüssigkeit zu sehen
H-Milch Vollmilch	3,5	Schaumvolumen/ Pegel Maximum	1,8 cm (praktisch keine Schaumbildung)	2,2 cm (Schaumbildung, aber deutlich weniger als bei Magermilch)
		Schaumstabilität/ Drainage	fast keine Schaumbildung, große Blasen, die sofort platzen, nach 3 Minuten nur noch flüssige Milch	Schaumbildung, aber deutlich größere Blasen als bei Magermilch, nach 3 Minuten bereits viel flüssige Milch

Zusammenfassung:

Magermilch lässt sich wesentlich besser aufschäumen als Vollmilch. Der Schaum ist auch nach 3 Minuten noch stabil.

Warme Milch lässt sich besser aufschäumen als nicht erwärmte. Besonders deutlich ist dieser Unterschied bei Vollmilch zu erkennen.

Bei Magermilch ist der Temperatureffekt auch zu beobachten, aber nur geringfügig, weil auch schon bei Raumtemperatur ein nahezu perfekter stabiler Milchschaum entsteht.

AUFGABE 3 – DIE MILCH WIRD SAUER – SO EIN QUARK!

insgesamt 10,0 Punkte

3a) Führe Experimente A und B durch und fasse deine Beobachtungen in einer Tabelle zusammen. Beschreibe Gemeinsamkeiten und Unterschiede und ziehe Schlussfolgerungen daraus.

4,0 P

Hinweise zur Bewertung:

Beispieltable mit Beobachtungen

[2,0 P]

Versuch		Kalt	Warm
A	Milch + Essig	Bei der Zugabe von Essig gerinnt die kalte Milch, es bilden sich kleine Klümpchen und Fetzen, die sich in einem engmaschigen Sieb auffangen lassen.	Bei der warmen Milch fällt eine weiße, schmierige Substanz aus, die Flocken klumpen so stark zusammen, dass sich daraus eine Kugel formen lässt.
B	Milch + Joghurt	Bei der Zugabe von saurem Joghurt gerinnt die kalte Milch nicht. Die kalte Milch ist am nächsten Morgen, wenn man sie aus dem Kühlschrank holt, unverändert flüssig.	Die warme Milch gerinnt nicht, wenn man sauren Joghurt dazu gibt. Aber am nächsten Morgen ist die warme Milch eingedickt. Sie riecht leicht säuerlich (wie Joghurt).

Unterschiede und Gemeinsamkeiten, Schlussfolgerungen:

[2,0 P]

Zum Erreichen der maximalen Punktezahl wird nicht erwartet, dass die Schülerinnen und Schüler im Detail jede Schlussfolgerung ableiten wie in der Beispielantwort unten.

Sie sollen schlüssig argumentieren und dabei exemplarisch nachweisen, dass sie aus dem Vergleich der Versuche A und B erkennen, dass die Fällung in Zusammenhang mit dem Absinken des pH-Wertes steht, das allein aber nicht ausreicht, die Prozesse in B zu deuten und dort die Biologie (Mikroorganismen) ins Spiel kommt.

Beispielantwort mit maximaler Punktezahl:

- Bei Versuch A flockt sowohl bei der warmen als auch der kalten Milch bei der Zugabe von Essig spontan ein Niederschlag aus (allerdings klumpt das ausgefallene Casein bei der warmen Milch viel stärker zusammen als bei der kalten), das heißt, unabhängig von der Temperatur findet eine Reaktion statt, wenn der pH-Wert auf einen bestimmten Wert sinkt.
- Im Gegensatz zu Versuch A flockt nichts aus, wenn man in Versuch B Joghurt dazu gibt (obwohl der leicht sauer ist), und zwar weder bei kalter noch bei warmer Milch, das heißt, die Säure im Joghurt reicht nicht aus, dass der pH-Wert so stark sinkt und Casein ausfällt.
- In Versuch B beobachtet man nach mehreren Stunden in der Probe, die auf der warmen Fensterbank über der Heizung stand, ein Eindicken, nicht aber bei der Probe im Kühlschrank, das heißt, die Reaktion in B ist an eine bestimmte Temperatur gebunden; außerdem verläuft sie nicht spontan, sondern langsam.
- Deshalb kann man vermuten, dass die Reaktion in B in Zusammenhang mit der Bakterienkultur (Milchsäuregärung) im Joghurt steht.

3b) Fasse in wenigen Sätzen die biochemischen Prozesse in Versuch B zusammen. Gehe darauf ein, warum du pasteurisierte Milch verwenden sollst und inwiefern die Versuchsergebnisse von der gewählten Temperatur abhängen.

3,5 P

Hinweise zur Bewertung:

Beispielantwort mit maximaler Punktezahl:

- Joghurt enthält wärmeliebende (thermophile) Milchsäurebakterien, deren Temperaturoptimum bei 42 bis 45 Grad Celsius liegt. Sie benötigen das Enzym Lactase, um Milchzucker in Glucose und Galactose zu spalten und verstoffwechseln dann Glucose zu Lactat (Milchsäuregärung). Im Zuge des Gärungsprozesses sinkt der pH-Wert. Wird ein pH-Wert von 4,6 erreicht, fällt Casein aus, die Milch dickt ein und nimmt einen säuerlichen Geschmack an. [2,5 P]
- Bei der Pasteurisierung werden Bakterien sehr effektiv getötet, so dass man in diesem Versuch keine Störeffekte durch unkontrollierte Keimbildung zu befürchten hat. [0,5 P]
- Bei Raumtemperatur und darunter gibt es keine optimalen Lebensbedingungen für die wärmeliebenden (thermophilen) Milchsäurebakterien des Joghurts und infolgedessen findet kaum oder gar keine Milchsäuregärung statt. [0,5 P]

3c) Während pasteurisierte Milch im Kühlschrank ungeöffnet mehrere Tage haltbar ist, bleibt H-Milch bei Raumtemperatur ungeöffnet gelagert bis zu einem halben Jahr genießbar. Vergleiche in einer Tabelle beide Verfahren der Haltbarmachung und begründe, weshalb H-Milch deutlich anders schmeckt als pasteurisierte Milch.

1,5 P

Hinweise zur Bewertung

Für jede korrekt ausgefüllte Zelle [0,25 P];

max. 4* [0,25 P]= [1,0 P]

	Pasteurisierte Milch	H-Milch / Ultrahocherhitzung
Erhitzen auf	72 bis 75 Grad Celsius	135 bis 150 Grad Celsius
Dauer der Erhitzung	15 bis 30 Sekunden, danach sofortiges Abkühlen	2 bis 3 Sekunden, anschließend vor Abkühlung noch 2 bis 6 Sekunden in Heißhalter

Veränderter Geschmack:

[0,5 P]

Durch die Hitzeeinwirkung werden zu einem geringen Prozentsatz Proteine denaturiert und Milchzucker wird teilweise karamellisiert. Das führt zu einer leichten geschmacklichen Veränderung der Milch („Kochgeschmack“).

3d) Pia und Uwe haben ein Glas H-Milch getrunken und stellen die angebrochene Packung nicht in den Kühlschrank. Nach einer Woche entdecken sie die angebrochene H-Milch-Tüte. Die Milch riecht nicht sauer und sie schenken sich erneut ein Glas Milch ein. Das sieht ihre Oma und warnt sie, dass sie die H-Milch keinesfalls trinken sollten. Begründe, warum diese Warnung berechtigt ist.

1,0 P

In geöffnetem Zustand ist H-Milch ähnlich wie Frischmilch gekühlt nur einige Tage haltbar. Allerdings ist ein beginnender Verderb durch Keime bei H-Milch nicht so leicht erkennbar, da die Milchsäurebakterien beim Erhitzen abgetötet werden. Daher entfallen der durch die Milchsäuregärung bedingte charakteristische säuerliche Geruch oder die Dicklegung der Milch, die uns vor einer Ungenießbarkeit warnen. Es siedeln sich allerdings andere Bakterien auf der Milch an, die ebenfalls dafür sorgen, dass die Milch ungenießbar wird.

[1,0 P]

AUFGABE 4 – MIT ODER OHNE LACTOSE – DAS IST HIER DIE FRAGE

insgesamt 8,0 Punkte

4a) Vier Proben (normale Milch, lactosefreie Milch, in Wasser gelöster Haushaltszucker, in Wasser gelöster Traubenzucker) werden vor und nach der Zugabe des Enzyms Lactase mit Teststreifen aus der Apotheke auf ihren Glucosegehalt in einem Labor untersucht. Notiere in einer Tabelle, welche Befunde du erwarten würdest, und gib dafür eine biologisch-chemische Begründung. Begründe, weshalb lactosefreie Milch süßlicher schmeckt als normale Milch.

4,0 P

Hinweis zur Bewertung:

Für jede korrekte Vermutung [0,20 P];

$4 \cdot 2 \cdot [0,20 \text{ P}] = \text{max. } [1,6 \text{ P}]$

Für jede korrekte Erklärung dazu [0,20 P];

$4 \cdot 2 \cdot [0,20 \text{ P}] = \text{max. } [1,6 \text{ P}]$

Beispieltabelle mit maximaler Punktezahl:

Probe	Glucose-Test		Begründung zu vor Lactase-Zugabe	Begründung zu nach Lactase-Zugabe
	Vorher	Nachher		
Normale Milch Max. [0,8 P]	negativ	positiv	Unbehandelte Milch enthält Milchzucker (Lactose), nicht aber den Einfachzucker (Monosaccharid) Glucose. Deshalb ist der Test negativ.	Durch das Enzym Lactase wird Milchzucker zu Glucose und Galactose abgebaut. Deshalb fällt der Test positiv aus.
Lactosefreie Milch Max. [0,8 P]	positiv	positiv	Bei der Herstellung lactosefreier Milch wird Lactase dazu gegeben. Deshalb ist der Milchzucker schon vor dem Abfüllen in Glucose und Galactose zerlegt worden. Der Glucosetest fällt positiv aus.	Da die Milch bereits lactosefrei ist, bewirkt die Lactase nichts weiter. Die bereits vorher enthaltene Glucose bleibt unverändert. Deshalb ist der Test immer noch positiv.
Traubenzucker Max. [0,8 P]	positiv	positiv	Traubenzucker besteht aus Glucose. Deshalb ist der Test positiv.	Das Enzym kann den Einfachzucker nicht weiter abbauen, die Glucose bleibt unverändert. Deshalb ist der Test positiv.
Haushaltszucker Max. [0,8 P]	negativ	negativ	Haushaltszucker (in der Regel Rübenzucker, aber auch Zuckerrohr) besteht aus dem Zweifachzucker (Disaccharid) Saccharose und nicht aus dem Einfachzucker Glucose. Deshalb ist der Test negativ.	Saccharose ist zwar ein Zweifachzucker (Disaccharid), lässt sich aber von Lactase nicht in Glucose und Fructose spalten. Deshalb bleibt der Test auch nach der Behandlung mit Lactase negativ.

Begründung für Geschmack

[0,8 P]

Milchzucker hat im Vergleich zu Glucose weniger Süßkraft (nur etwa 60%). Da die lactosefreie Milch Glucose aber keinen Milchzucker enthält, schmeckt sie etwas süßlicher als unbehandelte Milch.

4b) Im Supermarkt findest du Hartkäse, der als „lactosefrei“ deklariert ist. Daneben liegt eine Packung der gleichen Käsesorte ohne den Hinweis. Sie ist 20 Cent billiger. Informiere dich über die Herstellung von Hartkäse. Welche Packung würdest du jemandem empfehlen, dessen Körper Lactase bildet, welche jemandem, dem eine Lactoseunverträglichkeit diagnostiziert wurde? Begründe deine Empfehlung.

4,0 P

Hinweis zur Bewertung:

Folgende Stichworte werden erwartet:

Empfehlung:

[1,5 P]

Für beide Gruppen das billigere Produkt .

- Keine Punkte gibt es, wenn empfohlen wird, dass das als „lactosefreie“ deklarierte Produkt generell auch für Menschen ohne Unverträglichkeit geeignet ist. Denn dieses Produkt schadet dieser Gruppe nicht, ist aber auch nicht gesünder als der normale Hartkäse, dafür aber teurer.
- Auch eine Empfehlung, bei einer Unverträglichkeit „sicherheitshalber“ das deklarierte Produkt zu kaufen, wird nicht als richtig gewertet.

Begründung:

[2,5 P]

Sauermilchprodukt – Abbau von Lactose – Milchsäuregärung – Casein-Fällung – wasserlöslich/Anreicherung in Molke – ohne Zugabe von Lactase praktisch lactosefrei

Beispielantwort mit maximaler Punktezahl:

Empfehlung:

- Ein höherer Preis ist deshalb nicht gerechtfertigt. Auch Menschen mit einer Lactoseunverträglichkeit können – anders als Milch – in der Regel „normalen“ Hartkäse problemlos vertragen.

Begründung:

- Hartkäse wird aus Sauermilch hergestellt. Die Milchsäurebakterien haben beim Herstellungsprozess bereits Lactose abgebaut.
- Außerdem reichert sich bei der Casein-Fällung die wasserlösliche Lactose in der Molke an, die im Zuge der Entwässerung und Reifung des Käses entfernt wird.
- Deshalb ist Hartkäse praktisch lactosefrei, ohne dass man zusätzliche technische Verfahren einsetzen muss.