

IJSO 2014 – Aufgaben erste Runde

Aufgabe 1

(insgesamt 8,0 Punkte)

1a) Nenne drei tierische und drei pflanzliche Fasern. Gib in einer Tabelle jeweils an, von welchen Tieren, Pflanzen und Pflanzenteilen (z.B. Wurzel, Stängel, Blatt oder Frucht) sie gewonnen werden.

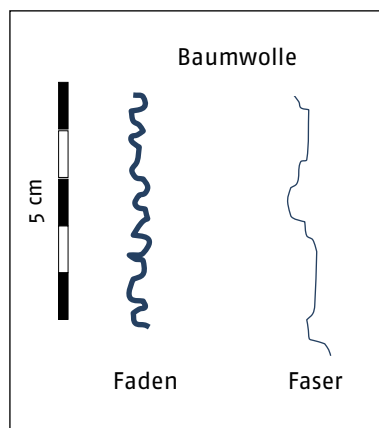
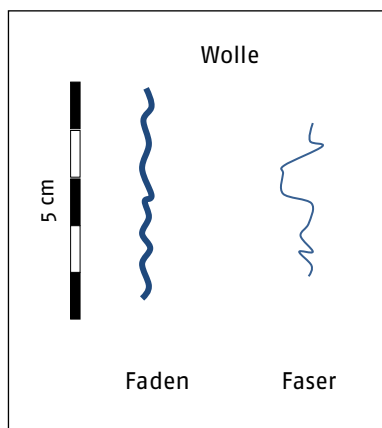
1,5 Punkte

Mögliche Antworten:

| Fasertyp | Faser | Tier- oder Pflanzennamen | Pflanzenteil | |
|--------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| tierisch | max. [0,6 P] | Alpaka [0,1] | Alpaka (Kamel) [0,1] | |
| | Angora [0,1] | Kaninchen [0,1] | | |
| | Kaschmir [0,1] | Kaschmirziege [0,1] | | |
| | Weitere Beispiele: | | | |
| | Seide | Raupe o. Seidenspinner | | |
| | Mohair | Ziege | | |
| Wolle (Schurwolle) | Schaf | | | |
| pflanzlich | max. [0,9 P] | Baumwolle [0,1] | Baumwollpflanze oder Gossypium [0,1] | Frucht – Samenhaare [0,1] |
| | Hanf [0,1] | Hanfpflanze [0,1] | Stängel – Bastfaser [0,1] | |
| | Jute [0,1] | Jute [0,1] | Stängel – Bastfaser [0,1] | |
| | Weitere Beispiele: | | | |
| | Kokos | Kokospalme | Fruchthülle | |
| | Leinen/ Flachs | Flachs oder Gemeiner Lein | Stängel- Bastfaser | |
| Sisal | Agave | Blatt | | |

1b) Führe das Experiment in Aufgabe 1 durch und fertige jeweils eine Skizze der Fäden und Fasern von Baumwoll- und Schurwollzwirn an. Nutze dazu Lupe oder Binokular.

2,0 Punkte



Je korrekter Skizze für Faden bzw. Faser [0,5 P]; insgesamt max. [2,0 P].

- [0,25] Abzug bei fehlendem Maßstab
- [0,25] Abzug bei fehlender Beschriftung

1c) Bestimme in beiden Zwirnen die Anzahl der Fäden. Miss die mittlere Faserlänge und vergleiche Oberflächenbeschaffenheit, Dehnbarkeit und Elastizität beider Faserarten. Wo notwendig, nutze Lupe oder Binokular. Fertige eine Vergleichstabelle mit deinen Untersuchungsergebnissen an.

4,5 Punkte

| Untersuchte Eigenschaft | | Wolle | Baumwolle |
|---|-------|--|--|
| Je nach Zwirn verschieden. Bitte vergleichen Sie mit der eingereichten Schülerprobe. | | | |
| Anzahl der Fäden | [0,8] | In unserer Probe (Merinowolle): 4 verdrehte Fäden | 6 verdrehte Fäden |
| Faserlänge | [0,8] | <i>viele mehrere Zentimeter lange Fasern</i> | <i>Gemenge aus vielen kürzeren und einigen längeren Fasern</i> |
| Messergebnisse | [0,5] | 3,2 cm / 7,2 cm / 8,3 cm / 9,7 cm / 10,5 cm | 2,6 cm / 2,3 cm / 2,9 cm / 2,8 cm |
| Oberflächenbeschaffenheit | [0,8] | Oberfläche rau, glänzt | Oberfläche glatt, glänzt |
| Dehnbarkeit | [0,8] | einzelne Faser etwas dehnbar | einzelne Faser kaum dehnbar |
| Elastizität | [0,8] | elastisch (springt in ursprüngliche Form zurück) | wenig elastisch |

Anmerkung: Bei gekämmter Baumwolle sind die Fasern länger und elastischer, sehr ähnlich denen der Wolle.

Sind die Beobachtungen und Messergebnisse für Baumwolle und Wolle zu den genannten Eigenschaften nachvollziehbar und angemessen beschrieben, gibt es volle Punktzahl.

- [0,5] Abzug, falls keine Einzelmessungen der Faserlänge aufgeführt sind.

Aufgabe 2

(insgesamt 20,0 Punkte)

2a) Was passiert, wenn du zu einem Teelöffel deiner Färbelösung eine Messerspitze Natronpulver und anschließend wieder ein wenig Tafelessig gibst? Notiere deine Beobachtungen und gib eine kurze Erklärung dazu.

4,0 Punkte

Beobachtungen:

| Farblösung | Natronpulver | Tafelessig |
|---------------|------------------------------------|---------------------------|
| Rote-Bete-Sud | keine Farbänderung [0,5] | keine Farbänderung [0,5] |
| Malventee | färbt sich bläulich-grüngrau [0,5] | färbt sich knallrot [0,5] |

Kurze Erklärung:

| | |
|---|--------|
| Rote-Bete-Sud und Malventee enthalten unterschiedliche rote Farbstoffe. | [0,25] |
| Der Farbstoff der Roten Bete ist nicht erkennbar vom Säuregehalt der Lösung abhängig. | [0,5] |
| Malventee enthält einen Farbstoff, dessen Färbung vom Säuregehalt der Lösung abhängig ist. | [0,5] |
| In basischer Lösung (=Zugabe von Natron) verfärbt sich der Malventee bläulich, in saurer Lösung (=Zugabe von Tafelessig) ist er knallrot. | [0,5] |
| Malventee kann als Farbindikator eingesetzt werden. | [0,25] |

Bei einer vollständigen, knapp und logisch formulierten Erklärung, die alle wesentlichen Elemente der Tabelle enthält, gibt es volle Punktzahl.

Anmerkung: Auch beim Farbstoff der Roten Bete, Betanin, gibt es einen Farbumschlag. Allerdings erst im stark alkalischen Bereich, den die Schülerinnen und Schüler bei diesem Experiment eigentlich nicht erreichen sollten.

2b) Du hast nur eine begrenzte Menge Färbelösung zur Verfügung und vielleicht auch wenig Zeit. Plane deshalb vor Versuchsbeginn, wie du die Experimente in Aufgabe 2 optimal mit möglichst geringem Material- und Zeitaufwand durchführen kannst. Beschreibe in Stichworten deinen Versuchsplan.

4,0 Punkte

Bewerten Sie nach dem Gesamteindruck unter Berücksichtigung folgender Kriterien:

| | | |
|---|-------|--|
| Strukturierte Darstellung des Versuchsplans | [2,0] | Vollständig, plausibel |
| | | Knapp, präzise, übersichtlich |
| | | Korrekte logische Reihenfolge |
| Optimierungselemente bezüglich Materialverbrauch o. Zeitaufwand sind implizit enthalten (dazu siehe einige Beispiele in Spalte rechts) | [2,0] | Zwirne vor Versuchsbeginn nach Plan zuschneiden / langes Zwirnstück, von dem nach jedem Färbversuch ein Stück abgeschnitten wird / Zwirnstücke markieren, damit Versuche nebeneinander in einem Topf/Schüssel durchgeführt werden können, etc. |
| | | Färbungen mit Malventee und Rote Bete parallel durchführen. |
| | | Heiß- und Kaltfärbung nicht parallel in zwei Töpfen ¹ , da Menge an Farblösung dafür u. U. zu gering ist. |
| | | Erst Heißfärbung, dann Kaltfärbung, weil Farblösung bei Herstellung schon heiß ist und dann später nicht noch einmal aufgewärmt werden muss. |
| | | Versuch so beginnen, dass letzte Kaltfärbung über Nacht stehen gelassen werden kann, dann am Morgen letzte Proben entnehmen und Waschversuche durchführen. |

Alternativen Antworten sind möglich; es wird nicht erwartet, dass alle Teilnehmenden genau nach dem im Lösungsbeispiel vorgeschlagenen Schema vorgehen.

¹ Anmerkung: Wenn Menge an Farblösung nicht limitierend ist, kann Heiß- und Kaltfärbung auch parallel durchgeführt werden. Allerdings kann man bei den Entnahmen leicht den Überblick verlieren, wenn man beide Färbversuche auch noch gleichzeitig für zwei verschiedene Farbstoffe durchführt.

Lösungsbeispiel zur Orientierung.

1) Planungen zur Materialvorbereitung

| | | | |
|---|--|--|--|
| Vorbereitung der Zwirnstücke für Färbeversuch | Ungefärbt/ als Beleg | Je 1 Zwirnstück (3 cm) aus Baumwolle/Wolle | Zur Dokumentation einkleben |
| | Heißfärbung in Malve bzw. Rote Bete | Baumwolle: 2 Zwirnstücke (30cm) Wolle: 2 Zwirnstücke (30cm) | 1 Zwirnstück (30 cm), nach 5 min eine Hälfte (15 cm) entnehmen und trocknen Nach 20 min zweite Hälfte entnehmen und trocknen [= 2 gefärbte Fäden a 15 cm] |
| | Kaltfärbung in Malve bzw. Rote Bete | Baumwolle: 2 Zwirnstücke (45cm) Wolle: 2 Zwirnstücke (45cm) | 1 Zwirnstück (45 cm) nach 5 min entnehmen, erstes Drittel (15 cm) entnehmen und trocknen; nach 20 min entnehmen, vom verbliebenen Zwirn Hälfte (15 cm) entnehmen und trocknen nach 12 h Zwirnrest (15 cm) entnehmen und trocknen [= 3 gefärbte Zwirnstücke a 15 cm] |
| Nach dem Färbeversuch liegen vor: | Je Zwirn und Färbelösung Zwirnstücke aus 2 Heiß- und 3 Kaltfärbeversuchen = 2 x 2 (2+3) = 20 Zwirnstücke a 15 cm Länge. | | |
| Vorbereitungen für den Waschversuch | Für die Waschversuche werden jeweils für Malve und Rote Bete je 1 Zwirnstück aus Baumwolle und Wolle mit der intensivsten Färbung ausgewählt = 2 x 2 = 4 Zwirnstücke a 15 cm Länge; alle anderen Zwirnstücke zur Dokumentation aufbewahren | | |
| | Die 4 ausgewählten Zwirnstücke a 15 cm werden jeweils halbiert = 8 Zwirnstücke a 7,5 cm. Ein Satz davon wird aufbewahrt (Einkleben, Reserve für Versuchswiederholungen) und der andere Satz für die Waschversuche genommen. | | |
| | Für den Waschversuch wird der verbleibende Satz (4 Zwirnstücke a 7,5 cm) erneut halbiert = 8 Zwirnstücke a ca. 3 cm. Mit einem Satz davon werden die Waschversuche in Seifenlösung, mit dem anderen die in Wasser durchgeführt = 2 x 4 Zwirnstücke a 3 cm. | | |
| | Dabei müssen die Zwirnstücke vor dem Waschen jeweils markiert werden (1 Bw-Ma; 1 Bw-Rb; 1 Wo-Ma; 1 Wo-Rb), wenn nicht in getrennten Gefäßen oder nacheinander gewaschen wird. | | |

2) Planungen zum Ablauf:

| | |
|---|---|
| 1 | Farblösungen nach Anleitung herstellen. |
| 2 | Zwirne wie in Tabelle beschrieben vor Versuchsdurchführung zuschneiden und markieren, damit man sie jeweils in einem Gefäß zeitgleich färben kann. |
| 3 | Heißfärbung: Je 1 Topf mit der frisch zubereiteten Farblösung Rote Bete bzw. Malventee konstant auf 60 Grad Celsius halten (ggf. im Wasserbad), Zwirnstücke hineingeben, dann jeweils nach 5 Minuten Teile der Zwirnstücke entnehmen, nach 20 Minuten wiederholen. Zwirnstücke nach Entnahme trocknen, je ein Stück abschneiden und in Farbkarte einkleben. |
| 4 | Nach Abkühlen der Lösungen mit der Kaltfärbung ebenso verfahren, wobei die letzten Zwirnstücke (12 h) am nächsten Morgen aus der Färbelösung genommen werden. |
| 5 | Für den Auswaschversuch die am intensivsten gefärbten Zwirnstücke auswählen. |
| 6 | Je ein Satz an Zwirnen (vgl. Tabelle) wird in 50°C warmen destillierten Wasser bzw. Kernseifenlösung gewaschen, anschließend getrocknet und in die Farbkarte eingeklebt. |

2c) Färbe nun die Zwirne und klebe sie nach dem Trocknen auf ein Blatt Papier oder Karton, das du deinen Ausarbeitungen beilegst. Verfahre ebenso mit den ausgewaschenen und getrockneten Zwirnstücken. Notiere zum Vergleich alle Färbe- und Auswaschergebnisse in einer Tabelle.

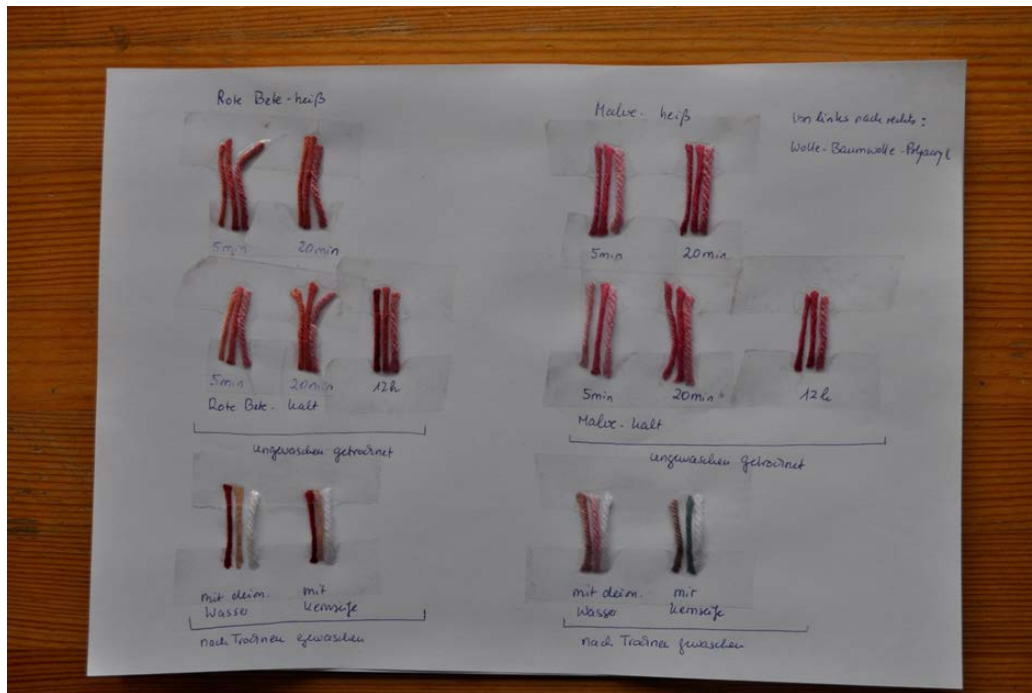
4,0 Punkte

Bewertungsschema:

- Für eine sorgfältig angefertigte Farbkarte (Struktur, Sauberkeit) [2,0]
- Für eine vollständige, sinnvoll strukturierte und übersichtliche Tabelle [1,0]
- Für sorgfältige und Beschreibung der Farbtöne/Intensitäten [1,0]

Punkteabzug nach Ermessen

Lösungsbeispiel:



Anmerkung: Bei diesem Experiment wurde neben Wolle und Baumwolle auch Polyacryl untersucht.

| Verfahren | Färbedauer | Rote-Bete-Sud | | Malventee | |
|----------------|--------------|-----------------|-----------------|------------------------|----------------|
| | | Wolle | Baumwolle | Wolle | Baumwolle |
| Heißfärbung | 5 min | hellrot-orange | rot-orange | altrosa | leuchtend rosa |
| | 20 min | rot-orange | rot-orange | dunkles altrosa | hellrot |
| Kaltfärbung | 5 min | hellrosa-orange | hellrosa-orange | hellrosa | rosa |
| | 20 min | rot-orange | rot-orange | altrosa | hellrot |
| | 12 h | Dunkelrot | dunkelrot | dunkles rot | intensiv rot |
| Auswaschen mit | dest. Wasser | dunkelrot | hellgelb | altrosa mit Braunstich | hellrosa |
| | Kernseife | dunkelrot | hellgelb | hellbraun | blaugrau-grün |

2d) Beschreibe an Hand deiner Befunde kurz den Einfluss von Färbedauer und -temperatur auf das Färbeergergebnis und vergleiche die Haftung des Farbstoffs auf der Faser in Abhängigkeit von Faserart, Farbstoff und Waschverfahren.

4,0 Punkte

| Einfluss von ... | Pkt | Befund |
|--|-------|--|
| Färbedauer | [0,5] | Die Farbintensität des gefärbten Zwirns nimmt mit zunehmender Färbedauer zu. |
| Färbetemperatur | [0,5] | Bei gleicher Färbedauer ist die Farbintensität des gefärbten Zwirns bei höherer Temperatur deutlich größer. |
| Haftung des Farbstoffs (nach Färben ohne Auswaschverfahren) | | |
| abhängig von Faserart / Farbstoff | [0,5] | Farbstoff des Malventees haftet an der Baumwolle besser als an der Wolle. |
| | [0,5] | Farbstoff der Roten Bete verhält sich ebenso, mit Ausnahme der Kaltfärbung von 12 Stunden, dort ist die Färbung der Wolle wesentlich intensiver als bei der Baumwolle. |

| Waschverfahren (=Prüfung auf Farbechtheit) | | |
|--|-------|--|
| Mit Rote-Bete-Sud gefärbte Zwirne | [1,0] | Wollzwirn sehr farbecht, kaum Entfärbung durch Waschen. |
| | | Baumwollzwirn entfärbt sich stark, so dass er nach dem Waschen nur noch leicht gelblich gefärbt ist; nicht farbecht. |
| | | Im Vergleich zu Baumwolle ist mit Rote Bete gefärbte Wolle farbechter. |
| | | Für beide Zwirntypen keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Waschverfahren mit dest. Wasser und Seife. |
| Mit Malventee gefärbte Zwirne | [1,0] | Bei diesem Farbstoff entfärbt sich beim Waschen (ebenso wie der Baumwollzwirn) auch der Wollzwirn. |
| | | Beim Auswaschen mit dest. Wasser wie auch mit Seifenlösung zeigt der Wollzwirn gleichermaßen eine leichte Verschiebung zu bräunlichen Farbtönen (jedoch keinen markanten Farbumschlag) |
| | | Anders als beim Waschen mit dest. Wasser zeigt der Baumwollzwirn (anders als Wolle) beim Waschen mit Kernseife einen deutlichen Farbumschlag nach Graugrün. |
| | | Farbstoff haftet (nach Waschen) an Baumwolle und Wolle trotz leichter Entfärbung gleichermaßen gut. |

2e) Informiere dich über die chemische Struktur pflanzlicher und tierischer Fasern sowie der Farbstoffe in den Färbelösungen. Erkläre auf dieser Grundlage Unterschiede im Färbeverhalten der verschiedenen Fasern.

4,0 Punkte

Dieser Aufgabenteil soll der Differenzierung dienen. Er stellt hohe Anforderungen an die Teilnehmenden und wird vermutlich nur von wenigen sehr fortgeschrittenen Schülerinnen und Schülern zu lösen sein.

Pflanzliche Fasern wie **Baumwolle** bestehen aus Cellulose. [2,4 P]

- *Cellulose-Ketten* enthalten *OH-Gruppen* (funktionelle Gruppe), mit denen sie sich über Wasserstoffbrücken-Bindungen zu Fasern zusammenlagern können.
- Ein Teil der funktionellen Gruppen kann aber auch mit OH-Gruppen von Farbstoffmolekülen *Wasserstoffbrücken-Bindungen* eingehen (die stärker als Van-der-Waals-Kräfte sind).
- Sowohl *Betanin* (Farbstoff der Roten Bete) als auch *Anthocyane* (Malvidin) enthalten solche OH-Gruppen.
- Deshalb haften zwar beide Farbstoffe auf der Baumwollfaser, lassen sich aber auch mit heißem Wasser und Seife gut auswaschen. Der **Farbumschlag** beim Auswaschen mit Seife, der beim Färben mit Malventee – vor allem bei der Baumwollfaser, kaum aber bei Wolle – zu beobachten ist, steht vermutlich in Zusammenhang mit der *pH-Abhängigkeit des Farbstoffes Malvidins* (Rot im Sauren, Blaugrün im Alkalischen), wie sie zum Beispiel auch von den Anthocyanen im Rotkohl bekannt ist.

Tierische Fasern (Haare) wie **Wolle** bestehen aus Proteinen (*Eiweiß, speziell Keratin*). [1,6 P]

- Die Keratin-Moleküle bilden eine Helix-Struktur, an denen nach außen zahlreiche unterschiedliche *funktionelle Gruppen* (u. a. auch Amino- und Carboxylgruppen) verfügbar sind. Diese können mit Farbstoffmolekülen auch andere chemische Bindungen bilden, die noch stärker als Wasserstoffbrücken-Bindungen sind.
- Deshalb haften beide Farbstoffe an Wolle und lassen sich auch durch Auswaschen, ob mit Seife oder heißem Wasser, kaum wieder entfernen (=Farb- bzw. Waschechtheit).
- Besonders deutlich ausgeprägt ist die Waschechtheit bei der Kombination Wolle-Betanin (Gruppe der Betalaine, enthält ebenfalls Hydroxyl-, Amino- und Carboxylgruppen).

Aufgabe 3

(insgesamt 12,0 Punkte)

3a) Dokumentiere deinen Versuchsaufbau zu Aufgabe 3 mit Fotos.

2,0 Punkte



Kriterien für den Versuchsaufbau:

- Thermometer berührt Becherwand nicht
- Gleiches Gefäß für Versuch mit und ohne Socke verwendet
- Socke umhüllt Gefäß bis um oberen Rand

Volle Punktzahl, wenn Fotos alle die für den Versuchsaufbau relevanten Kriterien gut sichtbar abbilden.

3b) Fertige eine Tabelle mit deinen Messdaten an und stelle deine Daten angemessen in einem Koordinatensystem dar (Handzeichnung).

6,0 Punkte

Anmerkung: Die Wassertemperatur wurde mit 3 Eiswürfeln auf 1°C heruntergekühlt. Die Eiswürfelreste wurden vor Beginn der Messreihe entfernt. Die Messung der Temperatur erfolgte alle 60 Sekunden.

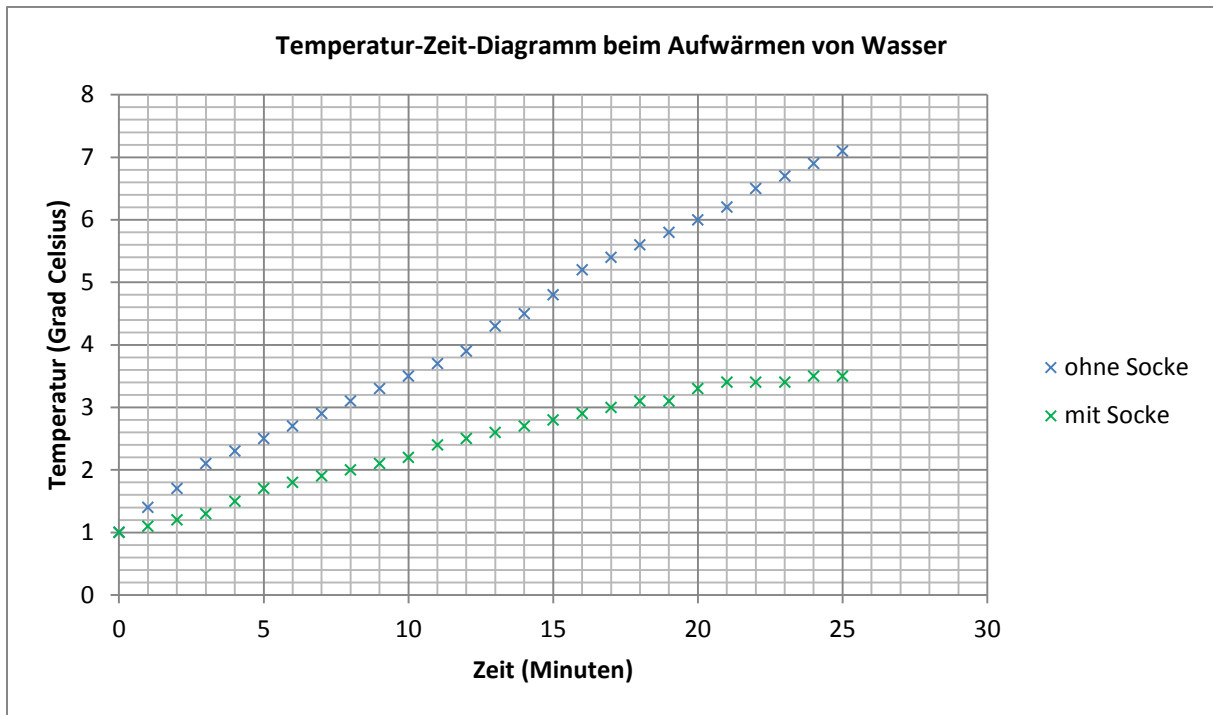
Musterbeispiel für eine Tabelle mit Messdaten; insgesamt max. [2,0 P]

| Zeit in min | Versuch ohne Socke [1,0 P] | | | Versuch mit Socke [1,0 P] | | |
|----------------|----------------------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|
| | Messreihe 1 | Messreihe 2 | Mittelwert | Messreihe 1 | Messreihe 2 | Mittelwert |
| | T_{in} °C | T_{in} °C | T_{in} °C | T_{in} °C | T_{in} °C | T_{in} °C |
| 0,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 1,0 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 1,0 | 1,1 | 1,1 |
| 2,0 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,0 | 1,3 | 1,2 |
| 3,0 | 2,1 | 2,0 | 2,1 | 1,1 | 1,4 | 1,3 |
| 4,0 | 2,3 | 2,2 | 2,3 | 1,3 | 1,7 | 1,5 |
| 5,0 | 2,5 | 2,4 | 2,5 | 1,5 | 1,8 | 1,7 |
| 6,0 | 2,7 | 2,6 | 2,7 | 1,6 | 1,9 | 1,8 |
| 7,0 | 2,9 | 2,8 | 2,9 | 1,8 | 2,0 | 1,9 |
| 8,0 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 1,9 | 2,1 | 2,0 |
| 9,0 | 3,4 | 3,1 | 3,3 | 2,0 | 2,2 | 2,1 |
| 10,0 | 3,7 | 3,2 | 3,5 | 2,1 | 2,3 | 2,2 |
| 11,0 | 4,0 | 3,4 | 3,7 | 2,3 | 2,4 | 2,4 |
| 12,0 | 4,3 | 3,5 | 3,9 | 2,4 | 2,5 | 2,5 |
| 13,0 | 4,6 | 4,0 | 4,3 | 2,6 | 2,6 | 2,6 |
| 14,0 | 4,7 | 4,2 | 4,5 | 2,7 | 2,7 | 2,7 |
| 15,0 | 5,0 | 4,6 | 4,8 | 2,8 | 2,8 | 2,8 |
| 16,0 | 5,3 | 5,0 | 5,2 | 2,9 | 2,9 | 2,9 |
| 17,0 | 5,6 | 5,2 | 5,4 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| 18,0 | 5,8 | 5,4 | 5,6 | 3,1 | 3,1 | 3,1 |
| 19,0 | 6,0 | 5,6 | 5,8 | 3,1 | 3,1 | 3,1 |
| 20,0 | 6,2 | 5,8 | 6,0 | 3,2 | 3,3 | 3,3 |
| 21,0 | 6,4 | 6,0 | 6,2 | 3,3 | 3,4 | 3,4 |
| 22,0 | 6,7 | 6,2 | 6,5 | 3,4 | 3,4 | 3,4 |
| 23,0 | 6,9 | 6,4 | 6,7 | 3,4 | 3,4 | 3,4 |
| 24,0 | 7,1 | 6,7 | 6,9 | 3,5 | 3,4 | 3,5 |
| 25,0 | 7,3 | 6,9 | 7,1 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |

Je [1,0 P] für Versuch ohne bzw. mit Socke, falls Messdaten plausibel und folgende Kriterien berücksichtigt sind. Punkteabzug laut Tabelle, wenn ein oder mehrere Kriterien nicht erfüllt sind.

| | |
|--|--------|
| Mindestens eine Messwiederholung und Mittelwertbildung pro Versuch | [0,5] |
| Sinnvolle Wahl der Zeitabstände zwischen den Messwerten (alle 1 oder 2 Minuten) und der Messdauer pro Messreihe (15–25 Minuten). | [0,25] |
| Möglichst niedrige Starttemperatur (ca. 5°C) | [0,25] |
| Gleiche Starttemperatur bei allen Messreihen | [0,25] |

Musterbeispiel für Diagramm (von den Teilnehmenden wird ein handgezeichnetes Diagramm erwartet); insgesamt max. [4,0 P]



| | |
|---|-------|
| Für Handzeichnung | [1,0] |
| Für korrekte Eintragung der Messdaten ohne Socke | [0,5] |
| Für korrekte Eintragung der Messdaten mit Socke | [0,5] |
| Für korrekte Achsenbeschriftungen inkl. Einheiten | [0,5] |
| Für gute Flächenaufteilung, Wahl der Symbole, sauberen Gesamteindruck | [0,5] |

- [0,5] Abzug, falls Messdaten Punkt zu Punkt mit einer Linie verbunden werden.

3c) Vergleiche deine Messergebnisse aus den beiden Versuchsreihen und korrigiere die Redewendung „Wolle wärmt“.

4,0 Punkte

| Vergleich qualitativ | | Vergleich quantitativ | |
|---|-------|---|-------|
| Deutliche Unterschiede in der Wassertemperatur mit und ohne Socke | [0,5] | Temperaturdifferenzen: nach 5 min 0,8°C, nach 15 min 3,0°C und nach 25 Minuten 4,4°C | [0,5] |
| Differenzen zwischen beiden Versuchen (mit/ohne Socke) sind deutlich größer als die Abweichungen der Messwiederholung | [0,5] | | |
| Unterschiede zwischen beiden Versuchen sind nicht mit Messungenauigkeit zu erklären. | [0,5] | | |

Insgesamt max. [2,0 P]

Korrektur der Redewendung: Besser wäre beispielsweise:

| Vergleich qualitativ | |
|---|-------|
| „Wolle hält warm“ / alternativ „Wolle hält kühl.“ | [0,5] |
| „Wolle hält warm und hält kühl.“ | [1,0] |
| „Wolle hat eine isolierende Wirkung.“ | [2,0] |

Insgesamt max. [2,0 P]