

IJSO 2016 – *Milch echt „kuhl“*

Schülerhilfen

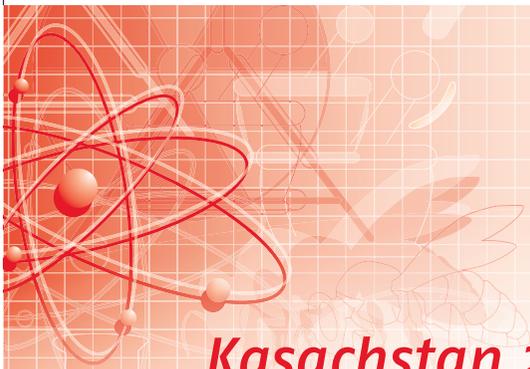
zu den Aufgaben der ersten Wettbewerbsrunde

Zusammengestellt von

PD Dr. Heide Peters und Christine Darkow

IPN Leibniz-Institut für die Didaktik der
Naturwissenschaften und Mathematik
an der Universität Kiel

Inhalt	Seite
<i>Aufgaben</i>	
IJSO 2016–Aufgabenblatt	
Milch – echt „kuhl“	5–6
<i>Methodenkarten</i>	
Fachtexte lesen	7
Skizze oder Zeichnung	9
Experimentieren I	11–12
Messung und Messfehler	13
Koordinatensystem I – Eintragen von Messpunkten	15–16
Koordinatensystem II – Ausgleichskurven	17–18



Kasachstan 2016 – Erste Runde

13th International Junior Science Olympiad

MILCH – ECHT „KUH!“

AUFGABE 1 – MILCH – DA IST PHYSIK DRIN

Fast jeder kennt den Spruch: Trink Milch, das ist gut für deine Knochen! Aber auch sonst bietet Milch viel Spannendes und einige Überraschungen.

- 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.
- 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.
- 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. ***
- 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. **



AUFGABE 2 – SCHAUMSCHLÄGEREI



Köstlich ist so ein richtig schöner Milchschaum, aber gar nicht so einfach herzustellen. Die einen behaupten, dass er nur gelingt, wenn man sehr lange aufschäumt, die anderen, dass Tassengröße oder Eintauchtiefe beim Aufschäumen eine Rolle spielen. Auch MilchsorTE, Fettgehalt und Temperatur sollen angeblich die Schaumbildung beeinflussen. Hast du schon einmal darüber nachgedacht, wie sich Schaumqualität beurteilen oder gar messen lässt?

In der Schaumschlägerei sollst du aus einer bestimmten Milchmenge ein möglichst großes Volumen Milchschaum erzeugen und der soll so stabil sein, dass er bis zum Servieren nicht schon wieder in sich zusammen fällt. Nicht jedes „Küchenlabor“ ist mit einer Espressomaschine mit DampfduSE ausgestattet. Deshalb haben wir uns für einen batteriebetriebenen Milchaufschäumer wie im Bild links entschieden. Wenn du keinen hast, leih dir einen und los geht's!

EXPERIMENT

Materialien: je 1 Liter H-Milch der Fettstufen 0,3 und 3,5 Prozent; 1 Milchaufschäumer, 1 Messbecher oder -zylinder, ggf. digitale Küchenwaage, mehrere gleiche hochwandige Gefäße (z. B. Bechergläser, 200 Milliliter), Milchtopf, Thermometer, Topflappen, Herdplatte (niedrige Heizstufe), Digitalkamera, ggf. Stoppuhr, Maßband oder Millimeterskala, Teelöffel, Küchenkrepp.

- 2a) Teste deinen Milchaufschäumer bei Raumtemperatur und erzeuge aus 30 Milliliter 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. **
- 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. **

** / *** Aufgabenteile mit höherem Anforderungsniveau

© IPN – Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik an der Universität Kiel

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 die Versuchsergebnisse in einer Tabelle zusammen.**

Schanze, S. & Hundertmark, S. (2013): Wer schlägt den besten Milchschaum? – Unterricht Chemie, Heft 136, 24. Jahrgang, S. 49–50.

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

Zu Großmutterzeiten nutzte man einfache Verfahren, um Milchprodukte länger haltbar zu machen. So kochte man frische Kuhmilch kurz auf, ließ sie abkühlen und legte ein Stück Sauerteigbrot hinein. Das Ganze ließ man über Nacht bedeckt an einem warmen Ort stehen. Am nächsten Morgen roch die Milch säuerlich und war eingedickt, daher auch der Name Sauermilch oder Dickmilch. Sauermilch wurde getrunken, aber auch zu Quark oder Käse weiter verarbeitet; Joghurt gehört ebenfalls zu den Sauermilchprodukten.

EXPERIMENT

Materialien: 1 Liter pasteurisierte Vollmilch (Fettstufe 3,5 Prozent), etwa 4 Esslöffel Zitronensaft oder Tafellessig, etwa 500 Gramm Naturjoghurt; 1–2 Trinkgläser, 2 leere Marmeladengläser mit Deckel, Esslöffel, Kochtopf, Herdplatte (niedrige Heizstufe), Thermometer, Topflappen, Küchenkrepp.

A Gib in einem Glas zu etwa 100 Milliliter Milch ein bis zwei Esslöffel Zitronensaft oder Tafellessig und rühre um. Führe den Versuch einmal mit kalter Milch und einmal mit warmer Milch (50 Grad Celsius) durch, die du in einem Kochtopf erwärmt hast.

B Mische in einem Marmeladenglas 200 Milliliter kalte Milch mit etwa drei Esslöffeln Joghurt, verschließe das Glas und stelle es etwa 5 bis 12 Stunden in den Kühlschrank. Führe den gleichen Versuch mit warmer Milch (50 Grad Celsius) durch und stelle das Glas 5 bis 12 Stunden auf einen warmen Heizkörper. Du kannst das Glas auch zum Warmhalten mit Handtüchern umwickeln.

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

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

3c) Während pasteurisierte Milch im Kühlschrank ungeöffnet mehrere Tage haltbar ist, bleibt H-Milch bei Raumtemperatur ungeöffnet 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.

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.**

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

Bei Menschen mit Lactoseunverträglichkeit kann der Konsum von Milchprodukten zu Verdauungsbeschwerden führen, weil Milchzucker im Körper nicht abgebaut werden kann. Diese Menschen sollten lactosehaltige Produkte meiden und auf lactosefreie Milchprodukte ausweichen oder aber Lactasepräparate einnehmen.

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.***

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.**



Fachtexte lesen



Um einen Fachtext zu verstehen und die wichtigsten Inhalte wiedergeben zu können, bedarf es einer durchdachten Strategie. Diese 4-Schritt-Lesemethode wird euch helfen, schwierige Texte zu verstehen und deren Inhalte gezielt in den Aufgaben anwenden zu können.

Schritt 1: Text überfliegen

- Überfliegt den Text und verschafft euch einen Überblick.
- Lest dabei alle Überschriften und hervorgehobenen (fett, kursiv...) Wörter.
- Schaut euch alle Absätze kurz an.

Schritt 2: Sich Fragen bewusst machen

- Überlegt euch kurz, was ihr von dem Text erfahren wollt.
- Bezieht euch dabei auf die Fragen in den Aufgaben.

Schritt 3: Gründliches Lesen

- Nehmt einen Textmarker zur Hand und lest den Text Satz für Satz sehr gründlich durch.
- Unterstreicht wichtige Begriffe, markiert unbekannte Wörter und unverständene Textstellen. Schlagt unbekannte Wörter im Lexikon nach.
- Hebt Textstellen, die auf W- oder andere Fragen eine Antwort geben, dadurch hervor, dass ihr das Fragewort oder eine kurze Notiz an den Rand schreibt. (W-Fragen sind z.B. wer, was, wo, wie, warum?)

Schritt 4: Inhalte besprechen

- Erklärt euch gegenseitig kurz den Inhalt des Textes.
- Beantwortet mündlich die an den Text gestellten Fragen.
- Beantwortet nun schriftlich die Aufgaben.

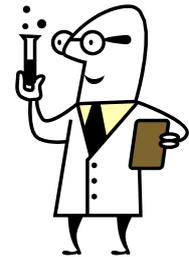
Quellen:

verändert nach: Spörhase, U./Ruppert, W. (2012): Biologie Methodik. Handbuch für die Sekundarstufe I und II, 2. Auflage. Berlin, S. 125-127.

Müller, F. (2009): Lesetraining: Sinnentnehmendes Lesen in den Klassen 3-6. Weinheim, S. 13-14.

Skizze oder Zeichnung

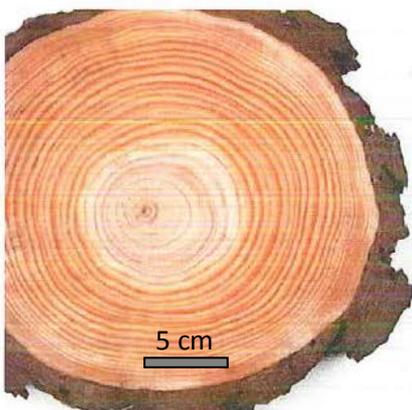
Eine Skizze ist eine Methode, um eine Idee, einen Versuchsaufbau oder ein Ergebnis ohne großen Zeitaufwand übersichtlich festzuhalten. Man beschränkt sich hierbei auf die wichtigsten Strukturen, unwichtige Einzelheiten werden weggelassen.



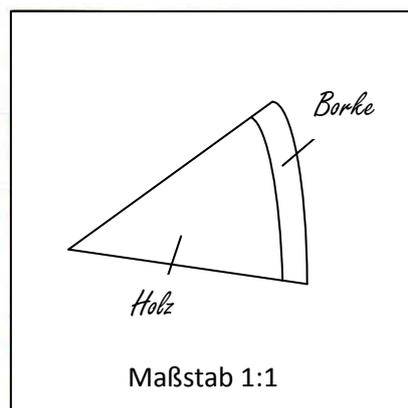
Eine Zeichnung ist eine detailliertere und sorgfältigere Skizze. Gezeichnet wird nur, was man tatsächlich beobachtet, beispielsweise beim Mikroskopieren. Wichtige Elemente in einer Skizze wie auch in einer Zeichnung werden beschriftet.

Beachte beim Anfertigen einer Skizze oder Zeichnung folgende Punkte:

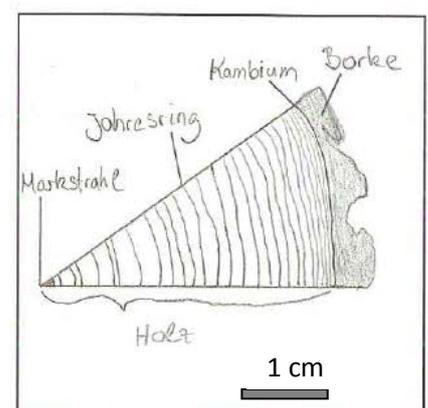
- Zeichne möglichst groß auf ein weißes Blatt Papier, fülle dabei etwa ein Drittel des Blatts.
- Zeichne mit einem angespitzten Bleistift. Wo notwendig verwende für gerade Linien ein Lineal.
- Notiere gegebenenfalls eine geeignete Überschrift für das gezeichnete Objekt.
- Ziehe Beschriftungsstriche zwischen Zeichengegenstand/Objekt und zugehöriger Beschriftung. Bei einer Zeichnung verwende dafür ein Lineal.
- Zeichne einen Maßstab ein oder gib die Vergrößerung in einem Verhältnis an.



Foto



Skizze



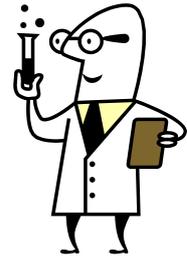
Zeichnung

Bildquelle: http://www.forestfinance.de/uploads/RTEmagicC_jahresringe_istock.jpg.jpg

Quellen: verändert nach Konopka, H.P. (Hrsg.). (2011). *Netzwerk Naturwissenschaften 5/6* (1. Auflage, S. 136). Braunschweig: Schroedel.

Experimentieren I

Ein Experiment dient in den Naturwissenschaften dazu, ein Phänomen, einen Sachverhalt oder einen Vorgang anhand eines Modells/Versuchs kontrolliert nachzuahmen. Die Ergebnisse werden dadurch anschaulich und so können Antworten auf die vorher gestellten Fragen gegeben werden. Damit euer Experiment gelingt und die Auswertungen korrekt sind, müsst ihr folgende Dinge beachten.



Versuchsdurchführung



- Lest euch zunächst die Anleitung genau durch und gebt sie in euren eigenen Worten wieder.
- Sucht euch alle Materialien zusammen und baut den Versuch auf.
- Überlegt euch, welche Fehler bei der Durchführung auftreten könnten, und vermeidet diese gezielt.
- Führt den Versuch nun durch.

Beobachtungen



Beobachten bedeutet die gezielte Wahrnehmung von naturwissenschaftlichen Phänomenen mit *allen* Sinnesorganen.

- Beobachtet während und nach dem Versuch die auftretenden Veränderungen sehr genau.
- Beschränkt euch nicht nur auf das, was ihr sehen könnt (riechen, tasten, hören...).
- Notiert euch die Beobachtungen geordnet nach der Reihenfolge der Ereignisse. (Wenn ihr die Beobachtungen nummeriert, könnt ihr sie später leichter einzeln auswerten).
- Tragt die Ergebnisse gegebenenfalls in eine Tabelle ein.
- Beschreibt dabei nur das, was ihr tatsächlich beobachtet, und nicht das, was ihr vermutet oder erwartet, dass es zu beobachten sein müsste.
- Verwechselt nicht Beobachtung mit Schlussfolgerung.

Beobachtung und Schlussfolgerung trennen!



Beispiel: Beschreibt, was ihr auf diesem Bild seht.

Falsch: Spuren zweier Tiere im Schnee, die aufeinandertreffen.

Richtig: Unterschiedlich große schwarze Flecken, die in zwei Linien angeordnet sind und unten im Bild zusammenführen.

Schlussfolgerungen



- Gebt Erklärungen für alle eure einzelnen Beobachtungen.
- Betrachtet dabei verschiedene Ebenen.

Beispiel: Lösen von Salz in Wasser

Beobachtung: Gibt man einen Teelöffel Salz in ein Becherglas mit Wasser, so ist das Salz nach etwas Rühren nicht mehr zu sehen.

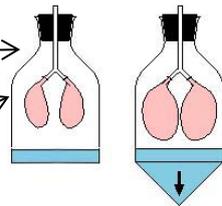
Erklärung (Stoffebene): Das Salz hat sich im Wasser gelöst.

Erklärung (Teilchenebene): Das Salz besteht aus Natriumchlorid. Die Kristalle von Natriumchlorid lösen sich in Wasser, da die polaren Wassermoleküle die einzelnen Natrium- und Chlorid-Ionen aus dem Kristall lösen.

- Macht euch bewusst, ob euer Versuch als Modell für ein reales Objekt dienen sollte, wie in dem Beispiel:

Luftballons=
Lungenflügel

Gummimembran=
Zwerchfell



Hier wird die Bauchatmung anhand eines Modells in einer Glasflasche mit zwei Luftballons und einer Gummimembran nachgestellt. Das reale Objekt ist demnach der menschliche Oberkörper mit Zwerchfell und Lungenflügeln.

Quelle:
<http://dennismoch.de/Schulpage/Ho-tpot/Atmung/Funktionsmodell.htm>

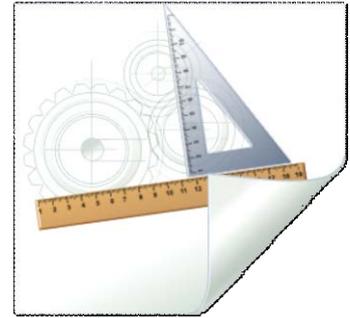
Beobachtung: Zieht man an der blauen Gummimembran, blähen sich die Luftballons auf.

Erklärung auf das reale Objekt bezogen: Zieht sich das Zwerchfell beim Einatmen nach unten entsteht ein Unterdruck, der die Lungenflügel mit Luft füllt.

- Bezieht die Erklärungen auf das reale Objekt, das euer Modell darstellen soll.
 - Was passiert mit dem Objekt?
 - Welche Folgen könnte dies haben?

Messung und Messfehler

Bei wissenschaftlichen Untersuchungen ist es wichtig, auf die Genauigkeit seiner Ergebnisse zu achten. Bei Messungen können kleine oder auch große Fehler auftreten, wenn äußere Bedingungen während der Versuchsdurchführung verändert werden. Deswegen ist es sinnvoll, sich vorher Gedanken über mögliche Fehlerquellen und das eigene Vorgehen zu machen.



Tipps: Was kann bei Messungen zu Fehlern führen?!

- Unterschiedliche Messgeräte werden benutzt.
- Temperatur ist nicht konstant (z. B. offenes – geschlossenes Fenster).
- Lichtverhältnisse sind unterschiedlich.
-
-



Wie kann man diese gezielt vermeiden?!

- ➔ Achtet darauf, dass die äußeren Bedingungen (wie Temperatur, Licht & Co.) während eurer Messung immer gleich bleiben.
- ➔ Überlegt euch genau, welche Faktoren in eurem Versuch die Messergebnisse besonders stark beeinflussen können: Willst du z. B. Fotos entwickeln oder Photosynthese in Pflanzen nachweisen, ist es besonders wichtig, die Lichtmenge zu kontrollieren.
- ➔ Überprüft, ob ihr bei Wiederholung der Messung zu einem ähnlichen Ergebnis kommt. Bei starken Abweichungen achtet auf mögliche Fehlerursachen und verbessert euer Messverfahren.
- ➔ Macht zu jeder Untersuchung mindestens zwei Messreihen. Bestimmt für eure Ergebnisse dann den Mittelwert aus den beiden Messreihen.



Koordinatensystem I – Eintragen von Messpunkten

NaturwissenschaftlerInnen arbeiten häufig mit vielen Messdaten, die sich in einem Koordinatensystem übersichtlich darstellen lassen. Wie man ein solches Koordinatensystem richtig erstellt und die Messwerte richtig einträgt, könnt ihr mit dieser Hilfe lernen.



Die Erstellung eines Koordinatensystems und das Eintragen von Messwerten wird hier anhand eines Beispiels erklärt:

In einer Langzeitstudie wurden Wachstumskurven von jungen Menschen untersucht. Körpergröße und das zugehörige Alter wurden gemessen. Hier sind die Messdaten von Karl:

Alter (Jahre)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
Körpergröße (cm)	80	105	120	131	143	154	163	173	176	176	176

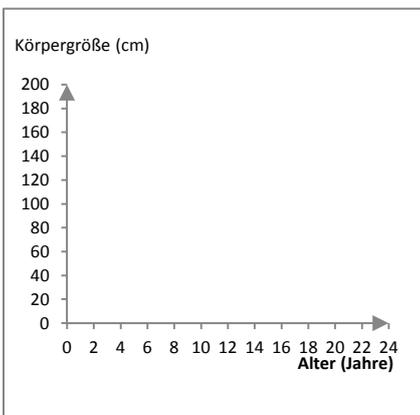
Koordinatensystem zeichnen: Ein Koordinatensystem hat zwei Achsen; der Winkel zwischen ihnen beträgt 90 Grad. Zeichnet diese beiden Achsen und füllt damit eine halbe bis ganze DIN A 4-Seite.



Achsen beschriften:

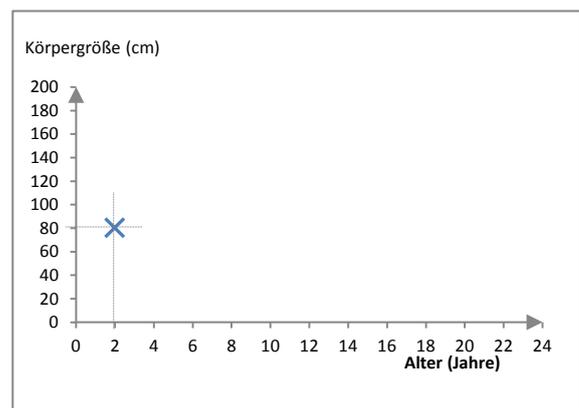
Auf der y-Achse wird immer der Wert dargestellt, der von dem Wert der x-Achse abhängt. Bei Karl hängt die Körpergröße vom Alter ab (und nicht das Alter von der Körpergröße), deshalb wählt man hier die Körpergröße als y-Achse.

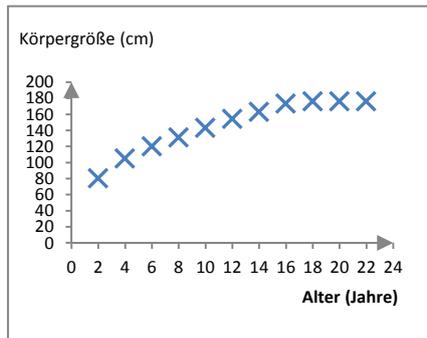
1. Beschriftet die Achsen mit den Größen und den zugehörigen Einheiten; im Beispiel links Körpergröße (cm) und Alter (Jahre).
2. Markiert die Achsenabschnitte und schreibt die Zahlenwerte dazu (0, 2, ..., 24 für x-Achse). Wählt die Achseneinteilung so, dass eure Messdaten die gesamte Diagrammfläche bzw. Bereich des gewählten Koordinatensystems ausfüllen.



Messwerte eintragen:

Zum Eintragen der Wertepaare, z. B. ($x=2/y=80$), zeichnet mit dem Geodreieck als Hilfslinie eine Parallele zur y-Achse durch den Wert $x=2$. Dann zeichnet eine Parallele zur x-Achse durch den Wert $y=80$. Im Schnittpunkt der beiden Hilfsgeraden liegt euer Messpunkt ($2/80$). Markiert ihn mit einem kleinen Kreuz.



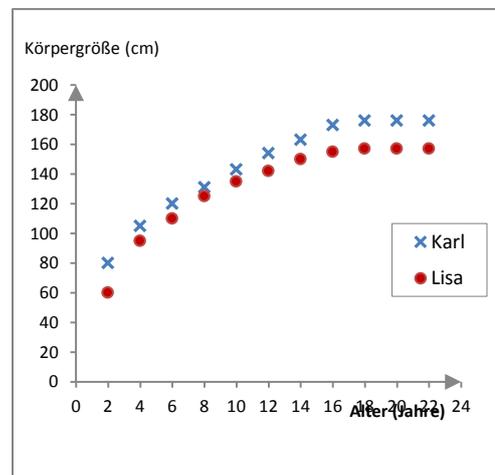


Wiederholt das nun für alle Wertepaare der Messung. Habt ihr nach und nach alle Wertepaare aus der Messtabelle oben eingetragen, erhaltet ihr das Diagramm links.

Eintragen mehrerer Versuchsreihen:

Häufig muss man Messdaten vergleichen. Zum Beispiel will man wissen, ob die Wachstumskurve von Lisa sich von Karls unterscheidet. Am einfachsten lassen sich die Daten vergleichen, wenn man sie im gleichen Koordinatensystem in ein Diagramm aufträgt.

Damit man unterscheiden kann, welche Messwerte von Lisa und welche von Karl sind, gibt man jeder Messreihe ein anderes Symbol oder eine andere Farbe, hier ein eine roter Kreis für Lisa und ein blaues Kreuz für Karl. In einer Legende erklärt man diese Symbole, damit jeder weiß, welche Messdaten zu Karl bzw. zu Lisa gehört.



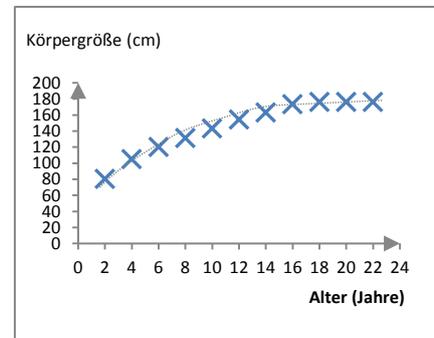
Koordinatensystem II – Ausgleichskurven

Nachdem ihr das Eintragen von Messwerten kennengelernt habt, folgt nun eine weitere Hilfe, wie man für eine Messreihe Ausgleichskurven zeichnet. Dafür verwenden wir noch einmal die Messdaten von Karl.



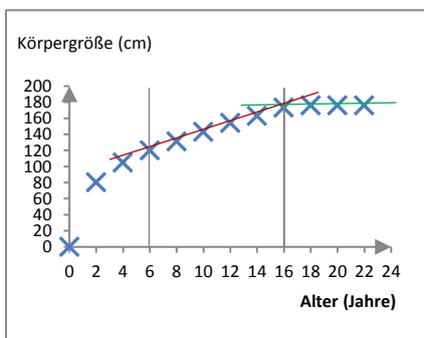
Mit bloßem Auge kann man erkennen, dass Karl nicht linear mit dem Alter gewachsen ist, denn sonst müssten alle Messpunkte auf einer gedachten Geraden liegen. Sie lassen sich aber besser mit einer gekrümmten Linie beschreiben.

Tip: Überlegt euch auch, ob es sinnvoll ist, die Ausgleichskurve durch den Ursprung zu legen.



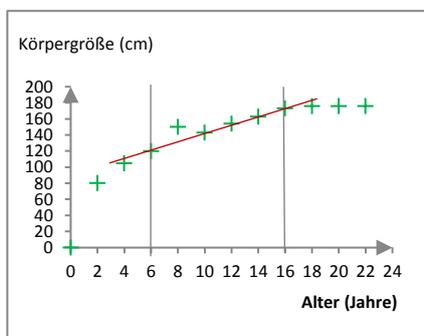
Karl beispielsweise hat bei seiner Geburt (0 Jahre) bereits eine Körperlänge von 53 cm, die allerdings bei der Studie nicht erfasst wurde. Deshalb sollte man in diesem Fall die Ausgleichskurve nicht durch den Ursprung ziehen.

Auch wenn nicht alle Messpunkte näherungsweise auf einer Geraden liegen, lassen sich manchmal zumindest bestimmte Abschnitte finden, in dem die Messwerte in einem linearen Zusammenhang stehen. Dann kann man speziell für diese Abschnitte eine Ausgleichsgerade einzeichnen.



So könntet ihr die Wachstumsdaten von Karl beispielsweise auch so deuten, dass im Alter von 6 bis 16 Jahren, Karls Wachstum linear verläuft, aber seine Körpergröße spätestens an 18 Jahren gleich geblieben ist.

Dann zieht mit einem Lineal für jeden Abschnitt jeweils eine Ausgleichsgerade, so dass möglichst viele Messpunkte nahe der gedachten Linie liegen oder sie berühren (rote bzw. grüne Ausgleichsgerade).

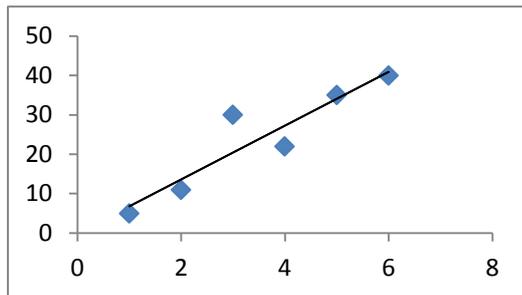
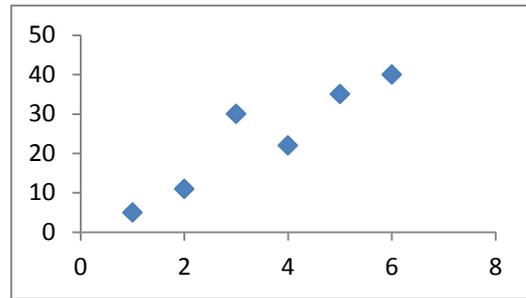


Mit dem Verfahren der Ausgleichskurve kann man auch mögliche „Ausreißer“ (Messwerte, die nicht dem erwarteten Verlauf entsprechen) gut darstellen. Das sieht ihr links am Beispiel von Pascal (grüne Kreuze). Als er mit 8 Jahren gemessen wurde, hat er wohl etwas geschummelt und sich auf Zehenspitzen gestellt ...?

Hinweis: Tragt ihr **mehrere Messreihen in einem Diagramm** ein, müsst ihr für jede Messreihe einzeln eine eigene Ausgleichsgerade einzeichnen.

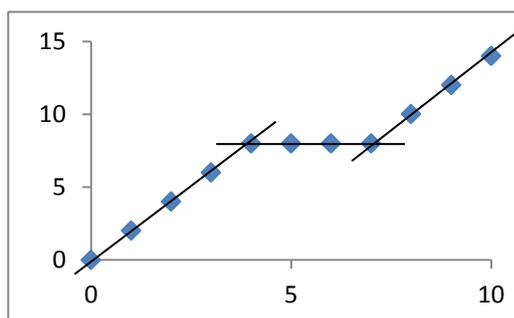
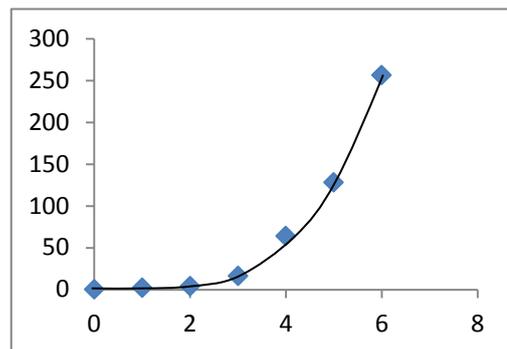
Weitere Beispiele...

Nicht immer sind die Punkte so regelmäßig verteilt wie in dem vorigen Beispiel.



Sind die Punkte so verteilt wie im Beispiel links, zieht ihr die Ausgleichsgerade so, dass sie den Verlauf der Punkte möglichst gut darstellt, d. h. von den Punkten, die eure gedachte Linie nicht berühren, sollten etwa gleich viele oberhalb wie unterhalb der Ausgleichsgeraden liegen.

Nicht immer sind Ausgleichskurven Geraden, sie können auch gekrümmt sein. In diesem Fall zeichnet ihr eine Kurve (ohne Lineal), die den Verlauf der Punkte bestmöglich repräsentiert.



Ebenso kann es abschnittsweise lineare Zusammenhänge geben. Die können mit für jeden Abschnitt mit einer eigenen Ausgleichsgeraden beschrieben werden.

Oder hier noch ein Beispiel für den Verlauf einer Titrationskurve.

