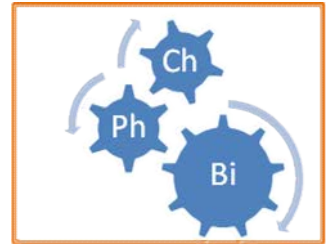


Gymnasien im Saarland

# NATURWISSENSCHAFTEN

Handreichungen zum Lehrplan

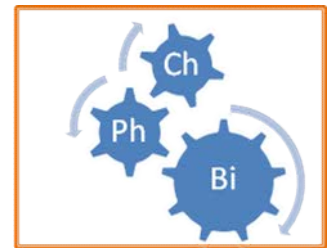
Lehrplankommission Naturwissenschaften  
Fassung vom 21.02.2012



## Inhaltsverzeichnis

Steckbriefe von Größen .....	3
Diagramme .....	6
Längen- und Massenbestimmungen .....	14
Nachweis der Zusammensetzung eines Knochens .....	17
Knochen in Salzsäure .....	17
Ausglühen eines Knochens .....	18
Nachweis von Nährstoffen – Versuchsreihe .....	19
Stärkenachweis .....	19
Stärke in Lebensmitteln .....	20
Eiweißnachweis .....	21
Eiweiß in Lebensmitteln .....	22
Fettnachweis .....	23
Fett in Lebensmitteln .....	24
Zusammensetzung der Luft – Versuchsreihe 1 .....	25
Nachweis von Sauerstoff .....	25
Nachweis von Stickstoff .....	26
Nachweis von Kohlenstoffdioxid in der Atemluft .....	27
Zusammensetzung der Luft – Versuchsreihe 2 .....	28
Luft als Gasgemisch .....	28
Erstickende und brandfördernde Bestandteile .....	29
Nachweis von Kohlenstoffdioxid .....	30
Kohlenstoffdioxidanteil der Luft .....	31
Kohlenstoffdioxid in der Atemluft .....	32
Darstellung der Teerstoffe im Zigarettenrauch .....	33
Isolationswirkung von Fell .....	34
Löslichkeit von Stoffen in Wasser .....	35
Wassertransport durch die Sprossachse .....	36
Verdunstung von Wasser über die Laubblätter .....	37
Einfluss des Lichtes auf Keimung und Wachstum von Kresse .....	38
Quellung von Bohnensamen – Versuch 1 .....	39
Quellung von Bohnensamen – Versuch 2 .....	40
Keimung von Bohnensamen unter verschiedenen Bedingungen .....	41

# Steckbriefe von Größen



Grundlegend für alle quantitativen Messungen ist der vernünftige Umgang mit **Messgrößen**. Die im Lehrplan verwendeten Größen sollen deshalb so eingeführt werden, dass sie für den ab Klassenstufe 7 folgenden fachspezifischen Unterricht ein **anschlussfähiges Wissen** bilden. Es darf später keine Korrekturen, sondern höchstens noch Präzisierungen geben.

Die Größen **Länge, Volumen, Masse und Temperatur** sind unmittelbar mit Sinneswahrnehmungen verknüpft, man kann sie spüren, sie sind den Kindern vertraut und sogar die Einheiten, in denen sie gemessen werden, dürften den Kindern aus dem Alltag bekannt sein. Bei diesen Größen der „unmittelbaren Anschauung“ wird auf eine Begriffsklärung ganz verzichtet. Die unten angegebenen Einheitendefinitionen für Meter und Kilogramm entsprechen den Ideen bei der Einführung der Einheiten, sie sind **nicht** die heute gültigen SI-Einheitendefinitionen, haben aber den enormen Vorteil der Anschaulichkeit.

Bei unanschaulichen Größen, wie der **Energie**, kann auf eine Begriffsklärung nicht verzichtet werden. Die Energie wird als Arbeitsfähigkeit aber nur soweit definiert, wie es für den Unterricht der Klassenstufen 5 und 6 angemessen ist. Die Einheit wird anschaulich an einen Prozess, der Arbeit macht (Heben), festgemacht. Energien können danach angegeben und verglichen, aber nicht gemessen werden.

Zu jeder Größe gehören

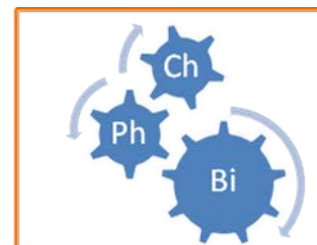
- **Name**
- **Formelzeichen**
- **Einheit**
- *Definition*
- *Ober- und Untereinheiten*
- *Messgeräte*

Diese Angaben bilden den **Steckbrief** jeder Größe. Die Behandlung von **Name, Formelzeichen und Einheit** soll auf jeden Fall erfolgen, die kursiv gedruckten Kategorien sollten Sie *nach Bedarf* auswählen.

Länge	
<b>Formelzeichen:</b>	<b>s</b>
<b>Einheit:</b>	<b>1 m</b>
<i>Definition:</i>	<i>1 m ist der zehnmillionste Teil des Abstandes vom Pol zum Äquator.</i>
<i>Obereinheit:</i>	<i>1 km</i>
<i>Untereinheiten:</i>	<i>1 cm, 1 mm</i>
<i>Messgeräte:</i>	<i>Lineal, Bandmaß, Zollstock, ...</i>



# Steckbriefe von Größen



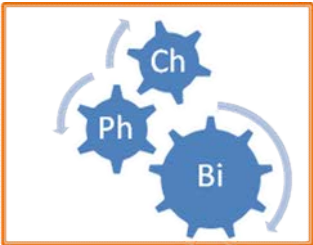
Volumen	
<b>Formelzeichen:</b>	<b>V</b>
<b>Einheit:</b>	<b>1 m<sup>3</sup></b>
<i>Definition:</i>	<i>1 m<sup>3</sup> ist das Volumen eines Würfels mit 1 m Kantenlänge.</i>
<i>Untereinheiten:</i>	<i>1 dm<sup>3</sup> = 1 l, 1 cm<sup>3</sup> = 1 ml</i>
<i>Messgeräte:</i>	<i>Messbecher ...</i>

Masse	
<b>Formelzeichen:</b>	<b>m</b>
<b>Einheit:</b>	<b>1 kg</b>
<i>Definition:</i>	<i>1 kg ist die Masse von 1 l Wasser.</i>
<i>Obereinheit:</i>	<i>1 t</i>
<i>Untereinheiten:</i>	<i>1 g, 1 mg</i>
<i>Messgeräte:</i>	<i>Waage ...</i>

Zeit	
<b>Formelzeichen:</b>	<b>t</b>
<b>Einheit:</b>	<b>1 s</b>
<i>Definition:</i>	<i>1 s ist der 86400ste Teil eines Tages.</i>
<i>Obereinheit:</i>	<i>1 min, 1 h, 1 d, 1 a</i>
<i>Untereinheiten:</i>	<i>1 ms</i>
<i>Messgerät:</i>	<i>Uhr</i>



# Steckbriefe von Größen



Frequenz (Wiederholungsrate)	
<b>Formelzeichen:</b>	<b>f</b>
<b>Einheit:</b>	<b>1 Hz („Hertz“)</b>
<i>Definition:</i>	<i>1 Hz gibt an, dass sich ein Vorgang einmal in jeder Sekunde wiederholt.</i>
<i>Obereinheit:</i>	<i>1 kHz = 1000 Hz</i>
<i>Messgeräte:</i>	<i>keine einfachen</i>

Energie (Arbeitsfähigkeit)	
<b>Formelzeichen:</b>	<b>E</b>
<b>Einheit:</b>	<b>1 J („Joule“)</b>
<i>Definition:</i>	<i>1 J ist die Energie, die man braucht, um eine Tafel Schokolade 1m hoch zu heben.</i>
<i>Obereinheit:</i>	<i>1 kJ = 1000 J 1 kcal = 4184 J (veraltet)</i>
<i>Messgeräte:</i>	<i>keine</i>

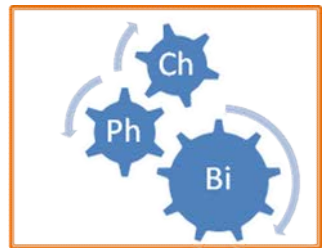
Temperatur	
<b>Formelzeichen:</b>	<b>T</b>
<b>Einheit:</b>	<b>1 °C</b>
<i>Definition:</i>	<i>1 °C ist ein Hundertstel des Temperaturunterschiedes zwischen gefrierendem und verdampfendem Wasser</i>
<i>Messgeräte:</i>	<i>Thermometer</i>



**Hinweis:**

Physikalisch ist T das Symbol für Temperaturen in der Einheit 1K (Kelvin), das Symbol für die Celsius-Temperatur ist der griechische Buchstabe „Theta“. Auf diese Unterscheidung kann hier aber verzichtet werden.





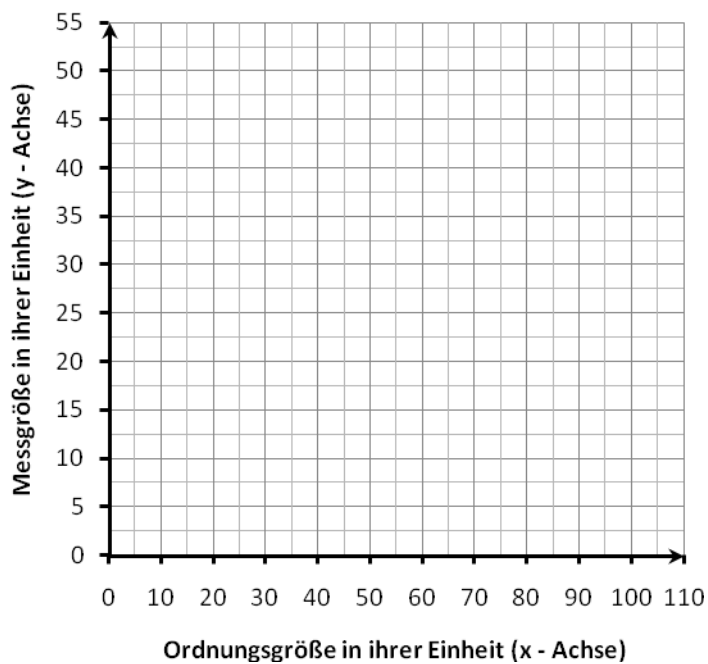
## Diagramme

Bei der Auswertung quantitativer Messreihen sind **Diagramme** neben den Tabellen die wichtigsten Hilfsmittel. Sie erlauben dem geübten Betrachter den Informationsgehalt einer gesamten Messreihe auf einen Blick zu erfassen.

Mit der Einführung der computergestützten Datenerfassung haben sich eine Vielzahl von neuen, oft sehr speziellen Diagrammtypen entwickelt, die allesamt die wichtigste Voraussetzung für den Gebrauch in Klassenstufe 5 nicht erfüllen: man kann sie nicht **von Hand erzeugen**.

Mit vertretbarem Aufwand lässt sich nur ein einziger Diagrammtyp von den Schülerinnen und Schülern selbst erzeugen:

- **Das xy-Diagramm (kartesisches Diagramm)**

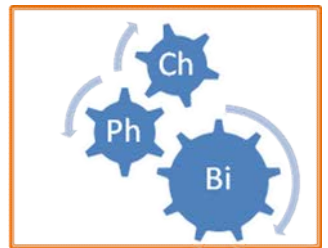


Achten Sie darauf, dass die Schülerinnen und Schüler die Pfeile an die Achsen anbringen und vor allem immer die **Skalierung lückenlos und äquidistant** machen.

Im Gegensatz zur Mathematik, wo  $x$  und  $y$  immer reine Zahlen sind, haben  $x$ - und  $y$ -Achse in den Naturwissenschaften bei jeder Auswertung verschiedene Bedeutungen. Eines der wichtigsten Lernziele ist deshalb die **Achsenbeschriftung mit der Messgröße und der Einheit**, in der sie gemessen wurde.

Ein ewiger Streitpunkt bei Schülerinnen und Schülern ist die Frage, was denn die Größe auf der  $x$ -Achse und was die Größe auf der  $y$ -Achse ist. Hier gilt:

Auf der  $x$ -Achse wird immer die Größe aufgetragen, die der Experimentator selbst eingestellt oder festgelegt hat, die sogenannte **Ordnungsgröße**.



## Diagramme

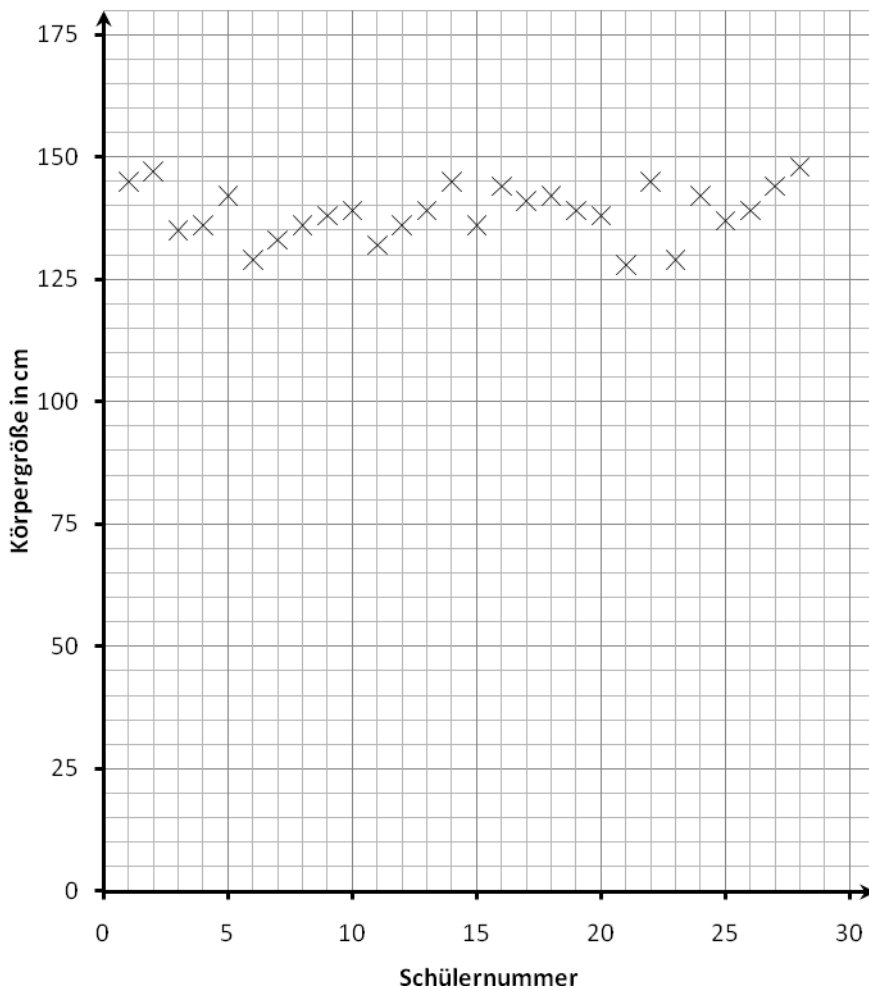
Auf der y-Achse wird die Größe aufgetragen, die in Abhängigkeit von der Ordnungsgröße gemessen wurde, die sogenannte **Messgröße**.

Beispiel 1: Körpergrößen

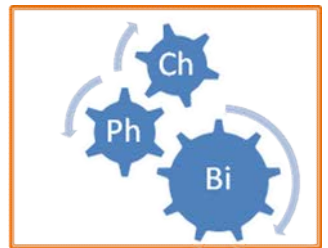
**Datenquelle:**

Schülernummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...
Körpergröße in cm	145	147	135	136	142	129	133	136	138	...

**Körpergröße in Abhängigkeit von der Schülernummer (Punktdiagramm):**

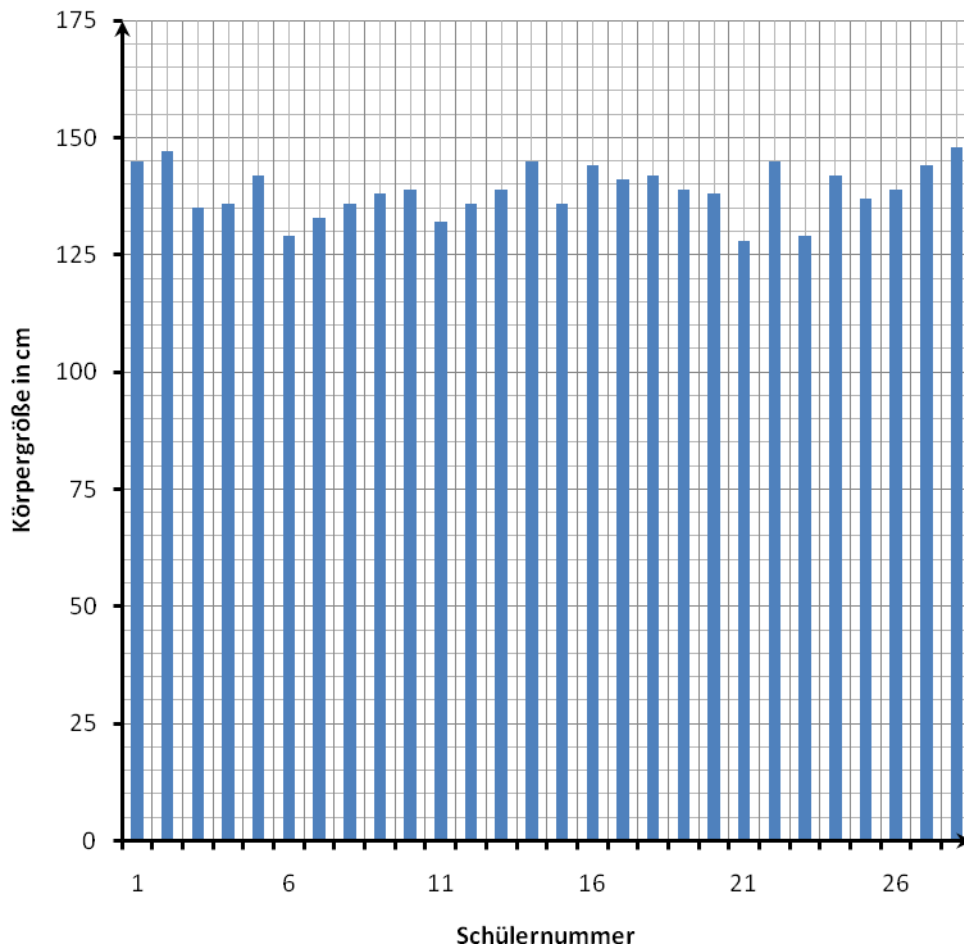


Die Werte wurden hier als Punkte (eigentlich Kreuze) eingezeichnet, deshalb nennt man dieses Diagramm auch **Punktdiagramm**. Denselben Inhalt kann man auch als **Säulendiagramm** darstellen, der Unterschied ist rein ästhetischer Natur.



## Diagramme

### Körpergröße in Abhängigkeit von der Schülernummer (Säulendiagramm):



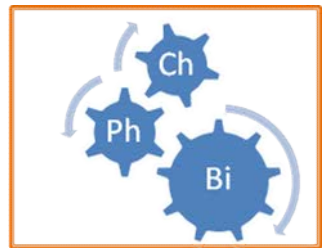
Die dritte Darstellungsart, neben Punkt- und Säulendiagramm, ist das **Liniendiagramm**, bei dem die Messwerte als Punkte auf oder nahe bei einer Messkurve interpretiert werden. Diese Darstellungsart darf aber nur gewählt werden, wenn die Ordnungsgröße eine kontinuierliche Größe ist, z.B. bei Messungen in Abhängigkeit von der Zeit. Da es keine Schülerin und keinen Schüler mit einer Nummer zwischen 1 und 2 gibt, darf man also auch keine Linie dort einzeichnen. Bitte unterbinden Sie unbedingt das falsche Linienzeichnen. Ein sinnvolles Beispiel für ein Liniendiagramm ist das folgende:

Beispiel 2: Abkühlung einer Wasserportion

#### Datenquelle:

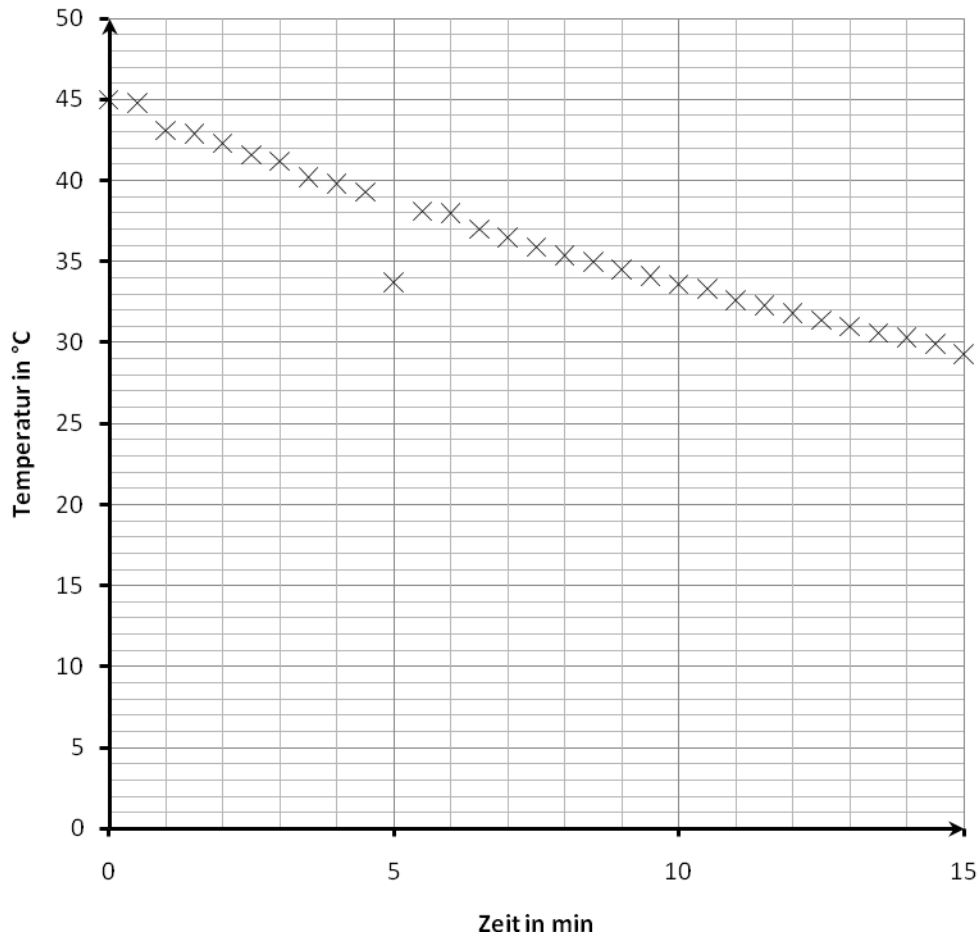
Zeit in min	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	...
Temperatur in °C	45	44,8	43,1	42,9	42,3	41,6	41,2	40,2	39,8	...





## Diagramme

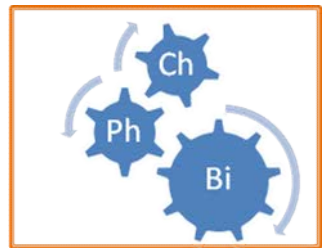
### Temperatur in Abhängigkeit von der Zeit (Punktdiagramm):



Schon im Punktdiagramm erkennt man hier einen offensichtlichen **Messfehler** (bei  $t = 5$  min). Wecken Sie bei solchen Gelegenheiten eine altersgemäße Einsicht in die mögliche Quellen für Fehler (Schreib- und Ablesefehler, Ungenauigkeit der Messgeräte, mangelnde Kontrolle der Versuchsbedingungen, ...). Dazu gehört die Einsicht, dass man im Nachhinein die Fehlerquelle (meist) nicht mehr herausfinden, geschweige denn beseitigen kann.

Unbedingt sollten Sie die **Wiederholung unter gleichen Bedingungen** als Ausweg aufzeigen. Nur wenn diese (prinzipiell) möglich ist, verdient das Experiment den Namen wissenschaftlich.

Da im obigen Beispiel die Zeit als Ordnungsgröße kontinuierlich ist, kann man versuchen, die nicht gemessenen Zwischenwerte zu erraten und das Punktdiagramm mit einer **Messkurve (Liniendiagramm)** zu ergänzen. Eine solche Messkurve muss ein paar einfache Bedingungen erfüllen:

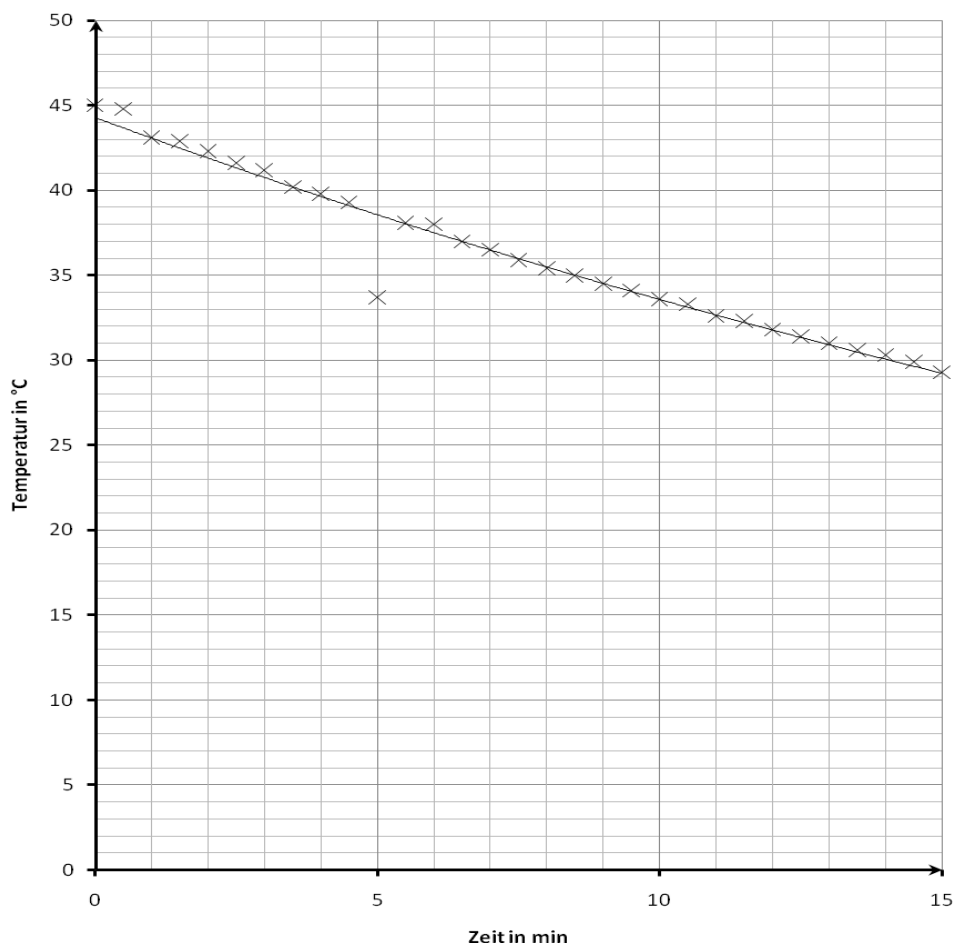


## Diagramme

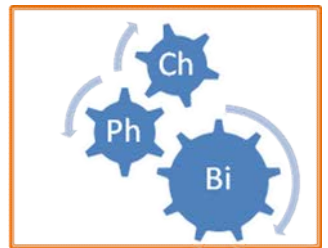
- Sie **ignoriert** Messpunkte mit großen **Fehlern**.
- Sie geht durch möglichst viele gültige Messpunkte.
- Sie geht an allen **gültigen Messpunkten möglichst nah** vorbei.
- Sie ist **glatt**, hat also keine Sprünge und keine Knicke.
- Sie hat möglichst **wenig Richtungswechsel**.

Für die Schülerinnen und Schüler der Klassenstufe 5 und 6 ist das nur für **lineare Verläufe** sicher zu leisten. Andere Verläufe können nur qualitativ erfasst werden, zum Beispiel mit Begriffen wie fallend/steigend. Die Temperaturkurve im obigen Beispiel ist ein solcher Verlauf (da sie exponentiell abfällt).

### Temperatur in Abhängigkeit von der Zeit (Punkt- und Liniendiagramm):



In Fällen, wo der Verlauf unklar (und auch aus der Theorie unbekannt) ist, sollten sie **im Zweifelsfall auf ein Liniendiagramm verzichten**. Immer falsch sind die **Zickzackdiagramme**, bei denen Messpunkte einfach mit Strecken verbunden werden.



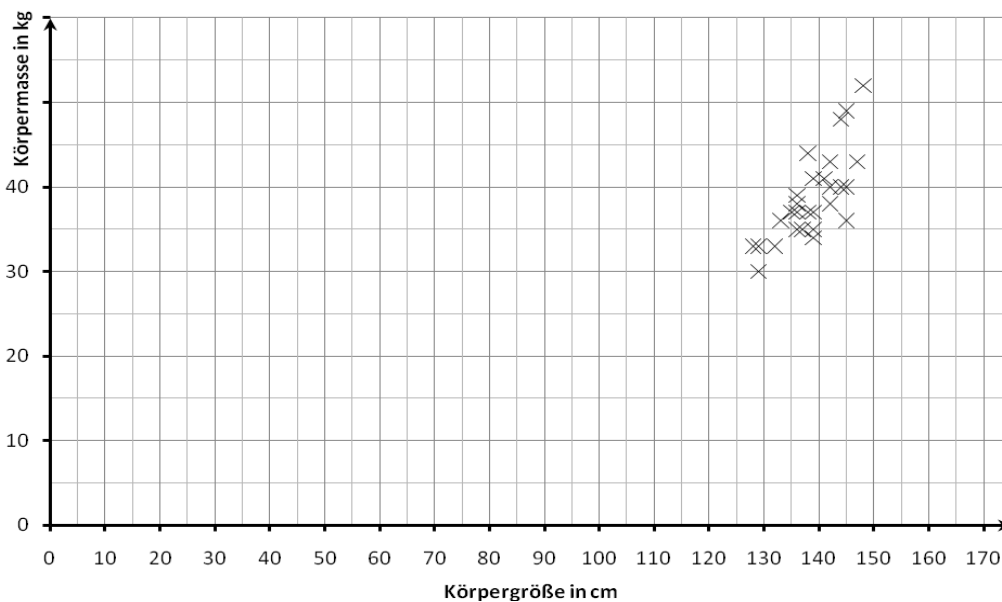
## Diagramme

Beispiel 3: Körpermasse in Abhängigkeit von der Körpergröße:

Datenquelle:

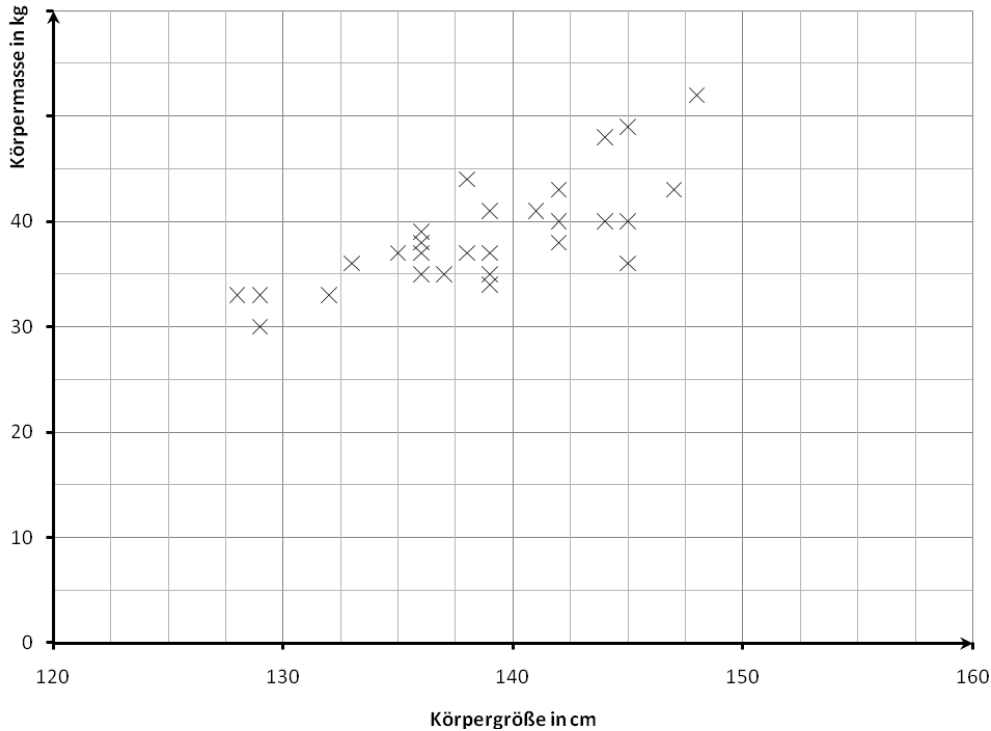
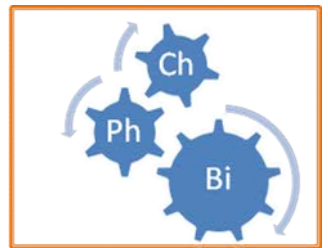
Körpergröße in cm	145	147	135	136	142	129	133	136	138	...
Körpermasse in kg	40	43	37	35	38	33	36	37	44	...

Körpermasse in Abhängigkeit von der Körpergröße (Punktdiagramm):



Die Körpergröße weist nur Werte zwischen 128 cm und 148 cm auf, die Darstellung der Werte von 0 cm an macht keinen Sinn (es gibt ja auch gar keine Menschen der Größe 0 cm) und erschwert das Einzeichnen. Hier kann der **interessante Größenbereich ausgewählt** werden:

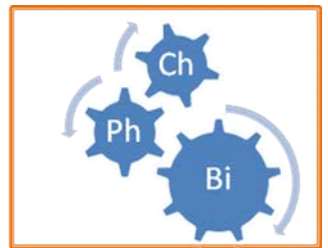
## Diagramme



Für die Schülerinnen und Schüler erschließen sich nun ungefähre (weil statistische) **Trendaussagen** in der „Je-desto-Form“:

- Für die meisten Menschen gilt: je größer ein Mensch, desto schwerer ist er auch.

Vielleicht kommt Ihnen hier der Gedanke eine Gerade als Liniendiagramm einzuzichnen? Erinnern Sie sich bitte an die **Warnung!** Die Punktwolke legt das nicht wirklich nahe und es wäre auch ganz und gar falsch. Die Verlängerung der Gerade ergäbe ein Gewicht von 0 kg für Kinder knapp unter 1m.



## Diagramme

Eine besondere Art von Diagramm ist das **Häufigkeitsdiagramm**, es wird gerade in der Biologie überall dort angewandt, wo man sich nicht für die Abhängigkeit einer Größe interessiert, sondern für die statistische Verteilung der Messwerte.

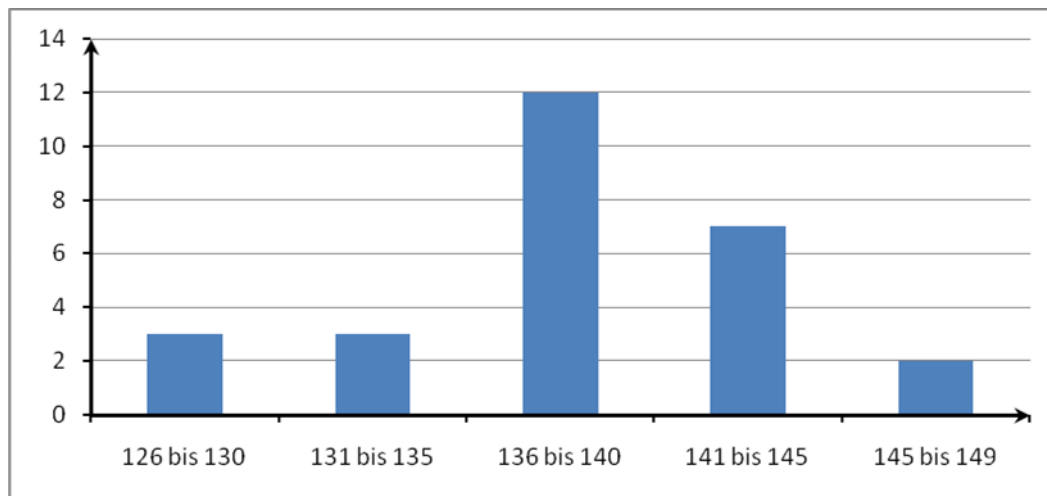
Man geht von der sogenannten **Urtabelle** aus, die die eigentliche Messung repräsentiert, zum Beispiel die Körpergrößen der Schülerinnen und Schüler der Klasse.

<b>Schülernummer</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...
<b>Körpergröße in cm</b>	145	147	135	136	142	129	133	136	138	...

Die Messwerte umfassen einen Bereich, hier Körpergrößen von 128 cm bis 148 cm. Zur Häufigkeitsanalyse teilt man diesen Bereich in gleich große Unterbereiche, zum Beispiel

<b>Größenbereich in cm</b>	125 bis 129	130 bis 134	135 bis 139	140 bis 144	145 bis 149
<b>Häufigkeit</b>	3	3	12	7	2

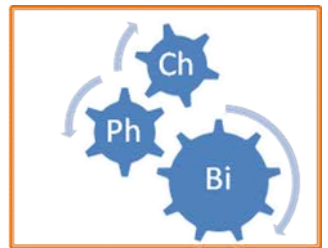
### Häufigkeitsdiagramm für die Körpergrößen



Bei hinreichend großen Stichproben sollte sich für biologische Systeme immer näherungsweise eine Normalverteilung ergeben, im Häufigkeitsdiagramm ersichtlich durch die charakteristische Glockenkurve. Für Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen 5 und 6 bleibt davon die **qualitative Erkenntnis**:

- Mittlere Werte kommen häufiger vor als besonders große oder besonders kleine Werte.

## Längen- und Massenbestimmungen



Massen- und Längenmessungen bieten sich bei der Behandlung des menschlichen Körperbaus in idealer Weise an. Die nötigen **Messgeräte** (Waage und Zollstock) finden sich in jedem Haushalt und der Umgang mit ihnen muss nicht problematisiert werden. Die zeitaufwändige **Durchführung** der Messungen kann deshalb sogar als Hausaufgabe gestellt werden.

Erheben Sie **freiwillig und anonym** folgende Daten für alle Schülerinnen und Schüler der Klasse (und für Sie selbst):



### Hinweis:

Viele der früher gebräuchlichen und einige der heutigen Längeneinheiten basieren auf Körpermaßen: Fuß, Elle, Inch, röm. Passus ...



### Hinweis:

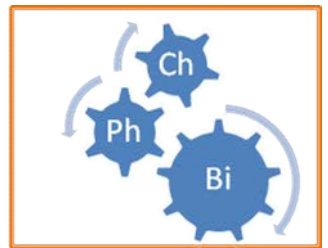
Die anonyme Erhebung schützt Kinder, die aus der Körpernorm fallen, zumindest etwas vor der Häme ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler.

Schülernummer	
<b>Geschlecht:</b>	m oder w
<b>Körpermasse:</b>	in kg
<b>Körpergröße:</b>	in cm
<b>Alter:</b>	<i>in Jahren</i>
<b>Länge von Körperteilen:</b>	<i>in cm</i>
<i>z.B.: Ober- und Unterarm, Hand, Ober- und Unterschenkel, Fuß, Kopf, ...</i>	
<b>Länge und Lage von Gesichtsteilen:</b>	<i>in cm</i>
<i>z.B.: Augenabstand, Nasenlänge, ...</i>	
... ..	

Die **Längenmessungen** sollten in jedem Fall im Zusammenhang mit der Behandlung des Skelettes erfolgen.

Die **Massenbestimmung** kann auch später im Zusammenhang mit der gesunden Ernährung nachgetragen werden. Klären Sie an dieser Stelle den Unterschied von Alltagssprache und Fachsprache. **Gewicht und Masse** wird im Alltag synonym gebraucht, streng genommen ist aber (fast) immer die Masse gemeint. Im naturwissenschaftlichen Unterricht ist der bewusste Gebrauch der Fachsprache Unterrichtsziel, also sprechen Sie bitte konsequent von der Körpermasse (statt vom Körpergewicht).

## Längen- und Massenbestimmungen



Zur **Auswertung** der Messungen lassen Sie die Schülerinnen und Schüler eine erste **Tabelle** anlegen, die nur wenige, ausgewählte Daten enthält. In den Spalten werden die erhobenen Daten (Schülernummer, Geschlecht, Körpermasse in kg, Körpergröße in cm) aufgeführt. Achten Sie darauf, dass Messgrößen mit ihren Einheiten in der Kopfzeile angegeben werden. Jede Zeile bildet einen Datensatz.

Schülernummer	Geschlecht	Körpermasse in kg	Körpergröße in cm
1	m	41	145
2	m	43	156
3	w	37	135
4	m	39	141
5	w	38	144
6	w	35	129
7	w	42	133

Zum Vergleich des einzelnen mit der Klasse werden **Mittelwerte** gebildet, und zwar für die ganze Klasse und für Mädchen und Jungen getrennt.

$$\text{Mittelwert} = \frac{\text{Summe aller Einzelwerte}}{\text{Anzahl der Werte}}$$

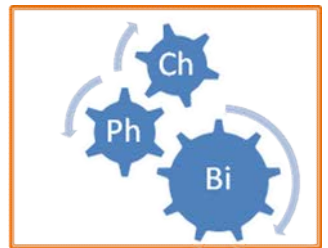
Zur Berechnung wird als Hilfsmittel der **Taschenrechner** herangezogen. Dieser liefert für die Mittelwerte im allgemeinen **Kommazahlen mit vielen Nachkommastellen**. Diese Werte müssen gerundet werden! Die Anzahl der Stellen gibt die **Genauigkeit** an, mit der die Messwerte ermittelt wurden. Da Mittelwerte (statistisch meist) eine höhere Genauigkeit aufweisen als die Einzelmessungen sollten die Schülerinnen und Schüler auf eine Nachkommastelle **runden**. Fragen Sie ihren Mathematikkollegen, ob das Runden schon behandelt wurde, andernfalls müssen Sie die Rundungsregeln (nachfolgende Stelle 0 .. 4: abrunden, 5 .. 9: aufrunden) angeben.

Es sollten sich übrigens kaum ein (signifikanter) Unterschied für die Körpergrößen und nur ein zarter Hinweis auf die schnellere Entwicklung der Mädchen bei den Körpermassen zeigen, wie man der Statistik entnehmen kann:



### Vorschlag:

Wenn Sie oder einer Ihrer Kollegen jetzt in ITG einsteigen möchten, so bietet sich hier eine hervorragende Möglichkeit, ein **Tabellenkalkulationsprogramm** Ihrer Wahl einzuführen.



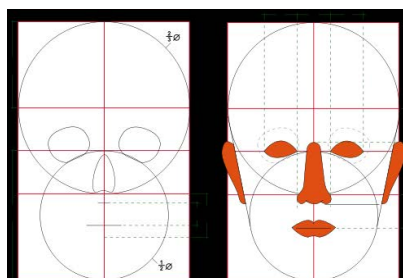
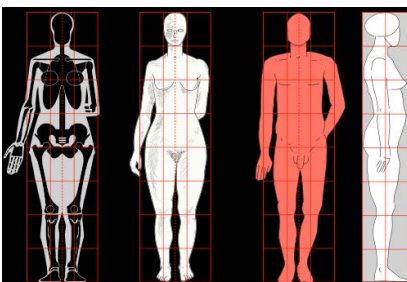
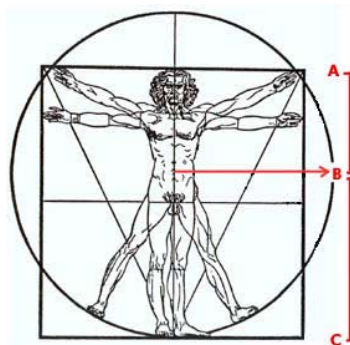
## Längen- und Massenbestimmungen

Alter in Jahren	Körpergröße Jungen in cm	Körpergröße Mädchen in cm	Körpermasse Jungen in kg	Körpermasse Mädchen in kg
8	128	128	26,9	26,8
9	133	133	29,6	29,8
10	138	138	33,5	34,5
11	143	142	37,1	38,8
12	147	149	45,1	43,7

Quelle: Forschungsinstitut für Kinderernährung, fkd-do.de, Dortmund 2004

Die tabellarische Auswertung und Mittelwertbildung der **übrigen erhobenen Daten** kann analog in Gruppen oder als Hausaufgabe erfolgen. („Wie lang sind unsere Nasen?“)

Falls sie alle wichtigen Körperteile erfasst haben, können Sie (müssen aber natürlich nicht) auch ein verkleinertes **Menschenmodell** zeichnen lassen – falls Sie selbst keine Lust dazu haben, vielleicht will ja der Kunstlehrer mit Ihnen kooperieren? Dort hat das Erfassen von Körperproportionen Tradition:



Bilder entnommen: <http://de.wikipedia.org/wiki/Körperproportionen>

Als Abschluss sollten die Schüler/innen **mindestens eines der u.g. Diagramme** erstellen.

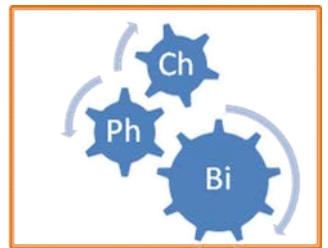
- Häufigkeitsdiagramm für Körpermassen
- Häufigkeitsdiagramm für Körpergrößen
- Punktdiagramm für Körpermasse in Abhängigkeit von der Körpergröße

Beachten Sie die **gesonderte Handreichung** zu den Diagrammen.



# Nachweis der Zusammensetzung eines Knochens

## Knochen in Salzsäure



### Fragestellung:

- Aus welchen Baumaterialien besteht ein Knochen und welche Eigenschaften besitzen sie?

### Material:

- 2 saubere Hähnchenknochen
- Becherglas mit Deckel
- 10%ige Salzsäure
- Zange
- Schutzbrille

### Ablauf:

- Am ersten Tag wird ein Knochen in die verdünnte Salzsäure eingelegt.
- In der nächsten Stunde wird der eingelegte Knochen abgespült, auf seine Festigkeit untersucht und mit dem nicht eingelegten Knochen verglichen.

### Beobachtung:

- Der präparierte Knochen ist biegsam wie Gummi.

### Ergebnis:

- Die Salzsäure entzieht dem Knochen eine Substanz, die ihm Festigkeit verleiht.
- Diese Substanz nennt man Knochenerde.
- Übrig bleibt der biegsame Knochenknorpel.

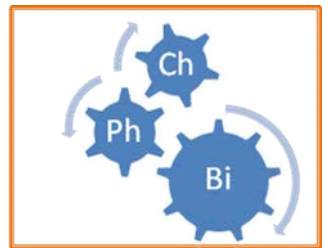


### Hinweis:

Für die Durchführung brauchen Sie 2 Tage.

# Nachweis der Zusammensetzung eines Knochens

## Ausglühen eines Knochens



### Fragestellung:

- Aus welchen Baumaterialien besteht ein Knochen und welche Eigenschaften besitzen sie?

### Material:

- Zwei saubere Hähnchenknochen
- Bunsenbrenner
- Tiegelzange
- Schutzbrille
- Petrischale

### Ablauf:

- Ein Hähnchenknochen wird mit der Tiegelzange in die Bunsenbrennerflamme gehalten und ausgeglüht.
- Anschließend wird er zum Abkühlen in eine Petrischale gelegt.
- Der ausgeglühte Knochen wird auf seine Festigkeit untersucht und mit dem nicht ausgeglühten Knochen verglichen

### Beobachtung:

- Rauchentwicklung, z.T. Flammenbildung
- Schwarzfärbung
- Der Knochen ist viel spröder geworden und kann leicht zerbröseln werden.

### Ergebnis:

- Durch das Verbrennen sind dem Knochen die Anteile entzogen worden, die ihn biegsam machen (Knochenknorpel).
- Übrig bleibt der kalkartige Anteil, der dem Knochen Festigkeit verleiht (Knochenerde).



### Wichtig!

Der Versuch entwickelt erheblichen Gestank. Deshalb unter dem Abzug oder im Freien durchführen.

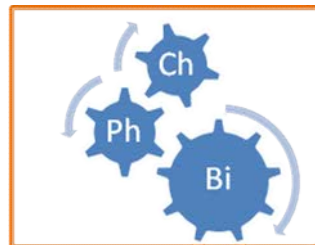


### Vorschlag:

Zum Vergleich bietet sich das Brennen von Kalkstein an. Dazu ist eine höhere Temperatur erforderlich.

# Nachweis von Nährstoffen – Versuchsreihe

## Stärkenachweis



### Fragestellung:

- Wie kann man Stärke nachweisen?

### Material:

- Spatel
- lösliche Stärke
- Reagenzglas
- Wasser
- Lugol-Lösung (Iod-Kaliumiodidlösung)

### Ablauf:

- Eine Spatelspitze lösliche Stärke wird in ein Reagenzglas gebracht, das ca. 3 cm hoch mit Wasser gefüllt ist.
- Durch kräftiges Schütteln des Reagenzglases wird Stärke in Wasser gelöst.
- Anschließend werden einige Tropfen der gelbbraunen Lugol-Lösung zugegeben.

### Beobachtung:

- Die Lösung verfärbt sich dunkelblau bis schwarz.

### Ergebnis:

- Lugol-Lösung verfärbt Stärke dunkelblau bis schwarz.



#### Wichtig!

Um eine deutliche Verfärbung zu erhalten, sollte man die lichtempfindliche Lösung in braunen Glasflaschen aufbewahren oder frisch ansetzen (5g Kaliumiodid in 1l Leitungswasser lösen. Nach vollständiger Auflösung gibt man 1g Iod zu und rührt erneut um).

Um die Löslichkeit der Stärke zu erhöhen, empfiehlt es sich das Wasser zu erhitzen.

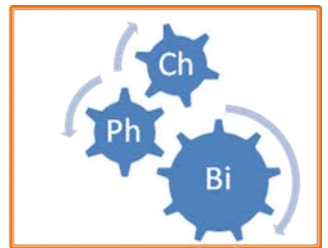


#### Wichtig!

**Iod-Kaliumiodid-lösung ist aus Kleidung nur sehr schwer auswaschbar!**

## Nachweis von Nährstoffen – Versuchsreihe

### Stärke in Lebensmitteln



#### Fragestellung:

- Welche Lebensmittel enthalten Stärke?

#### Material:

- Lugol-Lösung (Iod-Kaliumiodidlösung)
- verschiedene Lebensmittel

#### Ablauf:

- Lugol-Lösung wird auf die vorbereiteten Lebensmittel getropft.

#### Beobachtung:

- Manche Lebensmittel verfärben sich nicht.
- Andere Lebensmittel verfärben sich.

#### Ergebnis:

- Stärke ist z.B. in Äpfeln und Kopfsalat nicht nachweisbar.
- Stärke ist z.B. in Kartoffeln, Bananen, Nudeln, Weißbrot und gekochtem Reis nachweisbar.



#### Vorschlag:

Die Schülerinnen und Schüler können von zu Hause Lebensmittel mitbringen. Im Prinzip sind alle Lebensmittel geeignet. Sie sollten aber dafür sorgen, dass auch genügend stärkehaltige darunter sind.

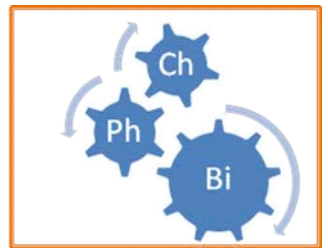


#### Vorschlag:

Die Beobachtungen können von den Schülerinnen und Schülern in Form einer Tabelle notiert werden.

# Nachweis von Nährstoffen – Versuchsreihe

## Eiweißnachweis



### Fragestellung:

- Wie kann der Grundnährstoff Eiweiß nachgewiesen werden?

### Material:

- Hartgekochtes Ei
- konzentrierte Salpetersäure
- Glaspipette
- Schutzbrille

### Ablauf:

- Auf das hartgekochte Eiklar werden mit Hilfe der Glaspipette einige Tropfen konzentrierte Salpetersäure aufgebracht.

### Beobachtung:

- Es tritt Gelbfärbung auf.

### Ergebnis:

- Konzentrierte Salpetersäure färbt eiweißhaltige Stoffe gelb.



### Wichtig!

Nur als Demonstrationsversuch durch die Lehrkraft!

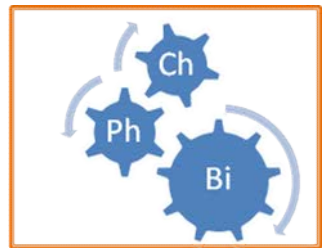


### Hinweis:

Die, meist unfreiwillige, Gelbfärbung der Haut beim Kontakt mit konzentrierter Salpetersäure beruht auf dem gleichen Vorgang.

## Nachweis von Nährstoffen – Versuchsreihe

### Eiweiß in Lebensmitteln



#### Fragestellung:

- Welche Lebensmittel enthalten Eiweiß?

#### Material:

- konzentrierte Salpetersäure
- Glaspipette
- verschiedene Lebensmittel
- Schutzbrille

#### Ablauf:

- Auf die zu testenden Lebensmittel werden mit Hilfe der Glaspipette einige Tropfen der konzentrierten Salpetersäure aufgebracht.

#### Beobachtung:

- Einige Lebensmittel verfärben sich, andere Lebensmittel verfärben sich nicht.

#### Ergebnis:

- Eiweiß ist z.B. in Eiklar, Vollmilch, Tofu, hellem Fleisch und Fisch nachweisbar.
- Eiweiß ist z.B. in Äpfeln und Kopfsalat nicht nachweisbar.



#### Wichtig!

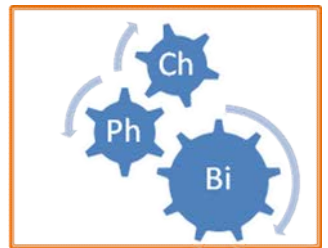
Nur als Demonstrationsversuch durch die Lehrkraft!



#### Hinweis:

Nur wenige Lebensmittel zeigen sofort eine deutliche Reaktion, dies sind z.B. Eiklar, gekochtes Hähnchenfleisch und Tofu.

Bei anderen eiweißhaltigen Lebensmitteln treten mitunter Wartezeiten von mehreren Minuten auf, bis die Gelbfärbung eintritt.



# Nachweis von Nährstoffen – Versuchsreihe

## Fettnachweis

### *Fragestellung:*

- Wie kann man Fette nachweisen?

### *Material:*

- Wasser
- Butter
- Zeitungs- oder Filterpapier

### *Ablauf:*

- Ein Tropfen Wasser und etwas Butter werden nebeneinander auf das Papier aufgebracht.
- Die entstehenden Flecke werden mit Hilfe eines Bleistiftes umrandet.
- Das Papier wird gegen das Licht gehalten, sobald das Wasser verdunstet ist.

### *Beobachtung:*

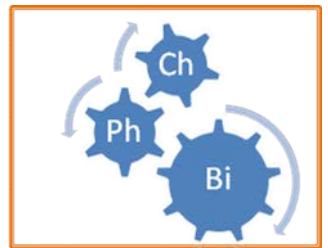
- Der Wasserfleck trocknet und verschwindet.
- Das Papier bleibt an der Stelle des Fettflecks durchscheinend.

### *Ergebnis:*

- Fettflecken erkennt man auf Papier, das an dieser Stelle durchscheinend ist.

# Nachweis von Nährstoffen – Versuchsreihe

## Fett in Lebensmitteln



### Fragestellung:

- Welche Lebensmittel enthalten Fett?

### Material:

- Wasser
- Zeitungs- oder Filterpapier
- verschiedene Lebensmittel

### Ablauf:

- Die Schülerinnen und Schüler drücken oder reiben verschiedene Lebensmittel auf das Papier.
- Nach Entfernen der Lebensmittelreste wird der entstandene Fleck direkt mit Hilfe eines Bleistifts umkreist.
- Ein Tropfen Wasser wird ebenfalls auf das Papier aufgebracht.
- Wenn der Wasserfleck getrocknet ist, wird das Papier gegen das Licht gehalten.

### Beobachtung:

- Die Schülerinnen und Schüler notieren diejenigen Lebensmittel, bei denen ein durchscheinender Fleck entstanden ist und diejenigen, bei denen das nicht der Fall ist.

### Ergebnis:

- Fett ist z.B. in Äpfeln und Brot nicht nachweisbar.
- Fett ist z.B. in Milch, Wurst, Käse, Erdnüssen und Kuchen nachweisbar.



#### Vorschlag:

Viele geeignete Lebensmittel finden sich als „Pausenbrot“.

Sie können aber auch als Hausaufgabe stellen, Lebensmittel mitzubringen, in denen die Schülerinnen und Schüler Fett als Bestandteil vermuten.



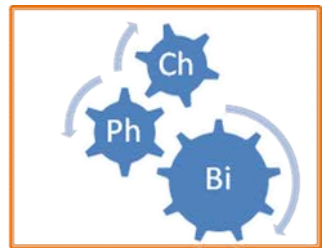
#### Vorschlag:

Sie können auch eine qualitative Auswertung hinsichtlich des Fettgehalts der Lebensmittel versuchen. Der Fettgehalt korreliert einigermaßen mit dem Grad des „Auslaufens“ des Flecks.



# Zusammensetzung der Luft – Versuchsreihe 1

## Nachweis von Sauerstoff



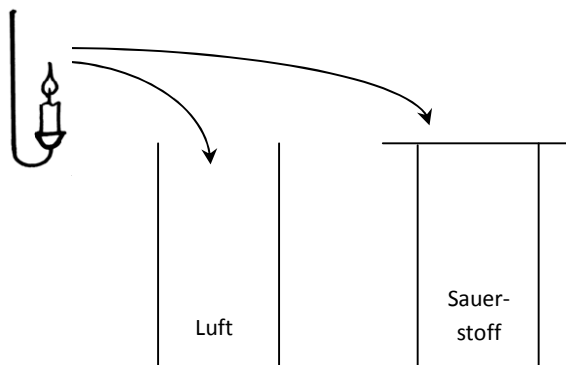
### Fragestellung:

- Wie ist die Luft zusammengesetzt?

### Material:

- eine Kerze auf einem Verbrennungslöffel oder auf einer ähnlichen Halterung
- 2 Standzylinder, davon einer mit reinem Sauerstoff gefüllt

### Ablauf:



### Beobachtung:

- Die Kerze brennt in dem Behälter mit Luft normal weiter, in dem Behälter mit Sauerstoff läuft eine viel heftigere Verbrennung ab.

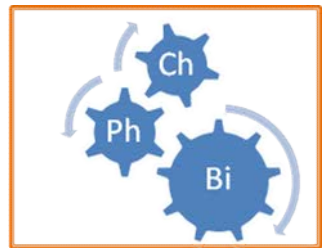
### Ergebnis:

- Bei einer Verbrennung wird Energie (Wärme) freigesetzt.
- Sauerstoff fördert die Verbrennung.
- Das helle Aufleuchten der Kerze dient als Nachweis für die Anwesenheit von reinem Sauerstoff.
- In der Luft muss noch ein anderes Gas vorhanden sein, das den Sauerstoff „verdünnt“, weil die Verbrennung viel langsamer abläuft. Dieses unbekannte Gas, mit dem der Sauerstoff in der Luft „verdünnt“ wird, heißt Stickstoff.
- Luft ist ein Gasgemisch, dessen Hauptbestandteile Sauerstoff und Stickstoff sind.



### Wichtig:

Zur Zusammensetzung der Luft gibt es zwei alternative Versuchsreihen, deren Versuche jeweils aufeinander aufbauen und sich deshalb kaum sinnvoll mischen lassen.



# Zusammensetzung der Luft – Versuchsreihe 1

## Nachweis von Stickstoff

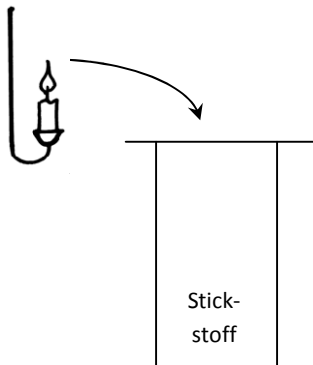
### *Fragestellung:*

- Wie ist die Luft zusammengesetzt?

### *Material:*

- eine Kerze auf einem Verbrennungslöffel oder auf einer ähnlichen Halterung
- Standzylinder, mit reinem Stickstoff gefüllt

### *Ablauf:*



### *Beobachtung:*

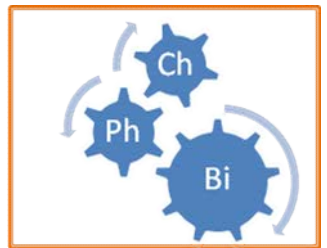
- Die Kerze erlischt.

### *Ergebnis:*

- Stickstoff kann eine Kerzenflamme ersticken.
- In reinem Stickstoff ist keine Verbrennung und somit auch keine Atmung möglich.

# Zusammensetzung der Luft – Versuchsreihe 1

## Nachweis von Kohlenstoffdioxid in der Atemluft



### Fragestellung:

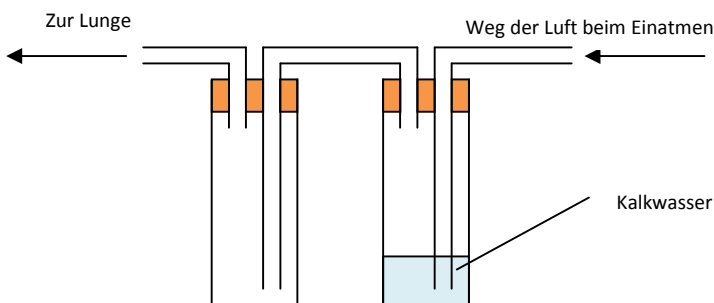
- Wie ist die Atemluft zusammengesetzt?

### Material:

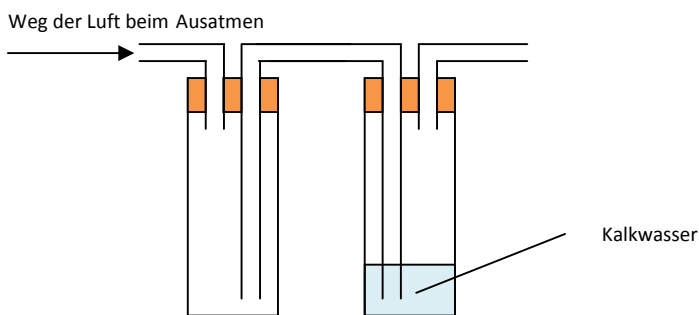
- 4 Waschflaschen mit Schlauchverbindungen
- Kalkwasser

### Ablauf:

- Teil 1: Einatmen durch Kalkwasser



- Teil 2: Ausatmen durch Kalkwasser



### Beobachtung:

- Einatmen: Keine Beobachtung (Siehe Hinweis!)
- Ausatmen: Nach wenigen Sekunden, spätestens nach einigen Wiederholungen, erkennt man eine Trübung bzw. einen weißen Niederschlag.

### Ergebnis:

- Das Gas Kohlenstoffdioxid verursacht eine Trübung im Kalkwasser.
- Während die eingeatmete Luft nur sehr wenig Kohlenstoffdioxid enthält, ist die Ausatemluft mit diesem Stoff angereichert. Er entsteht als Endstoff bei der Zellatmung.



#### Hinweis:

Kalkwasser bezeichnet die gesättigte wässrige Lösung von Kalziumhydroxid  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .



#### Hinweis:

Die Luft wird beim Einatmen durch eine Waschflasche mit (gesättigtem) Kalkwasser geführt. Die 2. Waschflasche soll verhindern, dass Kalkwasser mit angesaugt wird.

Auch beim Ausatmen ist eine zweite, vorgeschaltete Waschflasche empfehlenswert, damit es nicht (bei versehentlichem Einatmen) zum Kontakt mit Kalkwasser kommen kann.

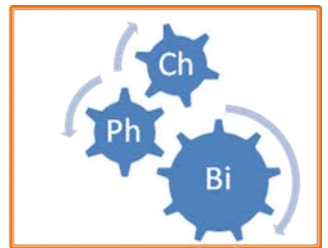


#### Hinweis:

Kohlenstoffdioxid ist in der Luft in so geringen Mengen vorhanden, dass eine Trübung erst nach längerem Einleiten von Luft in Kalkwasser möglich ist.

## Zusammensetzung der Luft – Versuchsreihe 2

### Luft als Gasgemisch



#### Fragestellung:

- Wie ist die Luft zusammengesetzt?

#### Material:

- Glaswanne mit Wasser
- Teelicht
- Becherglas
- Streichhölzer

#### Ablauf:

- In der halb mit Wasser gefüllten Glaswanne lässt man ein brennendes Teelicht schwimmen. Ein ausreichend großes Becherglas wird darüber gestülpt.

#### Beobachtung:

- Die Kerze erlischt nach einigen Sekunden.

#### Ergebnis:

- Luft enthält einen Stoff, den die Kerze zum Brennen braucht.
- Ein anderer Teil der Luft erstickt die Flamme.



#### Hinweis:

Das Becherglas sollte so groß sein, dass die Kerze darunter etliche Sekunden lang brennen kann.

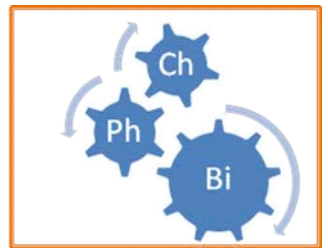


#### Hinweis:

Bei der Verbrennung ändert sich auch das Volumen des eingeschlossenen Gases. Da der Effekt klein ist und von den Schülerinnen und Schülern kaum wahrgenommen wird, sollten Sie darauf nicht eingehen.

## Zusammensetzung der Luft – Versuchsreihe 2

### Erstickende und brandfördernde Bestandteile



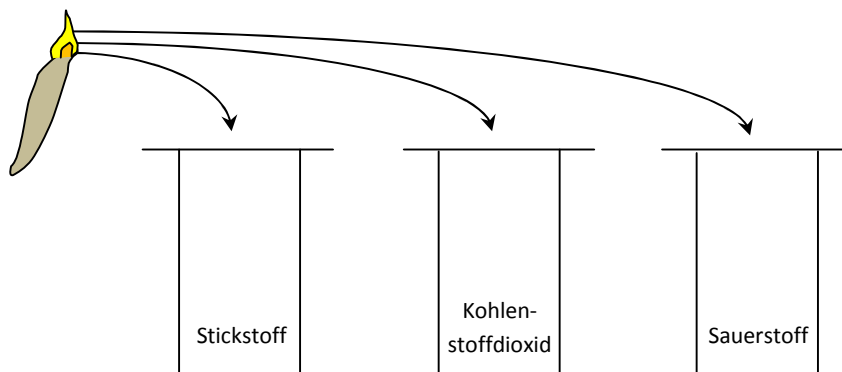
#### Fragestellung:

- Wie lässt sich die brandfördernde bzw. erstickende Wirkung von Gasen nachweisen?

#### Material:

- 3 Standzylinder mit Deckel
- Holzspan
- Stickstoff, Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid

#### Ablauf:



- In die beiden ersten Standzylinder werden brennende Holzspäne getaucht.
- In den dritten Standzylinder mit Sauerstoff taucht man zunächst einen brennenden, dann einen glimmenden Holzspan.

#### Beobachtung:

- In den ersten beiden Standzylindern erlischt die Flamme sofort, im letzten Standzylinder leuchtet die Flamme auf bzw. ein glimmender Holzspan wird unmittelbar entzündet.

#### Ergebnis:

- Es gibt Gase, die Flammen ersticken, andere unterhalten die Verbrennung.
- Luft muss ein Gemisch aus mindestens einem brandfördernden und einem erstickenden Gas sein.
- Die erstickende Wirkung alleine lässt noch keine eindeutige Identifizierung des verwendeten Gases zu.

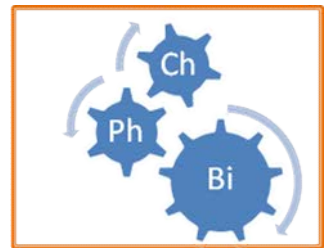


#### Hinweis:

An dieser Stelle müssen Sie als Lehrkraft die Namen der Gase in den Standzylindern angeben.

## Zusammensetzung der Luft – Versuchsreihe 2

### Nachweis von Kohlenstoffdioxid



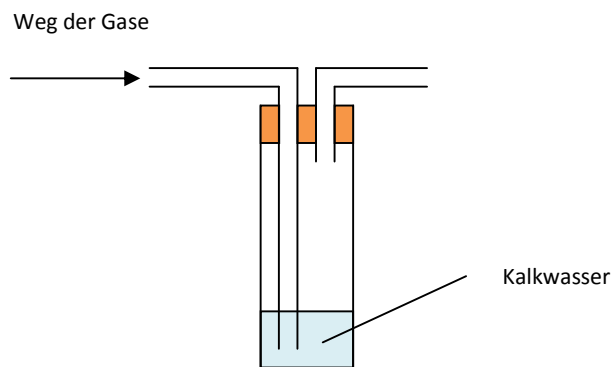
#### Fragestellung:

- Wie lassen sich Stickstoff und Kohlenstoffdioxid unterscheiden?

#### Material:

- 2 Waschflaschen, ca. 1/3 mit Kalkwasser gefüllt

#### Ablauf:



- Man lässt zunächst Stickstoff durch das Kalkwasser der ersten Waschflasche strömen, dann Kohlenstoffdioxid durch die zweite.

#### Beobachtung:

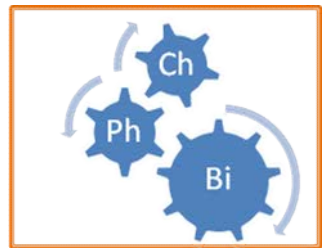
- Nur bei Kontakt mit Kohlenstoffdioxid fällt ein weißer Niederschlag aus.

#### Ergebnis:

- Kalkwasser dient als Nachweis für Kohlenstoffdioxid.

## Zusammensetzung der Luft – Versuchsreihe 2

### Kohlenstoffdioxidanteil der Luft



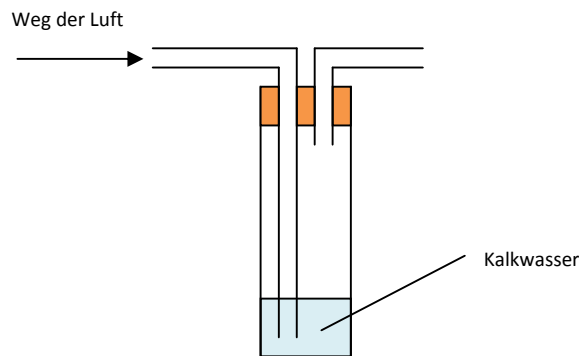
#### Fragestellung:

- Wie ist die Luft zusammengesetzt?

#### Material:

- 1 Waschflasche, ca. 1/3 mit Kalkwasser gefüllt.
- Kolbenprober oder Luftpumpe

#### Ablauf:



- Die Luft wird durch die Waschflasche geleitet.

#### Beobachtung:

- Es tritt keine sichtbare Fällung auf.

#### Ergebnis:

- Luft enthält (fast) kein Kohlenstoffdioxid.
- Der größte Teil des erstickend wirkenden Gasgemisches aus Teil 1 muss Stickstoff sein.
- Luft besteht hauptsächlich aus den Gasen Sauerstoff und Stickstoff.



#### Hinweis:

Die Mengenverhältnisse können angegeben werden. Bedenken Sie dabei, dass Prozentangaben im Fach Mathematik zu diesem Zeitpunkt noch nicht behandelt wurden.

Vielleicht genügt ja auch eine graphische Veranschaulichung der Mengenverhältnisse.

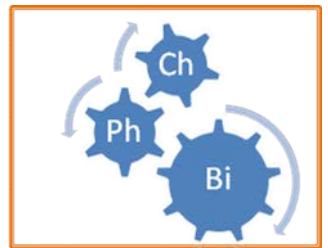


#### Hinweis:

Kohlenstoffdioxid ist in der Luft in so geringen Mengen vorhanden, dass eine Trübung erst nach längerem Einleiten von Luft in Kalkwasser möglich ist.

## Zusammensetzung der Luft – Versuchsreihe 2

### Kohlenstoffdioxid in der Atemluft



#### Fragestellung:

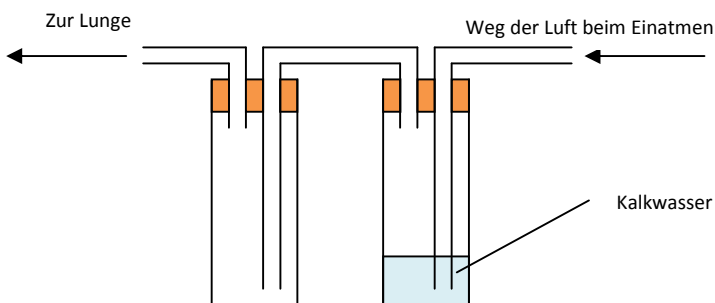
- In welcher Weise unterscheiden sich Ein- und Ausatemluft?

#### Material:

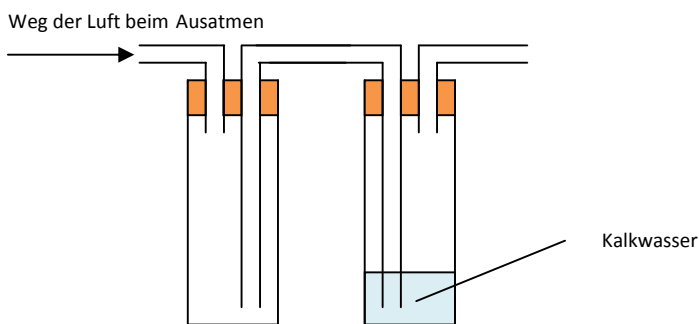
- 4 Waschflaschen mit Schlauchverbindungen
- Kalkwasser

#### Ablauf:

- Teil 1: Einatmen durch Kalkwasser



- Teil 2: Ausatmen durch Kalkwasser



#### Beobachtung:

- Einatmen: Keine Beobachtung (Siehe Hinweis!)
- Ausatmen: Nach wenigen Sekunden, spätestens nach einigen Wiederholungen, erkennt man eine Trübung bzw. einen weißen Niederschlag.

#### Ergebnis:

- Das Gas Kohlenstoffdioxid verursacht eine Trübung im Kalkwasser.
- Während die eingeatmete Luft nur sehr wenig Kohlenstoffdioxid enthält, ist die Ausatemluft mit diesem Stoff angereichert. Er entsteht als Endstoff bei der Zellatmung.



#### Hinweis:

Die Luft wird beim Einatmen durch eine Waschflasche mit gesättigtem Kalkwasser geführt. Die 2. Waschflasche soll verhindern, dass Kalkwasser mit angesaugt wird.

Auch beim Ausatmen ist eine zweite, vorgeschaltete Waschflasche empfehlenswert, damit es nicht (bei versehentlichem Einatmen) zum Kontakt mit Kalkwasser kommen kann.

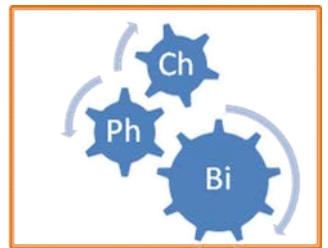


#### Hinweis:

Kohlenstoffdioxid ist in der Luft in so geringen Mengen vorhanden, dass eine Trübung erst nach längerem Einleiten von Luft in Kalkwasser möglich ist.



## Darstellung der Teerstoffe im Zigarettenrauch



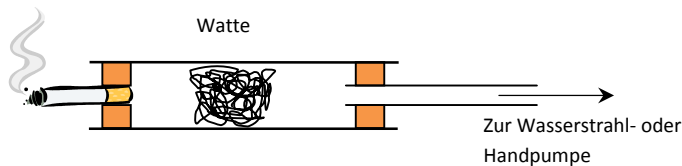
### Fragestellung:

- Warum schadet Rauchen der Lunge?

### Material:

- ein Glasrohr mit Stativ und Halterung
- 2 durchbohrte Stopfen
- Watte
- Wasserstrahl- oder Handpumpe
- Zigarette

### Ablauf:



### Beobachtung:

- Die Watte färbt sich schon nach kurzer Zeit braun. Wenn man sie anschließend aus dem Glasrohr nimmt, macht sich ein unangenehmer Geruch bemerkbar.

### Ergebnis:

- Der Versuch zeigt eindrucksvoll, dass sich beim Rauchen in den zuführenden Luftwegen und der Lunge Teerstoffe ansammeln.

### Hinweise:

- Diese Teerstoffe können in den zuführenden Luftwegen oder der Lunge Krebs auslösen.
- Teerstoffe sind auch dann darstellbar, wenn man eine Zigarette mit Filter verwendet.

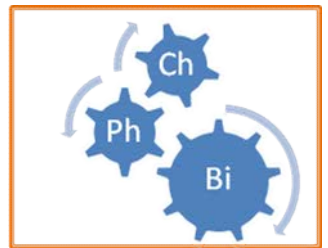


### Vorschlag:

Benutzen Sie beim 1. Durchgang eine filterlose Zigarette oder entfernen Sie den Filter.

Im 2. Durchgang können Sie dann die Wirkung des Filters testen.

## Isolationswirkung von Fell



### Fragestellung:

- Welche Funktion hat das Haarkleid der Säugetiere?

### Material:

- 2 Reagenzgläser mit heißem Wasser
- 2 Thermometer
- 2 Bechergläser
- Isolationsmaterial, z.B. Watte, Wolle oder Fellstücke

### Ablauf:

- Zwei Temperatur-Zeit-Tabellen werden vorbereitet.
- Eines der Reagenzgläser wird in ein leeres Becherglas gestellt, das andere in ein Reagenzglas, das mit Isolationsmaterial gefüllt ist.
- Die Starttemperatur wird festgelegt z.B. auf 70°C.
- In beide Reagenzgläser wird gleich viel Wasser mit einer etwas höheren Temperatur als der festgelegten Starttemperatur eingefüllt.
- Sobald die Starttemperatur erreicht ist, beginnt für das entsprechende Reagenzglas die Messung: 10 – 15 min lang wird jede Minute die Temperatur des Wassers bestimmt und in die zugehörige Tabelle eingetragen.
- Für jede Messreihe wird die Abkühlungskurve in ein gemeinsames Temperatur-Zeit-Diagramm eingetragen.

### Beobachtung:

- Zur jeweils gleichen Zeit liegt die Temperatur im nicht isolierten Reagenzglas unter der im isolierten Reagenzglas.
- Die Abkühlungskurve für das Wasser im nicht isolierten Reagenzglas fällt schneller ab als die im isolierten Reagenzglas.

### Ergebnis:

- Isolationsmaterialien verlangsamen das Abkühlen des Wassers.
- Isolationsmaterialien umschließen möglichst viel Luft.
- In der Natur schützt das Tierfell den Körper gegen Auskühlung.



#### Wichtig:

Es ist wichtig, dass Sie alle Messreihen bei derselben Temperatur starten. Sonst wird die Interpretation der Diagramme zu schwierig.

Für einen gut messbaren Abfall der Abkühlungskurven sollte die Starttemperatur über 50°C liegen, obwohl die Körpertemperatur von Tieren und Menschen darunter liegt.

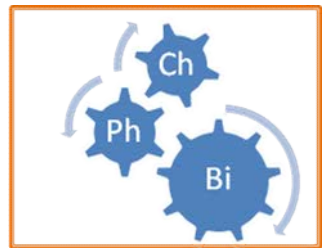


#### Wichtig:

Nehmen Sie sich an dieser Stelle genügend Zeit, die Arbeit mit Tabellen und Diagrammen sinnvoll einzuführen und einzüben.

Gleiches gilt für den Umgang mit dem Messgerät Thermometer.

## Löslichkeit von Stoffen in Wasser



### Fragestellung:

- Welche Stoffe lösen sich in Wasser?

### Material:

- mit Wasser gefüllte Reagenzgläser
- verschiedene Stoffe (Zucker, Salz, Körner von mineralischem Dünger, Kreide, Gips, ...)

### Ablauf:

- Kleine Mengen der einzelnen Stoffproben werden in die mit Wasser gefüllten Reagenzgläser gegeben.
- Die Reagenzgläser werden verschlossen und die Proben gut geschüttelt.

### Beobachtung:

- Zucker, Salz und mineralischer Dünger lösen sich gut in Wasser.
- Kreide und Gips können in Wasser nicht oder nur in sehr geringen Mengen aufgelöst werden.

### Ergebnis:

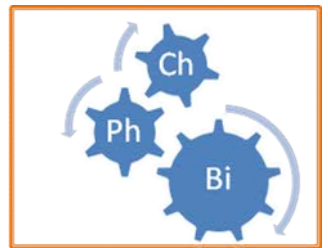
- Es gibt Stoffe, die sich in Wasser lösen (wasserlösliche Stoffe).
- Es gibt Stoffe, die sich in Wasser nicht (oder nur in sehr geringem Maße) lösen (wasserunlösliche Stoffe).



#### Hinweis:

Beim Versuch, mineralischen Dünger zu lösen, sollte kein Langzeitdünger zum Einsatz kommen, da dieser i.d.R. zu einem nicht unerheblichen Anteil wasserunlösliche oder in Wasser schwerlösliche Bestandteile enthält.

## Wassertransport durch die Sprossachse



### Fragestellung:

- Wie kann man nachweisen, dass gelöste Stoffe in der Pflanze transportiert werden?

### Material:

- Becherglas
- Lupe
- Tinte zum Färben des Gießwassers
- Frische, weiß blühende Pflanzen, z.B. weiße Nelken, Rosen, Hornveilchen oder Stiefmütterchen

### Ablauf:

- Die Stängel werden frisch angeschnitten.
- Das Gießwasser der Blütenpflanze wird mit bunter Tinte gefärbt und die Pflanze an einen hellen Ort gestellt.

### Beobachtung:

- Die Wasserleitbahnen in den weißen Blütenblättern färben sich.

### Ergebnis:

- Die Pflanze saugt das Wasser mit den darin gelösten Stoffen auf und transportiert sie durch die Sprossachse in die Blütenblätter.
- Pflanzen nehmen aus dem Boden Mineralsalze, die in Wasser gelöst sind, mit der Wurzel auf.

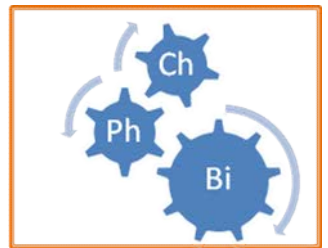


### Hinweis:

Bei den meisten Blütenpflanzen müssen Sie den Versuch auf zwei Unterrichtsstunden aufteilen (Ablauf am Ende einer Stunde, Beobachtung in der Folgestunde), da sich eine deutliche Färbung meist erst nach einigen Stunden zeigt.

Eine Ausnahme sind frisch geschnittene Hornveilchen, bei denen oft schon nach 15 Minuten eine Färbung sichtbar wird.

# Verdunstung von Wasser über die Laubblätter



## **Fragestellung:**

- Gibt die Pflanze Wasser nach außen ab?

## **Material:**

- Topfpflanze, z. B. Basilikum
- durchsichtige Plastiktüte
- Schnur

## **Ablauf:**

- Eine durchsichtige Plastiktüte wird um einen oder mehrere Zweige der Topfpflanze gestülpt.
- Die Öffnung der Tüte wird mit einer Schnur so zugebunden, dass keine Feuchtigkeit aus der Blumenerde in die Tüte gelangen kann.

## **Beobachtung:**

- An der Innenseite der Plastiktüte bilden sich Wassertropfen.

## **Ergebnis:**

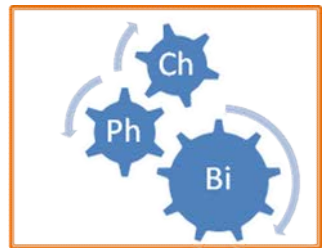
- Die Pflanze gibt das aufgenommene Wasser hauptsächlich über ihre Laubblätter in Form von Wasserdampf nach außen ab.
- Der Wasserdampf schlägt sich an der Innenseite der Plastiktüte als Kondenswasser nieder.



### **Wichtig:**

An dieser Stelle müssen Sie kurz auf die Aggregatzustände des Wassers eingehen.

Die Übergänge sollten sie nicht thematisieren, da die Pflanzen das Wasser verdunsten und nicht bei der Siedetemperatur verdampfen.



## Einfluss des Lichtes auf Keimung und Wachstum von Kresse

### Fragestellung:

- Brauchen Pflanzen zum Wachsen Licht?

### Material:

- Kressesamen
- zwei kleine Blumentöpfe mit feuchter Gartenerde

### Ablauf:

- Man streut einige Kressesamen auf die Erde in den Blumentöpfen und drückt die Samen leicht an.
- Anschließend stellt man einen der beiden Blumentöpfe an einen dunklen Ort, z.B. in einen Schrank, der andere Blumentopf bleibt im Licht.
- Beide Blumentöpfe werden feucht gehalten.
- Zweimal in der Woche werden die Pflanzen (bei möglichst geringem und kurzzeitigem Lichteinfall) in den beiden Töpfen verglichen.

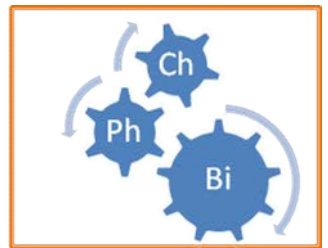
### Beobachtung:

- Die Keimung verläuft bei beiden Pflanzen gleich.
- Die Pflanzen ohne Licht wachsen zunächst stärker in die Länge und sind gelblich verfärbt. In den folgenden Wochen verkümmern sie immer mehr.
- Die Pflanzen mit Licht wachsen kontinuierlich, sind kräftig und grün gefärbt.

### Ergebnis:

- Die Keimung ist unabhängig vom Licht.
- Bei Lichtmangel steigern Pflanzen zunächst ihr Längenwachstum und verkümmern in der Folgezeit, denn zum kontinuierlichen Wachstum brauchen die Pflanzen Licht.

## Quellung von Bohnensamen – Versuch 1



### Fragestellung:

- Was passiert vor dem Keimen?

### Material:

- keimfähige Bohnen
- eine Waage
- kleine Bechergläser

### Ablauf:

- Eine Masse von 100 g Bohnen wird abgewogen und danach 24 Stunden in ein Becherglas mit viel Wasser gelegt.
- Am nächsten Tag werden die Bohnen sorgfältig abgetrocknet, erneut gewogen und die Massenzunahme berechnet.

### Beobachtung:

- Die Bohnen haben deutlich an Masse zugenommen.

### Ergebnis:

- Bohnen nehmen bei Kontakt mit Wasser an Masse zu, d.h. sie nehmen Wasser auf (Quellung).



#### Vorschlag 1:

Sie können auch das Volumen und die Zunahme des Volumens bestimmen.

Dabei müssen Sie auf die Volumenbestimmung unregelmäßiger Körper mit der Steig- oder Überlaufmethode eingehen.

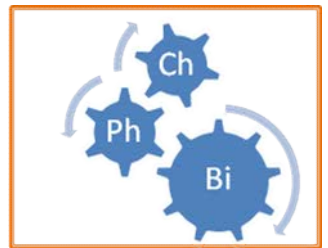


#### Vorschlag 2:

Als Heimexperiment kann die Zunahme der Masse in Abhängigkeit von der Zeit erfasst werden.

Als Auswertung erhalten Sie ein schönes Liniendiagramm.

## Quellung von Bohnensamen – Versuch 2



### Fragestellung:

- Was passiert vor dem Keimen?

### Material:

- keimfähige Bohnen
- eine Waage
- ein größeres Becherglas mit passender Platte zum Aufstellen eines Gewichtes oder eines Steines

### Ablauf:

- Ein größeres Becherglas wird zur Hälfte mit Bohnen gefüllt und mit einer Platte abgedeckt, die mit einem Stein oder einem Gewicht beschwert wird.
- Die Lage der Abdeckung wird auf dem Becherglas markiert, z.B. mit Klebeband.
- Dann werden die Bohnen vollständig mit Wasser bedeckt.
- Die Versuchsanordnung wird über Nacht stehen gelassen.

### Beobachtung:

- Die Platte mit dem Gewicht ist deutlich angehoben worden.

### Ergebnis:

- Durch die Wasseraufnahme bei der Quellung vergrößert sich das Volumen der Bohnen.
- Quellende Samen können starke Kräfte auf ihre Umgebung ausüben und dabei sogar schwere Steine anheben.

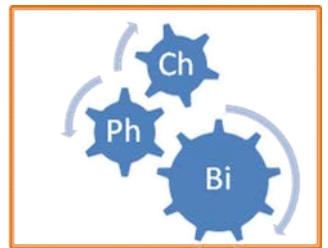


### Vorschlag:

Quellende Kichererbsen, die über den Rand ihres Quellgefäßes in eine (große) Metallschüssel darunter fallen, ergeben eine „Gespenstermaschine“, die in unregelmäßigen Abständen gongartige Geräusche erzeugt.



# Keimung von Bohnensamen unter verschiedenen Bedingungen



## Fragestellung:

- Welche Bedingungen zum Keimen und Wachsen brauchen Bohnen?

## Material:

- kleine Blumentöpfe mit Gartenerde (kein Torf, zum Schutz der Moore als wertvolle Lebensräume)
- vorgequollene Bohnen

## Ablauf:

- Die über Nacht vorgequollenen Bohnen werden unterschiedlichen Keimungsbedingungen ausgesetzt:
  1. Die Bohnen werden so in feuchte **Gartenerde** gelegt, dass sie noch etwas herauschauen. Der Blumentopf wird an einen hellen und warmen Ort gestellt und bei Bedarf mit Wasser versorgt.
  2. In einem anderen Topf werden die Bohnen in feuchte **Watte** gelegt. Der Topf wird ebenfalls an einen hellen und warmen Ort gestellt und mit Wasser versorgt.
  3. Die Bohnen werden in einen Topf wie in Versuch 1 gelegt, jedoch **ohne Wasser**.
  4. Die Bohnen werden in einen Topf wie in Versuch 1 gelegt, jedoch **ohne Licht**.
  5. Die Bohnen werden in einen Topf wie in Versuch 1 gelegt, jedoch an einem **kühlen Ort** aufbewahrt.

## Beobachtung:

- Eine Keimung erfolgt in 1, 2, 4 und 5, in 5 jedoch deutlich verzögert

## Ergebnis:

- Zur Keimung sind nur Wasser und Wärme erforderlich.
- Erde und Licht werden nicht benötigt.
- Erst nach der Keimung benötigt der Keimling Licht und Gartenerde (Mineralien) zum Wachsen.
- Folgerung: In den Bohnensamen sind alle für eine Keimung notwendigen Stoffe enthalten.



### Hinweis:

Wenn Sie die Versuche zur Quellung durchgeführt haben, können Sie diese Bohnen natürlich für die Keimungsversuche benutzen.



### Vorschlag 1:

Jeden Tag wird die Höhe eines Keimlings gemessen und die Messwerte in einer Tabelle zusammengefasst.

In einem Liniendiagramm wird auf der x-Achse die Zeit in Tagen und auf der y-Achse die Höhe des Keimlings in cm aufgetragen (Wachstumskurve).



### Vorschlag 2:

Sie können einen Wettbewerb für optimales Wachstum ausrufen, wobei die Schülerinnen und Schüler mit gleichen Samen starten.

„Gleiche“ Samen gewinnen die Schülerinnen und Schüler durch Selektion nach der Masse.

