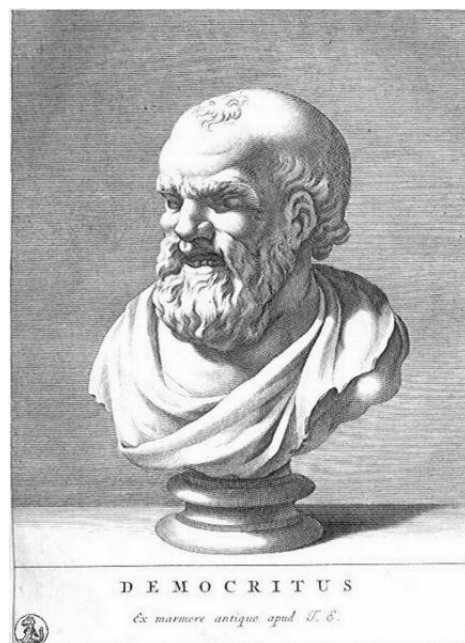
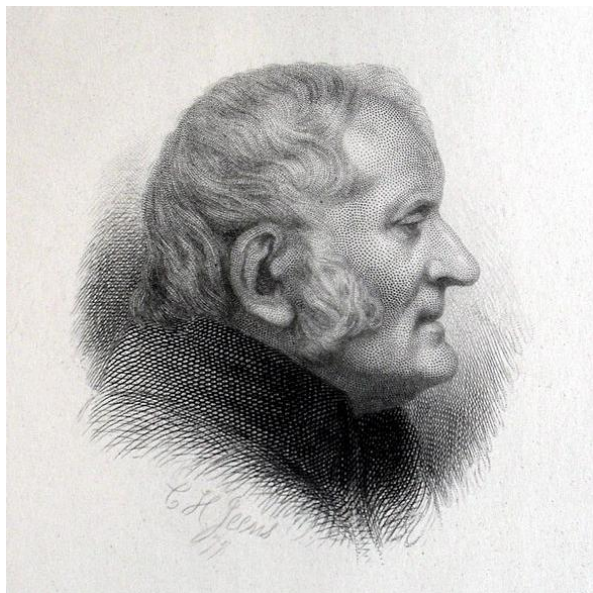


Das Teilchenmodell in Klasse 8

Stoffe und ihre Teilchen – eine Leitlinie des Chemieunterrichts

Vorschläge für den Unterricht in der Jahrgangsstufe 8



Das Teilchenmodell

In Klasse 8

Materialien der ZPG Chemie
ZPG-Chemie

Juni 2010

Februar 2011



Das Teilchenmodell in Klasse 8

Materialien der ZPG Chemie

Inhalt

Abkürzungen: LI = Lehrerinformationen, AB = Arbeitsblatt für Schüler, EV = Evaluation

1. LI 01 - Vorüberlegungen	S. 02
2. LI 02 - Leitgedanken zum Kompetenzwerb.....	S. 06
3. LI 03 - Das Stoffteilchenmodell	S. 12
4. LI 03b - Das Stoffteilchenmodell (Unterrichtsgang)	S. 14
5. LI 04 - Das Stoffteilchenmodell (Diagnose)	S. 15
6. AB 01 - Kluges Denken.....	S. 17
7. AB 02 - Aggregatzustände	S. 19
8. AB 03 - Prakt.: Schmelz- und Erstarrungstemperatur	S. 21
9. AB 04 - Prakt.: Lösen von Kaliumpermanganat	S. 29
10. AB 05 - Volumen und Druck	S. 30
11. EV 01 - Diagnosetest	S. 32
12. EV 02 - Selbsttest Stoffteilchen	S. 33
13. LI 05 - Daltons Atommodell (Bedeutung)	S. 34
14. LI 06 - Versuche zum Teilchensieben.....	S. 35
15. AB 06 - Prakt.: Teilchensieben.....	S. 40
16. AB 07 – Schülerinfo: Dalton und sein Atommodell.....	S. 42
17. AB 08 – Über die Größe der Atome	S. 43
18. AB 09 – Ordnung schaffen	S. 45
19. AB 10 – Über Atome, Moleküle und Verbände.....	S. 49

Vorüberlegungen:

Bildungsstandards und Kompetenzen

(siehe LI-02)

Didaktische Prinzipien:

„Für das Fach Chemie ist das **Denken auf zwei Ebenen**, der Ebene der Phänomene (Stoffe, Beobachtungen, Eigenschaften) und der Ebene der Modelle (Teilchen, Deutungen und Strukturen), besonders typisch. Dieses Denken muss immer wieder geschult und angewendet werden ...“ [1]

Der thematische Komplex „**Stoffe und ihre Teilchen**“ wird in den Bildungsstandards als eine **Leitlinie** bezeichnet, mit deren Hilfe Kompetenzen und Inhalte entwickelt werden sollen.

In der Nomenklatur der KMK sind die „**Stoff-Teilchen-Beziehungen**“ ein **Basiskonzept** der Chemie. „In der Chemie wird die inhaltliche Dimension durch vier Basiskonzepte strukturiert. Mit diesen Basiskonzepten können Phänomene chemisch beschrieben und geordnet werden ... Mittels dieser Basiskonzepte der Chemie beschreiben und strukturieren die Schülerinnen und Schüler fachwissenschaftliche Inhalte. Sie bilden für die Lernenden die Grundlage eines systematischen Wissensaufbaus unter fachlicher und gleichzeitige lebensweltlicher Perspektive und dienen damit der vertikalen Vernetzung des im Unterricht situiert erworbenen Wissens. Gleichzeitig sind sie eine Basis für die horizontale Vernetzung von Wissen, indem sie für die Lernenden in anderen naturwissenschaftlichen Fächern Erklärungsgrundlagen bereitstellen ...“[2].

Im Unterricht der Stoff-Teilchen-Beziehungen entstehen **Schlüsselstellen des Chemieunterrichts**, z.B.:

- „Übergang von der makroskopischen auf die (sub)mikroskopische Ebene: Teilchenvorstellung.
- Differenzierung zwischen Atom, Molekül, Ion („klein(st)e Teilchen“) [3]

„Für den weiteren Erfolg des Unterrichts ist es besonders wichtig, dass bei der Einführung des ersten Teilchenmodells keine Vorstellungen bei den Schülern und Schülerinnen haften bleiben, die auf Dauer nicht tragfähig sind.“ [3]

Es ist also notwendig, zur **Vermeidung von Misskonzepten** (Fehlvorstellungen) geeignete **Diagnoseinstrumente** einzusetzen, um die Tragfähigkeit der Schülervorstellungen zu überprüfen.

Gliederung

Es bietet sich an, drei Themenkomplexe der Stoff-Teilchenziehungen in Klasse 8 aufzugreifen, die nicht in unmittelbarer zeitlicher Abfolge unterrichtet werden müssen.

I. Das Stoffteilchenmodell

Das Stoffteilchenmodell ist ein **Modell kleiner Teilchen**, aber kein Atommodell. Es liefert Erklärungen für die makroskopisch beobachtbaren Phänomene der Aggregatzustände, deren Übergänge und Eigenschaften (Formhaltigkeit, Beweglichkeit, Komprimierbarkeit, Diffusion, Lösungsvorgänge).

II. Das Daltonsche Atommodell

Das Daltonsche Atommodell erweitert das Stoffteilchenmodell um die Kenntnis von Atomen und erlaubt ein Verständnis für die Teilchenstruktur der verschiedenen Stoffe und ihre Einteilung in Elemente, Verbindungen und Gemische. Es ermöglicht damit die Anwendung von Ordnungskriterien für die Welt der Stoffe.

Es liefert auch die Grundlage für formelmäßige Beschreibung von Stoffen und ihren Reaktionen. Es kann als Modell auch die mengenmäßigen Beziehungen und Gesetzmäßigkeiten bei chemischen Reaktionen erklären. (Massenerhaltung, konstante Proportionen).

III. Das Kern-Hülle-Modell (nach Rutherford)

Das Kern-Hülle-Modell liefert eine wesentliche Erweiterung des Daltonschen Atommodells, indem es eine innere Struktur der Atome und deren Aufbau aus subatomaren Elementarteilchen beschreibt.

Durch die Einführung geladener Teilchen schafft es die Grundlage für das Verständnis elektrischer Vorgänge, der Existenz von Ionen, dem Aufbau salztiger Strukturen, dem Vorkommen von Isotopen und instabilen Atomkernen (Radioaktivität). Es erfordert durch den Zusammenhalt gleichnamig geladener Protonen im Kern das Postulat einer weiteren, makroskopisch nicht beobachtbaren Kraft, der Kernkraft (Starke Wechselwirkung)

Weitere Modelle (Energienstufenmodell nach Bohr, ein räumliches Elektronenpaarmodell) liefern dann **in Klasse 9** Erklärungen für die Atomzahlenverhältnisse in Verbindungen, die räumliche Anordnung von Bindungen, den Aufbau des Periodensystems und Grundlagen für ein Verständnis der Bindungseigenschaften.

Die Materialien sind im Folgenden so gegliedert, dass es zu den drei Themenkomplexen jeweils Lehrerinfos (LI) und Schülermaterialien (AB) gibt.

Die Materialien sind im Sinne von Angeboten und Anregungen zu verstehen. Es versteht sich von selbst, dass der mit ihnen skizzierte Unterrichtsgang nicht DER richtige ist. Hoffentlich bietet er aber Anregungen und Arbeitserleichterungen, wenn Sie ihren, für Sie authentischen kompetenzorientierten Unterricht planen und umsetzen.

Nachhaltigkeit:

Wesentliches Merkmal eines erfolgreichen kompetenzorientierten Unterrichts ist die Nachhaltigkeit der Kompetenzzuwächse.

Nachhaltiges Lernen wird gefördert durch selbstaktive Lernsituationen (aktive Aufmerksamkeit, aktives Zuhören, Nachdenken, Beobachten und Kommunizieren) im Idealfall ausgelöst durch authentisches Interesse und den Wunsch zur Erkenntnisentwicklung. Im weniger idealen Fall kann der oder die Lehrende auf den Wunsch nach einem Lern- und Schulerfolg bauen.

Kompetenzorientierter Unterricht gibt die Verantwortung für den Lernerfolg in größerem Umfang an die Schüler zurück. Das erfordert, sie in die Lage zu versetzen, ihren eigenen Lernstand zu erfassen und zu beurteilen, Stärken und Schwächen selbst wahrzunehmen und sich der Entwicklung ihrer eigenen Kompetenzen bewusst zu werden.

Kompetenzzuwachs schafft Erfolgserlebnisse und Erfolgserlebnisse sind eine hervorragende Motivationsbasis für eine Arbeitsinvestition in den eigenen Lernprozess.

Empfehlung für Langzeitaufträge:

- Es empfiehlt sich als **Langzeitauftrag** den Schülerinnen und Schülern den Auftrag zur Anlage eines Modellordners zu geben, in dem alle chemischen Modelle (Arbeitsblätter, Definitionen, Zeichnungen, Quellen ...) ordentlich mit Datum abgeheftet werden und bei Gelegenheit ergänzt werden können. Dieser Grundlagenordner wird über den gesamten Chemieunterricht, also auch in folgenden Schuljahren weiter geführt. Im Grunde genommen handelt es sich hierbei um die Erstellung eines **Modell-Portfolios**, das den Schülern die vertikale und horizontale Vernetzung ihrer Kompetenzen erleichtert.
- Weiter ist es empfehlenswert, wenn die Schülerinnen und Schüler alle Test- und Evaluationsbögen sammeln und chronologisch ordentlich (!) abheften. Damit haben Sie die Möglichkeit, Selbsttests auch zu einem späteren Zeitpunkt zu wiederholen, den Kompetenzzuwachs zu beobachten und auftretende Lücken gezielt aufzufüllen.

„Ordnung schaffen“

Einordnen, Gliedern, Systematisieren sind wichtige Voraussetzungen für die Entwicklung von Fachbegriffen, Fach- und Formelsprache für naturwissenschaftliche Kommunikation für Modellbildung und Erkenntnisgewinnung überhaupt.

Ordnung und Zielführung muss sich auch im Unterricht nachvollziehbar widerspiegeln und den Schülerinnen und Schülern die Einordnung und Verknüpfung des zu Lernenden im Kontext ihres Vorwissens ermöglichen.

Die aktive Einordnung von Neuem in bestehendes Wissen und Können ist eine aktive bisweilen anstrengende Leistung des Gehirns. Ohne diesen aktiven Prozess wird nichts Gelerntes nachhaltig. Störend bei diesem Prozess sind Unordnung, äußere in Form von schlecht strukturiertem Unterricht (vielen Störgeräuschen und Ablenkungen ...) und innere durch fehlende schlecht geordnete Strukturierung der bisherigen Arbeit.

In diesem Sinne ist Ordnung (oder Ordentlichkeit) nicht nur eine sogenannte Sekundärtugend, sondern eine Bedingung des Kompetenzzuwachses. Ordentliche Heftführung, Dokumentation und richtige Verwendung von Sprache und Fachsprache (genaue Begrifflichkeit) sollten deshalb von den Lernenden immer verbindlich eingefordert werden.

Quellen:

- [1] Bildungsplan Gymnasien 2004
Bildungsstandards für Chemie, Gymnasien
(Baden-Württemberg)
- [2] Bildungsstandards im Fach Chemie
für den Mittleren Schulabschluss
Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004
- [3] Diagnostizieren und Fördern im Chemieunterricht
GDCh, Fachgruppe Chemieunterricht
AG Bildungsstandards, Lehrpläne, Unterrichtsforschung
Frankfurt 2008

Die Vorgaben der Bildungsstandards Baden-Württemberg in Bezug auf den Themenkomplex
„Teilchenmodelle in Klasse 8“

Leitgedanken zum Kompetenzerwerb

AUFGABEN DES FACHES

Die Chemie untersucht und beschreibt die stoffliche Welt.

Sie liefert Prinzipien und Gesetzmäßigkeiten über die Eigenschaften, den Aufbau ... von Stoffen ...

Der Chemieunterricht soll Einblicke in die Arbeitsweisen und Denkweisen der Chemie geben und darüber hinaus Grundkenntnisse vermitteln, die für das Verständnis von chemischen Prozessen in Natur, Umwelt, Technik und Alltag unabdingbar sind.

Dazu ist eine Verknüpfung des Wissens aus verschiedenen Jahrgangsstufen (vertikale Verknüpfung) mit dem Wissen aus verschiedenen anderen Fächern (horizontale Verknüpfung) notwendig. Somit ist der Chemieunterricht ein wesentliches Element des gesamten naturwissenschaftlichen Unterrichts.

ERWERB ALLGEMEINER KOMPETENZEN

Die Schülerinnen und Schüler suchen und realisieren verschiedene experimentelle Untersuchungswege. Mit der Dokumentation und gemeinsamen Interpretation der dabei gewonnenen Untersuchungsergebnisse lernen sie Fachprobleme vorurteilsfrei zu bewerten und zu diskutieren. Sie erfahren, dass Kooperation eine Voraussetzung für erfolgreiches Arbeiten im Team ist. Bei der Arbeit im Team erwerben sie personale und soziale Kompetenz.

DIDAKTISCHE PRINZIPIEN

Baden-Württemberg	KMK
<p>In allen Phasen des Unterrichts sollen die Kompetenzen und Inhalte mithilfe von sechs Leitlinien erschlossen werden, je nach Thema jedoch mit unterschiedlicher Gewichtung:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Stoffe und ihre Eigenschaften; 2. Stoffe und ihre Teilchen; 3. Chemische Reaktionen; 4. Ordnungsprinzipien; 5. Arbeitsweisen; 6. Umwelt und Gesellschaft. 	<p>Vier Basiskonzepte im Bereich Fachwissen ermöglichen den Aufbau auf der Kompetenz der Lernenden:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. das Stoff-Teilchen-Konzept 2. das Konzept der Struktur-Eigenschafts-Beziehungen 3. die Konzepte der chemischen Reaktion 4. das Energiekonzept (bezogen auf chemische Prozesse)

Die **Leitlinien (Basiskonzepte)** sollen den Wissensaufbau unter fachsystematischen und alltagsbezogenen Aspekten gewährleisten und damit die vertikale Vernetzung bilden. Gleichzeitig bilden sie auch durch die Bereitstellung von Fachbegriffen für die anderen naturwissenschaftlichen Fächer die Basis für eine horizontale Vernetzung.

[Anm.: Aufträge]

- Bei allen Themen soll der Anwendungs- und Lebensbezug in den Vordergrund gerückt werden.
[Auftrag: Den Alltags- und Lebensbezug der Naturwissenschaften deutlich machen!]
- Das Experiment nimmt im gesamten Chemieunterricht eine zentrale Stellung ein und wird in methodischen Varianten vermittelt und reflektiert.
[Auftrag: Die zentrale Bedeutung des Experiments in den Naturwissenschaften deutlich machen]
Auftrag: Experimentier- und Reflexionskompetenz schulen]
- Ein vielseitiger und kreativer Einsatz verschiedener Unterrichtsmethoden soll die Selbsttätigkeit der Lernenden fördern und unterschiedliche Lernwege ermöglichen.
[Auftrag: Selbsttätigkeit und individualisierte Förderung der Schüler ermöglichen]
- Dabei steigern Anschauung, Lebensnähe und Erlebnishaftigkeit ihre Motivation.
[Auftrag: Den Unterricht motivierend gestalten]
- Außerdem müssen Schülerinnen und Schüler sowohl durch die inhaltliche als auch die methodisch vielfältige Gestaltung des Unterrichts individuell und in gleichem Maße angesprochen und gefördert werden.
[Auftrag: Die Selbsttätigkeit ermöglichen und Schüler individualisiert fördern.]
- Leistungen von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern in der Chemie sind sichtbar zu machen.
[Auftrag: Die Bedeutung der Naturwissenschaften für die Gesellschaft herausstellen.]
- Für das Fach Chemie ist das Denken auf zwei Ebenen, der Ebene der Phänomene (Stoffe, Beobachtungen, Eigenschaften) und der Ebene der Modelle (Teilchen, Deutungen, Strukturen), besonders typisch. Dieses Denken muss immer wieder geschult und angewendet werden.
[Auftrag: Das Denken auf Stoff- und Modellebene schulen.]
- Um die teilweise komplexen Zusammenhänge zu vermitteln, bedarf es einer guten Strukturierung und oftmals einer sorgfältig gewählten didaktischen Reduktion.
[Auftrag: Die Überlastung durch zu große Stofffülle vermeiden.]

Kompetenzen und Inhalte

Im Folgenden sind nur die Kompetenzen und Inhalte aufgeführt, die einen direkten Bezug zum Themenkomplex „Teilchenmodell in Klasse 8“ haben.

Leitlinien:

2. STOFFE UND IHRE TEILCHEN

Die Schülerinnen und Schüler können

- das Teilchenmodell zur Erklärung von Aggregatzuständen, Diffusions- und Lösungsvorgängen anwenden; [Anm.: Klasse 8]
- den Aufbau ausgewählter Stoffe darstellen und Teilchenarten zuordnen (*Atom, Molekül, Ion*) [Anm.: Klasse 8];
- den Informationsgehalt einer chemischen Formel erläutern (*Verhältnisformel, Molekülformel, Strukturformel*); das Kern-Hülle-Modell von Atomen (*Protonen, Elektronen, Neutronen*) und ein Erklärungsmodell beschreiben; [Anm.: Klasse 8]
- für die energetisch differenzierte Atomhülle (Ionisierungsenergie) beschreiben; [Anm.: Klasse 9]
- erläutern, wie positiv und negativ geladene Ionen entstehen (Elektronenübergänge, Edelgasregel); [Anm.: Klasse 9]
- den räumlichen Bau von Molekülen mithilfe eines geeigneten Modells erklären; [Anm.: Klasse 9]
- polare und unpolare Elektronenpaarbindungen unterscheiden (Elektronegativität); [Anm.: Klasse 9]
- den Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Dipol-Eigenschaft herstellen; [Anm.: Klasse 9]
- ... [Anm.: Klasse 9]

4. ORDNUNGSPRINZIPIEN

Die Schülerinnen und Schüler können

- ...
- Ein sinnvolles Ordnungsschema zur Einteilung der Stoffe erstellen (*Stoff, Reinstoff, Element, Verbindung, Metall, Nichtmetall, Stoffgemisch, Lösung, Emulsion, Suspension*) [Anm.: Klasse 8]
- den Zusammenhang zwischen Atombau und Stellung der Atome im PSE erklären (**Ordnungszahl, Protonenanzahl, Elektronenanzahl, Massenzahl**, [Anm.: Klasse 8] Valenzelektronen, Hauptgruppe, Periode); [Anm.: Klasse 9]

5. ARBEITSWEISEN

Die Schülerinnen und Schüler können

- bei chemischen Experimenten naturwissenschaftliche Arbeitsweisen anwenden (Erfassung des Problems, Hypothese, Planung von Lösungswegen, Prognose, Beobachtung, Deutung und Gesamtauswertung, Verifizierung und Falsifizierung); [Anm.: ab Klasse 8]
- verschiedene Informationsquellen zur Ermittlung chemischer Daten nutzen; [Anm.: ab Klasse 8]
- wichtige Größen erläutern (Teilchenmasse, Stoffmenge, molare Masse, Stoffmengenkonzentration); [Anm.: ab Klasse 8]
- Molekülstrukturen mit Sachmodellen darstellen (Kugel-Stab -Modell, Kalottenmodell); [Anm.: ab Klasse 9]
- den PC für Recherche, Darstellung von Molekülmodellen und Versuchsauswertung einsetzen; [Anm.: ab Klasse 8]

6. UMWELT UND GESELLSCHAFT

Die Schülerinnen und Schüler können

- die chemische Fachsprache auf Alltagsphänomene anwenden;
- an einem Beispiel die Leistungen einer Forscherpersönlichkeit beschreiben (BERZELIUS, CURIE, LIEBIG, PAULING, WÖHLER). [Anm.: auch DALTON, RUTHERFORD ab Klasse 8]

[Quelle: Auszug aus den baden-württembergischen Bildungsstandards für Chemie, Gymnasien, 2004 mit Ergänzungen]

Kompetenzraster:

Unter Berücksichtigung der vier verschiedenen Kompetenzbereiche in der Nomenklatur der KMK:

Inhaltliche Dimension	Handlungsdimension		
Fachwissen (F)	Erkenntnisgewinnung (E)	Kommunikation (K)	Bewertung (B)
<p>wissen, dass die stoffliche Welt aus kleinen Teilchen und Leere besteht</p> <p>Aggregatzuständen, ihre Eigenschaften und Übergänge kennen</p> <p>wissen was beim Lösen und diffundieren von Stoffen geschieht</p>	<p>das Teilchenmodell zur Erklärung von Aggregatzuständen, Diffusions- und Lösungsvorgängen anwenden können</p>	<p>Fachbegriffe zur Beschreibung chemischer Vorgänge richtig verwenden können</p>	
<p>das Atommodell von Dalton und seine Aussagen kennen</p>	<p>den Aufbau ausgewählter Stoffe darstellen und Teilchenarten zuordnen können (Atom, Molekül, Ion)</p>	<p>den Aufbau ausgewählter Stoffe unter Verwendung der Teilchenarten (Atom, Molekül) darstellen können</p>	
<p>die fachlich richtigen Bezeichnungen für verschiedene Stoffformen kennen</p>	<p>ein sinnvolles Ordnungsschema zur Einteilung der Stoffe erstellen können (<i>Stoff, Reinstoff, Element, Verbindung, Metall, Nichtmetall, Stoffgemisch, Lösung, Emulsion, Suspension</i>)</p>	<p>den Informationsgehalt einer chemischen Formel erläutern können (<i>Verhältnisformel, Molekülformel</i>)</p>	
<p>wissen, dass Atome aus Elementarteilchen (Protonen, Neutronen, Elektronen) mit unterschiedlichen Eigenschaften (Masse, Ladung) bestehen</p> <p>wissen, was Ionen und radioaktive Strahlen sind</p>	<p>bei chemischen Experimenten naturwissenschaftliche Arbeitsweisen <i>anwenden können</i> (*) (Erfassung des Problems, Hypothese, Planung von Lösungswegen, Prognose, Beobachtung, Deutung und Gesamtauswertung, Verifizierung und Falsifizierung); (*) hier <i>nachvollziehen können</i></p>	<p>das Kern-Hülle-Modell von Atomen (<i>Protonen, Elektronen, Neutronen</i>) und ein Erklärungsmodell beschreiben können</p> <p>wichtige Größen erläutern können (Teilchenmasse, Stoffmenge, molare Masse, Stoffmengenkonzentration)</p>	
	<p>verschiedene Informationsquellen zur Ermittlung chemischer Daten nutzen können</p>	<p>den PC für Recherche, Darstellung von Molekülmodellen und Versuchsauswertung einsetzen können</p>	

Die Formulierung der baden-württembergischen Bildungsstandards (BSTs) ging den Standards der KMK voraus, oder anders ausgedrückt, die KMK-Nomenklatur spiegelt eine weiterentwickelte Differenzierung der BSTs wieder, die auch die verschiedenen Kompetenzbereiche stärker berücksichtigt.

In den BSTs von Baden Württemberg heißt es zum Beispiel:

Die Schülerinnen und Schüler können das Teilchenmodell zur Erklärung von Aggregatzuständen, Diffusions- und Lösungsvorgängen anwenden.

Das impliziert in Wirklichkeit verschiedene **zusätzliche** Kompetenzen (hier nur für die Aggregatzustände):

Inhaltliche Dimension	Handlungsdimension		
Fachwissen (F)	Erkenntnisgewinnung €	Kommunikation (K)	Bewertung (B)
Ein geeignetes Stoffteilchenmodell zur Beschreibung von Aggregatzuständen kennen	Das Teilchenmodell zur Erklärung von Aggregatzuständen, Diffusions- und Lösungsvorgängen anwenden können (BST)	Die Aggregatzustände und ihre Übergänge mit Fachbegriffen beschreiben können	Die Grenzen des Stoffteilchenmodells einschätzen können.
Kenngößen der Stoffe und Systeme kennen (Siedetemperatur, Schmelztemperatur, Wärme, Energie)	Ein Experiment zur Messung der Schmelztemperatur planen, durchführen und auswerten können	Die Aggregatzustände modellhaft darstellen können	Beurteilen können, welche Eigenschaften für die Teilchen- und welche für die Stoffebene gelten.
Eine einfache Vorstellung von Bindungskräften zwischen Teilchen besitzen.			

Noch nicht berücksichtigt sind hierbei die Differenzierungsmöglichkeit nach verschiedenen Kompetenzstufen (Niveaustufen) bzw. die Möglichkeiten zur Binnendifferenzierung innerhalb einer Klasse.

Unter Berücksichtigung von Zusatzangeboten für leistungsstärkere Schüler könnten weitere [fakultative] Kompetenzen dazukommen (nur beispielhaft):

Inhaltliche Dimension	Handlungsdimension		
Fachwissen (F)	Erkenntnisgewinnung €	Kommunikation (K)	Bewertung (B)
Die Gedanken von Demokrit kennen.	Einen Versuch zur Sublimation von Indigo durchführen und mit Foto- und Filmkamera dokumentieren können	Die Thematik des Kugel-Stoffteilchenmodells recherchieren und in einem Referat vorstellen können	Die Grenzen des Stoffteilchenmodells beurteilen können

1. Vorüberlegungen:

1.1. Bildungsstandards und Kompetenzen

„Das Teilchenmodell zur Erklärung von Aggregatzuständen, Diffusions- und

Lösungsvorgängen anwenden können“ steht in den Bildungsstandards Chemie (2004).

Eine häufige Kritik an den Bildungsstandards bezeichnet diese als zu vage, um eine ausreichende Grundlage für die Unterrichtsplanung darzustellen.

Tatsächlich ist es unumgänglich sich in der Phase der Unterrichtsplanung, die Frage zu stellen: „Was sollen denn, die Schülerinnen und Schüler können, wenn Sie die in den Bildungsstandards formulierte Kompetenz besitzen. Und hier wird man in Abhängigkeit der gewählten Inhalte, des gewählten Unterrichtsgangs und der eingesetzten Materialien weitere Kompetenzerwartungen formulieren können und müssen. Nur so lässt sich der Unterricht und Lernerfolg wirksam überprüfen.

Inhaltliche Dimension	Handlungsdimension		
Fachwissen (F)	Erkenntnisgewinnung (E)	Kommunikation (K)	Bewertung (B)
F1: das Stoffteilchenmodell kennen F2: wissen, dass die materielle Welt aus Teilchen und Leere aufgebaut ist F3: die Betrachtungsebenen von Stoffen und Teilchen kennen F4: wissen, was Aggregatzustände sind F5: wissen, was beim Übergang zwischen Aggregatzuständen geschieht F6: wissen, dass zwischen Teilchen Kräfte herrschen können F7: wissen, was Lösungsvorgänge und Lösungen sind	E1: das Teilchenmodell zur Erklärung von Aggregatzuständen, Diffusions- und Lösungsvorgängen anwenden können [1] E2: einen Versuch zur Bestimmung der Schmelztemperatur einer niedrig schmelzenden Substanz planen, durchführen und auswerten können E3: das Internet als Informationsquelle und Recherchemedium nutzen können	K1: das Teilchenmodell beschreiben können K2: Versuchsbeobachtungen formulieren können K3: zwischen Beobachtung und Interpretation unterscheiden können. K4: naturwissenschaftliche Fragen formulieren können K5: eigene Vorstellungen beschreiben und mitteilen können K6: mit anderen über Gedanken und Vorstellungen diskutieren können	B1: die Erklärungsbereiche und Grenzen des (Stoff)teilchenmodells einschätzen können B2: Demokrits Beitrag zur Entwicklung der Naturvorstellung (Naturphilosophie) würdigen können

(erweiterbar)

1.2. Didaktische Prinzipien

die Entwicklung des Teilchenkonzepts ist eine Schlüsselstelle des Chemieunterrichts. Teilchenvorstellungen müssen für alle nachfolgenden chemischen Unterrichtsthemen (vertikale Vernetzung), aber auch für viel Konzepte in anderen Naturwissenschaften (horizontale Vernetzung) **tragfähig** entwickelt werden. Tragfähig heißt hier: ohne Fehlvorstellungen (ohne Misskonzepte) und nachhaltig verfügbar.

Deshalb bildet die Eigenaktivität der Schüler einen methodische Schwerpunkt. Eigenaktivität fördert nachhaltiges Lernen und bezieht sich nicht nur auf den Lernprozess sondern auch auf die Überprüfung und Evaluation des Gelernten. Den Schülerinnen und Schülern soll ihre Eigenverantwortung für den Erfolg des Lernprozess klar werden. Deshalb sollen sie im Unterricht auch zur Messung des eigenen Lernfortschritts (Kompetenzzuwachses) und zur Auffüllung von Lücken erhalten.

Generell scheint Doppelstundenunterricht für eine kompetenzorientierte Unterrichtsplanung günstiger zu sein. Zwar scheint im Doppelstundenunterricht nicht die gleiche stoffliche Fülle „bearbeitbar“, aber kompetenzorientierter Unterricht erfordert mehr Zeit als inputorientierter Unterricht. **Weniger, dafür gründlicher, mit einem nachhaltigeren Ergebnis** ist deshalb Leitprinzip der kompetenzorientierten Unterrichtsplanung.

2. Der Unterrichtsgang:

siehe LI-03b

3. Quellen:

- [1] Bildungsplan Gymnasien 2004,
Bildungsstandards für Chemie, Gymnasien
(Baden-Württemberg)

04 - Das Stoffteilchenmodell - Unterrichtsgang (Klasse 8) | LI-03b

Doppel- stunde	Thema	Material	Hinweise	Hausaufgabe	relevante Seiten im Lehrbuch	Standards
1	Demokrit und seine Ideen (Teilchenmodell)	AB-01	Ein schönes Beispiel für deduktiven Erkenntnisgewinn und die Bedeutung des Hinterfragens alltäglicher Phänomene.	Das Demokritsche Teilchenmodell in den Modellordner übertragen		F1, F2, F3, K1, K3, K4, K5, K6, B2
2	Aggregatzustände	AB-02 Lehrbuch	Aggregatzustände, Erarbeiten und Präzisieren der Fachsprache, Verwendung von Arbeitsblatt und Buch	Film zu Sublimationsversuch im Internet betrachten und Beobachtungen beschreiben		F1, F2, F3, F4, F5, E1, E3, K1, K2, K3, K4, K5, K6, B2
3	Schmelz- und Erstarrungstemperatur	AB-03 GH-01 GH-02 GH-03 AB-04	Praktikum zur Bestimmung der Schmelz- und Erstarrungstemperatur von Stearinsäure. Gestufte Hilfen erlauben eine differenzierte Förderung der SuS. Versuch zum Lösen von Kaliumpermanganat ansetzen und Vermutungen formulieren.	Schmelz- und Siedetemperaturen verschiedener Stoffe (mind. 10) recherchieren und eine Liste erstellen		F1, F2, F3, F4, F5, E1, E2, E3, K2, K3, K4, K5, K6, B2
4	Lösen von Kaliumpermanganat Volumen, Temperatur, Druck	AB-04 AB-05	Lösungsversuch auswerten. Den Zusammenhang von Volumen, Temperatur und Druck bei Gasen erarbeiten (AB-05).	Verschiedene Druckeinheiten recherchieren		F1, F2, F3, F6, E1, K2, K3, K4, K5, K6
5	Diagnose und Evaluation	LI-04 E-01 E-02	Diagnostetests durchführen. Über die Grenzen von Modellen und Beobachtungsmöglichkeiten diskutieren	E-02 zu Hause nach zwei Tagen wiederholen und Lücken ausgleichen		F1, F2, F3, F4, F5, E1, K1, K3, K6, B1

Das Stoffteilchenmodell – Diagnose:

Wie bereits in LI-01 angesprochen, ist es für den weiteren Erfolg des Unterrichts sehr wichtig, dass die entwickelten Teilchenvorstellungen tragfähig sind und sich möglichst keine Fehlvorstellungen festsetzen.

Mögliche Misskonzepte [3]

- „Eigenschaften der Stoffe (Farbe, Schmelztemperatur u. ä.) werden auf die Teilchen übertragen.
- Es wird davon ausgegangen, dass zwischen den Teilchen nicht „nichts“ ist, sondern etwa Luft.
- Ähnlich ist die Vorstellung, Teilchen könnten in einem flüssigen Medium schwimmen, wobei übersehen wird, dass dieses Medium ebenfalls aus Teilchen aufgebaut sein muss.
- Das Modell wird als Realität gesehen, also Teilchen mit kleinen Bällen gleichgesetzt“

Sowohl der Lehrende wie auch der Lernende benötigen ein Diagnoseinstrument, das Klarheit über die Tragfähigkeit der erworbenen Teilchenkonzepte verschafft.

Deshalb führen die Schülerinnen und Schüler (SuS) zum Ende der Behandlung des „Stoffteilchenmodells“ einen diagnostischen Test durch.

Es ist wichtig, den SuS deutlich zu machen, dass dies **keine Maßnahme der Benotung, sondern eine Maßnahme zur Verbesserung des Lernerfolges** ist!

Der Test schafft zusätzlich einen Anlass für die SuS, über ihre Vorstellungen zu sprechen und bei Nichtübereinstimmung argumentativ darüber zu diskutieren.

Vorgehen:

- Testbögen (**EV01**) ausgeben (jeder erhält einen).
- Zwei SuS erhalten zusammen einen dritten als Feedback für den Lehrer.
- Die SuS bearbeiten die Testbögen und übertragen die gemeinsamen Ergebnisse auf den Feedbackbogen.
- Die Feedbackbögen werden vom Lehrer eingesammelt und dienen ihm zur als Rückmeldung über den Unterrichtserfolg.
- Die richtigen Antworten werden gemeinsam besprochen, Fehlvorstellungen ausgeräumt.

- Die SuS korrigieren ihre Bögen (.z:B. mit roter Farbe) und heften sie in ihrem Evaluationsordner ab.

Es ist ein weiterer Testbogen (**EV-02**) beigelegt, der ebenfalls als Selbstevaluation der Schüler(innen) gedacht ist.

Es kann auch überlegt werden, diesen Test teilweise als Hausaufgabe bearbeiten zu lassen.

Wichtig ist in jedem Fall, dass die Schülerinnen ihre Test- und Evaluationsbögen ordentlich sammeln und aufbewahren. Das ermöglicht ihnen jederzeit, also auch zu einem späteren Zeitpunkt einen Selbsttest zur Abfrage ihres aktuellen Kompetenzstandes und die gezielte Nacharbeit bei auftretenden Lücken.

Kluge Denker

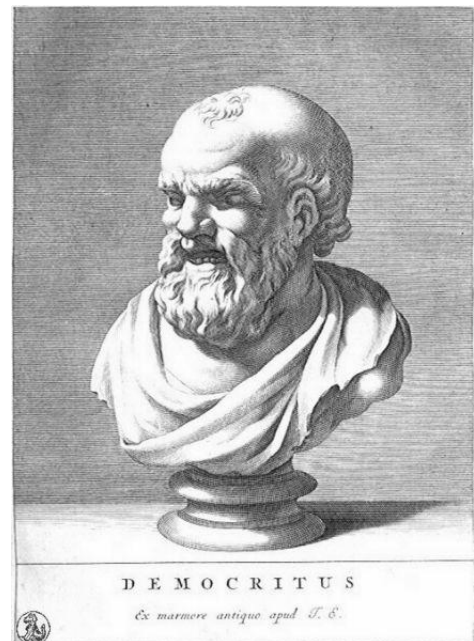
Der griechische Philosoph **Demokrit** (oder Demokritos) (* 460 v. Chr., †371 v. Chr.) beschäftigte sich, wie sein Lehrer Leukipp, mit der Frage nach der Natur der Materie, das heißt der Natur der Stoffe.

Natürlich standen damals keinerlei Gerätschaften für eine experimentelle Klärung dieser Fragen zur Verfügung. Es blieb ihnen also nur die Möglichkeit, durch kluge Fragen, Beobachten und kluges Nachdenken zu Antworten zu gelangen.

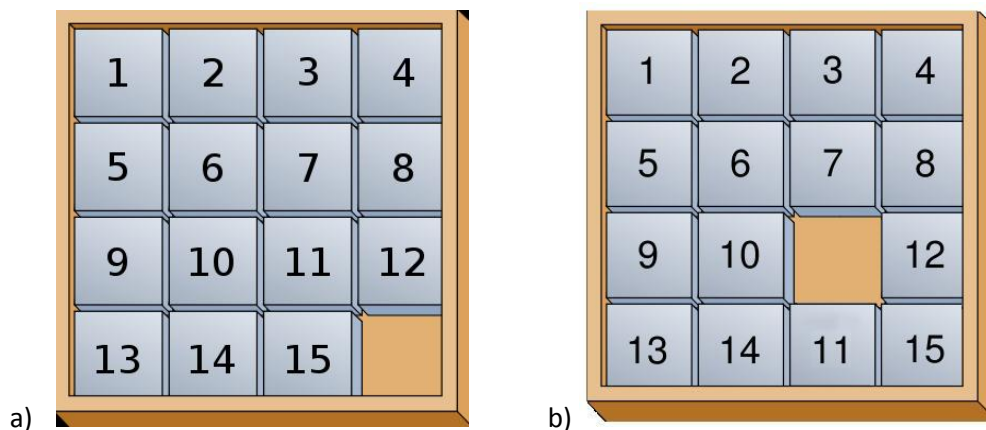
Ein Ausgangspunkt ihrer Überlegungen war die Beobachtung, dass **die Welt voll Bewegung** ist.

Nichts Aufregendes, denn das weiß ja jeder und heute 2500 Jahre später können wir bestätigen, dass dies sowohl für riesige Galaxien wie für die kleinsten Zellen zutrifft.

Aber welche Fragen haben sie sich bei der Beobachtung der Bewegung gestellt (die wir selbst uns wahrscheinlich nicht gestellt haben) und auf welche Antworten sind sie gestoßen?



Bevor wir das klären, sollst du selbst versuchen, Gesetzmäßigkeiten zu entdecken. Wir wählen dazu gedanklich ein sogenanntes Schiebepuzzle. Es besteht aus einzelnen quadratischen Plättchen mit Zahlen, die auf einer Unterlage liegen, mit Nut und Federn beweglich verbunden sind und von einem Rahmen zusammengehalten werden. Von den 16 möglichen Positionen bleibt eine unbesetzt.



Sicher ist dir schnell klar, welche Bewegungen stattfinden müssen, damit das Bild von a) nach b) verändert wird. Die Frage aber lautet:

„ **Welche grundsätzlichen Bedingungen muss das Spiel erfüllen, damit die Bewegungen möglich sind?** “

Demokrit ist zu folgender Erkenntnis gelangt:

Damit sich in der Welt etwas bewegen kann, darf die Materie den Raum nicht kontinuierlich ausfüllen. Sie muss ausweichen können. Das geht nur, wenn die Stoffe aus **einzelnen Teilchen** aufgebaut sind und zwischen den Teilchen **Leere** ist.

Die Materie z. B. Wasser erscheint uns so zusammenhängend, weil die Teilchen und die Leerräume so winzig, ja unsichtbar klein sind. Demokrit nannte die winzigen Teilchen, aus denen die Stoffe aufgebaut sind **Atome** (griech.: atomos = das Unzerteilbare).

„Nur scheinbar hat ein Ding eine Farbe, nur scheinbar ist es süß oder bitter; in Wirklichkeit gibt es nur Atome und leeren Raum.“

Nach der Vorstellung von Demokrit gibt es unendlich viele verschiedenartig geformte Atome. Je nach ihrem Zusammentreten ergeben sich Stoffe mit unterschiedlichen Eigenschaften.

[Beachte: Den Begriff Atome verwenden wir noch heute, allerdings nur für eine bestimmte Gruppe von Teilchen. (Darüber später mehr.) Wir nennen die Teilchen im Sinne Demokrits Stoffteilchen.]

Wir wollen uns zwei wichtige Ergebnisse von Demokrits Überlegungen merken:

- 1. Die Materie, die Stoffe, die Welt besteht aus winzig kleinen unteilbaren Teilchen und Leere.**
- 2. Zum Verständnis der Welt müssen zwei Ebenen berücksichtigt werden,**
 - a) die Ebene der Stoffe und ihrer Eigenschaften, die wir wahrnehmen und beobachten können.**
 - b) die Ebene der unsichtbaren Teilchen, der Leere, die wir uns nur modellhaft vorstellen können, die uns aber ein Verständnis für die wahrnehmbaren Erscheinungen liefert.**

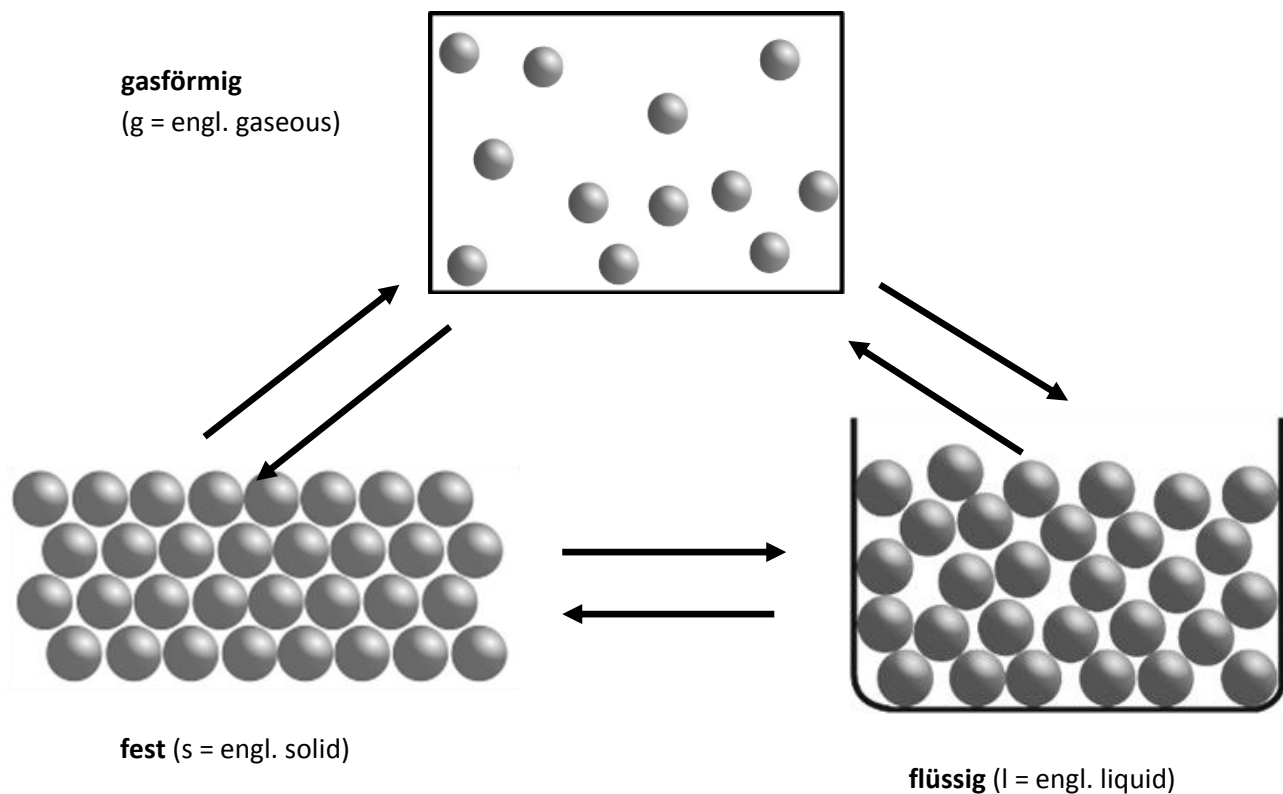
Zusatzfragen zum Nachdenken:

- Ist Temperatur eine Eigenschaft der Teilchen oder Stoffe?
- Ist der Aggregatzustand eine Eigenschaft der Teilchen oder der Stoffe?
- Gibt es Eigenschaften, die sowohl bei Stoffen und Teilchen vorkommen?

Diskutiere deine Überlegungen dazu mit deinen Mitschülern.

Folgendes Schema zeigt modellhaft die verschiedenen Aggregatzustände, in denen ein Stoff vorliegen kann. Die Pfeile verdeutlichen die Übergänge zwischen den Aggregatzuständen

(Achtung! Die Darstellung der Stoffteilchen als kugelförmige Teilchen ist eine starke Vereinfachung. Die Form der Stoffteilchen ist von Stoff zu Stoff verschieden!)



Ergänze die korrekten Bezeichnungen für die Übergänge zwischen den Aggregatzuständen:

fest → flüssig

flüssig → fest

flüssig → gasförmig

gasförmig → flüssig

fest → gasförmig

gasförmig → fest

Welche der folgenden Aussagen trifft für welche Aggregatzustände zu?

1. Die Teilchen sind frei beweglich.
2. Der Stoff hatte eine feste Form.
3. Der Stoff füllt den zur Verfügung stehenden Raum.
4. Die Teilchen sind dicht gepackt.
5. Der Stoff ist komprimierbar.
6. Der Stoff ist nicht komprimierbar.
7. Die Teilchen „zittern“ auf ihren Plätzen.
8. Der Stoff füllt Vertiefungen aus und bildet eine ebene Oberfläche.

Fasse die zutreffenden Eigenschaften für jeden Aggregatzustand zusammen.

Zusatzfragen zum Nachdenken und Recherchieren:

- Was geschieht mit den Teilchen, wenn man einem Stoff Wärmeenergie zuführt?
- Was geschieht mit den Teilchen, wenn man einem Stoff Wärmeenergie entzieht?
- Was geschieht mit dem Stoff, wenn man ihm Wärmeenergie zu- oder abführt?
- Kann die Temperatur eines Stoffes beliebig niedrige Werte annehmen?
Falls ja, was ist die niedrigste je gemessene Temperatur im Weltraum?
Falls nein, wann würde die niedrigste mögliche Temperatur vorliegen?
- Was ist eigentlich Temperatur?
- Was geschieht bei der Änderung eines Aggregatzustandes?

Diskutiere diese Fragen mit Mitschülern. Formuliert eure Ergebnisse. Lost jemanden aus, der die Ergebnisse der gesamten Klasse vorstellt.

Hausaufgabe:

Betrachte eines der folgenden Videos im Internet:

http://www.myvideo.de/watch/2273048/Jod_Sublimiert_und_Resublimiert

oder

<http://www.youtube.com/watch?v=E-fs9OwE9Y0>

Erstelle ein Beobachtungsprotokoll und erkläre die Beobachtungen.

Bei diesem Versuch sollst du zusammen mit einem Partner die Schmelz- und Erstarrungstemperatur von Stearinsäure (ein wachsähnlicher Stoff) bestimmen.

Die Schmelztemperatur von Stearinsäure liegt unter 100°C. Als gleichmäßige Wärmequelle ist deshalb ein Wasserbad geeignet.

Ihr benötigt folgende **Materialien**:

Thermometer (0°C bis 100°C), Stativ mit Klemme, Dreifuß mit Drahtnetz, Gasbrenner, Reagenzglas (2 cm hoch mit Stearinsäure gefüllt), Becherglas mit Wasser, Stoppuhr oder Uhr mit Sekundenzeiger, Millimeterpapier.

Durchführung:

Das Becherglas mit Wasser wird auf das Drahtnetz gestellt und von unten mit dem Gasbrenner erhitzt. In das Becherglas taucht das Reagenzglas mit Stearinsäure, das an einem Stativ befestigt ist. Es berührt den Boden des Reagenzglases nicht!

Nachdem die Wassertemperatur auf etwa 50 °C gestiegen ist, wird das trockene Thermometer in das Reagenzglas gestellt und die Temperatur alle 30 Sekunden abgelesen. Die gemessenen Temperaturen werden in eine Wertetabelle übertragen.

Nachdem die Temperatur der Stearinsäure etwa 80°C erreicht hat, wird das Gas abgedreht, Gasbrenner, Dreifuß, Drahtnetz und Becherglas entfernt und man lässt die Stearinsäure jetzt abkühlen. Damit das schneller geht, wird das Becherglas durch ein Becherglas mit kaltem Wasser ersetzt. Die Temperatur wird weiter notiert, bis sie unter 55 °C sinkt.

Aufgaben:

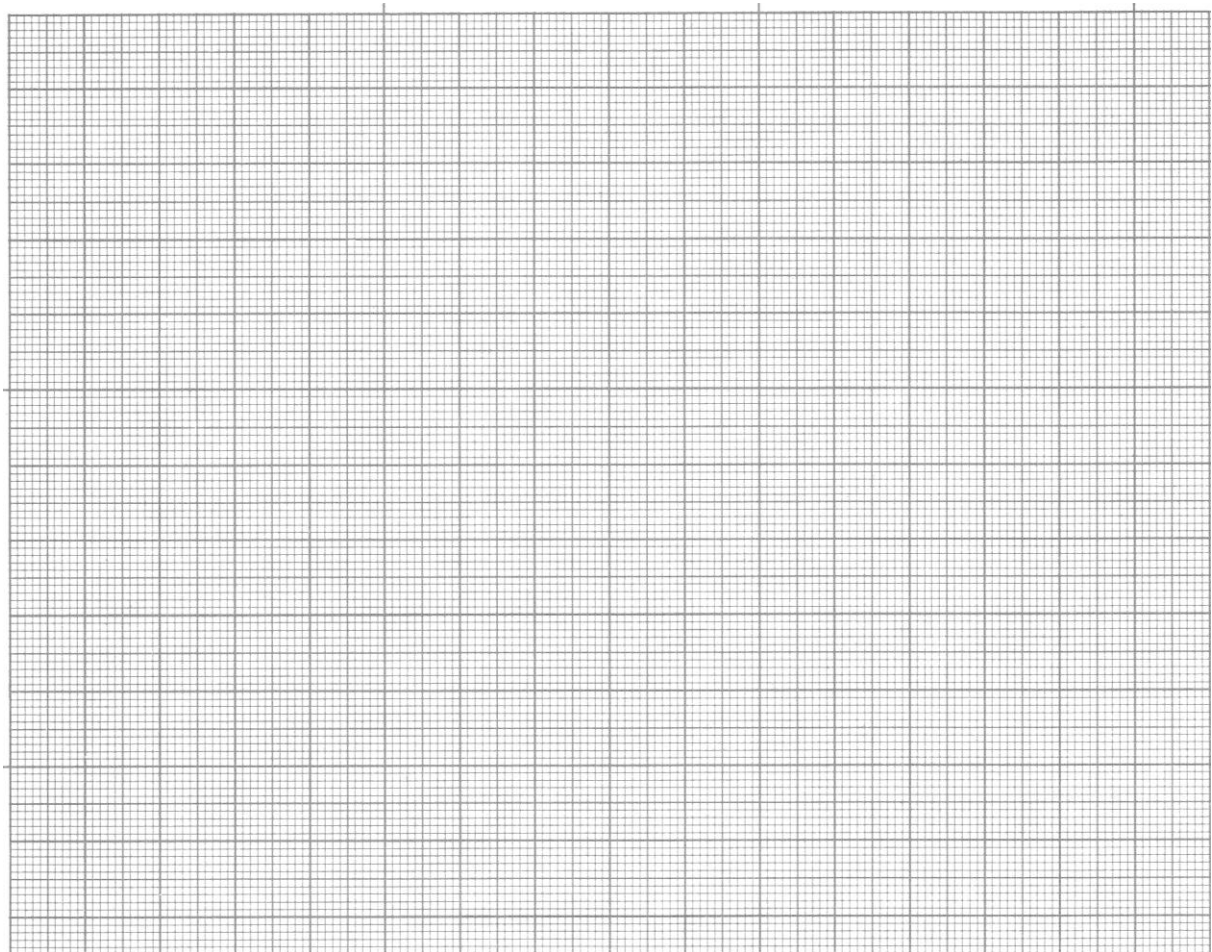
1. Zeichne eine Versuchsskizze mit Beschriftung.
2. Zeichne auf Millimeterpapier ein Diagramm, auf dem die Temperatur (y-Achse) gegen die Zeit (x-Achse) aufgetragen ist. Wähle einen geeigneten Maßstab und übertrage die Werte aus deiner Wertetabelle.
3. Fertige ein Beobachtungsprotokoll an.

Wertetabelle:

Temp [°C]															
Zeit [min]															

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Millimeterpapier zum Erstellen des Diagramms

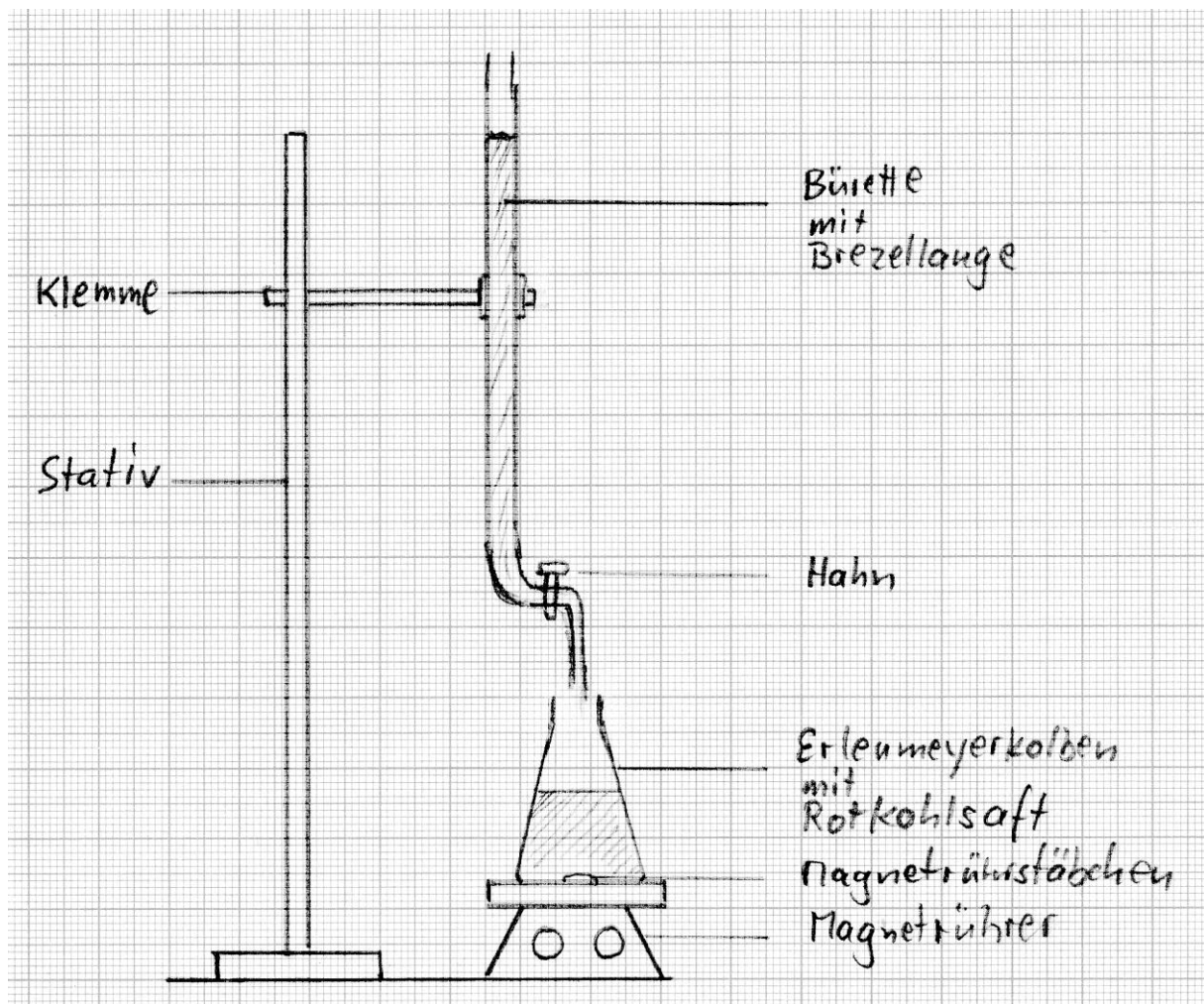
Gestufte Hilfen zu Aufgabe 1:

Stufe 1:

- Versuchsskizzen sollen den Versuchsaufbau in einer Schnittzeichnung klar und übersichtlich wiedergeben und groß genug sein (in der Regel mind. ½ Seite DIN A4).
- Versuchsskizzen können in einem Protokoll auch durch ein geeignetes Foto ersetzt werden.
- Die Beschriftungslinien sollten mit Lineal und parallel (nicht schief oder gar überkreuzend) gezeichnet werden.

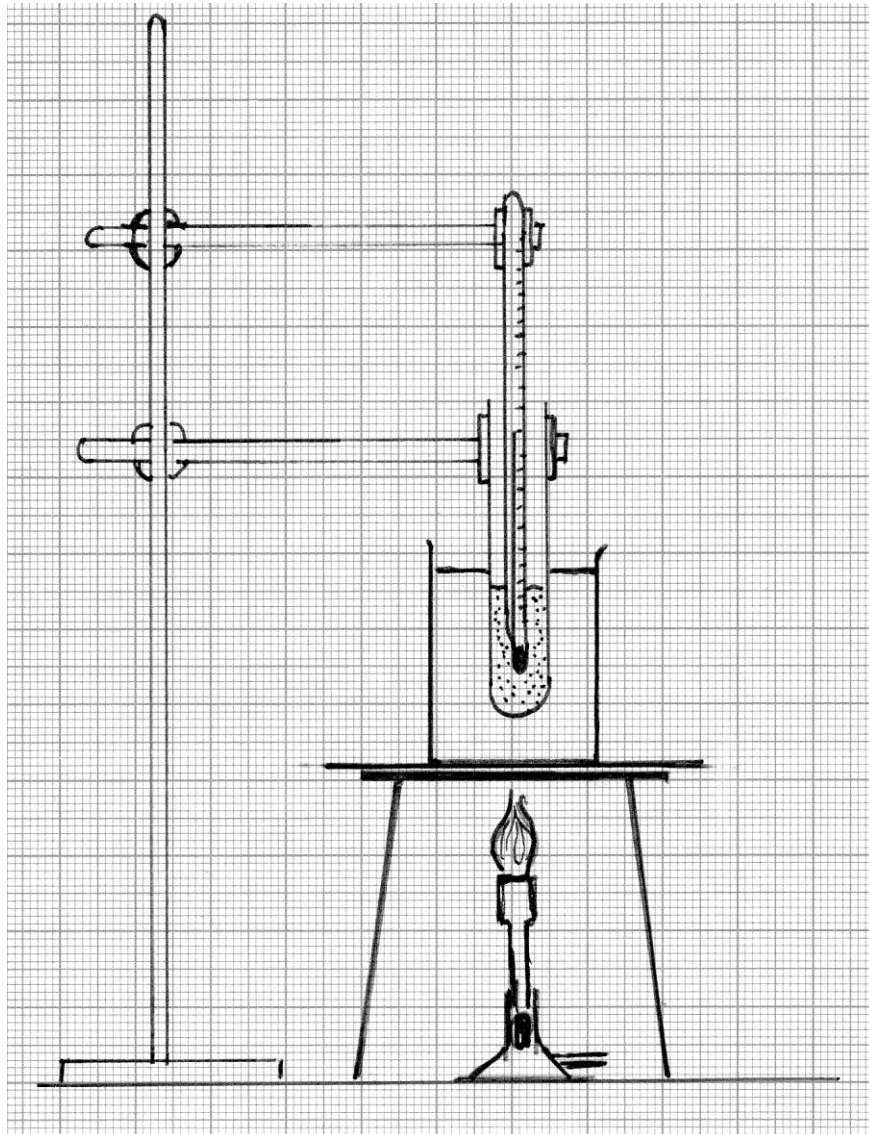
Stufe 2:

Hier eine Versuchsskizze zu einem anderen Versuch. Verfahre entsprechend.



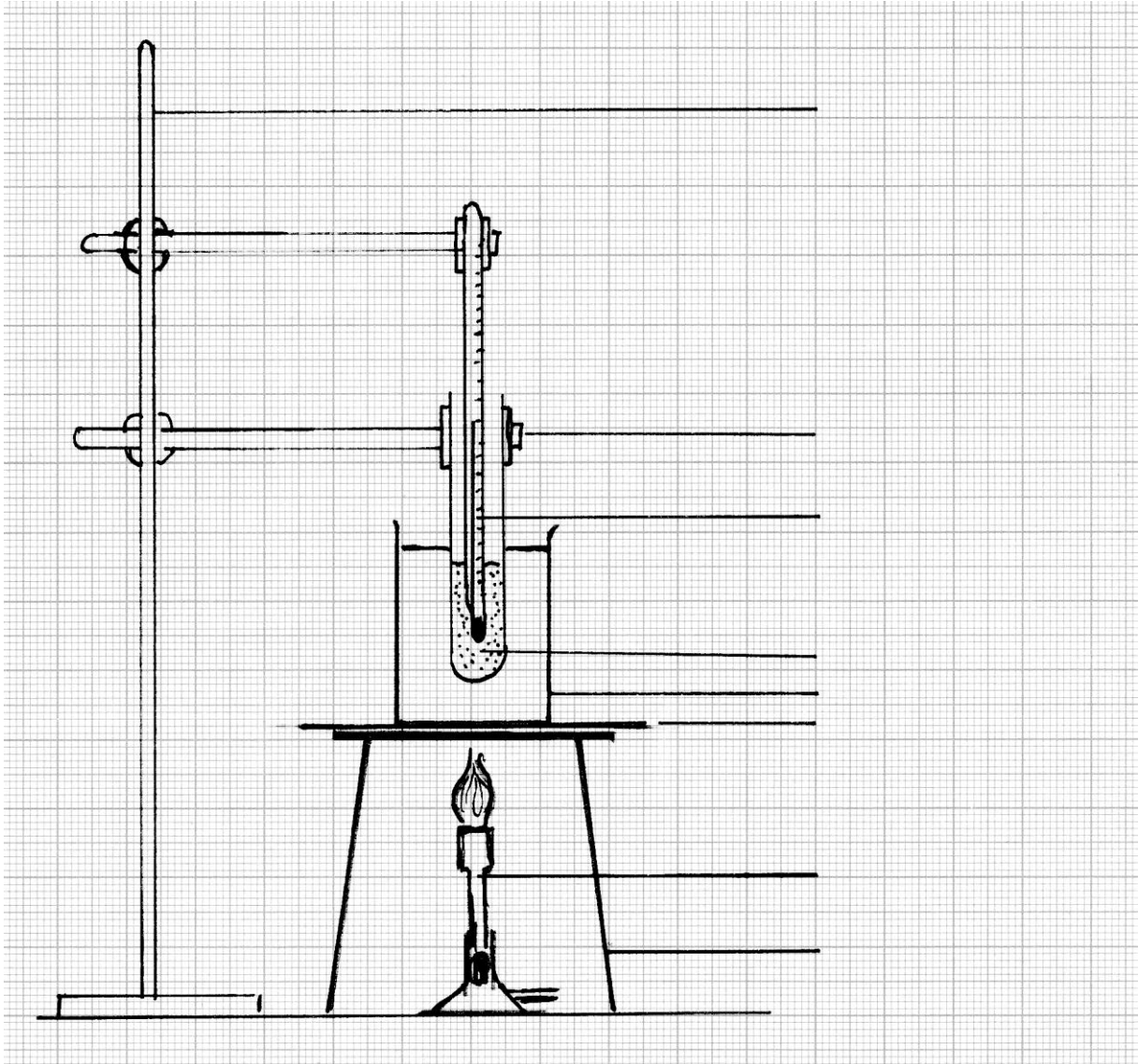
Stufe 3:

Hier eine Versuchsskizze zu dem Versuch. Beschrifte die Skizze



Stufe 4

Eine Versuchsskizze zum Versuch:



Beschrifte unter Verwendung folgender Begriffe:

Brenner, Drahtnetz, Stativ, Becherglas, Klemme, Reagenzglas, Wasser, Stearinsäure, Thermometer.

Gestufte Hilfen zu Aufgabe 2:

Stufe 1:

Erste Fragen:

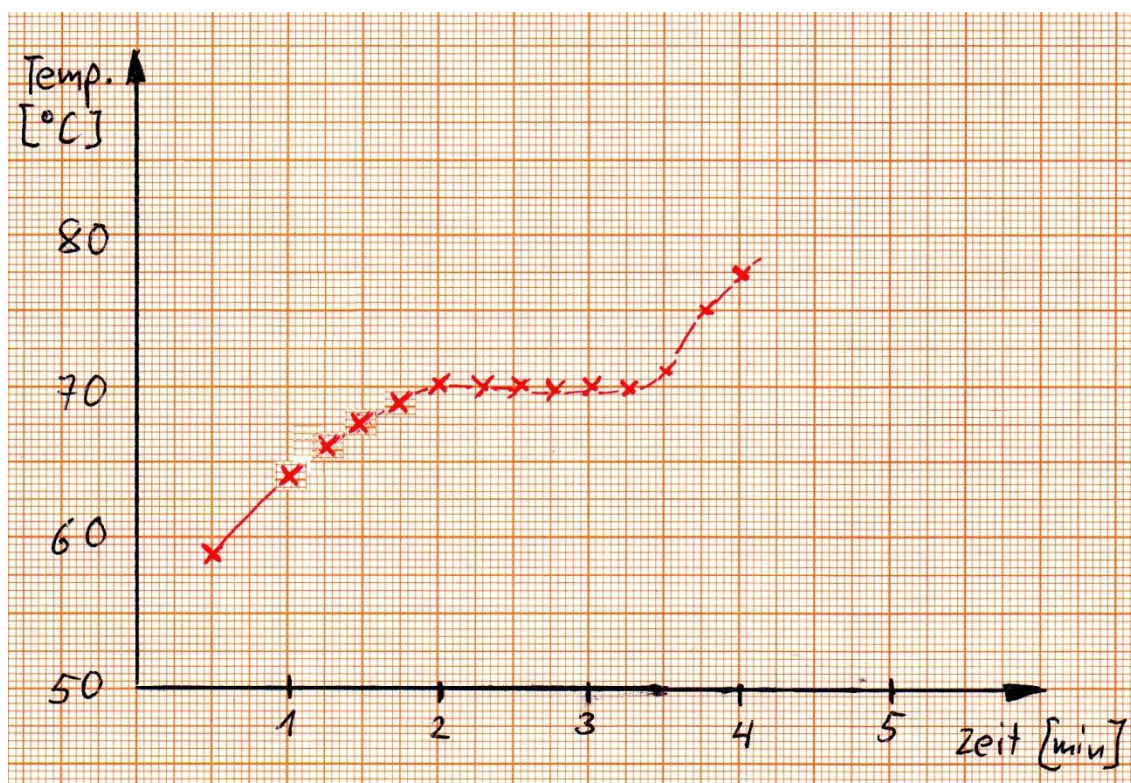
- Wie groß ist der Wertebereich?
- Was sind die geeigneten Achsenabschnitte, wie werden die bezeichnet?

Stufe 2:

- Die x-Achse gibt die Zeit an. Sie sollte die gesamte Versuchsdauer wiedergeben.
- Die Y-Achse gibt die Temperatur in °C an. Sie sollte von 50 bis 100 °C reichen.
- Markiere auf der X-Achse den Zeitpunkt, bei dem mit Kühlung begonnen wurde.
- Markiere auf der y-Achse die Schmelz- und Erstarrungstemperatur

Stufe 3:

Das nachfolgende Diagramm könnte so ähnlich aussehen, wie der erste Teil von eurem.



Gestufte Hilfen zu Aufgabe 3:

Stufe 1:

Ein Versuchsprotokoll sollte folgende Elemente enthalten:

- Namen, Datum
- Überschrift
- Aufgabenstellung (Forschungsauftrag, Forschungsfrage)
- Versuchsbeschreibung
 - Materialienliste
 - Versuchsskizze mit Beschriftung
 - Versuchsdurchführung
 - Gefahren- und Sicherheitshinweise
- Beobachtungen
- Ergebnisse
- Interpretation (Deutung) der Ergebnisse
- U. U. auch weitergehende Schlussfolgerungen, Anschlussfragen
- Quellenangaben, falls externe Informationsquellen verwendet wurden

Stufe 2:

Euer Protokoll könnte folgenden Aufbau haben:

Chemmi Kenner

11.11.2011

Protokoll zum Praktikum vom 08.11.2011:

Ermittlung der Schmelz- und Erstarrungstemperatur von Stearinsäure

Gliederung:

1. Fragestellungen

Welche Schmelz- und Erstarrungstemperaturen hat Stearinsäure?
Sind Schmelz- und Erstarrungstemperatur identisch?

2. Materialien

Thermometer (0°C bis 100°C),
Stativ mit Klemme,
Dreifuß mit Drahtnetz,
Gasbrenner,
Reagenzglas (2cm hoch mit Stearinsäure gefüllt),
Becherglas mit Wasser,
Stoppuhr oder Uhr mit Sekundenzeiger

3. Methode

....

4. Beobachtungen

... (Was ist beim Schmelzen bzw. Erstarren der Stearinsäure zu beobachten?)

5. Ergebnisse

... (hier auch Wertetabelle und Diagramm mit Auswertung des Diagramms)

6. Diskussion

Sind experimentelle Fehler gemacht worden? Könnte der Versuch verbessert werden? Wie? Sind die Schmelz- und Erstarrungskurve gleich?

7. Quellen

...

Kaliumpermanganat ist ein tiefvioletter kristalliner Feststoff, der in Wasser löslich ist.

Material:

Standzylinder, Wasser, Kaliumpermanganat, Spatel und Pinzette, Wasser

Durchführung:

Lass möglichst vorsichtig wenige Kaliumpermanganatkristalle (2 bis 3 reichen) in einen Standzylinder mit Wasser fallen. Lass den Standzylinder bis zur nächsten Unterrichtsstunde stehen.

$$\text{Dichte} = \frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}} \quad \text{oder} \quad \rho = \frac{m}{V}$$

Kaliumpermanganat hat eine Dichte von $2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, Wasser eine Dichte von $1,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

Was vermutest du, was nach einigen Tagen zu beobachten sein wird?

Vermutungen: _____

Aufgaben:

1. Vergleiche die Beobachtungen mit deiner Erwartung.
2. Formuliere Fragen, die es zu klären gilt.
3. Versuche diese Fragen selbst zu beantworten.
4. Diskutiere und vergleiche deine Fragen und Antworten mit deinen Mitschülern.
5. Recherchiere folgende Begriffe und definiere sie: Lösung, Diffusion.

Ein Flüssigkeitsthermometer besteht aus einem flüssigkeitsgefüllten Gefäß mit aufgesetzter Kapillare (Steigrohr).

Als Füllung werden Stoffe verwendet, die im gewünschten Bereich flüssig sind und die eine zur Temperatur proportionale Ausdehnung zeigen. So lässt sich an dem Thermometer eine Skala anbringen, auf der man die Temperatur direkt ablesen kann.

In einer Formel ausgedrückt gilt also:

Die Volumenzunahme des Stoffes ist proportional zu seiner Temperaturänderung: $\Delta V \sim \Delta T$

Aber warum ist das so?

Weshalb steigt das Volumen mit zunehmender Temperatur?

Hintergrundwissen:

Die Temperatur ist letztendlich ein Maß für die durchschnittliche Bewegungsenergie der Teilchen. Je schneller sich die Teilchen bewegen, umso höher ist die Temperatur eines Stoffes $T \sim v^2$ oder $T \sim E(\text{kin})$. Durch eine Geschwindigkeitserhöhung steigt der Platzbedarf der Teilchen.

Auf der Ebene der Teilchen führt dies zu einer

Zunahme der Geschwindigkeit, Zunahme der Bewegungsenergie.

Auf der Ebene der Stoffe führt dies zu einer

Zunahme der Temperatur, Zunahme des Volumens.

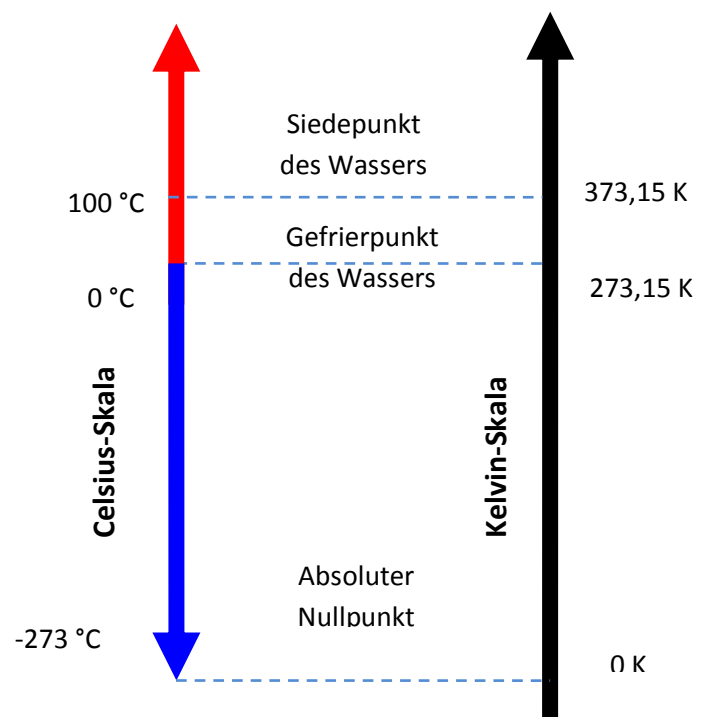


Wenn also die Temperatur des Stoffes von der Geschwindigkeit der Teilchen abhängt, muss es eine tiefste Temperatur geben, denn es gibt ja auch eine niedrigste Geschwindigkeit, nämlich den absoluten Stillstand, die Geschwindigkeit null.

Wie groß ist die niedrigste Temperatur?

Sie beträgt $-273,15^\circ\text{C}$, ist aber praktisch nie ganz erreichbar. Dieser absolute Tiefpunkt markiert auch den **absoluten Nullpunkt** der **absoluten Temperaturskala**, die in der Physik und in der Chemie vorzugsweise verwendet wird. Die Maßeinheit der absoluten Temperaturskala ist das **Kelvin (K)**.

Eine Temperaturdifferenz von 1°C entspricht dabei einer Temperaturdifferenz von 1K.



Die Volumenzunahme (ΔV) bei Temperaturerhöhung (ΔT) ist besonders deutlich bei Gasen.

Hier gilt: $\Delta V \sim \Delta T$

Das Volumen der Gase wird im Gegensatz zu Feststoffen und Flüssigkeiten auch noch sehr stark vom Druck beeinflusst.

Hierbei gilt: $\Delta V \sim \frac{1}{\Delta p}$ oder $\Delta V \sim \Delta p^{-1}$

In Worten klingt das viel anschaulicher:

Je größer der Druck, umso kleiner ist das Volumen eines Gases.

Gase sind also komprimierbar, d. h., sie können unter Druck zusammengepresst werden. Will man eine große Gasmenge in einem möglichst kleinen Gefäß unterbringen, so komprimiert man das Gas mit hohem Druck. Die Druckgasflaschen können bis zu 50 l Gas enthalten bei einem Druck von bis zu 300 bar.

Aufgabe:

Wie viele Liter Sauerstoff lassen sich bei Normaldruck aus einer vollgefüllten Sauerstoffflasche mit den oben genannten Daten entnehmen?

Dazu:

Informiere dich über die Druckeinheiten N/m², Pa, bar. Welcher Zusammenhang besteht zwischen den verschiedenen Einheiten? Wie groß ist der Normaldruck in den verschiedenen Einheiten?



Verschiedene Druckgasflaschen. Die Farbenkombinationen (Flasche/Schulter) markieren verschieden Gase. **grau/weiß** steht z. B. für Sauerstoff, **rot/rot** für Wasserstoff.

Das Stoffteilchenmodell – Diagnosetest:

Für den weiteren Unterrichtserfolg im Fach Chemie ist es sehr wichtig, dass die Vorstellungen die du zu den Teilchen und Teilchenmodellen entwickelst, richtig sind und dass sich keine Fehlverständnisse und Lücken einschleichen. Mit diesem Test sollst Du selbst feststellen ob deine Vorstellungen richtig sind oder ob du noch Korrekturen vornehmen musst.

Test:

1. Kreuze die richtigen Aussagen in der ganz rechten Spalte an (○), knicke es dann an den gestrichelten Linien nach hinten (erst 1., dann 2.) Gib es dann deinem Mitschüler bzw. deiner Mitschülerin.
2. Wenn du das Blatt als Zweite(r) erhältst, falte nicht auf und kreuze die richtigen Aussagen auf der rechten Seite an. (Kästchen).
3. Faltet die Blätter auseinander, diskutiert die Ergebnisse und tragt gemeinsdam die Kreuze bei den richtigen Aussagen in der mittleren Spalte ein.

Faltlinien

2. 1.

1. Die kleinen Stoffteilchen von Schwefel sind gelb	<input type="checkbox"/>		<input type="radio"/>
2. Beim Lösen von Salz in Wasser verschwinden die Teilchen.	<input type="checkbox"/>		<input type="radio"/>
3. Zwischen den kleinen Teilchen eines Kristalls ist Luft.	<input type="checkbox"/>		<input type="radio"/>
4. Die Bewegung der kleinen Teilchen kommt nie zum Stillstand	<input type="checkbox"/>		<input type="radio"/>
5. Kleine Teilchen können nicht schmelzen.	<input type="checkbox"/>		<input type="radio"/>
6. Kleine Teilchen sehen aus wie Tischtennisbälle.	<input type="checkbox"/>		<input type="radio"/>
7. Bei Zuckerwasser schwimmen kleine Zuckerteilchen im Wasser	<input type="checkbox"/>		<input type="radio"/>

Übertragt Eure Ergebnisse auf das Zusatzblatt und gebt dieses an den Lehrer zurück.

(verändert nach GDCh, Diagnostizieren und Fördern im Chemieunterricht)

Aufgaben:

1. Erläutere die wichtigsten Kernaussagen des griechischen Naturphilosophen Demokrit.
2. Nimm Stellung zu folgender Aussage: „Alle Teilchen kugelförmig“
3. Nimm Stellung zu folgender Aussage: „Teilchen haben keine Masse“
4. Nimm Stellung zu folgender Aussage: „Teilchen haben keine Farbe“
5. Erläutere: „Ist die Dichte der Stoffe größer, gleich oder kleiner als die der Teilchen, aus denen sie aufgebaut sind?“
6. Nimm Stellung zu folgender Aussage: „Die Teilchen verändern sich beim Lösen eines Stoffes“
7. Erläutere : Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Temperatur der Stoffe und der Bewegung der Stoffteilchen?
8. Erläutere : Gibt es eine niedrigste Temperatur?
9. Erläutere, warum lassen sich Gase komprimieren lassen?
10. Erkläre, ob es stimmt, dass Wärme freigesetzt wird, wenn Wasser gefriert. Wenn ja, warum, wenn nein, warum nicht?
11. Erkläre das Wirkungsprinzip eines flüssigkeitsgefüllten Thermometers.
12. Erläutere, welchen Einfluss eine Druckerhöhung auf das Volumen eines Feststoffes, einer Flüssigkeit und eines Gases hat.
13. An der folgenden Formel ist etwas falsch: $V_{(\text{Gas})} = p \cdot T$
Formuliere sie korrekt. Schreibe sie mit Worten.

Zu den Aufgaben:

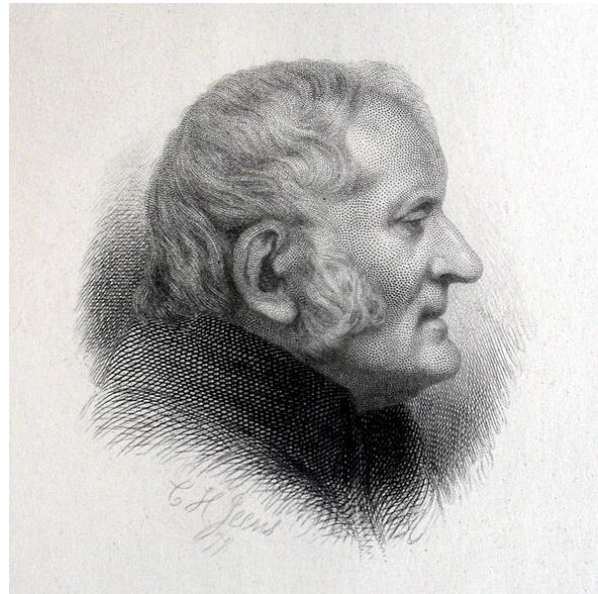
Ihr habt für die Bearbeitung der Aufgaben und die Klärung der verbliebenen Fragen
40 Minuten Zeit.

- Bearbeite diese Aufgaben zunächst ohne Hilfe!
- Wie viel Prozent der Fragen kannst du sicher und richtig beantworten?
- Markiere alle Fragen, bei denen du dir unsicher bist oder die du nicht beantworten kannst?
- Frage deine Nachbarn, ob sie dir diese Fragen richtig beantworten können?
- Klärt gemeinsam alle verbliebenen Fragen.
- Wiederhole diesen Test selbständig zu Hause, zwei Tage später!
Hat sich dein Ergebnis verbessert?
Schließe Lücken, die noch offen sind!

Bedeutung:

Das **Daltonsche Atommodell** (1808 *A New System Of Chemical Philosophy*) greift 2000 Jahre später wieder die Gedanken Demokrits von einer diskontinuierlichen stofflichen Welt aus kleinsten Teilchen auf.

Im Unterschied zu Demokrit ist bei Dalton die Anzahl der unterschiedlichen kleinsten Teilchen, der Atome, beschränkt. Sie entspricht der Anzahl der verschiedenen chemischen Elemente. Die verschiedenen Atome unterscheiden sich in ihrer Masse. Atome können bei chemischen Reaktionen miteinander vereinigt (Synthese) und verbundene Atome voneinander getrennt werden (Analyse).



John Dalton (von C. H. Geens (1827-1879))

Kernaussagen:

1. Alle Stoffe bestehen aus kleinsten, unteilbaren Teilchen, den Atomen, die in chemischen Reaktionen weder zerstört noch erzeugt werden können.
2. Alle Atome eines Elements haben die gleiche Masse und Größe. Die Atome unterschiedlicher Elemente unterscheiden sich in Volumen und Masse.
3. Bei chemischen Reaktionen werden die Atome neu angeordnet.

Damit liefert JOHN DALTON (1764-1844) ein Modell, das Stoffumwandlungen bei chemischen Reaktionen und die dabei auftretenden quantitativen Verhältnisse erklärbar macht.

(Das Daltonsche Atommodell liefert Erklärungen für das **Gesetz der konstanten Proportionen** (PROUST 1794), das **Gesetz der multiplen Proportionen** (DALTON 1808) und schafft die Voraussetzungen für eine **systematische Einteilung der Stoffe** und für die **chemische Formelsprache** (BERZELIUS 1779-1884).

Versuche zum „Teilchensieben“:

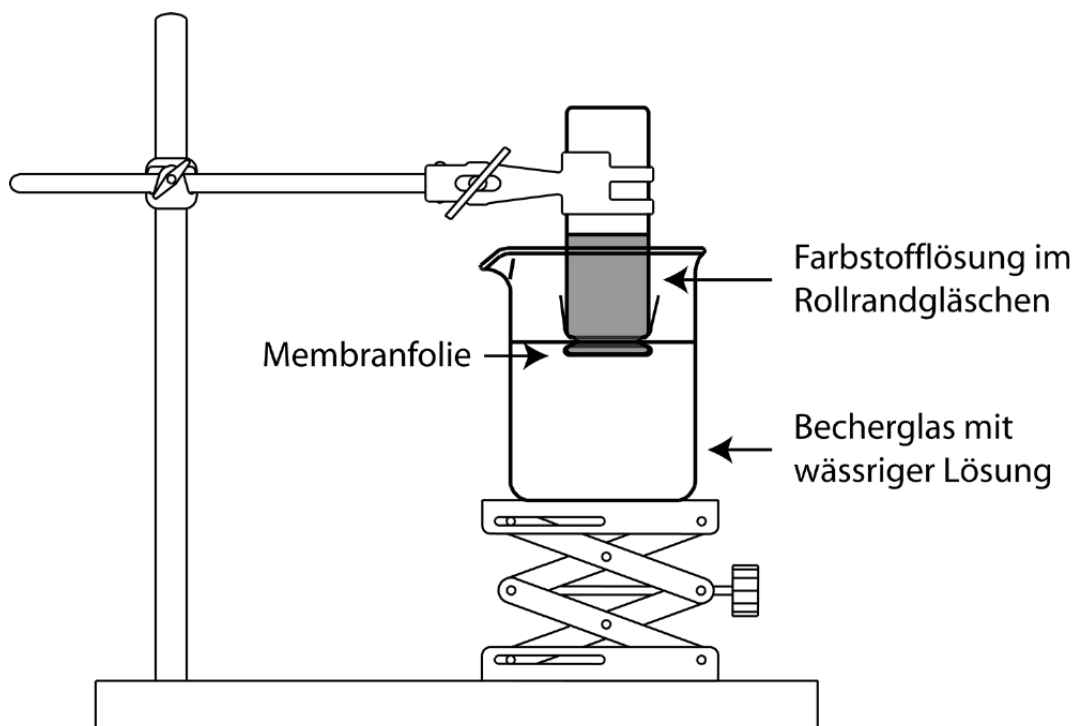
Die Versuche zum „Teilchensieben“ („molekulares Sieben“) eignen sich gut als Einführung in das Stoffteilchenmodell, sie können aber auch als Anknüpfungsexperimente vor der Einführung des Daltonschen Atommodells eingesetzt werden.

Die einfachen Versuche sind sowohl als Demonstrationsexperiment, wie auch als Schülerversuch geeignet.

Die Versuche basieren auf einer Dissertation von FALKO JOHANNMEYER „Stationen auf dem Weg ins Diskontinuum im Chemieunterricht der Sekundarstufe 1“ (Osnabrück 2004).

Versuchsprinzip:

Rollrandgläschen werden mit farbigen Lösungen gefüllt, mit Membranen verschlossen und umgekehrt in ein Becherglas mit Wasser eingetaucht.



Versuchsaufbau zum „molekularen Sieben“ [1]

Versuch A) „Nicht alle Folien sind gleich“

Zwei Rollrandgläser werden mit Kaliumpermanganatlösung gefüllt und mit unterschiedlichen Folien verschlossen. Glas 1 mit Cellophan (Celluloseregenerat) und Glas 2 mit Frischhaltefolie (PE).

Schon nach kurzer Zeit ergibt sich nebenstehendes Bild:

Die Schüler begründen diese Beobachtung damit, dass die Frischhaltefolie dicht ist, und die Cellophanhaut winzige Löcher (Poren) besitzt, durch welche der Farbstoff hindurchdiffundieren kann.



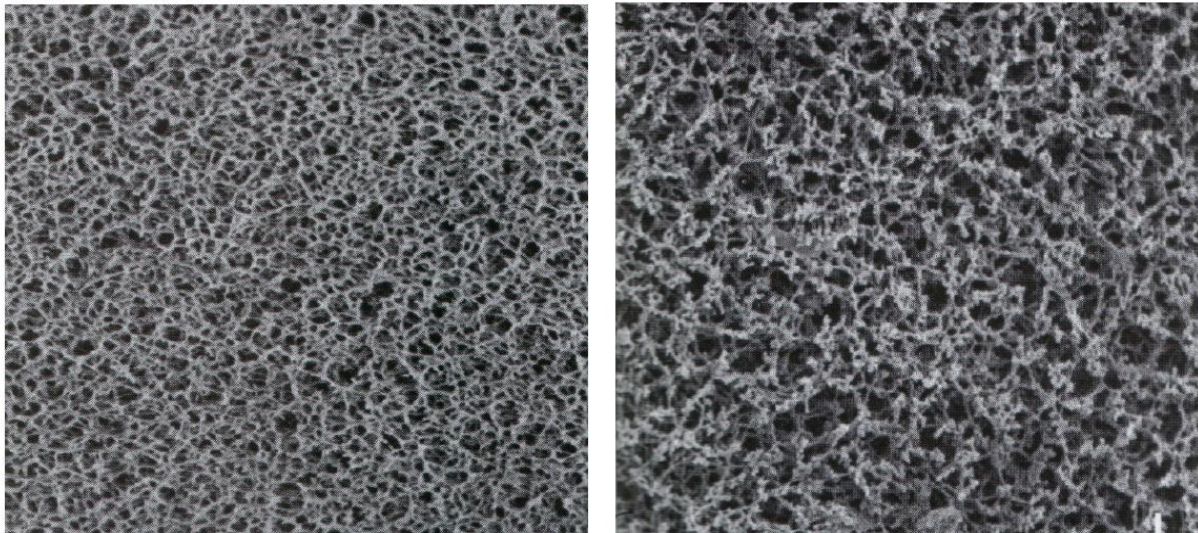
Glas 1

Glas 2

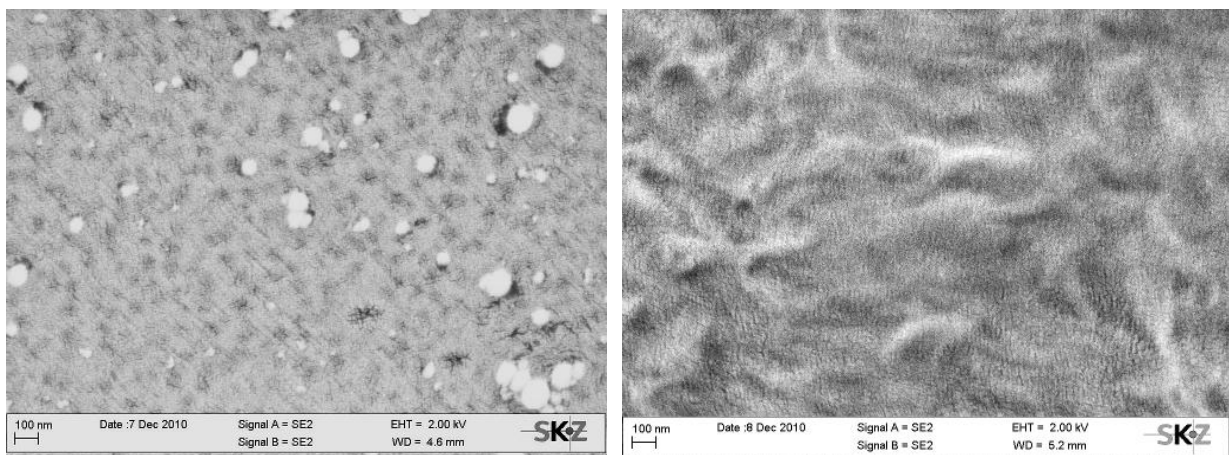
Im Schülerversuch wird man statt der Rollrandgläser Reagenzgläser und kleine Bechergläser verwenden:



Die Interpretation der Schüler ist durchaus richtig, wie man auf der nachfolgenden Abbildung sehen kann. Kunststofffolien sind aus unterschiedlich dichten „Netzen“ aufgebaut und besitzen damit unterschiedlich große Porengrößen.



Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen von Celluloseacetat und Cellulosemischester-Folien (Bildquelle: Warenkatalog der Firma Schleicher&Schüll 2000, Filtration aus [1])



Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen von Cellophan (links) und Frischhaltefolie (PE) (Bildquelle: Dr.-Ing. Markus Heindl, SKZ– Das Kunststoff-Zentrum – Würzburg) [2]

Bei den weißen Körnern im Cellophanbild handelt es sich um einen Füllstoff/Zuschlag. Deutlich ist der Unterschied zwischen der PE-Folie (rechts geschlossene Oberfläche) und der Cellophan-Folie (links, schwammartige Struktur mit porenartigen Vertiefungen zu erkennen). Eine genaue Angabe der Porengröße ist nicht möglich. Sie liegt im Bereich von wenigen bis einigen 10 nm, also im Bereich der Ultrafiltration. Solche Folien (Membranen) sind für kleinmolekulare Stoffe permeabel und impermeabel für Makromoleküle.

Filtrationsverfahren

(MWCO = Molecular Weight Cut Off, kleinste Molekülmasse, die zurückgehalten wird)

Verfahren	Porengröße	Membranmaterial	MWCO	impermeabel für	permeabel für
Umkehr-osmose	0,5 - 1 nm	diverse	<1000 u	Salze kleine org. Moleküle	Wasser
Nano-filtration	1 – 10 nm	Polyamide, Keramik, diverse	10000 - 50000 u	polyvalente Ionen, ungeladene Moleküle >1nm	Einfach gel. Ionen, ungeladene Moleküle <1nm
Ultra-filtration	10 -100 nm	Polysulfone, Celluloseacetat u.a.	50 000 – 5 Mio u	Makro-moleküle	Salze und nichtmakro-molekulare Stoffe
Mikro-filtration	0,1 – 8 µm	Cellulosemischester, Teflon u.a.	> 5 Mio u	Viren, Bakterien	

Literaturhinweis:

Mareike Wilms, *Martin Fach*, Jens Friedrich, Marco Oetken (2004): "*Molekulares Sieben: Mit Einmachfolie ins Diskontinuum*", CHEMKON, 11 (3), S. 127-130

Versuch B) „Farbstoff ist nicht gleich Farbstoff“

Zwei Rollrandgläser werden mit Kaliumpermanganatlösung (Glas 1) und Iod-Stärkelösung (Glas 2) gefüllt. Beide werden mit Cellophan-Folie verschlossen.

Im Schülerversuch (siehe rechts) mit Reagenzgläsern.

Schon nach kurzer Zeit ergibt sich nebenstehendes Bild:

Die Schüler begründen diese Beobachtung damit, dass der lilafarbene Farbstoff durch die Poren der Folie passt, der blaue aber nicht.

- **Die Stoffe (hier gelöste Farbstoffe) sind nicht beliebig klein aufteilbar. Sie bestehen aus kleinsten Teilchen einer definierten Größe! (Bestätigung des demokritischen Atomismus)**

Haushaltscellophan besitzt eine schwammige Struktur mit sehr unterschiedlichen Porengrößen. Sie ist permeabel für KMnO_4 -Lsg, Tinte und andere nichtmakromolekulare Stoffe, aber impermeabel für Iod-Stärke. Wir bewegen uns damit also im Bereich der Ultrafiltration. Gehen wir von einer Porengröße von etwa 50 nm aus, so können wir festhalten, dass die Teilchen des lilafarbenen Farbstoffs

(Kaliumpermanganat) kleiner als 50 nm sind, die Teilchen des blauen Farbstoffs (Stärke) aber größer.



[1] FALKO JOHANNMEYER, 2004: *Stationen auf dem Weg ins Diskontinuum im Chemieunterricht der Sekundarstufe 1*, Dissertation an der Universität Oldenburg
http://oops.uni-oldenburg.de/frontdoor.php?source_opus=213

[2] Die REM-Aufnahmen wurden freundlicherweise von Dr.Ing. MARKUS HEINDL und SKZ – DAS KUNSTSTOFF-ZENTRUM, WÜRZBURG für diese Fortbildungsmaterialien und deren nichtkommerziellen Einsatz erstellt. <http://www.skz.de>

Praktikum: A) Folie ist nicht gleich Folie

Material:

Frischhaltefolie, Cellophanfolie, 2 Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Becherglas, Wasser, kleine Haushaltsgummis, Stativ mit 2 Muffen und 2 Klammern, Schere, Farbstofflösung (vom Lehrer): dunkelvioletter Farbstoff, Digitalkamera oder Fotohandy

Durchführung:

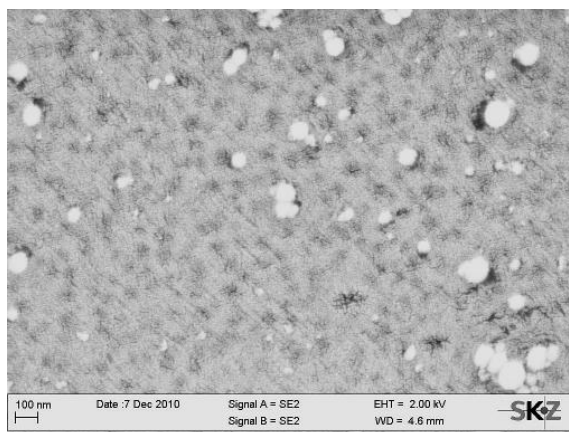
Fülle zwei Reagenzgläser jeweils zur Hälfte mit der Farbstofflösung. (Achtung: Lösung nicht auf die Haut und Kleider bringen!).

Verschließe das Reagenzglas 1 dicht mit einem passenden Stück Cellophanfolie, das Reagenzglas 2 mit Frischhaltefolie. Befestige die Folie jeweils mit einem Gummi. Achte darauf, dass die Folien nicht beschädigt werden. Die Reagenzgläser dürfen keine scharfen Ränder besitzen.

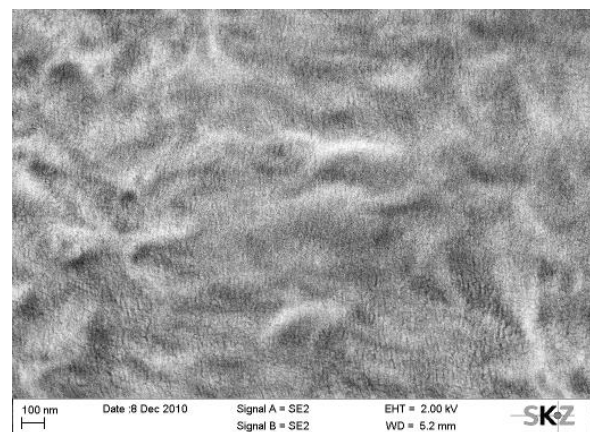
Befestige die Reagenzgläser mit Hilfe von Muffen und Klammern umgekehrt an einem Stativ und tauche sie in ein Becherglas mit Wasser.

Aufgaben:

- Beobachte! Notiere deine Beobachtungen, fertige Digitalbilder für dein Protokoll an.
- Formuliere eine Vermutung (Hypothese) zur Erklärung deiner Beobachtungen. Berücksichtige dabei die rasterelektronenmikroskopischen Bilder, die unterschiedliche Folienmaterialien in sehr starker Vergrößerung zeigen:



Cellophan-Folie mit winzigen weißen Körnern (Füllstoff) und schwammartiger Struktur, dunkle porenartige Vertiefungen.



Frischhaltefolie mit einer gewellten aber geschlossenen Oberfläche.

Aufnahmen: M. Heindl,
SKZ – Das Kunststoff-Zentrum

Praktikum: B) Farbstoff ist nicht gleich Farbstoff

Material:

Cellophanfolie, 2 Reagenzgläser, Reagenzglässtände, Becherglas, Wasser, kleine Haushaltsgummis, Stativ mit 2 Muffen und 2 Klammern, Schere, Farbstofflösungen (vom Lehrer): dunkelvioletter Farbstoff (kann auch durch Tinte ersetzt werden), dunkelblauer Farbstoff, Digitalkamera oder Fotohandy

Durchführung:

Fülle zwei Reagenzgläser jeweils zur Hälfte mit einer der beiden Farbstofflösungen.

(Achtung: Lösungen nicht auf die Haut und Kleider bringen!).

Verschließe beide Reagenzgläser dicht mit einem passenden Stück Cellophan-Folie. Befestige die Folie jeweils mit einem Gummi. Achte darauf, dass die Folien nicht beschädigt werden.

Die Reagenzgläser dürfen keinen scharfen Rand besitzen.

Befestige die Reagenzgläser mit Hilfe von Muffen und Klammern umgekehrt an einem Stativ und tauche sie in ein Becherglas mit Wasser.

Aufgaben:

- Beobachte, notiere deine Beobachtungen.
- Formuliere eine Vermutung (Hypothese) zur Erklärung deiner Beobachtungen.
- Erstelle ein Versuchsprotokoll zu den beiden Versuchen
- Beantworte folgende Fragen:

Fragen:

1. Lassen sich Stoffe in beliebig kleine Teilchen aufteilen?
2. Inwiefern bestätigen deine Experimente die Vorstellungen von Demokrit?
3. Welche Teilchen sind größer: Die blauen oder rotvioletten Farbstoffteilchen?

Hinweis:

Ein ganz ähnlicher Vorgang des Siebens sehr kleiner Teilchen läuft in den Nieren ab. Anstelle von Kunststofffolien wirken hier natürliche Zellmembranen als Filter. Sie lassen Wasser und kleine Abfallstoffe des Stoffwechsels durch und halten größere Teilchen im Körper zurück.



Es ist schon eigentümlich, dass es so viele verschiedene Reinstoffe gibt, dass bei ihrer chemischen Zerlegung (Analyse) letztendlich aber immer wieder einige (relativ wenige) Stoffe übrigbleiben, die sich nicht weiter in andere Stoffe zerlegen lassen (=> Elemente).

Eine Erklärung für diesen Sachverhalt lieferte schließlich der englische Lehrer und Naturforscher **John Dalton** (1766 bis 1844). Dalton forschte auf den verschiedensten Gebieten und wurde zu einem wichtigen Wegbereiter der Chemie als exakter Naturwissenschaft.

Daltons wohl wichtigster Wissenschaftsbeitrag war seine Atomtheorie.

Er postulierte, dass das Atom die kleinste unteilbare Einheit der Materie ist. „*Elemente bestehen aus für das jeweilige Element charakteristischen, in sich gleichen und unteilbaren Teilchen, den Atomen*“. Nach seiner Vorstellung gibt es nicht beliebig viele verschiedenartige Atome (Demokrit), sondern genau so viele verschiedene, wie es Elemente gibt. Die Atome unterscheiden sich in ihrer Masse und ihrer Größe. Durch Synthesen können verschiedene Atome miteinander vereinigt werden, durch Analysen wieder getrennt. Dadurch dass bei Synthesen nur bestimmte ganze Atome miteinander vereinigt werden können, reagieren die Stoffe miteinander im Verhältnis konstanter Massenproportionen.

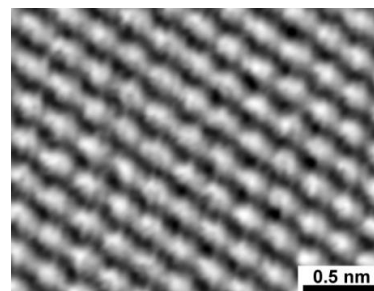
Die Kernaussagen von **Daltons Atommodell**:

1. Jeder Stoff besteht aus kleinsten, nicht weiter teilbaren kugelförmigen Teilchen, den Atomen.
2. Alle Atome eines Elements haben das gleiche Volumen und die gleiche Masse. Die Atome unterschiedlicher Elemente unterscheiden sich in ihrem Volumen und in ihrer Masse.
3. Atome sind unzerstörbar. Sie können durch chemische Vorgänge weder vernichtet noch erzeugt werden.
4. Bei chemischen Reaktionen werden die Atome der Ausgangsstoffe neu angeordnet und in bestimmten Anzahlverhältnissen miteinander verknüpft.

Natürlich konnte auch John Dalton keine Atome sehen. Seine Aussagen waren **modellhafte Annahmen**, die Erklärungen für viele Beobachtungen lieferten.

Viele seiner Annahmen haben auch heute noch Bestand. So konnte man mit Hilfe von Rastertunnel-Mikroskopen Bilder von Atomen erstellen, die zeigen, dass Atome tatsächlich eine kugelförmige Gestalt haben. Richtig ist auch, dass Atome eine bestimmte Masse und ein bestimmtes Volumen besitzen. Richtig ist weiterhin, dass die Atome bei chemischen Reaktionen. Als Irrtum erwies sich die Annahme, dass Atome die kleinsten Teilchen und unzerstörbar seien.

Aufgabe: Berechne die Größe (Durchmesser) eines Kohlenstoffatoms.



Aufnahme mit dem Rastertunnelmikroskop von einer Graphitoberfläche mit Kohlenstoffatomen.
von Frank Trixler, Ludwig-Maximilians-Universität München (2007)

Aufgaben:

4. Wieviele Wasserstoffatome benötigt man, um eine Masse von einem Gramm zu erhalten?

5. Das Volumen eines Atoms lässt sich mit folgender Formel

$$\text{berechnen: } V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$$

Welches Element in der Tabelle hat die Atome mit der größten Dichte?

6. Für gewiefte Rechner und

Denker:

Berechne die Dichte eines Kohlenstoffatoms und vergleiche sie mit dem Wert für die Dichte von Graphit

$$\rho(\text{C}_{\text{Graphit}}) = 2,26 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Finde eine Erklärung für die Differenz.

Beispiele:

Element	Symbol	Atom-masse [u]	Atom-radius [pm]
Wasserstoff	H (Hydrogenium)	1	31
Kohlenstoff	C (Carbonium)	12	76
Stickstoff	N (Nitrogenium)	14	71
Sauerstoff	O (Oxygenium)	16	66
Aluminium	Al (Aluminium)	30	121
Schwefel	S (Sulfur)	32	103
Eisen	Fe (Ferrum)	56	140
Silber	Ag (Argentum)	108	145
Gold	Au (Aurum)	197	136

Umrechnung Atommasseneinheiten in g:

$$1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-26} \text{ g}$$

Kugelvolumen :

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$$

Atome					Stoffe
r_A (cm)		m_A (g)	V_A (cm ³)	D_A (g/cm ³)	D_{Stoff} (g/cm ³)
3,1E-09		1,66E-24	1,2472E-25	13,31	0,000089
7,6E-09		1,992E-23	1,8378E-24	10,84	2,260000
7,1E-09		2,324E-23	1,4985E-24	15,51	0,001250
6,6E-09		2,656E-23	1,2036E-24	22,07	0,001429
1,21E-08		4,98E-23	7,4169E-24	6,71	2,700000
1,03E-08		5,312E-23	4,5749E-24	11,61	2,070000
1,4E-08		9,296E-23	1,1488E-23	8,09	7,874000
1,45E-08		1,7928E-22	1,2764E-23	14,05	10,490000
1,36E-08		3,2702E-22	1,0531E-23	31,05	19,320000

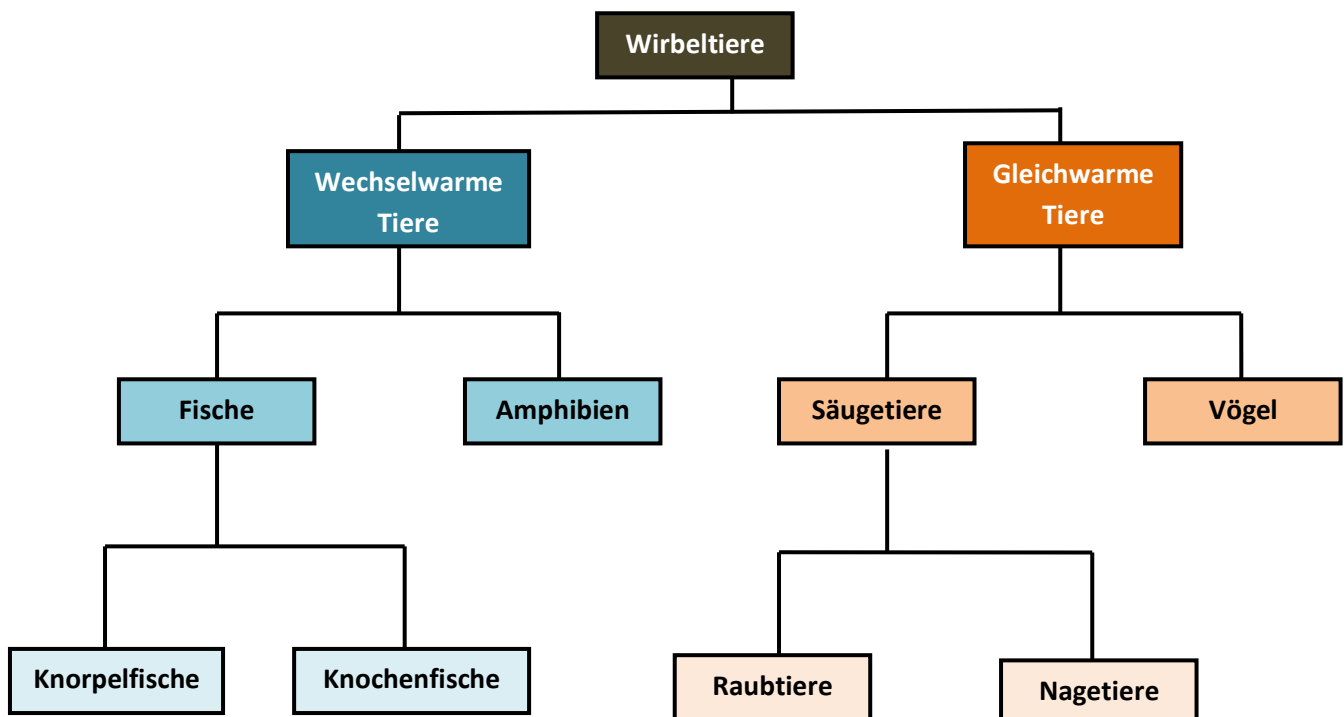
gasförmig
(Graphit)
gasförmig
gasförmig

Ergebnis: Atome sind dichter als Stoffe, denn Stoffe bestehen aus Teilchen und Leere!

Die Zusammenfassung verschiedenen Dinge zu Kategorien hilft Übersicht bewahren und neue Dinge leichter einzuordnen. Sie schafft Ordnung.

Ein Beispiel aus der Tierwelt soll das verdeutlichen:

Die Begriffe Säugetiere, Fische, Amphibien, Vögel, gleichwarme Tiere, wechselwarme Tiere, Raubtiere, Wirbeltiere, Nagetiere, Knorpelfische, Knochenfische lassen sich einem Ordnungsschema in einen übersichtlichen Zusammenhang bringen:



Das obige Schema ist weder vollständig, noch gibt es die wissenschaftliche Systematik der Wirbeltiere wieder, es zeigt aber eine typische hierarchische Gliederung und die Einteilung erfolgt nach bestimmten Kriterien.

Welche Sätze sind falsch?

- Alle Fische sind Knorpelfische.
- Alle Knorpelfische sind Fische.
- Knochenfische sind gleichwarme Tiere.
- Wirbeltiere können wechselwarm oder gleichwarm sein.
- Nagetiere gehören zu den Vögeln, weil sie gleichwarm sind.
- Weder Raubtiere noch Vögel sind wechselwarme Tiere.
- Knochenfische und Vögel sind Wirbeltiere.

Nachdem du dich am Beispiel einiger Wirbeltiere mit dem Prinzip des gedanklichen und begrifflichen Aufräumens vertraut gemacht hast, geht es jetzt wieder zur Chemie. Hier heißt es nun Ordnung in die Welt der Stoffe bringen.

Reinstoffe, heterogene Gemische, Legierung, Gasgemische, Elemente, Lösungen, homogene Gemische, Verbindungen, Metalle, Emulsion, Suspension, Nichtmetalle, Stoffe, Gemische

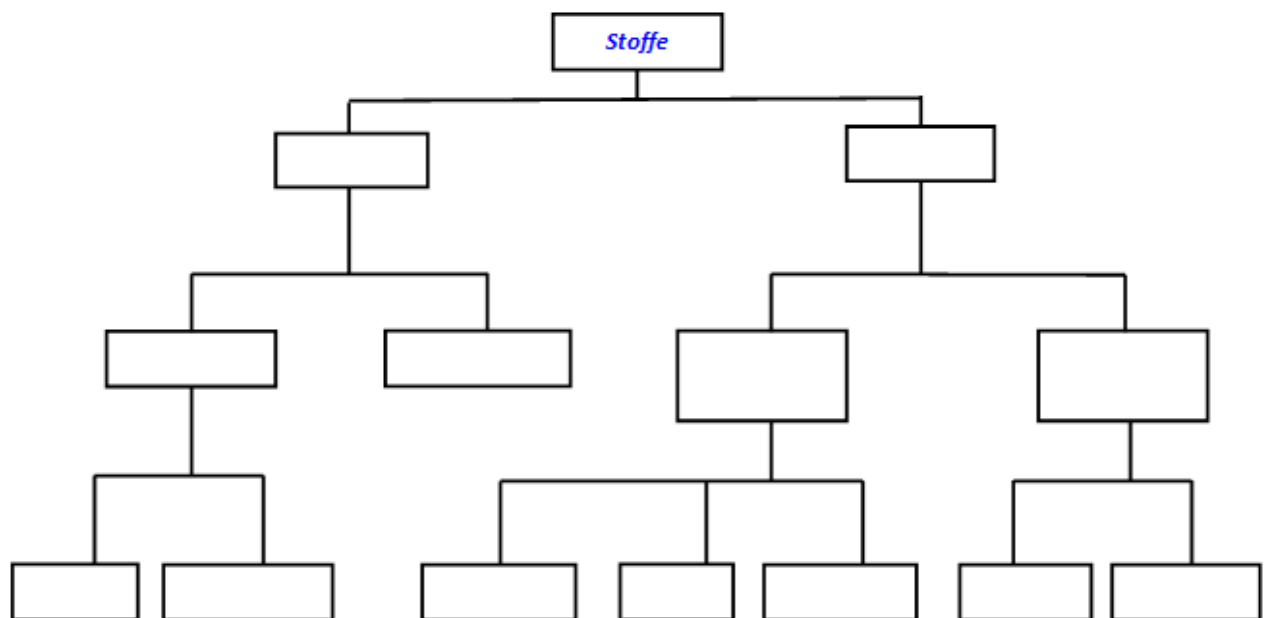
Aufgabe:

Erstelle mit diesen Begriffen ein Ordnungsschema nach dem Beispiel der vorherigen Seite. Solltest du mit dieser Aufgabe nicht klarkommen, so kannst du dir vom Lehrer eine Lösungshilfe holen.

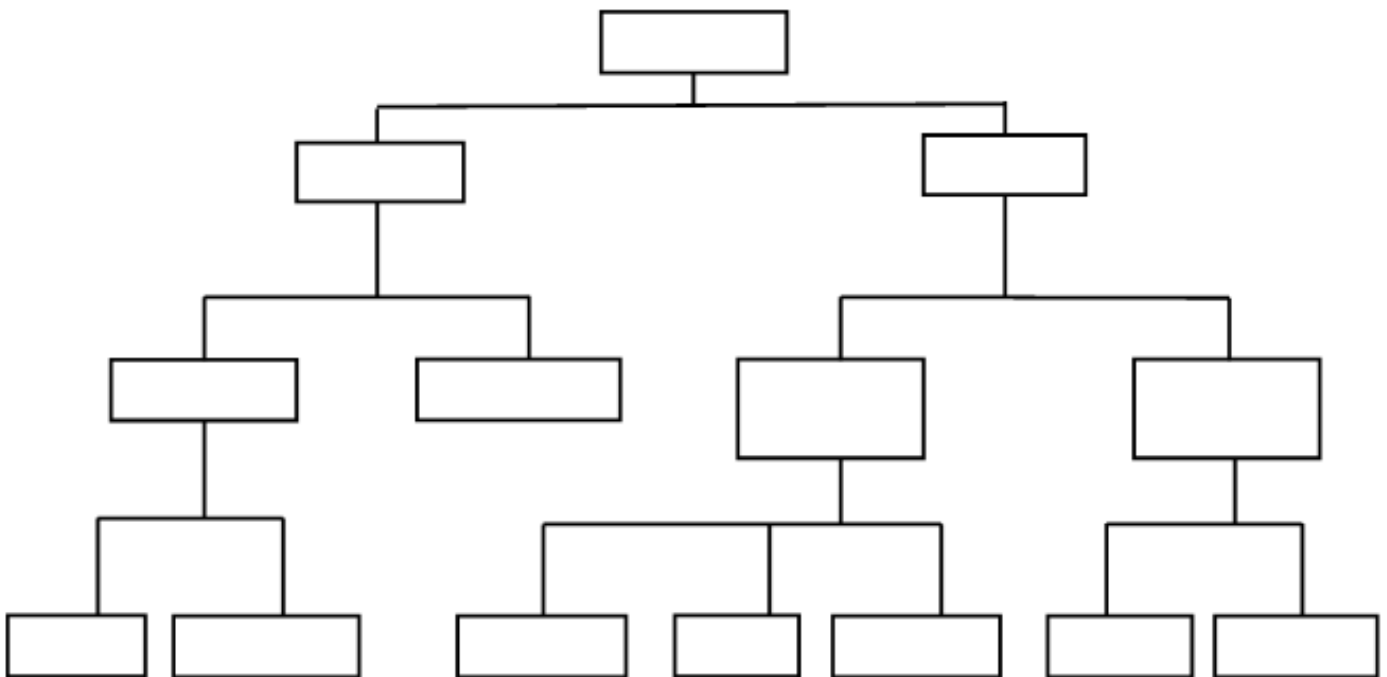
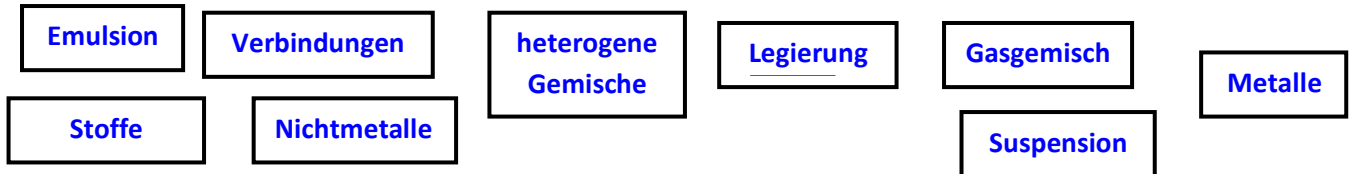
Reinstoffe, heterogene Gemische, Legierungen, Gasgemische, Elemente, Lösungen, Verbindungen, Metalle, Emulsionen, Suspensionen, homogene Gemische, Nichtmetalle, Gemische

Aufgabe:

Übertrage obige Begriffe in nachfolgendes Ordnungsschema.



Die folgenden Textfelder mit der Maus „anfassen“ und in das Schema ziehen



Nach Dalton können sich Atome bei Reaktionen untereinander verbinden oder trennen.

Tatsächlich sind die wenigsten Stoffe aus einzelnen Atomen aufgebaut, bei den meisten sind die Atome in Molekülen oder riesigen Verbänden gebunden.

Man kann grundsätzlich unterscheiden zwischen den Elementen, die nur eine Atomsorte enthalten und Verbindungen, die immer aus verschiedenen Atomsorten bestehen. Chemische Symbole können also sowohl für eine Elementbezeichnung stehen, wie auch als Symbol für ein Atom, d.h. **H** kann bedeuten das Element Wasserstoff oder auch ein Wasserstoffatom.

1. Elemente

1.1 Isolierte Atome

Nur die Edelgase bestehen aus isolierten Einzelatomen. Beispiel: Helium - Formelsymbol: **He**

1.2 Elementmoleküle

- Viele Elementgase bestehen aus zweiatomigen Molekülen. Beispiel Sauerstoff – Formel: **O₂**

- Schwefel besteht z.B. aus ringförmigen Molekülen mit jeweils acht Atomen.

Formel: Eigentlich müsste man **S₈** schreiben, es hat sich aber eingebürgert nur **S** zu schreiben.

1.3 Metallverbände

Sie bestehen aus einer riesigen Zahl gleicher Atome, die dicht gepackt angeordnet sind.

Beispiel: Eisen => Formel: **Fe**

1.4 Riesenmoleküle.

Sie bestehen aus sehr vielen Atomen einer Sorte, die wie in einem Molekül verbunden sind.

Beispiel: Kohlenstoff im Graphit oder Diamant Formel: **C**

2. Verbindungen

2.1 Moleküle

sind Verbände, die aus einer ganz bestimmten Anzahl bestimmter Atome zusammengesetzt sind. Moleküle lassen sich mit einer **Summenformel** beschreiben.

Beispiel: Wasser besteht aus Molekülen, die immer aus zwei Wasserstoffatomen und einem Sauerstoffatom bestehen. Summenformel: **H₂O**

2.2 Salzartige Verbindungen

bestehen aus einer riesigen Anzahl elektrisch geladener Atome oder Moleküle (man nennt diese **Ionen**). Man kann für Sie nur eine Verhältnisformel angeben, die das Anzahlenverhältnis der verschiedenen Ionen in dem Stoff angibt.

Beispiel: Im roten Eisenoxid sind Eisenionen und Sauerstoffionen im Verhältnis 2:3 enthalten.

Formel: **Fe₂O₃**

Aufgabe:

Gestalte ein Übersichtsschema, in dem die obigen Aussagen in symbolische Schemabilder umgesetzt sind. Verwende dabei für verschiedenartige Atome verschiedenfarbige Kreissymbole.