

Mit Informationen umgehen

Übersetzungen zwischen verschiedenen Darstellungsformen

Von Lutz Stäudel

KLASSENSTUFE:	alle Klassenstufen
THEMA:	verschiedene Themen aus der Sek. I u. II (s. Arbeitsblätter)
METHODE:	Aufgaben zur Übung des Wechsels zwischen Darstellungsformen
ASPEKT:	Kommunikation

Die bereichsspezifische Lesefähigkeit (im Sinne der durch PISA definierten Literacy) beschränkt sich keineswegs darauf, das Alphabet zu beherrschen, naturwissenschaftlich-technische Texte lesen zu können und sich Informationen „sinnentnehmend“ anzueignen (vgl. S. 4 ff. in diesem Heft). Ebenso wie viele andere Wissenschaften (und in gleicher Weise Bereiche des täglichen Lebens) benutzt „die Chemie“ bzw. der Chemieunterricht eine Vielfalt von Darstellungsformen, die ihrer je eigenen „Grammatik“ folgen. Oft sind diese Darstellungen, wie im Fall von Formelgleichungen, trotz anscheinender Exaktheit mehrdeutig (im Sinne mehrerer Bedeutungsebenen). An anderen Stellen ist die Sinndeutung davon abhän-

gig, ob bestimmte Konventionen für den benutzten Code beherrscht werden oder nicht (etwa im Fall von Graphen und der Bedeutung der Achsen).

Erschwerend für den Umgang mit solcherart Informationen ist der Umstand, dass in vielen Fällen verschiedene Darstellungsformen miteinander verknüpft sind, es sich also um „diskontinuierliche Texte“ handelt. Im naturwissenschaftlichen Unterricht bzw. im Chemieunterricht lassen sich eine ganze Reihe von Darstellungsformen ausmachen:

- Texte als Fließtext, als Listen und in Tabellenform,
- Skizzen, Abbildungen und Fotos,
- Symbole und Verknüpfungen dieser Symbole, z. B. als Formelgleichungen,
- numerische Werte mit und ohne Dimensionsangaben,
- Modelle der verschiedensten Art, reale wie auch symbolische.

Informationen solcherart codiert nebeneinander lesen zu können, Inhalte aus einer Darstellungsform in eine andere übertragen zu können und eigene Ergebnisse in mehr als einer Weise darstellen

zu können – das alles sind Übersetzungsleistungen, die in den Naturwissenschaften im Allgemeinen und in der Chemie im Besonderen (wegen ihrer spezifischen Formeln) eine Herausforderung für das Lernen darstellen (vgl. **Tab. 1**).

Solches „Übersetzen“ stellt sich, ähnlich wie in einer Fremdsprache, nicht von alleine ein. Will man die Schülerinnen und Schüler sicherer werden lassen im Umgang mit dieser Vielfalt von Informationen, dann bedarf dies geeigneter Anlässe und gezielten Übens. Am wirksamsten werden solche Übungen dann, wenn sie gut in den Unterricht eingebettet und mit den aktuell bearbeiteten Inhalten verknüpft werden. In dieser Hinsicht sind die auf den nachfolgenden Seiten vorgestellten Beispiele und möglichen Übungen überwiegend nur Muster für eigene, besser angepasste Aufgaben. Als Lehrkraft lasse man sich aber davon inspirieren, um schließlich den Lernenden das Hin- und Herspringen zwischen den verschiedenen Formen und dem Übersetzen zwischen einem Code und einem anderen zu erleichtern.

Übersetzungsleistungen und Bildungsstandards

Die Bildungsstandards erläutern ihre Forderungen bezogen auf die vier Kompetenzbereiche an einer Reihe von kommentierten Beispielaufgaben. Zwar beziehen alle acht Aufgaben Teilkompetenzen mit ein, die dem Kompetenzbereich III (Kommunikation) zuzuordnen sind, besonders ergiebig im Hinblick auf „Übersetzungsleistungen“ erscheint aber Aufgabe 4 (s. **Arbeitsblatt 1**), bei der es um die jungsteinzeitliche Gletschermumie aus den Ötztaler Alpen und deren Ausrüstung geht [1, S. 23–24]. Die Aufgabenkonstruktion folgt den Vorgaben von PISA: Es wird ein komplexer,

	Text	Tabelle	Bild	Graph	Formel	Modell
Text	x	x	x	x	x	x
Tabelle			x	x		
Bild				x	x	x
Graph					x	x
Formel						x

Tab. 1: Geforderte Übersetzungsleistungen für den Bereich Chemie

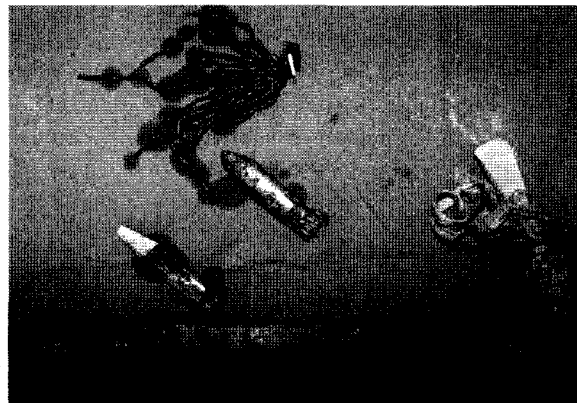
Das Kupferbeil des Gletschermannes „Ötzi“

Die Entdeckung des Kupferbeils von Ötzi zeigt, dass er in der Kupferzeit, der letzten Phase der Jungsteinzeit, gelebt hatte. Weitere Funde von Guss- und Schmelzriegeln in einigen Siedlungen beweisen, dass auch schon vor Ötzis Lebzeiten die Technik der Kupferverarbeitung, d. h. das Schmelzen und Gießen des Metalls, bekannt war. Kupfererze findet man in Gesteinen, die sowohl an der Oberfläche als auch im Berginnern abgebaut werden können. Im Alpengebiet befinden sich zahlreiche Lagerstätten von Kupfererzen (Malachit, Kupferkies), die für Ötzi erreichbar waren. Malachit enthält Kupfercarbonat (CuCO_3), Kupferkies enthält Kupfersulfid (CuS).

Die Umwandlung von Erz in Metall, die „Verhüttung“, erfolgte in mehreren Schritten.

Die zerkleinerten Brocken wurden zunächst geröstet, um das Gemisch aus Malachit und Kupferkies von seinem Schwefelanteil zu befreien. Während des Röstprozesses entweichen Schwefeldioxid und Kohlenstoffdioxid. Es entstand Kupferoxid.

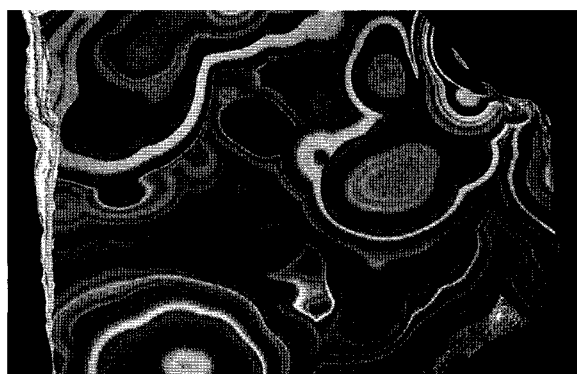
Die Gewinnung des metallischen Kupfers erfolgte anschließend in Schmelzöfen. Ein solcher kupferzeitlicher Ofen wurde aus behauenen Steinblöcken mit Lehm als Mörtel gemauert, seine Innenseite vermutlich mit Lehm verkleidet. Am unteren Rand der Vorderseite befand sich das Abstichloch mit der davor liegenden Schlackengrube. Darüber war das Düsenloch angebracht, durch das die Windzufuhr erfolgte. Für die Verhüttung des Erzes wurde der Ofen mit Kupfererz und Holzkohle in mehreren Schichten gefüllt. Da Kupfer einen hohen Schmelzpunkt besitzt, musste in diesem Ofen eine Temperatur von über 1000°C erreicht werden. Zu diesem Zweck wurde der Holzkohleglut mehrere Stunden lang Luft durch das Düsenloch zugeführt. Dies erreichte man mit Hilfe von Blasebalgen.



Werkzeuge des Ötzi



Die Entdeckung des Ötzi



Malachit ist das Ausgangsmaterial für die Kupferherstellung

▼ AUFGABEN

1. Fertigen Sie eine beschriftete Skizze eines Schmelzofens an.
2. Beschreiben Sie die einzelnen chemischen Vorgänge, durch die aus einem der beiden Erze (Kupferkies oder Malachit) in einem zweistufigen Prozess Kupfer gewonnen wird.
3. Stellen Sie die Wort- und Formelgleichungen für die chemischen Reaktionen auf.
4. Stellen Sie das Prinzip der Metallherstellung dar, das diesem Beispiel zugrunde liegt und übertragen Sie es auf ein anderes Beispiel. Gehen Sie von einem Erz aus, das als Oxid vorliegt.
5. Skizzieren Sie einen Versuchsaufbau für ein Schülerexperiment zur Kupfergewinnung aus einem der beiden Erze und formulieren Sie eine entsprechende Versuchsvorschrift.

Tabellen und Graphen

▼ AUFGABEN

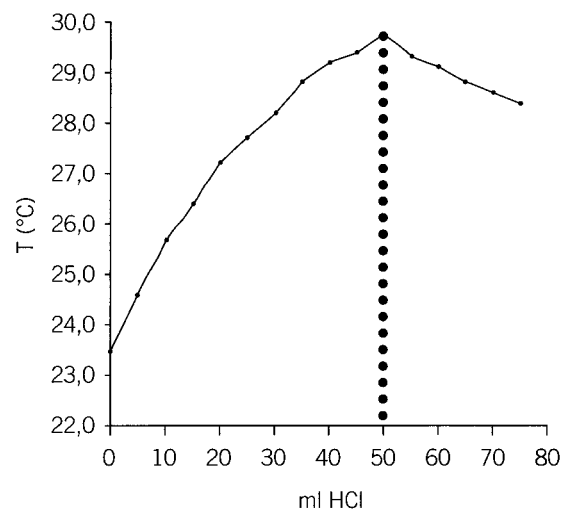
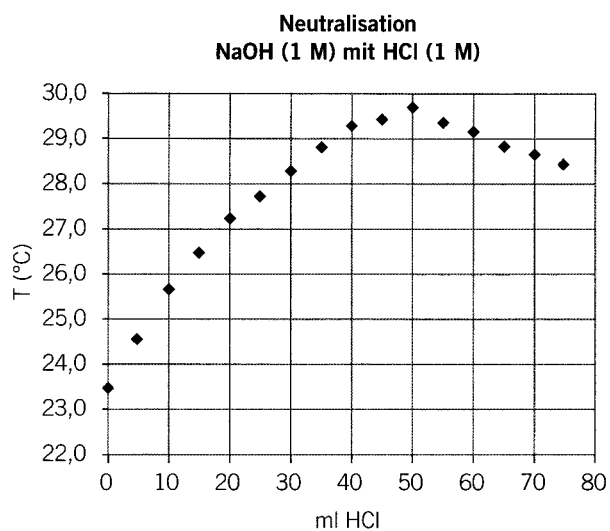
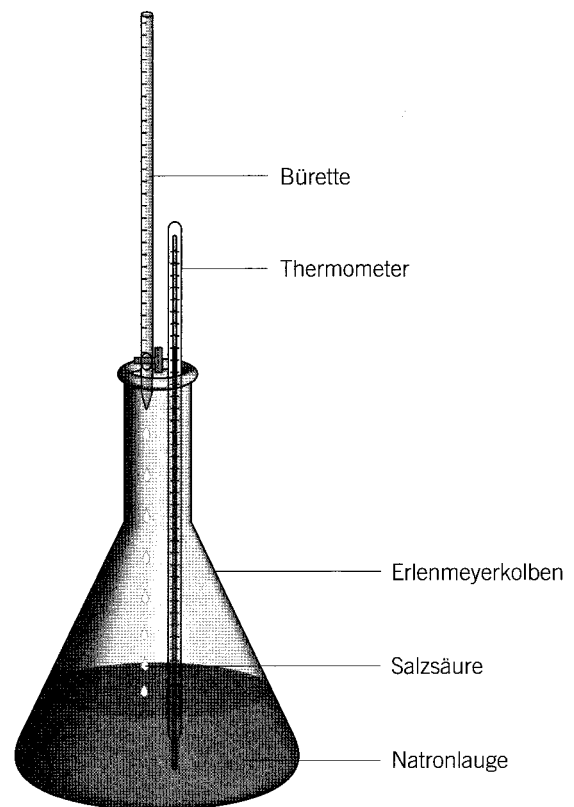
Messdaten visualisieren [5]

Bei der Reaktion von Säuren und Laugen findet eine Neutralisation statt, dabei wird stets Wärme frei. Ihr habt das Auftreten von Neutralisationswärme beim langsamen Zutropfen von verdünnter Salzsäure zu verdünnter Natronlauge mit einem Thermometer verfolgt. Die Messwerte habt ihr in eine Wertetabelle eingetragen.

Um erhaltene Messwerte deutlicher darzustellen, übertragen Naturwissenschaftler diese oft in einen Graphen. Das sollt ihr mit euren Werten auch machen.

- Überlegt euch ein geeignetes Koordinatensystem zur Darstellung eurer Messwerte.
 - Beschriftet die Achsen!
 - Tragt die Messwerte ein!
 - Verbindet die Werte durch eine Linie!
- Wie hat sich die Information durch das Bild im Vergleich zur Tabelle geändert?

ml HCl	T (°C)
0	23,5
5	24,6
10	25,7
15	26,4
20	27,2
25	27,7
30	28,2
35	28,8
40	29,2
45	29,4
50	29,7
55	29,3
60	29,1
65	28,8
70	28,6
75	28,4

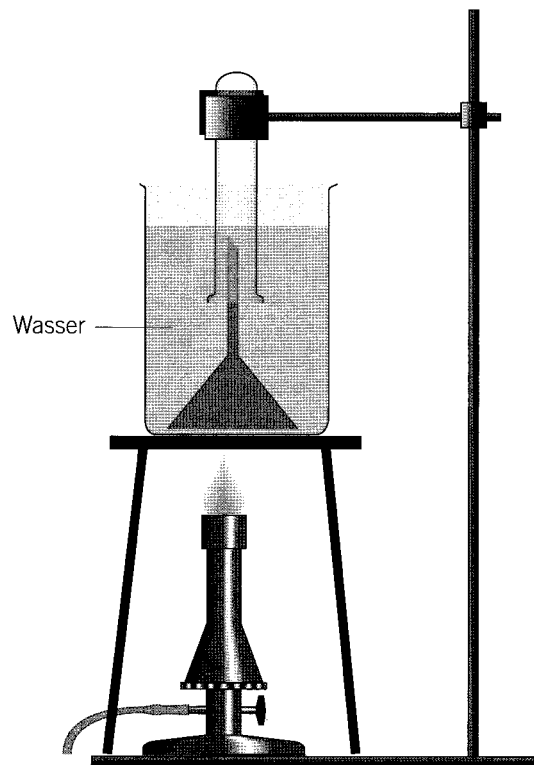


Eine Versuchsskizze in einen Text umwandeln

▼ AUFGABEN

Naturwissenschaftliche Experimente werden oft durch eine Abbildung verdeutlicht. Meistens kannst du aus einer solchen Abbildung bereits sehen, wie der Versuch vorbereitet und durchgeführt werden soll. Manchmal kannst du aus der Zeichnung auch darauf schließen, wie die Auswertung stattfinden soll.

- Stelle eine Materialliste für den Aufbau des Versuchs zusammen.
- Beschreibe möglichst genau, wie der Versuch vermutlich ablaufen wird.
- Formuliere in eigenen Worten, was der Versuch zeigen soll.
- Finde eine Überschrift für den abgebildeten Versuch.



informationsreicher Kontext entfaltet, dazu werden dann mehrere Teilaufgaben formuliert:

Während im Kommentar der Bildungsstandards konsequent auf die Teilkompetenzen verwiesen wird (s. Zuordnungen in der Tabelle „Erwartungshorizont“ in den Bildungsstandards sowie die Liste der kommunikativen Teilkompetenzen im Basisartikel dieses Heftes), sollen hier die spezifischen Übersetzungsleistungen herausgestellt werden:

Teilaufgabe 1 fordert die Anfertigung einer Skizze auf Grundlage des Textes. Dazu müssen zuerst die relevanten Informationen aus dem Fließtext entnommen und anschließend grafisch umgesetzt werden. Mithin geht es hier um eine Übersetzung *Text* → *Grafik*.

Teilaufgabe 2 erweckt nahezu den Anschein von Redundanz, tatsächlich geht es aber um die Verdichtung von Informationen aus einem Fließtext. Evidenzbasiert – so zumindest werden ähnliche Aufgaben bei PISA charakterisiert – sollen die (fach-)relevanten Inhal-

te aufgefunden und zusammengefasst werden; diese Aufgabe ist vom Typus *Text* → *Text*. Man sieht hier unmittelbar, dass eine zusätzliche Visualisierung, etwa durch ein Block- bzw. Ablaufdiagramm, diese Verdichtung unterstützen könnte.

Mit **Teilaufgabe 3** wird diese Informationsverdichtung weitergetrieben, zunächst mit dem Ziel, Wortgleichungen zu formulieren und diese dann in Formelgleichungen zu „übersetzen“. Sieht man davon ab, dass bei dieser Art von Übersetzung im Hintergrund das Teilchenmodell wirkt, dann geht es hier um eine Übersetzung *Text* → *Formel*.

In **Teilaufgabe 5** schließlich sollen die Lernenden ihre Überlegungen zu einem Modellversuch gleich in zweifacher Weise übersetzen, zum einen in eine Skizze des möglichen Versuchsaufbaus, zum anderen in eine verschriftlichte Versuchsanleitung.

Ähnlich wie die Ötzi-Aufgabe umfassen auch die übrigen Beispiele aus den Bildungsstandards mehr oder minder

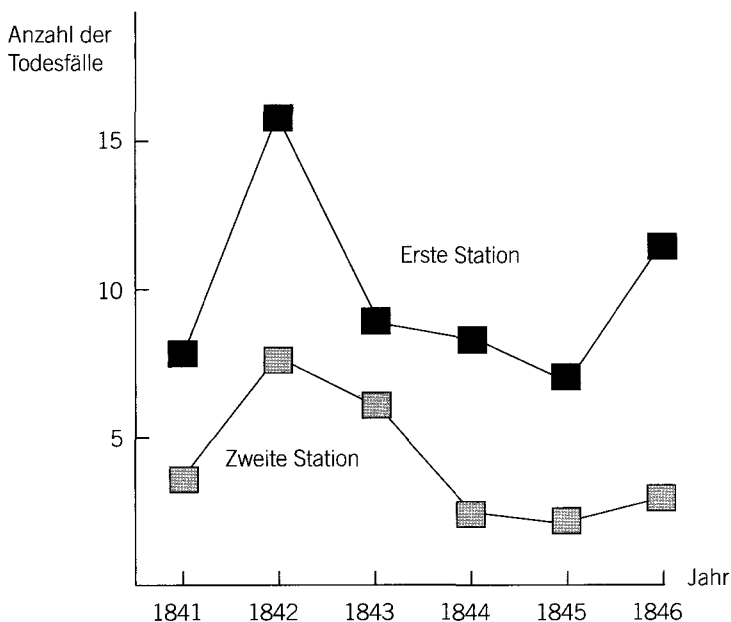
viele Lese- und Übersetzungselemente. Allerdings eignen sich diese nicht zur gezielten Übung, weil die Standard-Aufgaben insgesamt zu vielschichtig sind, eben Testaufgaben und keine Lernaufgaben [2].

Bei den weiteren in diesem Artikel dargestellten Beispielen handelt es sich eher um kleinformartige, zugespitzte Beispiele, nach deren Vorbild eigene, den Unterricht begleitende Aufgaben entwickelt werden können, zur Unterstützung der fachspezifischen Lesefähigkeit und insbesondere der Fähigkeit, von einer Darstellungsform in eine andere zu wechseln.

Tabellen und Graphen

Gut erkennbar für die Lernenden ist der unmittelbare Informationsgewinn beim Übergang von der Wertetabelle zur grafischen Darstellung im **Arbeitsblatt 2**.

Der Graph eignet sich auch für weitere Teilaufgaben im Sinne der Rück-



2: Anzahl der Todesfälle je 100 Geburten wegen Kindbettfiebers

übersetzung, z. B. auch mittels Denk- und Sprechblasen: Diskutiert werden kann z. B. der nicht stetige Anstieg der Temperatur während der Neutralisation (wegen der Volumenzunahme), der Temperaturabfall nach dem Neutralpunkt (Volumenzunahme/Verdünnungseffekt) oder die Frage nach der Wahl der Achsen. Wird außerdem eine graphische Scheitelpunktsbestimmung mittels Tangentenmethode durchgeführt, dann kann auch diese anhand der Abbildung weiter diskutiert werden. Dieser weitere Schritt zeigt beeindruckend, wie der Wechsel der Darstellungsform einen Zusatznutzen bewirken kann.

Vorschläge für weitere Übersetzungen:

- Aufnehmen der Erwärmungskurve von Wasser, vom Eis bis zum Wasserdampf (interessant sind hier die „Sockel“ im Graphen, da sich die Temperatur beim Schmelzen und beim Verdampfen so lange nicht weiter erhöht, bis alles Wasser in den nächsten Aggregatzustand übergegangen ist)
- Titrations im klassischen Sinn, in höheren Klassen auch mit mehrwertigen Säuren, ebenso: Rücktitrationen
- Auswertung von Modellexperimenten, z. B. Chromatographie [6]: Hier können numerische Verteilungszahlen in Verteilungskurven umgesetzt werden.

Diskontinuierliche Darstellungsformen

Nicht nur in den Naturwissenschaften sind so genannte diskontinuierliche Texte in der Überzahl: Zu dieser Kategorie zählen alle Informationen, die parallel unterschiedliche Darstellungsformen benutzen, also auch Schulbuchtexte. Bei Kombinationen von Wort und Foto oder Wort und Grafik ist der Informationsgehalt oft über die beiden Formen verteilt, zur Informationsentnahme müssen beide Teile oft mehrfach nacheinander aufgesucht und ausgewertet werden.

Damit Schülerinnen und Schüler ähnlich kombinierte Darstellungsformen selbst nutzen können, etwa für Projektpräsentationen oder Lernplakate, sollten sie Gelegenheit haben, mit geeigneten Beispielen umgehen zu lernen (Arbeitsblatt 3, s. S. 43). Wie sich u. a. im Zusammenhang mit PISA-Aufgaben gezeigt hat, gehört dieses Springen zwischen grafischer Darstellung und numerischen Daten zu den Problemzonen der Lesefähigkeit. Das Beispiel „Tschadsee“ wurde in dieser Zeitschrift schon einmal vorgestellt [7,8].

In Teilen noch anspruchsvoller ist die so genannte Semmelweis-Aufgabe, die ebenfalls die Informationsentnahme aus Darstellungen unterschiedlicher Codierung einfordert. Wenn vor dem Hintergrund eines Textes zu Leben und

Arbeit dieses Arztes und Naturforschers und der wiedergegebenen Grafik gefragt wird, warum Semmelweis Erdbeben als mögliche Ursache für Kindbettfieber ausschloss [7, S. 9], dann muss die grafische Information (Abb. 2) in vielfacher Hinsicht interpretiert und analysiert werden, etwa „Wie müssten Daten aussehen, die einen solchen Schluss positiv ermöglichen würden?“ – „Worüber gibt die Grafik Auskunft?“ usw.

Auch für den Chemieunterricht gibt es eine Vielzahl von Sachverhalten, die am besten in der Zusammenschau von Text und Abbildung bzw. Graphen erschlossen werden können, die also eine gewisse Beweglichkeit bei der Informationsentnahme und -rekonstruktion im eigenen Kopf erfordern. Ein anspruchsvolles Beispiel für chemierelevante Informationen in diskontinuierlicher Darstellungsform ist der Öltröpfchenversuch von Millikan [9]. Mit dieser Versuchsanordnung konnte der Forscher in hunderterten von Experimenten zum einen die Hypothese bestätigen, dass Elektronen diskrete Teilchen sind bzw. zumindest, dass es elementare Ladungspakete von immer gleicher (negativer) Ladung gibt, zum anderen konnte er den Wert für diese Elementarladung bestimmen (s. Arbeitsblatt 4).

Zur Produktion nicht kontinuierlicher Texte eignen sich besonders:

- Lernplakate, etwa aus Projektarbeiten, als Ergebnisse der Expertengruppen im Gruppenpuzzle,
- die Darstellung von Versuchsaufbau und Versuchsanleitung als Ergebnis von konkreten Aufgaben für die Einzel- oder Partnerarbeit (etwa: „Entwickelt einen experimentellen Ansatz, mit dessen Hilfe ihr die Mischbarkeit von verschiedenen Alkoholen mit Wasser einerseits und Alkanen andererseits untersuchen könnt!“ – „Beschreibt einen möglichen Versuch zur Trennung von Stoffen unterschiedlicher Dichte und macht eine Skizze dazu!“),
- die Zusammenfassung von Informationen aus Schulbuch, Fachbuch oder Internet zu einem eigenen Text mit entsprechenden Abbildungen.

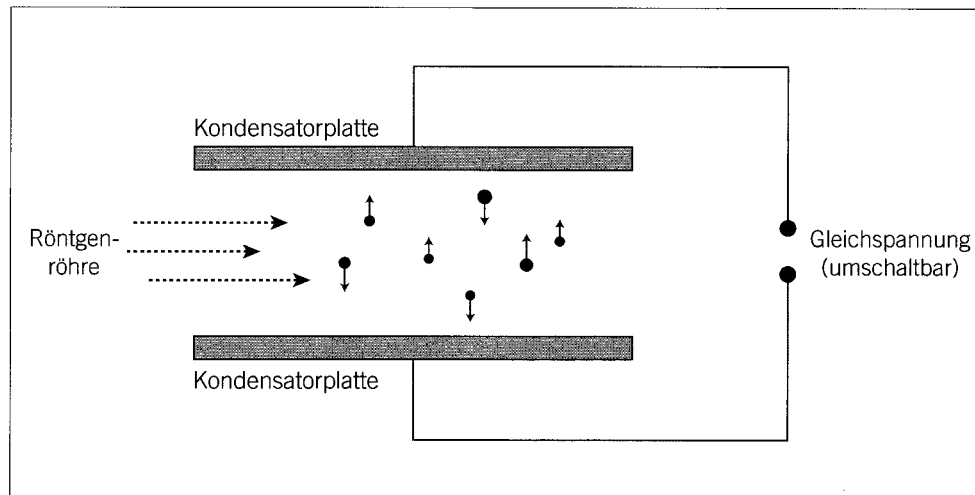
Eine Methode, die die Kombination von Informationen in unterschiedlichen Darstellungsformen gezielt unterstützt, ist das Arbeiten mit Archiven. Im Anschluss

Millikans Öltröpfchen-Experiment

Sind Elektronen diskrete Teilchen?

Das Experiment von Millikan [9]

Aus zwei Metallplatten baute er einen Kondensator. Zwischen die waagrecht angeordneten Platten sprühte er kleinste Öltröpfchen. Durch Röntgenstrahlung wurde die Luft zwischen den Kondensatorplatten ionisiert. Millikan ging davon aus, dass viele Öltröpfchen dadurch elektrisch geladen würden. Er beobachtete dann die Bewegung der Öltröpfchen mit einer Art Mikroskop.



Seine Überlegungen waren,

- dass ungeladene Tröpfchen durch die Wirkung der Erdanziehung nach unten fallen,
- dass auf Tröpfchen, die eine elektrische Ladung ‚eingefangen‘ haben, zusätzlich elektrische Anziehungs- und Abstoßungskräfte wirken, die von den Kondensatorplatten ausgehen,
- und dass ein Öltröpfchen dann in Schwebelage bleibt, wenn sich Schwerkraft und elektrische Anziehungskraft gerade die Waage halten.

Er schaltete wechselweise den Kondensator an und aus und beobachtete die Veränderung der Bewegung der Öltröpfchen. Aus dem Vergleich der Bewegungen ohne elektrisches Feld und mit eingeschaltetem Kondensator konnte er einen Wert für die elektrische Ladung auf einem einzelnen Tröpfchen berechnen. Dazu wurde die Spannung gemessen, die am Kondensator anlag und die Zeit, die ein Tröpfchen braucht, um die Strecke zwischen zwei parallel zu den Kondensatorplatten gespannten Haaren zu durchlaufen.

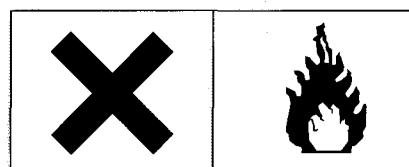
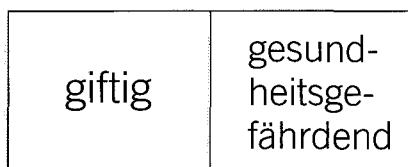
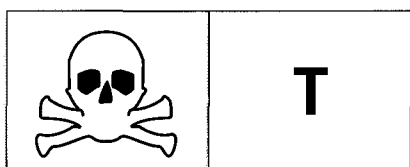
▼ AUFGABEN

- Was genau hat Millikan beobachtet? Hat er Elektronen gesehen?
- Welche Informationen zum Versuchsaufbau sind gegeben, was würde fehlen, wenn man das Experiment nachbauen wollte?
- Was bedeuten die unterschiedlichen Pfeile an den Punkten zwischen den Platten? Sollten sie eher gleich gerichtet sein? Gleich lang oder doch unterschiedlich?
- Was bedeuten die Pfeile, die von dem Wort Röntgenröhre ausgehen?

	1. Schritt Stoffname/ Strukturformel	2. Schritt Strukturformel/ Text	3. Schritt Text/Modell	4. Schritt Modell/Stoffname	5. Schritt Kontrolle
1. Gruppe	<ul style="list-style-type: none"> Ethanol: Name wird in Strukturformel übersetzt 	<ul style="list-style-type: none"> Propansäure: Die Strukturformel wird im Text beschrieben 	<ul style="list-style-type: none"> Propanon: Nach dem Text wird ein Modell gebaut 	<ul style="list-style-type: none"> Ethanal: Aus dem Modell wird der Name des Stoffes abgeleitet 	<ul style="list-style-type: none"> Kontrolle des Namens für Ethanol
2. Gruppe	<ul style="list-style-type: none"> Ethanal: Name wird in Strukturformel übersetzt 	<ul style="list-style-type: none"> Ethanol: Die Strukturformel wird im Text beschrieben 	<ul style="list-style-type: none"> Propansäure: Nach dem Text wird ein Modell gebaut 	<ul style="list-style-type: none"> Propanon: Aus dem Modell wird der Name des Stoffes abgeleitet 	<ul style="list-style-type: none"> Kontrolle des Namens für Ethanal
3. Gruppe	<ul style="list-style-type: none"> Propanon: Name wird in Strukturformel übersetzt 	<ul style="list-style-type: none"> Ethanal: Die Strukturformel wird im Text beschrieben 	<ul style="list-style-type: none"> Ethanol: Nach dem Text wird ein Modell gebaut 	<ul style="list-style-type: none"> Propansäure: Aus dem Modell wird der Name des Stoffes abgeleitet 	<ul style="list-style-type: none"> Kontrolle des Namens für Propanon
4. Gruppe	<ul style="list-style-type: none"> Propansäure: Name wird in Strukturformel übersetzt 	<ul style="list-style-type: none"> Propanon: Die Strukturformel wird im Text beschrieben 	<ul style="list-style-type: none"> Ethanal: Nach dem Text wird ein Modell gebaut 	<ul style="list-style-type: none"> Ethanol: Aus dem Modell wird der Name des Stoffes abgeleitet 	<ul style="list-style-type: none"> Kontrolle des Namens für Propansäure

Name	Formel	Text (Eigenschaften)	Name
Sauerstoff			
Stickstoff			
Kohlenstoffdioxid			
Schwefeldioxid			
Chlorgas			
Wasserstoff			

3: Stille Post für den Chemieunterricht



5: Beispiele für Dominokärtchen

an eine Recherche zu einem Thema wie Kunststoffe zerlegen die Lernenden die gefundenen Informationen entsprechend ihrer Darstellungsform und legen Teilarchive an, also ein Archiv mit Fotos von Gebrauchsgegenständen aus Plastik, Maschinen zur Herstellung usw., ein Teilarchiv mit Texten zu Bedeutung, Herstellung, Geschichte usw. und ein weiteres mit Formeln und Reaktionsgleichungen und Tabellen. Für die Erstellung eines Produktes, wie z. B. Lernplakat, Eintrag im Portfolio, Referat, Powerpoint-Präsentation, nutzen sie dann die unterschiedlichen Teilarchive, ganz ähnlich wie ein Redakteur einer Zeitung. Der Gewinn bei diesem Vorgehen, das ausführlicher von J. Leisen [10] beschrieben wird, besteht in der tieferen Durcharbeitung eines Sachverhaltes und darin, dass ein blindes „copy&paste“ aus online verfügbaren Quellen vermieden wird. Zudem bekommen die Schülerinnen und Schüler bei diesem Verfahren auch ein Gefühl für die Qualität von Informationen in den unterschiedlichen Codierungen, was ihnen umgekehrt wieder bei den eigenen Recherchen zu Gute kommt.

Übersetzungswerkzeuge

Mit der Sammlung von Methodenwerkzeugen für den naturwissenschaftlichen Unterricht haben J. Leisen und T. Freiman [10, 11] eine Reihe von Instrumenten zur Verfügung gestellt, die sich gut zum Üben des Übertragens von Informationen aus einer Codierung in eine andere eignen. Am genauesten fordert das Werkzeug „Stille Post“ die betreffenden Kompetenzen heraus (vgl. [11, S. 50]).

Stille Post

„Stille Post“ ist ein bekanntes Spiel. Eine Botschaft wird flüsternd von Spielerin zu Spieler weitergegeben, bis die Botschaft wieder beim Absender ankommt. Der Absender vergleicht die ankommende mit der abgesendeten Botschaft. Der Reiz des Spiels besteht darin, dass die Information in amüsanter Art und Weise verfälscht wird. Im Unterschied dazu kommt es im Unterricht gerade darauf an, dass die Information beim Wandern unverfälscht erhalten bleibt.

Bei jeder Weitergabe sollen die Schülerinnen und Schüler dabei die erhaltene

Information von einer Darstellungsform in eine andere übersetzen (s. **Abb. 3**).

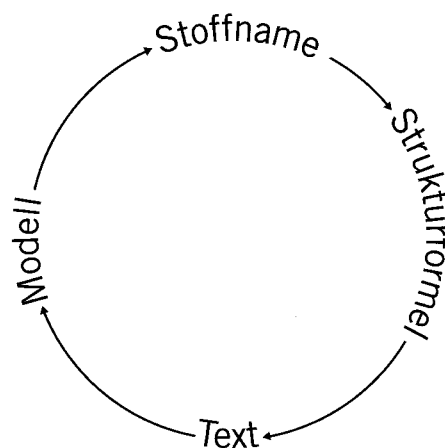
Von der Lehrkraft erhält die erste Gruppe z. B. einen Stoffnamen. Vor der Weitergabe muss der Name in eine Strukturformel übersetzt werden, im nächsten Schritt wird ein beschreibender Text erzeugt, dann ein Modell nach diesem Text gebaut und schließlich wieder der Name bestimmt (**Abb. 4**). Nach diesen Bearbeitungsschritten kommt der ursprüngliche Name als Ergebnis wieder zur Ausgangsgruppe zurück. Diese kontrolliert, ob die „stille Post“ fehlerfrei die Übersetzung und Übermittlung überstanden hat.

Die Arbeitsaufträge müssen so formuliert sein, dass von den Schülern ein chemischer Inhalt auf verschiedene Art und Weise in aufeinander aufbauenden Schritten bearbeitet werden kann. Beim Weitergeben darf nur schriftliches oder gegenständliches Material von einer Gruppe zur nächsten wechseln. Gesprochen werden darf nur jeweils innerhalb der Gruppen, nicht zwischen ihnen.

Damit möglichst viele Schülerinnen und Schüler aktiv sind, werden mehrere Inhalte gleichzeitig durch die Klasse bearbeitet. Die Zahl der Übersetzungsschritte (z. B. vier) bestimmt die Anzahl der Arbeitsgruppen. Sind zu viele Schüler in der Klasse, so dass die Anzahl der Schüler pro Gruppe zu groß wird, lässt man die Klasse in zwei Übersetzungszyklen arbeiten. (Die beiden Übersetzungszyklen können dann in einen Wettbewerb zueinander treten.)

Da die Schüler die Stille Post von Geburtstagen kennen, ist die Übertragung auf den Unterricht nicht schwer. Alle Gruppen führen dieselben Übersetzungsschritte durch, so dass die Lehrkraft immer ansagen kann, welcher Arbeitsschritt als nächstes von den Arbeitsgruppen gemacht werden soll. Eine Folie, die die Arbeitsschritte grafisch darstellt, kann hilfreich sein.

Ein Beispiel aus dem Chemieunterricht der Oberstufe soll das Vorgehen konkretisieren. Ähnliche Beispiele lassen sich auch für den Chemieunterricht der Mittelstufe finden, etwa bei gasförmigen Molekülverbindungen (CO_2 , SO_2 , O_2 , N_2 ...), wenn man auf die Übersetzung in ein konkretes Modell verzichtet, erweitert sich das Spektrum möglicher Themen deutlich. Die Kategorie „Modell“



4: Übersetzungsmöglichkeiten bei der Stillen Post

muss hier allerdings entfallen, da sich zwischen den verschiedenen zweiatomigen Molekülen keine Unterschiede darstellen lassen.

Zuordnungen – Memory und Domino

Ebenfalls mit einfachen Methodenwerkzeugen lässt sich der Wechsel zwischen verschiedenen Darstellungsformen üben festigen. Freiman und Schlieker [11] schlagen zum Einstieg z. B. vor, die Gefahrensymbole fürs Labor und deren Bedeutung paarweise als Memory-Karten auszudrucken [11, S. 78 ff.]. Beim Aufdecken geht es dann nicht um die Feststellung gestalthafter Identität, sondern um das Erkennen gleicher Bedeutungen in unterschiedlichen Codierungen.

Mit je zwei verschiedenen zusammenhängenden Elementen kann ein Domino gestaltet werden [11, S. 71 ff.], bei dem identische Inhalte aneinandergereiht werden müssen (**Abb. 5**).

Für eine weitere Gestaltung eignen sich nahezu alle Bereiche des Chemieunterrichts, von den Aggregatzuständen im Phänomen und aus Teilchensicht bis hin zu den Beschreibungen von Elementen und den zugehörigen Symbolen. Ein Memory für Schüler in Klasse 9 kann z. B. aussehen wie in **Abbildung 6**. Später können anstelle des Platzhalters auch andere Informationen stehen (**Abb. 7**).

Denk- und Sprechblasen

Das Methodenwerkzeug „Denk- und Sprechblasen“ [11, S. 57] geht davon aus, dass komplexe graphische Darstellungen oft die Interpretationsfähigkeit der

Schülerinnen und Schüler überfordern. Umgekehrt können die Lernenden mit Sicherheit in einer – grundsätzlich ihrer Leistungsfähigkeit angemessenen – Grafik Bekanntes erkennen. Mit Hilfe der Denk- und Sprechblasen können solche Informationen Stück für Stück erschlossen werden.

Zu diesem Erschließen, an dessen Ende zwar die fachlich und begrifflich eindeutige Interpretation stehen soll, kann die Alltagssprache dennoch einen wichtigen Beitrag leisten. Schliker und Freiman führen dazu aus, dass am Anfang des Fachlernens immer die Alltagssprache steht. „Sie ist die Sprache der Schüler, (...) ist die Sprache des Verstehens ...“. Zu ergänzen ist, dass die Alltagssprache während des Lernprozesses nicht verschwinden, nicht vollständig zurückgedrängt werden darf. Ansonsten ist eine Rückübersetzung von Verstandenen nicht mehr möglich, und nach einer Weile ist der Verstehensprozess meist nicht mehr erkennbar und oft schwierig „nachzudenken“. Sprech- bzw. Denkblasen bieten hier Hilfestellung:

- Sie gestatten „weiche“ Formulierungen.
- Sie halten die Unterrichtssprache, das, was gedacht wird, was „zwischen den Zeilen“ und nicht in den Lehrbüchern steht, fest.
- Sprech- und Denkblasen können die Bedeutungsebenen von Formeln und Gleichungen differenziert sichtbar machen.
- Sie können bei der Auswertung von Experimenten nützlich sein.

- Sie kommen aus der Alltagswelt der Schüler und sind Darstellungsformen von großer Attraktivität.

Sprechblasen kann man spontan selbst entwickeln oder man greift passende Schüleräußerungen bzw. -fragen auf und setzt diese mit Farbkreide an der Tafel um. Die Formulierungen sollten kurz, prägnant und schülernah sein. Sprechblasen können von den Schülerinnen und Schülern leicht selbst formuliert werden und sind gute Indikatoren für Verstehensprobleme.

Sprechblasen sollten – wie alle Methodenwerkzeuge – sparsam eingesetzt werden. Sie sollten weder im Schülerheft, noch an der Tafel dominieren, da sie sonst ihren Zweck verfehlen. Vorbereitete Sprechblasen kann man auf entsprechend zugeschnittene Kartons schreiben und diese in dem vorgesehenen Tafelbild oder an dem Versuchsaufbau anbringen.

Sprech- und Gedankenblasen sind in Schreibprogrammen für PC im Arbeitsbogen leicht einsetzbar (s. **Arbeitsblatt 5 u. 6**). In Erweiterung dieses Ansatzes kann man Schülerinnen und Schüler selbst dazu auffordern, ihnen noch unbekanntes Darstellungen mit entsprechenden Notizen zu versehen. Dazu eignen sich neben Skizzen und Diagrammen insbesondere auch Formelgleichungen – nicht nur zur richtigen Ermittlung von Koeffizienten.

Das dargestellte Beispiel von Freiman und Schliker lässt sich unmittelbar auf das Eingangsbeispiel der Kupferverhüttung zu Zeiten des Ötzi übertragen.

Phasendiagramme

Zu den vergleichsweise schwierig zu verstehenden Darstellungen der Chemie bzw. der Physikalischen Chemie gehören Phasendiagramme. Sie beschreiben, unter welchen Bedingungen ein bestimmter Stoff in welchem Aggregatzustand vorliegt und wann er in einen anderen Zustand übergeht (**Abb. 7**).

Um sich dieser abstrakten und verdichteten Graphik zu nähern kann man mit den Lernenden zunächst einzelne „Punkte“ im Diagramm aufsuchen und interpretieren. Ein sinnvoller Ausgangspunkt wäre etwa die Frage „Wo befinden wir uns im Moment“?

Bei einem Druck von ca. 1 bar und einer Temperatur von 22 °C lässt sich ein Punkt auffinden, der eindeutig im Bereich „flüssig“ liegt. Wasser ist also unter normalen Umgebungsbedingungen flüssig – was nicht ausschließt, dass es verdunsten kann. Um die Darstellung weiter zu erschließen, kann man den Lernenden ein Arbeitsblatt mit Fragen bzw. Aufgaben zum Phasendiagramm aushändigen (**Arbeitsblatt 7**):

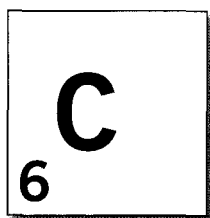
Übrigens lassen sich beim Arbeiten mit Diagrammen auch gut Denk- und Sprechblasen einsetzen!

Weitere Übersetzungsformen

Zeitleisten sind nicht nur ein beliebtes Mittel zur Darstellung der Lebenszeit von bedeutenden Personen, sie können auch zur Visualisierung von anderen zeitlichen Verläufen bzw. Abfolgen dienen. Mit Zeitleisten können u. a. Rechercheergebnisse übersichtlich dargestellt werden, etwa die Entwicklung von Kunststoffen oder die Entdeckung der Elemente. Umgekehrt können Informationen aus einer Zeitleiste auch in einen Text umgewandelt werden, insbesondere bei kombinierten Darstellungen („Erst 200 Jahre später ...“).

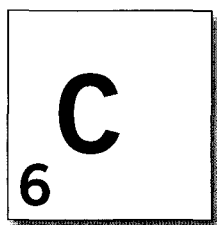
Wenn die Schülerinnen und Schüler erfasst haben, dass eine Zeitleiste nichts anderes darstellt als einen Graphen, in den statt quantitativer qualitative Daten eingetragen werden, ist der Zugang zu beiden Formen der Darstellung von Zeitabhängigkeit deutlich leichter. **Blockdiagramme** eignen sich ebenfalls zur Darstellung von Abläufen, meist aber

B 5	?	N ¹⁴ 7
Al 13	Si 14	P 15



6: Beispiele für Memorykärtchen: Position im Periodensystem

Entdeckung ca. 5000 v. Chr. Elektronenkonfiguration: [He]2s ² 2p ² Relative Atommasse: 12,011 u
--



7: Memorykärtchen mit detaillierten Informationen zum Element

Erstellen einer Reaktionsgleichung: Schwefelwasserstoff reagiert mit Sauerstoff

Aber ich darf die „Teilchenpakete“ nicht aufschneiden, also den Index verändern! Sonst sind es andere Stoffe!

Ich muss korrigieren!

Also muss ich die Zahl der Teilchenpakete, die Koeffizienten variieren!

Eduktseite	Produktseite
4 H-Atome	4 H-Atome
6 O-Atome	6 O-Atome
2 S-Atome	2 S-Atome

Das kann nicht funktionieren!

Eduktseite	Produktseite
2 O-Atome	3 O-Atome

Ich denke auf Teilchenebene!

So, jetzt passt es. Ich lese mein Ergebnis vor.

Auf Teilchenebene reagieren 2 Moleküle Schwefelwasserstoff mit 3 Molekülen Sauerstoff zu 2 Molekülen Wasser und zwei Molekülen Schwefeldioxid.



Die Formel muss ich nachsehen

Achtung! 2-atomige Moleküle

Klar!

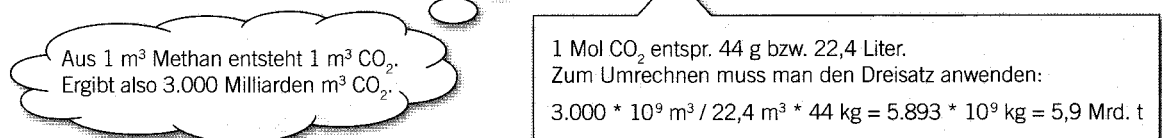
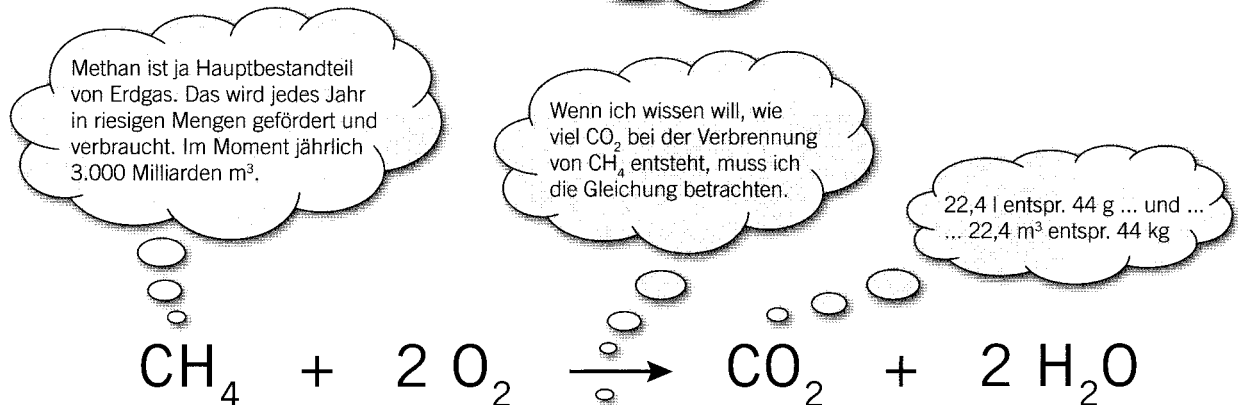
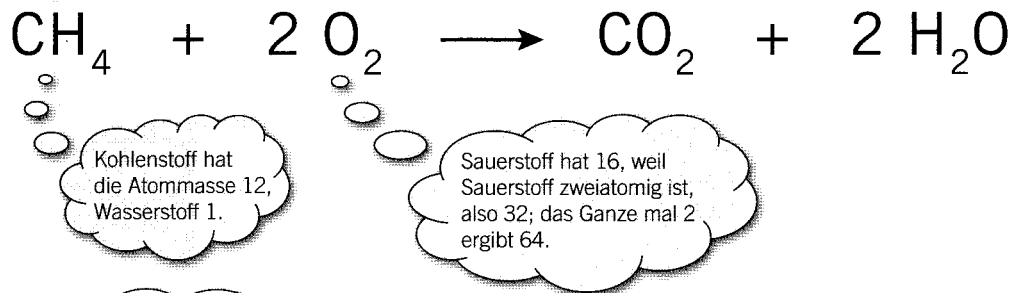
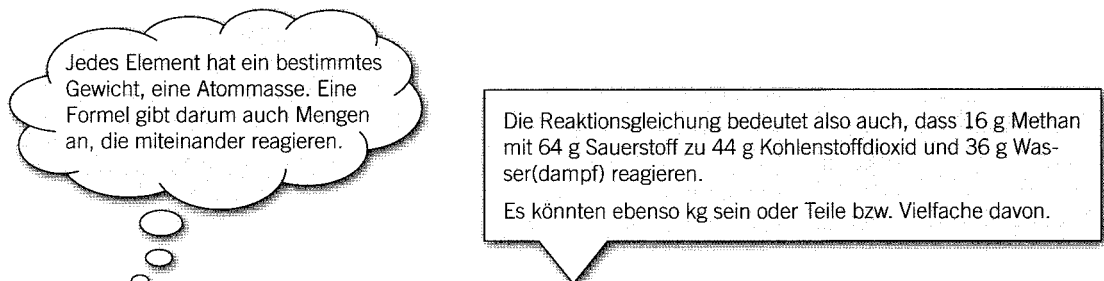
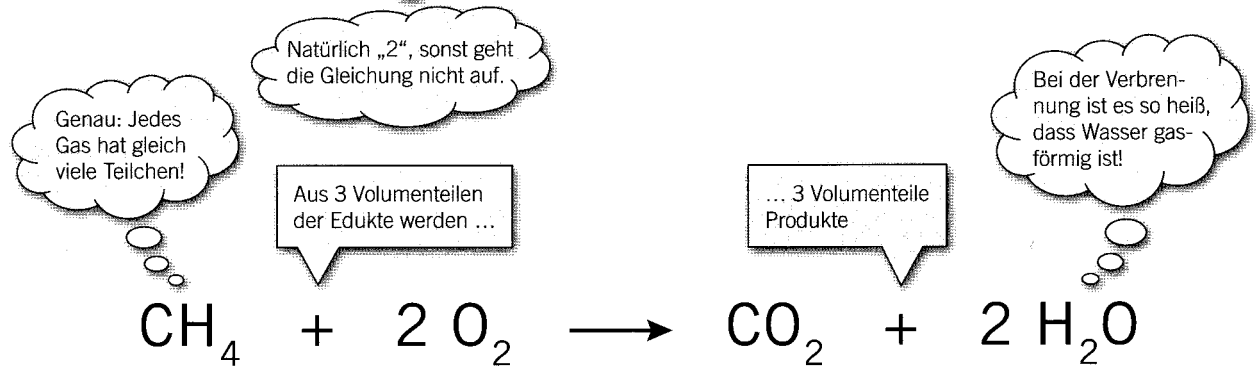
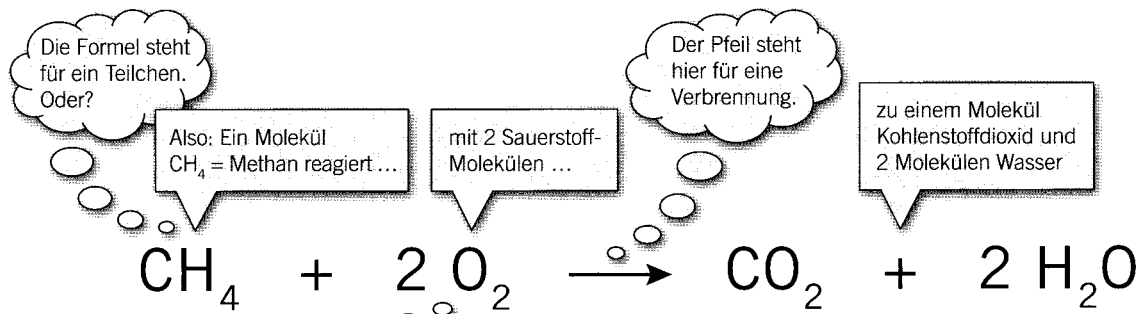
Die Formel steckt im Namen!



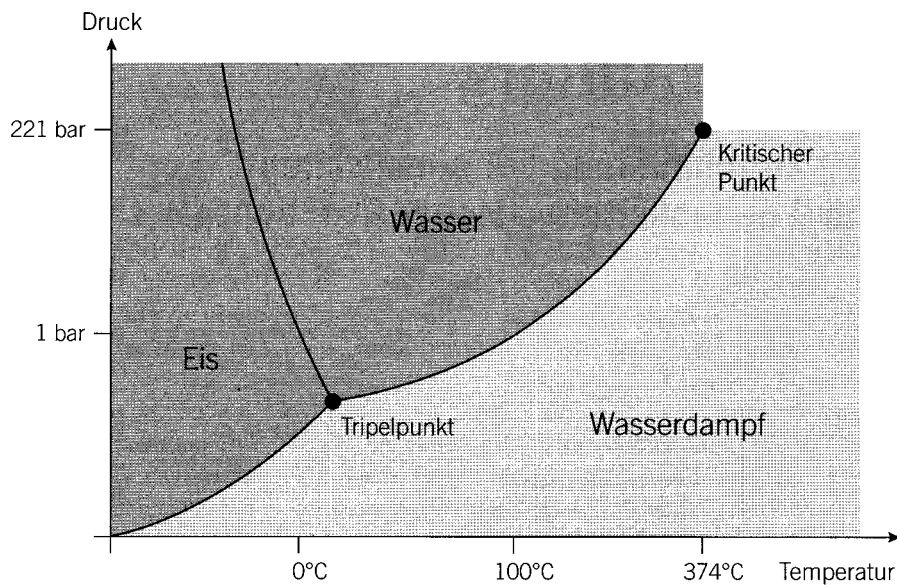
Schwefelwasserstoff (g) + Sauerstoff (g)

→ Wasser + Schwefeldioxid (g)

Erstellen einer Reaktionsgleichung: Methan reagiert mit Sauerstoff



Phasendiagramm des Wassers



▼ AUFGABEN

1. Lege eine Gerade durch das Diagramm, die markiert, wo sich unser Leben abspielt. Gehe in Gedanken an dieser Linie entlang und beschreibe die Veränderungen. Dazu kannst du ein konkretes Beispiel benutzen, etwa ein Gewässer oder eine Flasche gefüllt mit Wasser.
2. Lege eine weitere Gerade durch das Diagramm, die markiert, wie sich die Situation verändert, wenn eine Bergsteigergruppe auf den Mt. Everest klettert. Du kannst dazu abschätzen: Auf der Flughöhe von Jets, also in 10.000 m Höhe, beträgt der Luftdruck nur 32 % des Luftdrucks am Boden.
3. Zum schnelleren Garen benutzt man zu Hause und in Großküchen oft einen Dampfdrucktopf. Versuche dessen Wirkungsweise am Phasendiagramm nachzuvollziehen.
Zur Information: Im Drucktopf kann der Druck auf das Doppelte der Umgebung steigen.
4. Finde ein eigenes Beispiel, das du mittels des Phasendiagramms besser verstehen kannst.

ohne feste kalendarische Verankerung. Beispiele aus dem Technikbereich finden sich ebenso in Firmenbroschüren wie in Schulbüchern.

Sind einige Blockdiagramme analysiert, dann kann dieses Instrument auch zur Darstellung eigener Ergebnisse eingesetzt werden, z. B. zur Planung eines Experiments.

Literatur

- [1] KMK (Hrsg.): Bildungsstandards für den Mittleren Bildungsabschluss Chemie. Bonn 2005
- [2] Stäudel, L.: Kompetenzanforderungen versus Beispielaufgaben. Wie man naturwissenschaftliche Grundbildung macht oder verhindert. In: Becker, G. u. a. (Hrsg.): Friedrich Jahresheft XXIII – Standards. Seelze 2005, S. 96–99
- [3] Stäudel, L.; Werber, B. (Hrsg.): Informationen beschaffen, aufbereiten, präsentieren. Methodenlernen in den Naturwissenschaften. Lernbox Naturwissenschaften. Seelze 2001
- [4] Leiß, D.: Die Wanne ist voll. In: R. Duit, H. Gropengießer, L. Stäudel (Hrsg.): Naturwissenschaftliches Arbeiten. Unterricht und Material 5–10. Seelze 2004
- [5] Stäudel, L.; Stille, A.; Wöhrmann, H.: Thermometrische Titrationsen – ein Einstieg in die Thermochemie im S-I-Unterricht? In: NiU – Physik/Chemie, 28. Jg. (1980), Nr. 4, S. 118–123
- [6] Eilks, I.: Ein Modell zur Chromatografie. In: UC 13(2002) Nr. 67, S. 27–29
- [7] PISA 2000, Veröffentlichte Aufgaben Literacy, Unit Tschadsee, S. 5–6
<http://www.mpib-berlin.mpg.de/pisa/Aufgabenbeispiele.pdf> (Mai 2008)
- [8] Stäudel, L.: Literacy und Methodenwerkzeuge. Entwicklung der fachspezifischen Lesefähigkeit – eine Aufgabe auch für den Chemieunterricht. In: UC 17(2006) Nr. 94/95, S. 53–57
- [9] Stäudel, L.; Werber, B.; Freiman, T.: Lernbox: Naturwissenschaften – verstehen und anwenden. Seelze 2002, S. 66 f.
- [10] Leisen, J. (Hrsg.): Methodenhandbuch DFU, Bonn 1999; siehe auch: <http://www.leisen.studienseminar-koblenz.de/>; dort: Kommunikativer Physikunterricht (06/2008)
- [11] Freiman, T.; Schlieker, V.: Methodenwerkzeuge. UC 12(2001) Nr. 64/65. Die gleichnamige CD erschien ebenfalls im Friedrich Verlag (Seelze 2002)
- [12] Pfeifer, P.; Häusler, K.; Lutz, B.: Konkrete Fachdidaktik Chemie. 3. Auflage. München 2002
- [13] Gropengießer, H.; Höttecke, D.; Nielsen, T.; Stäudel, L. (Hrsg.): Mit Aufgaben lernen. Seelze 2006