

Chemie

Ein Skript für das Berufliche Gymnasium

von

Michael Schmidt

an der

Georg–Schlesinger–Schule

Kühleweinstr. 5

13409 Berlin

begonnen im September 2006

Vorwort für Schüler

Liebe Schülerinnen, liebe Schüler !

Sie bekommen im Fach Chemie ein Skript zum Unterricht.

Wozu ist das Skript gut ?

Lochen, Abheften, Vergessen.

Nein, das ist es nicht – jedenfalls nicht der dritte Punkt. Sinnvoll ist es, die Blätter in einem Ordner zu sammeln, denn ...

Das Skript ist Ihr Schulbuch.

Es gibt eine Menge Schulbücher für den Chemieunterricht in der Gymnasialen Oberstufe, aber keines, das genau das behandelt, was hier im Unterricht besprochen wird. Deshalb habe ich Dinge, die im Schulbuch stehen sollten, aufgeschrieben und zum Skript zusammengefasst. Im Lauf der Zeit wächst das Skript zu einem Text, den Sie wie ein Schulbuch benutzen können. Und das heißt ...

Sie können im Skript nachschlagen.

Im Unterricht oder bei einer Hausaufgabe taucht eine Frage auf, die vor ein paar Wochen besprochen wurde, aber Sie können sich nicht an die Lösung erinnern. Schlagen Sie einfach im Skript an der entsprechenden Stelle nach. Tipp : Das Skript hat ein Inhaltsverzeichnis.

Sie können auch später noch im Skript nachschlagen.

Auch nach dem Ende Ihrer Ausbildung müssen Sie das Skript nicht wegwerfen. Manches wird zwar nicht mehr aktuell sein, aber anderes können Sie auch im Studium oder im Berufsleben noch nachschlagen.

Sie können damit für Klassenarbeiten und Prüfungen lernen

Eine gute Idee ist es, das Skript zur Vorbereitung auf Klassenarbeiten zu benutzen. Aber : Nicht alles, was im Skript steht, kommt in der Klassenarbeit dran, und nicht alles, was in der Klassenarbeit drankommt, steht im Skript.

Sie können Methoden kennen lernen, die ein Ingenieur benutzt.

Ihre Ausbildung qualifiziert Sie zu einem Studium an einer Hochschule. Möglicherweise wollen Sie ein Studium der Ingenieurwissenschaften beginnen. Es ist ein Vorteil, schon jetzt einen Einblick in die Art und Weise zu bekommen, wie Ingenieure eine Aufgabe angehen : Systematisches und planvolles Arbeiten ist kein überflüssiger Luxus und keine Marotte des Lehrers, sondern unverzichtbare Voraussetzung zum Erfolg. Dazu gehört die Trennung von Beobachtung und Erklärung, die Einteilung der Naturphänomene in Kategorien (und die Grenzen solchen Tuns), die Benutzung von klaren und eindeutigen Begriffen im Rahmen einer Fachsprache, die Arbeit mit Modellen, um die Erscheinungen der Natur erklären zu können, die Benutzung übergeordneter Konzepte und allgemeine Arbeitstechniken – denn Sie wollen ja nicht nur auswendig gelerntes Wissen anhäufen. Im Skript werden diese Methoden nicht erklärt, aber benutzt. Wenn Sie die Augen offen halten, werden Sie sie erkennen.

Literaturempfehlungen

Falls Sie neben diesem Skript noch ein anderes Chemiebuch kennen lernen wollen, sind hier 3 Empfehlungen :

Eckhard Ignatowitz : Chemie für Schule und Beruf, 4. Auflage 1999, ISBN 3–8085–7054–7, EUR 23,80. Kurz und knapp (manchmal zu knapp) werden in verständlicher Sprache wichtige Tatsachen der Chemie auf schülergerechtem Niveau präsentiert. Bilder und Diagramme machen das Buch übersichtlich, Anwendungen in der Technik werten es auf. „Wie man drauf kommt“, ist leider kein Thema für dieses Einsteigerbuch.

Duden – Basiswissen Schule – Chemie Abitur, ISBN 3–89818–090–5, EUR 22,95. Geeignet zur Wiederholung und zum Nachschlagen, modern aufgemacht und illustriert, gefüllt mit Stoff, der in der Oberstufe gebraucht wird.

Reinhard Demuth u.a. : Chemie im Kontext, Sekundarstufe II, ISBN 3–06–014250–5, EUR 29,95. Dieses im Jahr 2006 neu herausgekommene Buch ist auf der Grundlage des Berliner Lehrplans für die Sekundarstufe II in Chemie konzipiert. Es deckt einen großen Teil unseres Unterrichts ab und bietet weitergehende Ergänzungen. Wenn Sie nur ein Buch kaufen wollen, ist dieses die erste Wahl.

Vorwort für alle

Aufgabe eines Lehrers ist es nicht nur, einen Stoff möglichst effektiv zu vermitteln, sondern auch auf die speziellen Fragen und Interessen der Schüler einzugehen. Oft herrscht Zeitknappheit, und solche Fragen können nur kurz angerissen werden. In dieser Situation wollte ich die Zeit mit Sinnvollerem als Tafelanschrieb verbringen, und die Zuhörer sollten die Zeit mit Sinnvollerem als Tafelabschrieb verbringen. Aus dieser Intention heraus ist das Skript entstanden.

Da zwischen Lehrbüchern und Lehrplänen nur punktuelle Übereinstimmung besteht, habe ich begonnen, alles, was mir und meinen Schülern wichtig war, aufzuschreiben. Dieses Skript ist aus dem Unterricht verschiedener Klassen der Gymnasialen Oberstufe hervorgegangen.

Das Skript ist entlang dem Stoffverteilungsplan Chemie der Georg–Schlesinger–Schule in Berlin entworfen.

In vielen der im Skript beschriebenen Versuche wird mit Gefahrstoffen gearbeitet. Die Lehrerin oder der Lehrer sollte sich vor der Durchführung auf jeden Fall über den angemessenen Umgang mit diesen Stoffen informieren.

Das Skript ist (natürlich !) unvollständig. Fragen, Kritik und Anregungen sind erwünscht an Michael Schmidt, im Hause oder per Email an die unter <http://www.cumschmidt.de> genannte Adresse.

Das Skript unterliegt dem Copyright von Michael Schmidt, Brieselang. Das Skript kann im Bereich der Georg–Schlesinger–Schule, Kühleweinstr. 5, 13409 Berlin frei benutzt werden.

Brieselang, im September 2006

Inhaltsverzeichnis

Vorwort für Schüler.....	2
Vorwort für alle.....	4
INHALTSVERZEICHNIS.....	5
UNTERRICHTSEINHEIT SÜSSE GETRÄNKE.....	7
Überblick über die Unterrichtseinheit Süße Getränke.....	7
Kapitel 1 : Säuren in süßen Getränken.....	7
1.1. Vorbereitung.....	7
A. Arbeitstechnik Kurzvortrag.....	8
1.2. Berechnung des Säuregehalts.....	9
1.2.1. Konzentration – eine physikalische Größe.....	9
1.2.2. Umrechnungen zwischen Konzentrationsangaben.....	11
1.2.3. kurze Theorie der Säuren.....	12
1.3. Bestimmung des Säuregehalts.....	15
1.3.1. Planung eines Versuchs.....	15
1.3.2. Musterrechnung.....	16
1.3.3. Versuchsdurchführung.....	17
1.3.4. Versuchsprotokoll.....	19
B. Arbeitstechnik Versuchsprotokoll.....	19
Kapitel 2 : Zucker in süßen Getränken.....	21
UNTERRICHTSEINHEIT ALKOHOLISCHE GETRÄNKE.....	22
Überblick über die Unterrichtseinheit Alkoholische Getränke.....	22
Kapitel 3 : Alkoholische Getränke.....	22
UNTERRICHTSEINHEIT GESCHICHTE DER METALLHERSTELLUNG.....	23
Kapitel 4 : Die Entwicklungsphasen der Metallherstellung.....	23
F. Arbeitstechnik Referat.....	24
4.1. Phase 1 – diskontinuierliches Erschmelzen.....	25
G. Arbeitstechnik Internetrecherche.....	27
4.2. Phase 2 – kontinuierliches Erschmelzen.....	29
4.3. Phase 3 – Elektrolyseverfahren.....	31
4.4. Phase 4 – hochreine Metalle.....	32
Kapitel 5 : Nachweis von Metallen.....	34
UNTERRICHTSEINHEIT GESCHICHTE DER KUNSTSTOFFHERSTELLUNG.....	35
Überblick über die Unterrichtseinheit Geschichte der Kunststoffherstellung.....	35
Kapitel 6 : Kunststoffe und ihre Herstellung.....	35
UNTERRICHTSEINHEIT BROT.....	36
Überblick über die Unterrichtseinheiten der Kursphase.....	36

Kapitel 7 : Brot und die Chemie, die drinsteckt.....	37
7.1. Brot und Chemie.....	37
7.2. Backhefe.....	37
K. Arbeitstechnik Internetseiten bewerten.....	38
7.3. Der Backvorgang und die Maillard–Reaktion.....	41
L. Arbeitstechnik Informationen zusammenstellen.....	41
7.4. Proteine als wichtige Bestandteile des Brotes.....	42
7.4.1 Nachweis von Proteinen.....	42
7.4.2. Struktur der Proteine.....	45
M. Arbeitstechnik computergraphische Visualisierung.....	46
7.4.3. chemische Bindungen in Proteinen.....	48
7.4.4. Eigenschaften von Proteinen.....	49
UNTERRICHTSEINHEIT FETTE UND ÖLE.....	50
Kapitel 8 : Fette und Öle.....	50
8.1. Vorbereitung.....	50
8.2. Die Referate.....	50
8.3. Bestimmung der Iodzahl.....	51
8.3.1. Das Prinzip.....	52
8.3.2. Beispielrechnung.....	53
8.3.3. Der Versuch.....	54

Wer nichts als Chemie versteht,
versteh auch die nicht recht.
Lichtenberg

Unterrichtseinheit Süße Getränke

Überblick über die Unterrichtseinheit Süße Getränke

In dieser Unterrichtseinheit werden Sie mehrere Dinge lernen. Man kann das, was Sie hier lernen, in 5 Kategorien einteilen.

- Sie werden lernen, welche Stoffe in süßen Getränken enthalten sind und welche Eigenschaften diese Stoffe haben.
- Sie werden die theoretischen Hintergründe der Beobachtungen erfahren. Sie können dann die Beobachtungen nicht nur beschreiben, sondern auch erklären.
- Sie werden Methoden kennen lernen, die Chemiker immer wieder benutzen, um Erkenntnisse zu gewinnen, und Sie werden grundlegende Prinzipien kennen lernen, die Chemiker immer wieder benutzen, um ihre Beobachtungen zu erklären.
- Sie werden lernen, wie Sie die Chemie benutzen können, um Vorgänge, die in Natur und Technik, aber auch im Alltag jedes Menschen ablaufen, zu erklären.
- Sie werden Arbeitstechniken kennen lernen, die Sie in jedem Beruf immer wieder benutzen können. Die Beschreibung dieser Arbeitstechniken finden Sie im Skript in Form von Einschüben. Sie sind mit A., B. usw. bezeichnet.

Während die ersten Punkte sich noch auf sehr konkrete Tatsachen beziehen, sind die nächsten Lerngegenstände umfassender. Sie ordnen die Erkenntnisse systematisch an und zeigen uns allgemeine Prinzipien der Chemie und der Naturwissenschaften. Schließlich lernen Sie Dinge, die über den Tellerrand der Chemie hinaus zeigen.

Alles, was Sie hier lernen, ist gleich wichtig.

Kapitel 1 : Säuren in süßen Getränken

1.1. Vorbereitung

Aufgabe 1–1

Nennen Sie süße Getränke, die Sie kennen.

Aufgabe 1–2

Diese Aufgabe ist im Plenum, das heißt von der gesamten Klasse gemeinsam zu bearbeiten.

Entscheiden Sie sich für 2 süße Getränke, mit denen die Unterrichtseinheit durchgeführt wird.

Inhaltsstoffe von süßen Getränken

Aufgabe 1–3

Überlegen Sie sich mehrere Vorgehensweisen, wie man herausfinden kann, welche Stoffe in einem bestimmten süßen Getränk vorhanden sind.

Aufgabe 1–4

Der Lehrer hat einige Flaschen mit süßen Getränken mitgebracht. Sie können auch eigene Getränke benutzen. Finden Sie durch Ablesen der Etiketten heraus, welche Stoffe in den Getränken enthalten sind.

Die Aufgabe in dieser Unterrichtseinheit

Wir lesen von den Etiketten ab, dass alle süßen Getränke Säuren enthalten. Nicht jeder gibt sich mit dem Ablesen von Etiketten zufrieden. Außerdem enthalten die Etiketten meist keine Information, wieviel Säure enthalten ist.

Unsere erste Aufgabe wird es sein, selbst zu untersuchen, wieviel Säure in einem süßen Getränk enthalten ist. Zuvor müssen wir uns einige Kenntnisse aneignen und ein wenig Säure–Base–Theorie betreiben.

Natürlich enthalten süße Getränke auch Zucker – wie sollten sie sonst süß schmecken ? Unsere zweite Aufgabe wird es sein, herauszufinden, welche Zuckerarten (es gibt mehrere) in einem bestimmten Getränk enthalten sind.

Aufgabe 1–5

Warum kann es wichtig sein, selbst zu untersuchen, welche Säure und wieviel Säure in einem Getränk enthalten ist ? Nennen Sie mindestens 3 Gründe.

A. Arbeitstechnik Kurzvortrag

Wozu wird es gebraucht ?

Ihre Mitschüler sollen sich erinnern, was in der letzten Stunde behandelt wurde. Wir wollen dort weiterarbeiten, wo wir in der letzten Stunde aufgehört haben. Deshalb soll zu Beginn einer jeden Stunde eine Wiederholung der vorigen Stunde gehalten werden.

Wie läuft es ab ?

Zu Beginn jeder Stunde halten 2 Schüler einen kurzen Vortrag über den Stoff der letzten Stunde. Er soll etwa 5 Minuten dauern. Jeder der beiden soll ungefähr die Hälfte des Vortrags halten. Fehlt einer, hält der andere den gesamten Vortrag (Dies ist auch der Grund, dass es 2 Schüler sind.). Sprechen Sie in freier Rede. Benutzen Sie Ihren Spickzettel (siehe unten), um den Faden nicht zu verlieren. Lesen Sie nicht den ganzen Vortrag vom Blatt ab.

Kommen Sie auf den Punkt (siehe unten).

Oft ist es sinnvoll, den Vortrag durch einen kleinen Tafelanschrieb zu unterstützen.

- An die Tafel gehören Formeln, Gleichungen, Diagramme, eben alles, was man nicht gut mit Worten ausdrücken kann.
- Nicht an die Tafel gehören ganze Sätze.

Wie bereiten Sie sich vor ?

Erstellen Sie für sich einen Spickzettel. Er sollte Stichworte enthalten, damit Sie den Faden nicht verlieren. Formeln, Zahlenwerte und andere Daten, die man sich nicht gut merken kann,

gehören auch auf den Spickzettel. Er sollte auf gar keinen Fall den gesamten Vortrag in vollständigen Sätzen enthalten, denn Sie wollen ja Ihren Text nicht wie ein Nachrichtensprecher ablesen.

Erstellen Sie keine schriftliche Ausarbeitung für den Lehrer oder ihre Mitschüler. Es geht ja um den Stoff der letzten Stunde, und den hat jeder im Heft.

Kommen Sie auf den Punkt

Gerade bei einem Kurzvortrag ist es wichtig, nicht langatmig um den heißen Brei herumzureden.

- Berichten Sie über das, was wir in der letzten Stunde erreicht haben.
- Berichten Sie über Wichtiges und Wesentliches, nicht über Nebensächlichkeiten.
- Entscheiden Sie selbst, ob Sie nur über das berichten, was wir erreicht haben, oder ob auch der Weg zu diesem Ziel wichtig ist.

Werden die Kurzvorträge benotet ?

Ja. Die Note fließt in den Allgemeinen Teil der Halbjahresnote Chemie ein.

1.2. Berechnung des Säuregehalts

kurze Wiederholung zu Säuren

In Aufgabe 1–4 haben Sie mehrere Säuren herausgefunden, die in süßen Getränken enthalten sein können. Es gibt aber noch viel mehr Säuren. Von einigen haben Sie schon gehört.

Aufgabe 1–6 (Partnerarbeit / Zettelabfrage)

Jede Zweiergruppe schreibt auf einen Zettel die Namen von 3 Säuren (nicht mehr). Einer der beiden Partner heftet die Zettel an die Moderationswand und gibt kurze Informationen zu den Säuren (zum Beispiel Name, Verwendung, usw.).

Charakterisierung von Säuren

Um anderen klar zu machen, welche Säure (und überhaupt welchen Stoff) wir meinen, benutzen wir den Namen und die Formel. Beide sollten eindeutig sein.

Zwischenbilanz 1

Von Zeit zu Zeit werden wir bei unserer Arbeit kurz anhalten und eine Zwischenbilanz ziehen. Wir sehen an solchen Stellen, was wir schon erreicht haben und was noch zu tun ist. Wir sehen dabei, dass es sinnvoll ist, eine große Aufgabe in kleine Teilaufgaben zu unterteilen.

Was haben wir bisher von unserer ersten Aufgabe (Untersuche, wieviel Säure in einem süßen Getränk enthalten ist) erreicht ?

Ehrlich gesagt, nichts.

1.2.1. Konzentration – eine physikalische Größe

Erste Teilaufgabe

Als erstes werden wir uns klarmachen, wie man den bisher benutzten vagen Ausdruck „wieviel Säure“ exakter fassen kann. Danach kommen einige Rechnungen zur Übung.

Aufgabe 1–7

Viele Leute kommen auf den Gedanken, die Frage “Wieviel Säure ?” mit “soundsoviel Gramm” oder “soundsoviel Liter” zu beantworten.

- Welche physikalischen Größen betrachten diese Leute ?
- Warum ist es nicht sinnvoll, diese Größen zu betrachten ?

So geht es

Viel geschickter ist es, die Konzentration zur Beschreibung des Säuregehalts zu benutzen. Allerdings gibt es nicht “die” Konzentration, sondern 4 Möglichkeiten, Konzentration zu definieren.

Erbsenzählen

Die Gefahr, die zu untersuchenden Größen zu verwechseln, ist groß. Die Gefahr, die Größen, die man zu deren Berechnung braucht, zu verwechseln, ist groß. Es ist absolut notwendig, hier sehr exakt zu sein. Erbsenzählen ist unser Geschäft. Ein Hilfsmittel, den Überblick zu behalten, sind Einheitengleichungen. Benutzen Sie immer Einheitengleichungen.

Die 4 Konzentrationsangaben

- Die erste heißt **Massenkonzentration**. Man berechnet sie, indem man die Masse des gelösten Stoffes durch das Volumen der Lösung teilt. Sie hat das Formelzeichen c_m . Ihre Einheit ist g/l.

$$\text{Massenkonzentration des gelösten Stoffes} = \frac{\text{Masse des gelösten Stoffes}}{\text{Volumen der Lösung}}$$

$$c_m(\text{Stoff}) = \frac{m(\text{Stoff})}{V(\text{Lösung})} \quad \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

- Die zweite heißt **Massenanteil**. Man berechnet sie, indem man die Masse des gelösten Stoffes durch die Masse der Lösung teilt. Sie hat das Formelzeichen w . Sie hat keine Einheit, sondern ist eigentlich eine Prozentangabe. Deshalb nannte man sie früher (und manchmal auch heute noch) Massenprozent.

$$\text{Massenanteil des gelösten Stoffes} = \frac{\text{Masse des gelösten Stoffes}}{\text{Masse der Lösung}}$$

$$w(\text{Stoff}) = \frac{m(\text{Stoff})}{m(\text{Lösung})} \quad \frac{\text{g}}{\text{g}}$$

- Die dritte heißt **Volumenkonzentration**. Man berechnet sie, indem man das Volumen des gelösten Stoffes durch das Volumen der Lösung teilt. Sie hat das Formelzeichen σ (sigma). Sie hat keine Einheit, sondern ist eigentlich eine Prozentangabe. Deshalb nannte man sie früher (und manchmal auch heute noch) Volumenprozent.

$$\text{Volumenkonzentration des gelösten Stoffes} = \frac{\text{Volumen des gelösten Stoffes}}{\text{Volumen der Lösung}}$$

- Die vierte ist die für den Chemiker wichtigste. Sie heißt **Stoffmengenkonzentration**. Man berechnet sie, indem man die Stoffmenge des gelösten Stoffes durch das Volumen der Lösung teilt. Sie hat das Formelzeichen c . Ihre Einheit ist mol/l.

$$\text{Stoffmengenkonzentration des gelösten Stoffes} = \frac{\text{Stoffmenge des gelösten Stoffes}}{\text{Volumen der Lösung}}$$

$$c(\text{Stoff}) = \frac{n(\text{Stoff})}{V(\text{Lösung})} \quad \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

Aufgabe 1–8

Welche Vorteile hat es, mit der Stoffmengenkonzentration zu rechnen ?

1.2.2. Umrechnungen zwischen Konzentrationsangaben

Um zwischen den verschiedenen Arten der Konzentration umrechnen zu können, braucht man noch einige Voraussetzungen.

Das Mol

Eine der physikalischen Grundgrößen ist die Stoffmenge. Vergleichen Sie dies mit anderen Grundgrößen, etwa der Länge oder der Kraft. Die Einheit der Stoffmenge ist das Mol. Das „Kurzzeichen“ für die Einheit Mol ist mol. Für die Stoffmenge verwendet man üblicherweise das Formelzeichen n .

Aufgabe 1–9

Nennen Sie die Einheiten einiger anderer Grundgrößen (zum Beispiel Länge, Masse und Kraft), außerdem das Kurzzeichen der Einheit und das Formelzeichen, das man üblicherweise für die Größe verwendet.

Ein Mol sind $6,022 \cdot 10^{23}$ Teilchen (Atome oder Moleküle). Das Mol ist keine Masseneinheit, sondern eine Einheit für die Zahl der Atome oder Moleküle. Vergleichen Sie zum Beispiel mit dem Dutzend, das 12 Gegenstände enthält.

Die molare Masse

Man kann die molare Masse eines Stoffes so definieren : Sie ist der Quotient aus der Masse und der Stoffmenge einer beliebigen Stoffportion dieses Stoffes.

$$\text{molare Masse} = \frac{\text{Masse}}{\text{Stoffmenge}} \quad M = \frac{m}{n} \quad \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Sie können die molare Masse einer Verbindung leicht berechnen, indem Sie die relativen Atommassen der beteiligten Elemente (die Sie aus dem Periodensystem ablesen) addieren.

Dazu 2 Beispiele :

- CO_2 enthält ein Kohlenstoff Atom mit der relativen Atommasse 12 und 2 Sauerstoff–Atome. Sauerstoff hat die relative Atommasse 16, 2 Sauerstoff Atome also 32. Die molare Masse ist $12 + 2 \cdot 16 = 44 \text{ g/mol}$.
- Fe_2O_3 : Die molare Masse ist $2 \cdot 55,85 + 3 \cdot 16 = 159,7 \text{ g/mol}$.

Umrechnungen

Wie kann man alle diese Größen ineinander umrechnen ? Das wird hier an einem Beispiel vorgeführt. Die anderen Umrechnungen sollen Sie in Aufgabe 1–10 selbst erledigen.

Umrechnung der molaren Masse in die Massenkonzentration

- Was ist gegeben ? Die molare Masse des Stoffes
- Was ist gesucht ? Die Massenkonzentration des Stoffes in einer Lösung
- Was brauchen wir, um umrechnen zu können ? Betrachte dazu die Einheiten. Die molare Masse hat die Einheit g/mol, die Massenkonzentration hat die Einheit g/l. Versuchen Sie, eine Einheitengleichung aufzustellen : $\frac{\text{g}}{\text{l}} = ? * \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ Setzt man an Stelle des Fragezeichens mol/l ein, stimmt die Einheitengleichung. $\frac{\text{g}}{\text{l}} = \frac{\text{mol}}{\text{l}} * \frac{\text{g}}{\text{mol}}$. Indem Sie den Einheiten die entsprechenden Größen zuordnen, erhalten Sie die Größengleichung $c_m = c * M$.

Aufgabe 1–10 (Gruppenarbeit)

Bearbeiten Sie diese Aufgabe in Gruppen von 3 Schülern.

- Suchen Sie alle physikalischen Größen heraus, die in Kapitel 1.2.1. besprochen wurden. Erstellen Sie eine Tabelle, in der von jeder der Größen genannt wird : Name der Größe, Formelzeichen der Größe, Einheit der Größe.
- Stellen Sie möglichst viele Umrechnungsformeln zwischen diesen Größen auf. Halten Sie sich dabei an das Schema des vorigen Beispiels.
- Wenn Plakatpapier vorhanden ist, erstellen Sie Plakate mit der Tabelle und den Umrechnungsformeln. Inhaltlich und graphisch besonders gut gelungene Plakate werden an der Moderationswand angeheftet.

Mit der Umrechnung zwischen Massenkonzentration und Volumenkonzentration werden wir uns in dieser Unterrichtseinheit nicht beschäftigen.

Aufgabe 1–11

Welche physikalische Größe benötigt man, um zwischen Massenkonzentration und Volumenkonzentration umzurechnen ?

Aufgabe 1–12

Sie sollten diese Aufgabe mit Hilfe der Umrechnungsformeln aus Aufgabe 1–10 ohne Hilfe des Lehrers lösen können. Stellen Sie erst für jede Berechnung eine Größengleichung unter Angabe der Einheiten auf. Berechnen Sie erst dann die gesuchten Zahlenwerte.

- Ein Getränk enthält Phosphorsäure der Konzentration 3,0 g/l . Welche molare Masse hat Phosphorsäure ? Wieviel Gramm Phosphorsäure sind in einer 300–ml–Flasche des Getränks ? Welche Stoffmenge an Phosphorsäure ist in der Flasche ? Wie groß ist die Stoffmengenkonzentration ?
- Vitamin C ist eine Säure. Man nennt sie auch Ascorbinsäure. Sie hat die Formel $C_6H_8O_6$. Wie groß ist die molare Masse von Ascorbinsäure ? Wie groß ist die Stoffmenge in einem Gramm Ascorbinsäure ?
- Jemand löst 2 g Ascorbinsäure in einem Glas mit 200 ml Wasser, um sich ein Getränk herzustellen. Wie groß ist die Stoffmenge an Ascorbinsäure in diesem Glas ? Wie groß ist die Stoffmenge an Ascorbinsäure in 0,1 Liter dieses Getränks ? Wie groß ist der Massenanteil an Ascorbinsäure in diesem Glas ? Wie groß ist der Massenanteil an Ascorbinsäure in 0,1 Liter dieses Getränks ? Wie groß sind Massenkonzentration und Stoffmengenkonzentration im Glas und in 0,1 Liter des Getränks ?
- Auf einer Laborflasche steht „Schwefelsäure (H_2SO_4) , $c = 0,5 \text{ mol/l}$ “ . Berechnen Sie möglichst viele der in Aufgabe 1–10 zusammengestellten Größen.

Zwischenbilanz 2

Was haben wir bisher von unserer ersten Aufgabe (Untersuche, wieviel Säure in einem süßen Getränk enthalten ist) erreicht ?

Wir wissen, dass wir die Konzentration der Säure bestimmen müssen und wissen, wie wir die Konzentration angeben können.

Wie wir diese Säurekonzentration herausfinden können, wissen wir noch nicht. Liegt es daran, dass wir nicht wissen, was eine Säure eigentlich ist ?

1.2.3. kurze Theorie der Säuren**Aufgabe 1–13**

Bilden Sie einen Doppelkreis. Lesen und bearbeiten Sie die ausgegebenen Texte.

Aufgabe 1–14 (Partnerarbeit)

- Arbeiten Sie zu zweit zusammen. Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen der Protolyse für Schwefelsäure (H_2SO_4), Salpetersäure (HNO_3), Phosphorsäure (H_3PO_4), Essigsäure (sie ist eine einwertige Säure mit der Formel $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) und Citronensäure (sie ist eine dreiwertige Säure mit der Formel $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$).
- Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen der Neutralisation von Salzsäure und Natriumhydroxid-Lösung (NaOH), von Schwefelsäure und Kaliumhydroxid-Lösung (KOH), von Phosphorsäure und Calciumhydroxid-Lösung ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) sowie von Citronensäure und Natriumhydroxid-Lösung.

Die Konzentration der Hydronium¹-Ionen

Gegeben ist eine Salzsäure der Konzentration $c(\text{HCl}) = 10^{-2} \text{ mol/l}$. Sehen Sie sich noch einmal das Blatt „Brønsted-Theorie“ aus Aufgabe 1–13 an. Sie erkennen, dass aus einem Molekül HCl gerade ein Hydronium-Ion entsteht. Das heißt, aus einem Mol HCl entsteht gerade ein Mol Hydronium-Ionen. Die Lösung hat also eine Konzentration an Hydronium-Ionen von $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-2} \text{ mol/l}$.

Aufgabe 1–15

Begründen Sie, dass eine Schwefelsäure der Konzentration $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 10^{-3} \text{ mol/l}$ eine Konzentration an Hydronium-Ionen von $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$ hat.

Der pH-Wert

Die Konzentrationen im vorigen Abschnitt sind sehr klein. Es ist umständlich, sie hinzuschreiben. Handlicher wäre es, wenn man nur den Exponenten benutzt und vielleicht noch das Minuszeichen weglässt. Gesagt, getan. Man erhält so den pH²-Wert einer Säure oder Base. Er ist so definiert :

<p>pH-Wert :</p> $\text{pH} = -\log c(\text{H}_3\text{O}^+)$

Rechenbeispiel

Die Schwefelsäure der Aufgabe 1–15 hatte eine Konzentration an Hydronium-Ionen von $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$. Ihr pH-Wert ist

$$\text{pH} = -\log 2 \cdot 10^{-3} = -\log 0,002 = -(-2,70) = 2,70 .$$

Aufgabe 1–16 (Partnerarbeit)

Arbeiten Sie zu zweit zusammen. Berechnen Sie den pH-Wert der folgenden Säuren :

- Salzsäure der Konzentration $c(\text{HCl}) = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$
- Schwefelsäure der Konzentration $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,38 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$
- Salpetersäure der Konzentration $c(\text{HNO}_3) = 0,33 \cdot 10^{-6} \text{ mol/l}$
- Phosphorsäure der Konzentration $c(\text{H}_3\text{PO}_4) = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$

Der pH-Wert bei Säuren und Basen

- Der pH-Wert von Säuren liegt zwischen 0 und 7
- Der pH-Wert von Wasser (das neutral ist) liegt genau bei 7.
- Der pH-Wert von Basen liegt zwischen 7 und 14.

¹ Die Nomenklatur (das heißt die Regeln, nach denen die Namen chemischer Stoffe gebildet werden) in der Chemie ändert sich. Der korrekte Name für das H_3O^+ -Ion ist Oxonium. Der Name Hydronium ist veraltet. Da er aber in vielen Schulbüchern noch benutzt wird, verwende ich ihn auch in diesem Skript.

² Die Bezeichnung pH kommt vom lateinischen Ausdruck potentia Hydrogenii, zu deutsch Kraft des Wasserstoffs.

Es ist erstaunlich, dass auch in völlig reinem Wasser und sogar in Basen Hydronium-Ionen vorhanden sind. Wir können diese Tatsache in diesem Skript nicht begründen. Wer es unbedingt wissen will, informiere sich, zum Beispiel im Internet, zu den Stichworten Autoprotolyse und Protolysegleichgewicht.

Indikatoren

Ein Indikator³ ist ein Stoff, dessen Farbe vom pH-Wert abhängig ist. Ändert sich der pH-Wert, so ändert sich auch die Farbe des Indikators. Er hat also im sauren Bereich eine andere Farbe als im basischen Bereich.

Wichtige Indikatoren

Hier sind die beiden wichtigsten Indikatoren mit ihren Farben und Umschlagbereichen.

- Lackmus Umschlagbereich pH 5,0 – 8,0 Farbumschlag rot – blau
Das heißt, eine Lösung von Lackmus ist bei einem pH-Wert unterhalb von 5,0 rot. Oberhalb von 8,0 ist sie blau, dazwischen hat sie eine Mischfarbe.
- Phenolphthalein Umschlagbereich pH 8,2 – 10,0 Farbumschlag farblos – pink

Titrationsskurve

Was passiert, wenn man Salzsäure und Natriumhydroxid-Lösung zusammengibt? Die Antwort auf diese Frage kennen Sie schon, sie steht in der Lösung von Aufgabe 1–14.

Wir wollen es nun genauer wissen. Was passiert, wenn man zu einem Becherglas mit Salzsäure tropfenweise Natriumhydroxid-Lösung gibt? Ohne viel Nachdenken wird klar, dass jedesmal, wenn man einen Tropfen Natriumhydroxid-Lösung zugibt, ein wenig Salzsäure reagiert. Die Salzsäure wird also langsam weniger. Dementsprechend werden auch die Hydronium-Ionen weniger. Ihre Konzentration sinkt, und das heißt, der pH-Wert der Lösung steigt.

Wie steigt der pH-Wert? Man könnte denken, bei jedem zugegebenem Tropfen Natriumhydroxid-Lösung steigt der pH-Wert um denselben Betrag, zum Beispiel 0,1. Das ist aber nicht so.

Warum? Sehen wir uns ein Beispiel an. Wir haben einen Liter einer Salzsäure mit dem pH-Wert 2. Das heißt, die Konzentration der Hydronium-Ionen ist $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,01 \text{ mol/l}$. In dem Liter sind also 0,01 mol Hydronium-Ionen. Wir wollen sie auf den pH-Wert 3 bringen. Sie hat dann $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,001 \text{ mol/l}$, und der Liter enthält noch 0,001 mol Hydronium-Ionen. Es müssen also 0,009 mol Hydronium-Ionen reagieren, dazu benötigt man 0,009 mol Hydroxid-Ionen.

Aufgabe 1–17

Berechnen Sie, wieviel Mol Natriumhydroxid-Lösung man zugeben muss, um die Lösung des Beispiels vom pH 3 auf den pH 4 zu bringen, von dort auf pH 5, dann auf pH 6.

pH-Wert	Konzentration Hydronium-Ionen in mol/l	Stoffmenge Hydronium-Ionen in mol (in 1 l)	benötigte Stoffmenge Hydroxid-Ionen in mol
2	0,01	0,01	
3	0,001	0,001	0,009
4			
5			
6			

³ Gemeint ist ein Säure-Base-Indikator. Es gibt auch andere Indikatoren.

Aufgabe 1–18

Das nebenstehende Bild⁴ zeigt eine sogenannte Titrationskurve. Erläutern Sie seine Aussage. Begründen Sie, dass seine Aussage richtig ist. Benutzen Sie dazu die Ergebnisse von Aufgabe 1–17.

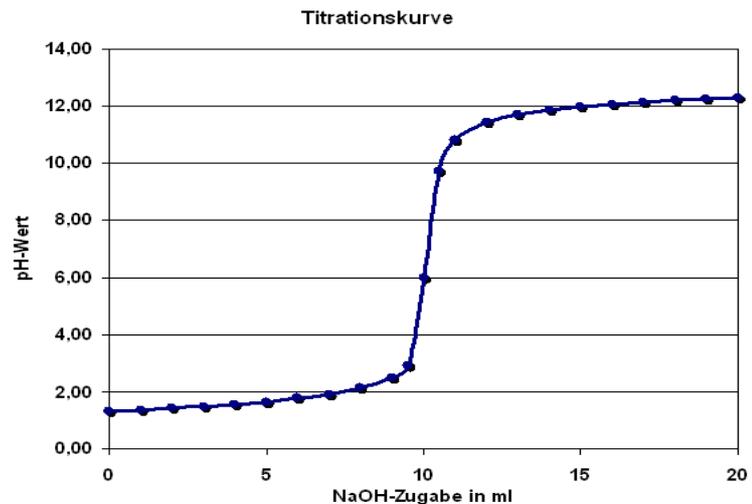
Zwischenbilanz 3

Was haben wir bisher von unserer ersten Aufgabe (Untersuche, wieviel Säure in einem süßen Getränk enthalten ist) erreicht ?

Wir haben jetzt alle Vorbereitungen getroffen, um einen Versuch planen zu können, mit dem wir die Konzentration der Säure bestimmen zu können.

Unsere nächsten Schritte werden sein, zu lernen, wie man einen Versuch plant, und diesen Versuch theoretisch durchzuspielen.

So ist nicht nur die Chemie, sondern jede Tätigkeit, die etwas Bleibendes erreichen will : sorgfältig und gründlich.



1.3. Bestimmung des Säuregehalts

In diesem Kapitel wird es um 3 Dinge gehen.

- Wir planen einen Versuch, mit dem man die Säurekonzentration in einem süßen Getränk herausfinden kann.
- Wir führen diesen Versuch durch.
- Wir werten diesen Versuch aus.

1.3.1. Planung eines Versuchs

Wie kann man vorgehen, um die Säurekonzentration in einem süßen Getränk zu bestimmen ?

- Zuerst das Selbstverständliche : Man gibt etwas von dem Getränk in ein Becherglas.
- Dann gibt man eine Base (zum Beispiel Natriumhydroxid-Lösung) zu.
- Und schon ist die erste Frage da. Wieviel Base gibt man zu ? Die Antwort ist einfach. Man gibt so viel Base zu, dass die Säure gerade verbraucht ist.
- Und woran merkt man, dass die Säure gerade verbraucht ist ? Die Antwort finden Sie in Kapitel 1.2.3. Man gibt noch einen Indikator dazu. Wenn die Säure verbraucht ist, zeigt er einen Farbumschlag.
- Nun ist es möglich, die Säurekonzentration zu berechnen. Man kennt die Stoffmenge der zugegebenen Base, daraus kann man die Stoffmenge der Säure berechnen. Teilt man die Stoffmenge durch das Volumen der Säure, hat man die Konzentration.

⁴ Das Bild ist aus dem Artikel „Titration“ der freien Enzyklopädie Wikipedia (<http://de.wikipedia.org>) entnommen.

- Wenn Sie sich den vorigen Punkt noch einmal genau durchlesen, fällt Ihnen auf, dass wir 2 Dinge vergessen haben.
 - ◆ Woher kennt man die Stoffmenge der zugegebenen Base ? Wir geben Base einer bekannten Konzentration zu, und wir wissen, welches Volumen an Base wir zugegeben haben. Daraus können Sie die Stoffmenge der Base berechnen. Wie das geht, haben Sie sich in Kapitel 1.2.2. erarbeitet.
 - ◆ Woher kennt man das Volumen der Säure ? Na, ganz einfach – man misst es vorher ab.

1.3.2. Musterrechnung

Um nach der Durchführung des Versuchs keine bösen Überraschungen zu erleben, ist es sinnvoll, die oben beschriebenen Rechnungen an erfundenen Werten einmal durchzugehen.

Hier ist eine solche Musterrechnung.

- Wir gehen davon aus, dass wir 10 ml eines süßen Getränks untersucht haben. Es enthält Citronensäure. Sie ist eine dreiwertige Säure mit der Formel $C_6H_8O_7$ (vergleiche dazu Aufgabe 1–14).
- Wir haben Natriumhydroxid-Lösung zugegeben. Das verbrauchte Volumen betrug 4,3 ml. Damit ist die erste Rechengröße bekannt : $V(\text{NaOH}) = 4,3 \text{ ml}$.
- Wir haben eine Neutralisation durchgeführt (vergleiche Aufgabe 1–14). Die Stoffmenge an H_3O^+ -Ionen (in der Citronensäure) ist also gleich der Stoffmenge an OH^- -Ionen in der Natriumhydroxid – Lösung. Damit können wir eine Gleichung aufstellen.

$$n(H_3O^+) = n(OH^-)$$
- Da Citronensäure eine dreiwertige Säure ist, enthält ein Mol Citronensäure gerade 3 Mol H_3O^+ -Ionen. Wir können aus der vorigen Gleichung eine neue Gleichung aufstellen, die die Stoffmenge von Citronensäure und Natriumhydroxid-Lösung enthält.

$$1/3 \cdot n(\text{Citronensäure}) = n(\text{Natriumhydroxid-Lösung})$$
- In Kapitel 1.2.2. haben Sie die Gleichung $n = c \cdot V$ aufgestellt. Jetzt können wir sie benutzen.

$$1/3 \cdot c(\text{Citronensäure}) \cdot V(\text{Citronensäure}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})$$
- In dieser Gleichung sind bekannt :
 - ◆ $V(\text{Citronensäure}) = 10 \text{ ml}$, denn wir haben 10 ml des süßen Getränks zugegeben.
 - ◆ $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/l}$, denn wir haben Natriumhydroxid-Lösung dieser Konzentration benutzt.
 - ◆ $V(\text{NaOH}) = 4,3 \text{ ml}$ ist unser Messwert.
- Wir können nun $c(\text{Citronensäure})$ berechnen. Wir erhalten

$$\begin{aligned} c(\text{Citronensäure}) &= 3 \cdot c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) / V(\text{Citronensäure}) \\ &= 3 \cdot 0,1 \text{ mol/l} \cdot 4,3 \text{ ml} / 10 \text{ ml} \\ &= 0,129 \text{ mol/l} \end{aligned}$$
- Sinnvoll ist es, noch die Massenkonzentration zu berechnen. In Kapitel 1.2.2. haben Sie auch für diese Umrechnung eine Gleichung aufgestellt : $c_M = c \cdot M$. Da Citronensäure eine molare Masse von $M = 192 \text{ g/mol}$ hat, ergibt sich

$$\begin{aligned} c_M(\text{Citronensäure}) &= c(\text{Citronensäure}) \cdot M(\text{Citronensäure}) \\ &= 0,129 \text{ mol/l} \cdot 192 \text{ g/mol} \\ &= 24,8 \text{ g/l} \end{aligned}$$

Das entspricht 2,48 Massenprozent.

Aufgabe 1 – 19

Berechnen Sie die Konzentration und die Massenkonzentration an Säure (in den ersten beiden Teilen) und den Verbrauch an Base (im dritten Teil).

- In einem Cola-Getränk ist Phosphorsäure der Säurebestandteil. Sie haben 10 ml des Getränks untersucht und dabei 4,3 ml der Natriumhydroxid-Lösung mit $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/l}$ verbraucht.
- Auf einer Laborflasche steht „Schwefelsäure, $c = 0,1 \text{ mol/l}$ “. Sie wollen überprüfen, ob diese Angabe richtig ist. Sie untersuchen 20 ml dieser Säure und verbrauchen 20,1 ml der Natriumhydroxid-Lösung mit $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/l}$.
- Speiseessig hat eine Massenkonzentration an Essigsäure von $c_M = 50 \text{ g/l}$ (das entspricht 5 %). Sie untersuchen 20 ml Speiseessig und benutzen Natriumhydroxid-Lösung mit $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/l}$. Welchen Verbrauch an Natriumhydroxid-Lösung erwarten Sie ?

1.3.3. Versuchsdurchführung

Endlich haben wir alle Vorbereitungen getroffen und können darangehen, einen Versuch durchzuführen, in dem wir den Säuregehalt eines süßen Getränks bestimmen.

Titration

Die Untersuchungstechnik, die wir benutzen, und die in der Versuchsbeschreibung ausführlich beschrieben ist, heißt Titration. Bei der Titration wird einer Säure⁵ langsam eine Base bekannter Konzentration hinzugefügt, bis die gesamte Menge der Säure neutralisiert ist.

Aufgabe 1–20

Führen Sie den Versuch „Bestimmung der Säurekonzentration“ anhand der folgenden Versuchsbeschreibung durch.

⁵ Genau genommen muss man hier „Säure-Base-Titration“ sagen, denn es gibt auch noch andere Arten von Titrationsen.

Versuchsbeschreibung

Bestimmung der Säurekonzentration durch Titration

Vorbemerkungen

Benutzung der Bürette

Spannen Sie die Bürette in den speziellen Bürettenhalter ein : nicht zu locker (Rutschgefahr) und nicht zu fest (Bruchgefahr). Der Auslaufhahn ist anfangs geschlossen. Füllen Sie nun mit Hilfe des Trichters Natriumhydroxid-Lösung ein. Lassen Sie dann so lange Natriumhydroxid-Lösung in ein Becherglas ablaufen, bis der Flüssigkeitsspiegel auf "0" oder einer anderen markanten Zahl (die Sie dann notieren) steht. Lesen Sie den Flüssigkeitsstand am unteren Rand des Meniskus ab.

Benutzung des Peleusballes



Der Peleusball hat 3 Ventile, A, S und E.

- Drücken Sie auf Ventil A, können Sie den Ball zusammendrücken.
- Drücken Sie auf Ventil S (=Saugen), wird Flüssigkeit durch die Pipette angesaugt.
- Drücken Sie auf Ventil E (=Entleeren), kann die Flüssigkeit aus der Pipette herauslaufen.

Es darf NIEMALS Flüssigkeit in den Peleusball kommen, da dann die Ventile SOFORT unbrauchbar werden.

Wenn Sie die Pipette mit dem Peleusball ablegen wollen, legen Sie sie so hin, dass die Flüssigkeit nicht in den Ball laufen kann.

Versuchsteil 1

Bestimmung der Säurekonzentration in einer Probe Essigsäure mit bekannter Konzentration

Versuchsteil 1 dient der Validierung der Methode. Das heißt, Sie prüfen, ob das Verfahren wie vorgesehen funktioniert und ob Sie es korrekt durchführen können.

Entnehmen Sie der ausstehenden Essigsäure ($c = 0,1 \text{ mol/l}$) mit Hilfe einer Vollpipette und eines Peleusballes genau 10 ml und geben Sie diese in einen Erlenmeyer-Kolben. Geben Sie 100 – 150 ml Wasser dazu, außerdem einen Spritzer Phenolphthalein-Lösung. Rühren Sie die Lösung mit dem Magnetrührer. Notieren Sie den Flüssigkeitsstand in der Bürette. Nun lassen Sie aus der Bürette **langsam** (ca. 1 – 2 Tropfen pro Sekunde) Natriumhydroxid-Lösung ($c = 0,1 \text{ mol/l}$) dazufließen. Bald wird an der Eintropfstelle eine Färbung auftreten, die aber beim Rühren erst schnell, dann immer langsamer verschwindet. Sobald die gesamte Lösung einen **bleibenden** Farbumschlag zeigt, unterbrechen Sie die Zufuhr der Natriumhydroxid-Lösung und notieren den Flüssigkeitsstand in der Bürette.

Wenn genügend Zeit ist, führen Sie dieselbe Bestimmung zur Sicherheit ein zweites Mal durch. Anfangs können Sie dabei etwas schneller titrieren, kurz vor dem erwarteten Ende dagegen besonders langsam.

Versuchsteil 2

Bestimmung der Säurekonzentration in einem Getränk

Führen Sie Versuchsteil 2 genauso aus wie Versuchsteil 1. Benutzen Sie statt der Essigsäure ein säurehaltiges Getränk.

Aufgabe 1–21

Warum muss die genaue Menge des anfangs zugegebenen Wassers nicht bekannt sein ?

1.3.4. Versuchsprotokoll

Ein Versuchsprotokoll zu erstellen, ist keine kleinkarierte Erbsenzählerei oder gar Schikane, sondern im Laboralltag unverzichtbar. Zum Versuch „Bestimmung der Säurekonzentration“ werden Sie in diesem Schuljahr das erste Mal ein Versuchsprotokoll schreiben.

Erstellen Sie ein sauberes und übersichtliches Protokoll. Das macht es leichter, sich später wieder darin zurechtzufinden. Auch andere werden es leichter verstehen können.

Wie man ein gutes Versuchsprotokoll erstellt, können Sie im folgenden Abschnitt „Arbeitstechnik Versuchsprotokoll“ lesen. Als Beispiel und Vorlage für Ihre eigenen Protokolle ist ein Musterprotokoll angefügt. Sie sollten sich bei Ihren Versuchsprotokollen an diesem Musterprotokoll orientieren.

B. Arbeitstechnik Versuchsprotokoll

Wozu wird es gebraucht ?

Sie wollen später denselben oder einen ähnlichen Versuch durchführen. Sie wollen wissen, wie Sie den Versuch durchgeführt haben, welche Chemikalien und Geräte Sie benutzt haben, ob Probleme aufgetreten sind und wie Sie sie gelöst haben, und Sie wollen wissen, wie Sie die Beobachtungen ausgewertet haben.

Auch andere, zum Beispiel Ihre Mitschüler oder der Lehrer, wollen all dies wissen.

Wann schreiben Sie das Versuchsprotokoll ?

Schreiben Sie das Protokoll nicht, während Sie den Versuch ausführen. Konzentrieren Sie sich bei der Versuchsdurchführung auf die Versuchsdurchführung. Machen Sie sich nebenbei Notizen.

Schreiben Sie das Protokoll zeitnah zur Versuchsdurchführung. Das sollte auf jeden Fall am gleichen Tag sein. Je länger Sie warten, umso größer ist die Gefahr, dass Sie sich an wichtige Details nicht mehr erinnern oder Ihre Notizen nicht mehr interpretieren können.

Wie sieht ein gutes Versuchsprotokoll aus ?

Sie können es von Hand oder mit einem Textverarbeitungsprogramm schreiben. Sehen Sie sich das Musterprotokoll als Beispiel an. Das Versuchsprotokoll enthält

- Datum und Uhrzeit der Versuchsdurchführung,
- den Namen des Experimentators,
- die benutzten Chemikalien,
- die benutzten Geräte – Denken Sie auch an das „kleine Handwerkszeug“ : Spatel, Löffel, Glasstab, Stopfen, Pipetten, Etiketten usw. Führen Sie auch Stativmaterial vollständig auf : Stativ, Muffen, Klemmen usw.
- Skizze des Versuchsaufbaues – Sie ist bei größeren Apparaturen oder wenig bekannten Geräten nötig. Reagenzgläser und Erlenmeyerkolben kennt jeder.
- Versuchsdurchführung und Beobachtung – Diese beiden Punkte machen den Hauptteil des Protokolls aus. Einerseits sollen Durchführung und Beobachtung sorgfältig und vollständig dokumentiert werden, andererseits sollen absolute Selbstverständlichkeiten weggelassen werden. Sie müssen abwägen, was ins Protokoll kommt.

Sie sollen nicht die Versuchsvorschrift abschreiben. Ins Protokoll gehören Abweichungen von der Vorschrift, ebenso Probleme, die aufgetreten sind, und wie Sie sie gelöst haben.

- Messwerte – Sie gehören auf jeden Fall ins Protokoll.
- Berechnungen und Auswertungen – Wenn Sie aus den Messwerten etwas berechnen, zum Beispiel den Säuregehalt einer Probe, gehören die zugehörigen Berechnungen ins Protokoll.
Schreiben Sie nicht einfach 3 Zahlen und ein Ergebnis hin, sondern führen Sie die Berechnungen so durch, dass ein anderer sie nachvollziehen kann.
Das heißt : Geben Sie zu jeder benutzten Zahl an :
 - die Größe, die durch diese Zahl beschrieben wird, z. B. Konzentration
 - das benutzte Formelzeichen, z. B. c
 - den Zahlenwert selbst
 - die Einheit, z. B. mol/l
 Geben Sie die benutzten Formeln an.
- Reaktionsgleichungen – falls eine Reaktion abgelaufen ist,
- Folgerungen – kurz und stichwortartig,
- Datum der Protokollerstellung und Unterschrift des Protokollanten.

Musterprotokoll

Bestimmung des Säuregehalts einer Limonade

Versuch ausgeführt am :	32.05.2009, 4. Block												
Versuch ausgeführt von :	Fritze Fröhlich												
benutzte Chemikalien :	Natriumhydroxid-Lösung, c = 0,1 mol/l Phenolphthalein-Lösung Limonade (Sprite)												
benutzte Geräte :	Stativ, Muffe, Bürettenhalter, Bürette, Vollpipette 10 ml, Peleusball, 2 Erlenmeyer-Kolben 250 ml, Pasteur-Pipette, Trichter, 2 Bechergläser 50 ml												
Skizze des Versuchsaufbaus :	< entfällt im Musterprotokoll >												
Durchführung :	gemäß Vorschrift. Bei der 1. Titration wurde übertitriert (zu viel NaOH-Lösung zugegeben).												
Beobachtung :	1. Titration <table> <tr> <td>Flüssigkeitsstand in der Bürette zu Beginn :</td> <td>5,3 ml</td> </tr> <tr> <td>am Ende :</td> <td>10,1 ml</td> </tr> <tr> <td>Verbrauch :</td> <td>4,8 ml</td> </tr> </table> 2. Titration <table> <tr> <td>zu Beginn :</td> <td>10,1 ml</td> </tr> <tr> <td>am Ende :</td> <td>14,4 ml</td> </tr> <tr> <td>Verbrauch :</td> <td>4,3 ml</td> </tr> </table>	Flüssigkeitsstand in der Bürette zu Beginn :	5,3 ml	am Ende :	10,1 ml	Verbrauch :	4,8 ml	zu Beginn :	10,1 ml	am Ende :	14,4 ml	Verbrauch :	4,3 ml
Flüssigkeitsstand in der Bürette zu Beginn :	5,3 ml												
am Ende :	10,1 ml												
Verbrauch :	4,8 ml												
zu Beginn :	10,1 ml												
am Ende :	14,4 ml												
Verbrauch :	4,3 ml												
Auswertung :	Der Säurebestandteil der Limonade war Citronensäure (C ₆ H ₈ O ₇). Es ist eine dreibasige Säure, d.h. sie kann 3 H ⁺ -Ionen abgeben. Es gilt die Formel $c(\text{NaOH-Lösung}) \cdot V(\text{NaOH-Lösung}) \cdot 3 = c(\text{Citronensäure-Lösung}) \cdot V(\text{Citronensäure-Lösung})$ Dabei sind c(NaOH) und c(Citronensäure) die Konzentrationen in mol/l, V(NaOH) der Verbrauch an NaOH-Lösung in ml und V(Citronensäure) das eingesetzte Volumen an Limonade in ml. Es ist : <table> <tr> <td>c(NaOH) =</td> <td>0,1 mol/l</td> </tr> <tr> <td>V(NaOH) =</td> <td>4,3 ml</td> </tr> <tr> <td>V(Citronensäure) =</td> <td>10,0 ml</td> </tr> </table>	c(NaOH) =	0,1 mol/l	V(NaOH) =	4,3 ml	V(Citronensäure) =	10,0 ml						
c(NaOH) =	0,1 mol/l												
V(NaOH) =	4,3 ml												
V(Citronensäure) =	10,0 ml												

Es folgt :

$$c(\text{Citronensäure}) = 0,1 \text{ mol/l} * 4,3 \text{ ml} * 3 / 10,0 \text{ ml} = 0,129 \text{ mol/l}$$

Da Citronensäure eine molare Masse von $M = 192 \text{ g/mol}$ hat, ergibt sich eine Konzentration von $c_M(\text{Citronensäure}) = c(\text{Citronensäure}) * M(\text{Citronensäure}) = 0,129 * 192 \text{ g/l} = 24,8 \text{ g/l}$ oder 2,48 Massenprozent.

Protokoll erstellt am : 33.05.2009

< Unterschrift >

Aufgabe 1 – 22

Schreiben Sie ein Versuchsprotokoll zum Versuch „Bestimmung der Säurekonzentration“.

Bilanz

Sie haben nicht nur gelernt, welche Säuren in süßen Getränken enthalten sind, sondern auch, wie man ihre Konzentration bestimmen kann. Daneben haben Sie ein wenig Säure–Base–Theorie gelernt und wissen, wie man ein Versuchsprotokoll schreibt.

Kapitel 2 : Zucker in süßen Getränken

Dieses Kapitel ist noch nicht belegt

Unterrichtseinheit Alkoholische Getränke

Überblick über die Unterrichtseinheit Alkoholische Getränke

Dieses Kapitel ist noch nicht belegt.

Kapitel 3 : Alkoholische Getränke

Dieses Kapitel ist noch nicht belegt.

Man hilft den Menschen nicht,
wenn man etwas für sie tut, was sie selbst tun können.
Abraham Lincoln

Unterrichtseinheit

Geschichte der Metallherstellung

Kapitel 4 : Die Entwicklungsphasen der Metallherstellung

Macht das Thema Sinn ?

Der Titel dieser Unterrichtseinheit hört sich nicht allzu attraktiv an. Vielleicht fragen Sie sich : Sollen wir jetzt Jahreszahlen auswendig lernen ? Oder die Namen von Leuten, die schon lange tot sind und die keinen mehr interessieren ? Und wozu soll das alles gut sein ? Kann ich heute etwas damit anfangen ? Ist es für mich nützlich ?

Hier sind die Antworten. Nein, es geht nicht um Jahreszahlen und längst vergessene Erfinder. Ja, es ist für Sie nützlich.

Technik fällt nicht vom Himmel

Metalle herzustellen ist nicht einfach. Fast jedes Metall wird nach einem anderen Verfahren hergestellt. All diese Verfahren sind mit komplexen technischen Abläufen verbunden.

Im ersten Moment könnte man auf den Gedanken kommen, irgendwann hat sich einmal ein schlauer Kopf (oder auch mehrere) hingesetzt und ein Verfahren so entwickelt, wie wir es heute kennen. Ein paar Verbesserungen sind noch dazugekommen, das wars aber auch schon. Kurzes Nachdenken zeigt, das es so nicht gewesen sein kann.

Um herauszufinden, wie es wirklich war, stellen wir uns 2 grundlegende Fragen.

- Will man es machen ?
- Kann man es machen ?

Will man es machen ?

Menschen nehmen Anstrengungen nur auf sich, wenn sie sich einen Nutzen davon versprechen. Da es recht anstrengend ist, technische Verfahren zur Metallherstellung zu entwickeln, wird wohl ein Nutzen vorhanden sein. In den folgenden Abschnitten werden Sie sehen, dass diese Verfahren für viele Menschen von großem Nutzen sind.

Kann man es machen ?

Die Entwicklung von Verfahren zur Metallherstellung ist aufwendig. Sie wird nur erfolgreich sein, wenn einige Voraussetzungen erfüllt sind.

- Die wissenschaftlichen und technischen Kenntnisse müssen vorhanden sein, um ein Verfahren erfolgreich zu entwickeln.
- Die wirtschaftlichen Voraussetzungen müssen vorhanden sein, um eine langdauernde, teure und aufwendige Entwicklung durchzuführen.

- Die Gesellschaft, insbesondere deren Entscheidungsträger, muss bereit sein, ein solches Großprojekt zu beginnen, Arbeit hineinzustecken, deren Erfolg erst langfristig sichtbar wird, und genug Ausdauer haben, um es trotz eventueller Fehlschläge zum Abschluss zu bringen. Entsprechende gesellschaftliche Voraussetzungen sind nötig.

Auch diese Voraussetzungen werden Sie im einzelnen kennen lernen.

Schon aus diesen allgemeinen Ausführungen lässt sich erkennen, dass die Entwicklung technischer Verfahren ein Prozess ist, der aus vielen Schritten besteht und auch heute noch nicht abgeschlossen ist.

Da wir hier nicht die gesamte Entwicklung der Metallherstellung nachvollziehen können, und zur besseren Übersichtlichkeit, sind im folgenden 4 wichtige Entwicklungsphasen herausgegriffen und an ein oder 2 Beispielen erläutert.

F. Arbeitstechnik Referat

Wozu wird es gebraucht ?

Die Zuhörer (in der Schule sind es Ihre Mitschüler) sollen über ein Thema informiert werden. Das Thema wurde noch nicht im Unterricht besprochen, und der Lehrer will es nach dem Referat nicht noch einmal behandeln. **Sie** haben die Verantwortung, dass Ihr Referat alles Wichtige und für die weitere Arbeit Notwendige zum Thema enthält, und dass diese Informationen bei den Zuhörern ankommen.

Wie bereite ich mich vor ?

- Erster Schritt : Sie beschaffen sich Informationen.
- Zweiter Schritt : Sie schreiben das Referat.
- Dritter Schritt : Sie schreiben eine Ausarbeitung für die Zuhörer.

Wie beschaffe ich Informationen ?

Manchmal können Sie Hinweise in Schulbüchern finden. Das wird aber nicht reichen.

Gehen Sie in die Schulbücherei und suchen Sie dort nach weiterem Material. Fragen Sie die Lehrer, die dort arbeiten. Das Material in der Schulbücherei ist veraltet.

Wenn Sie dort nichts finden, gehen Sie in eine öffentliche Bibliothek (gute Stadtteilbibliothek oder Amerika-Gedenkbibliothek). Eventuell wird das, was Sie beim ersten Mal finden, nicht ausreichen, und Sie müssen mehrmals in Bibliotheken.

Suchen Sie auch im Internet, aber bedenken Sie, dass Sie dort viel Unsinn, Halbrichtiges und schnell Hingeschriebenes finden. Mehr über die richtige Internetrecherche finden Sie in den Kapiteln G. und K.

Was ist für das Referat wichtig ?

Ein Referat ist nicht in einer halben Stunde geschrieben. Fangen Sie rechtzeitig damit an. Fangen Sie am besten noch heute an. Rechnen Sie damit, dass Sie etwa 2 Wochen dafür brauchen werden. Wenn wichtige Klausuren oder andere Referate anstehen, werden Sie länger brauchen. Machen Sie sich einen Zeitplan.

Wenn Ihnen etwas am Thema unklar ist, wenn Sie Fragen haben oder Literatur zum Thema suchen, sprechen Sie mit dem Lehrer.

Was ist für die Ausarbeitung für die Zuhörer wichtig ?

Die Ausarbeitung sollte sauber und gut leserlich sein. Am besten schreiben Sie sie auf dem Computer mit einem Textverarbeitungsprogramm. Notfalls reicht auch Schreibmaschine oder sehr saubere Handschrift. Formeln, Diagramme und Bilder sollten nicht fehlen.

Sie sollte ausführlich und vollständig sein. Sie ist die einzige Unterlage, die die Zuhörer haben, wenn sie noch einmal etwas über das Thema lesen wollen oder sich auf die Klausur vorbereiten wollen.

Sie soll fehlerfrei sein, das heißt weder sprachliche noch inhaltliche Fehler enthalten.

Zu Beginn sollen das Thema des Referats und Angaben zum Vortragenden stehen. Sie sollte ein Inhaltsverzeichnis und Quellenangaben enthalten.

Geben Sie die Ausarbeitung spätestens einen Tag vor dem Vortrag beim Lehrer ab. Sie wird für alle Schüler der Klasse kopiert.

Wie läuft es ab ?

Sie halten einen Vortrag. Er dauert etwa 10 bis 15 Minuten. Bei einem Doppelreferat hält jeder einen Vortrag von 10 – 15 Minuten Dauer.

Sprechen Sie in freier Rede. Benutzen Sie (wie beim Kurzvortrag) einen Spickzettel, um den Faden nicht zu verlieren. Lesen Sie nicht den ganzen Vortrag vom Blatt ab.

Kommen Sie auf den Punkt. Berichten Sie über Wichtiges und Wesentliches, nicht über Nebensächlichkeiten.

Unterstützen Sie Ihren Vortrag durch den Einsatz von Medien. Sie können benutzen : Tafel (es gibt weiße und farbige Kreide), Overhead-Projektor, Flipchart-Tafel, Rechner mit Beamer (zum Beispiel für eine Powerpoint-Präsentation). Sprechen Sie den Einsatz von Medien (außer der Tafel) **rechtzeitig** mit dem Lehrer ab, damit die Medien und das Zubehör bereitsteht. Der Lehrer ist nicht nur in der Chemiestunde erreichbar, sondern auch sonst oft in der Chemiesammlung oder im Lehrerzimmer.

Der Einsatz von Medien ist für all das nötig, was man nicht gut mit Worten ausdrücken kann (Formeln, Gleichungen, Diagramme, Bilder). Er ist sinnvoll, um den Vortrag zu gliedern und die Aufmerksamkeit der Zuhörer zu erhalten.

Nur in ganz seltenen Ausnahmefällen führen Sie Versuche durch.

Die Zuhörer sollen Zuhörer bleiben. Stellen Sie keine Fragen an die Zuhörer, wie es ein Lehrer tut. Fragen der Zuhörer sollen Sie natürlich beantworten.

Werden die Referate benotet ?

Ja. Bewertungskriterien sind :

- Formales (10 %) : Deckblatt, Verfasser, Inhaltsverzeichnis, Seitenangaben, Quellenangaben, äußere Form, Umfang
- Sprachrichtigkeit (20 %) : Rechtschreibung, Zeichensetzung, Grammatik
- Aufbau (10 %) : Gliederung, roter Faden
- Medieneinsatz und Präsentation (20 %) : Vortragstechnik, Auswahl der Medien, handwerklicher Umgang mit den Medien, Gestaltung mit den Medien
- Inhalt (40 %) : fachliche Richtigkeit, Thema getroffen, Auswahl der Schwerpunkte, Bearbeitungstiefe, Hervorhebung des Wesentlichen, Anschaulichkeit (Bilder, Diagramme, Tabellen, Formeln), Verständlichkeit

Die Note fließt zu einem Drittel in den Allgemeinen Teil der Halbjahresnote Chemie ein.

4.1. Phase 1 – diskontinuierliches Erschmelzen

In diesem Kapitel geht es um die Herstellung von Metallen in der Antike (das ist die Zeit von etwa 500 v. Chr. bis 500 n. Chr.) und dem Mittelalter (es reicht in Europa bis etwa 1500). In dieser Zeit vollbrachten die Römer nicht nur große kulturelle Leistungen, die zu den Grundlagen unseres heutigen Lebens zählen, sondern auch bedeutende technische und organisatorische Leistungen, die sie zur Weltmacht der damaligen Zeit machten.

Aufgabe 4–1

Bilden Sie einen Doppelkreis. Lesen und bearbeiten Sie die ausgegebenen Texte.

Aufgabe 4–2

Beantworten Sie mit Hilfe der Texte aus Aufgabe 4–1 die Fragen.

- Welche Voraussetzungen waren nötig, damit man Eisen herstellen konnte ? Oder anders gesagt, was mussten die Menschen können und wissen, um Eisen herstellen zu können ?
- Was ist der Nutzen des Eisens ?
- Welche unerwünschten Folgen bringt die Eisenherstellung mit sich ?

Die Antworten

Eisen wurde in der Antike und im Mittelalter in Rennöfen hergestellt.

Die Voraussetzungen für dieses Verfahren (wie Sie sie aus Aufgabe 4–2 erarbeitet haben, ergänzt um einige weitere Voraussetzungen, auf die man durch gründliches Nachdenken kommt) sind im folgenden zusammengestellt.

Die gesellschaftlichen Voraussetzungen

Die Gesellschaft, das heißt das Zusammenleben der Menschen, muss auf eine bestimmte Art organisiert sein, um fortschrittliche Verfahren entwickeln zu können. Wirtschaftliche Grundlagen müssen vorhanden sein, und die Kultur muss einen gewissen Stand erreicht haben. Zu den Voraussetzungen des Rennofenverfahrens gehören :

- Arbeitsteilung : In einer Gruppe von Menschen ist nicht mehr jeder für die Nahrungsbeschaffung verantwortlich. Vielmehr ist dies nur noch die Aufgabe einiger. Sie heißen Bauern. Dadurch können andere Menschen andere, für die Gruppe wichtige Dinge tun : Häuser bauen, Krieg führen, Eisen in Rennöfen herstellen und mehr.
- Stadt : Arbeitsteilung ist nur in einer genügend großen Gruppe möglich. Um auf engem Raum zusammenleben und sich gegen Feinde verteidigen zu können, ist die Anlage einer Stadt nötig.

Die technischen und wissenschaftlichen Voraussetzungen

- Erschmelzen von Bronze und Kupfer aus Erzen : Wie sollte jemand überhaupt auf die Idee kommen, dass man aus Eisenerz Eisen herstellen kann ? Das Erschmelzen von Kupfer und Bronze ist in einem offenen Feuer möglich und wurde vielleicht durch Zufall an einem Lagerfeuer entdeckt. Damit ist das Wissen vorhanden, dass man aus Erz Metall machen kann.
- Feuer : Das ist aus dem vorigen Absatz leicht erkennbar.
- Ziegelbau : Die Rennöfen wurden aus Lehm(ziegeln) gebaut.

Der Nutzen

Um gleich ein Missverständnis auszuräumen : Der Nutzen der Eisenherstellung ist **nicht**, dass man nun Eisen hat. Man stellt Eisen nur her, weil das Eisen selbst nützlich ist. Was ist der Nutzen des Eisens ?

- Eisenwaffen sind Bronzewaffen überlegen.
- Eisenwerkzeuge sind haltbarer als solche aus Bronze oder Kupfer. Man kann mit Eisenäxten leichter Wald roden als mit Steinäxten. Eisennägel sind Holzverbindungen überlegen.
- Eisenwerkzeuge können durch Schmieden eine spezielle Form erhalten. Die eiserne Pflugschar ist gedreht und kann den Boden wenden, ein Holzpflug hat nur eine Spitze und kann nur eine Furche in den Boden kratzen. Dadurch bringen die Felder mehr Ertrag und können mehr Menschen ernähren.

Die unerwünschten Folgen

Jeder Fortschritt bringt neben den erwünschten auch unerwünschte Folgen mit sich. Manchmal sieht man sie erst viele Jahre später, manchmal will man sie nicht sehen.

- Entwaldung, Erosion, unfruchtbare Böden : Im Rennofen wird viel Holz verbraucht. Im Laufe der Jahrhunderte werden weite Landstriche entwaldet. Durch Regen und Wind wird der fruchtbare Boden weggeschwemmt und weggeweht. Dieser Vorgang heißt Erosion. Als Folge bleiben unfruchtbare Böden. Die Länder rund ums Mittelmeer (Spanien, Italien, Griechenland) waren in der Antike genauso dicht bewaldet wie Deutschland. Neben der Eisenherstellung ist der Schiffsbau ein wichtiger Grund für die Entwaldung.

Zusammenfassung

Wir haben als 1. Phase der Metallherstellung die vorindustrielle Zeit betrachtet. Sie umfasst Antike und Mittelalter.

Die Menschen lernten zu Beginn dieser Epoche Eisen als Gebrauchsmetall kennen. Es war den bereits bekannten Gebrauchsmetallen (Kupfer und Bronze) weit überlegen.

Man entwickelte damals das Rennofenverfahren, bei dem das Eisen durch Erschmelzen aus Eisenerz gewonnen wurde. Da man den Rennofen nach jedem Schmelzdurchgang abreißen und neu aufbauen musste, war der Vorgang nicht kontinuierlich.

In der vorindustriellen Zeit konnte man Eisen in einem diskontinuierlichen Prozess durch Erschmelzen gewinnen.

Auch andere Metalle wurden in ähnlichen Verfahren hergestellt.

Wie Eisen in einem Rennofen hergestellt und dann weiter verarbeitet wird, können Sie sehr schön auf der Internetseite <http://www.wdrmaus.de/sachgeschichten/eisenbarren> sehen.

G. Arbeitstechnik Internetrecherche

Wozu wird es gebraucht ?

Sie wollen Informationen zu einem bestimmten Thema haben. Alternativen (andere Leute fragen oder Bücher lesen) sind nicht möglich oder zu aufwendig. In dieser Situation ist es eine gute Idee, im Internet zu suchen

Sie führen die Internetrecherche **für sich selbst** durch, nicht für den Lehrer oder die Zuhörer. Allerdings kann die Internetrecherche die Vorbereitung für Hausaufgaben, ein Referat oder Ähnliches sein.

Wie bereite ich eine Internetrecherche vor ?

Vorbereiten ? Was gibt es da viel vorzubereiten ? Google anwerfen, Suchbegriff eingeben, fertig. Wer sich nicht mehr Gedanken macht, braucht sich nicht zu wundern, wenn er nichts Gescheites findet.

- Stellen Sie sich eine Suchfrage. Sie soll möglichst präzise beschreiben, wonach Sie suchen.

Schlechte Suchfrage : Ich will alles über den Hochofen wissen.

Gute Suchfragen : Welche chemischen Vorgänge laufen im Hochofen ab ? Wann wurde der Hochofen erfunden ? Wie wurde er verbessert ?

- Setzen Sie die Suchfrage in Suchbegriffe um. Dies kann ein einzelner Begriff sein, zum Beispiel „Hochofen“. Sie sollten zu jedem Begriff ein oder zwei Synonyme finden,

zum Beispiel „Hochofenprozess“ und „Hochofenverfahren“. Oft werden Sie nach 2, manchmal auch nach 3 Begriffen suchen müssen, zum Beispiel „Hochofen“ und „chemische Vorgänge“. Schreiben Sie auch einige nah verwandte Begriffe auf, zum Beispiel „Eisenherstellung“ oder „Eisengewinnung“.

- Finden Sie Anfangspunkte für ihre Internetrecherche.

Das können Seiten sein, die zu vielen Themen Informationen bieten, zum Beispiel das freie Lexikon Wikipedia (<http://de.wikipedia.org>). Wenn Sie solche nützlichen Einstiegsseiten kennen, schreiben Sie sich deren Adresse auf.

Ein universeller Anfangspunkt ist die Suchmaschine Google (<http://www.google.de>).

Wie suche ich mit Google ?

- Die einfachste (nicht die beste) Suchtechnik : Sie geben einen Suchbegriff ein.
- Wollen Sie gezielter suchen, können Sie mehrere Suchbegriffe eingeben, zum Beispiel „Hochofen chemische Vorgänge“. Es werden alle Dokumente gefunden, in denen alle 3 Begriffe vorkommen.
- Bei der Phrasensuche schließen Sie einen kurzen Text in Anführungsstriche ein, zum Beispiel „Tag der Deutschen Einheit“.
- Oft lohnt es sich, englische Begriffe einzugeben.

Wie werte ich die Suchergebnisse aus ?

Werten Sie alles, was Sie finden, nach 3 Kriterien aus :

- Nützlichkeit – Geht es um das Thema, das ich mir in der Suchabfrage gestellt habe ?
- Qualität – Ist die Seite zu umfangreich / zu kurz ? Ist sie zu anspruchsvoll / zu simpel ?
- Seriosität – Ist das, was da geschrieben steht, glaubwürdig ?

Versuchen Sie bei jedem Ergebnis, das Google anzeigt, sofort eine Grobauswertung. Habe ich da eine wissenschaftliche Arbeit gefunden, oder Firmenreklame, oder einen Zeitungsartikel, oder eine private Homepage ? Ist es eine Spaßseite, will jemand Informationen geben oder nur etwas verkaufen ? Werde ich dort **wahrscheinlich** finden, was ich suche ?

Entwickeln Sie ihren persönlichen Recherchestil. Sie können sich wie ein Surfer von einer Seite zu einer anderen, die Ihnen wichtig erscheint, treiben lassen. Sie können Google–Ergebnisse systematisch, eins nach dem anderen, abarbeiten. Oder Sie können es ganz anders machen. Wichtig ist, dass Sie die Informationen finden, die Sie brauchen.

Wie sichere ich meine Suchergebnisse ?

Nun haben Sie eine Stunde recherchiert, und Ihnen ist klar, dass Sie ziemlich am Anfang eine Seite hatten, auf der genau das stand, was Sie gesucht haben – nur, wie hieß die doch gleich noch ? Dumm gelaufen.

Damit das nicht wieder passiert, sollten Sie sich jede Seite, auf der etwas steht, das für Ihre Recherche relevant ist, merken.

- Sie können die Adresse der Seite auf einen Zettel schreiben – keine gute Idee.
- Sie können die Adressen der Seiten in einer Datei aufschreiben.
- Sie können die Seite in die Favoriten aufnehmen.
- Sie können die Seite mit Ihrem Browser (zum Beispiel dem Internet Explorer) speichern.
- Sie können die Seite mit einem speziellen Programm, zum Beispiel der kostenlosen Erweiterung Scrapbook (<http://amb.vis.ne.jp/mozilla/scrapbook/>) für Mozilla Firefox speichern.
- Sie können die Seite ausdrucken.

Alle Methoden haben ihre Vor– und Nachteile. Wichtig ist, dass Sie die Informationen später wieder finden. Entwickeln Sie Ihren persönlichen Stil.

Aufgabe 4–3

Stellen Sie die Vor- und Nachteile der eben genannten Möglichkeiten, Suchergebnisse zu sichern, zusammen.

4.2. Phase 2 – kontinuierliches Erschmelzen

Heute stellt man Eisen nicht mehr in Rennöfen her.

Wie wird Eisen heute hergestellt ?

Eisen stellt man heute im Hochofen her.

Aufgabe 4–4

- Stellen Sie 2 bis 3 Suchfragen zum Hochofen und zum Hochofenverfahren zusammen, und setzen Sie die Suchfragen in Suchbegriffe um.
- Führen Sie eine Internetrecherche zu diesen Suchbegriffen durch. In der nächsten Stunde sollten Sie Ihren Mitschülern die Ergebnisse Ihrer Recherche an einem Schulrechner mit Internetzugang ohne große Umstände präsentieren können. Achten Sie auf eine entsprechende Ergebnissicherung.

Aufgabe 4–5 (Gruppenarbeit)

Erstellen Sie aus den Ergebnissen von Aufgabe 4–4 eine Informationsseite zum Hochofenverfahren.

Warum stellt man Eisen heute im Hochofen her ?

Die Antwort scheint ganz einfach zu sein – weil es billiger ist. Aber diese Antwort ist nun doch zu billig, denn gleich stellt sich die nächste Frage. Warum hat man es früher nicht auch im Hochofen hergestellt ? Die Antwort auf diese Frage ist wirklich einfach – weil man es noch nicht konnte. Und warum konnte man es nicht ?

Jetzt sind wir beim Thema dieses Kapitels angekommen. Welches sind die Voraussetzungen, unter denen die Weiterentwicklung des Rennofenverfahrens zum Hochofenverfahren möglich war ?

Die gesellschaftlichen Voraussetzungen

Mit dem Ausgang des Mittelalters und dem Beginn der Neuzeit setzten sich in Europa neuartige Denkweisen durch. Dies war ein sehr langsamer Vorgang, der mehrere Jahrhunderte dauerte und sich zwischen etwa 1300 und 1700 abspielte.

- Konkurrenzdenken : Den Entscheidungsträgern der damaligen Zeit, den Königen und Fürsten, wurde es immer wichtiger, ihre Nachbarn zu übertrumpfen. Fast jedes Mittel war recht, mehr Macht, Reichtum und Ansehen zu bekommen.
- wirtschaftliche Denkweise : Es setzte sich immer mehr durch, Kosten und Nutzen einer Sache gegeneinander abzuwägen. Ein Verfahren, mit dem man Eisen schneller und billiger herstellen kann, ist da natürlich im Vorteil.
- Fortschrittsdenken : Im Zeitalter der Aufklärung nahmen die Menschen ihr Schicksal nicht mehr als gottgegeben hin. Die Einsicht wuchs, dass man die Vorgänge in der Natur verstehen kann, und dass man seine Lebensumstände verbessern konnte. Das wichtigste Werkzeug dafür ist der eigene Verstand. Es ist kein Wunder, dass in einem solchen geistigen Klima Entdeckungen und Erfindungen gemacht werden.

Die technischen und wissenschaftlichen Voraussetzungen

- Nutzung der Wasserkraft : In den gebirgigen Gegenden Mitteleuropas (Deutschland, Frankreich) machte die Nutzung der Wasserkraft große Fortschritte. Man konnte sie nicht nur für Mühlen einsetzen, sondern auch, um die Blasebälge des Ofens zu betreiben. So konnte die Luftzufuhr, die bisher der begrenzende Faktor war, und damit die Reaktionstemperatur

gesteigert werden. Die Folge war, dass man ab ca. 1500 erstmals flüssiges Eisen gewinnen konnte. Zudem konnte man diese sogenannten Stücköfen kontinuierlich in Betrieb halten. Es waren die ersten Hochofen im heutigen Sinn.

- Gewinnung von Koks : Die Herstellung von Eisen in Stücköfen verbrauchte Unmengen von Holzkohle. Die Wälder in der Umgebung der Eisenhütten wurden vollständig abgeholzt, und die Eisenherstellung wäre bald zum Erliegen gekommen. Man musste sich nach anderen Brennstoffen umsehen. Die Voraussetzungen dazu waren in England gegeben. Dort war einerseits der neue Brennstoff, nämlich gut zugängliche, das heißt, durch einfachen Untertagebau zu gewinnende Kohle, vorhanden. Andererseits war das technische know-how zu ihrer Gewinnung, nämlich die Bergwerkstechnik, bekannt.

Durch diese Umstellung von Holzkohle auf Koks nahm die Eisenherstellung einen ungeahnten Aufschwung, und England wurde für lange Zeit die führende Industrienation. Der erste Kokshochofen wurde 1709 gebaut; der erste Kokshochofen in Deutschland entstand 1794 in Gleiwitz / Oberschlesien.

- Erschmelzen von Eisen : Eine selbstverständliche Voraussetzung war die Kenntnis der Erschmelzung von Eisen im Rennofen.

Der Nutzen

- bessere Waffen : Kanonenkugeln sind Schwertern, Lanzen und Rüstungen überlegen. Man kann sie nicht schmieden, sondern nur gießen.
- Maschinen : große Maschinen kann man nicht schmieden, sondern nur aus Gusseisen herstellen. Die wichtigste Maschine, die man jetzt herstellen konnte, war die Dampfmaschine. Man konnte sie stationär als Antrieb für andere Maschinen nutzen, und man konnte sie mobil als Eisenbahnlokomotive nutzen. Ihr Einsatz hatte größeren Wohlstand und eine bessere Infrastruktur zur Folge.

Aufgabe 4–6

Diskutieren Sie die Frage, ob bessere Waffen einen Nutzen darstellen.

Zusammenfassung

Wir haben als 2. Phase der Metallherstellung die Zeit der beginnenden Industrialisierung betrachtet. Sie dauert bis ins 18. Jahrhundert.

Die Menschen lernten in dieser Zeit, Eisen im Hochofen zu erzeugen. Das so in großen Mengen erzeugte Gusseisen ist der Luppe aus dem Rennofen qualitativ weit überlegen und kann vielfältig verarbeitet werden.

Ein Hochofen bleibt viele Jahre ununterbrochen in Betrieb. Das Hochofenverfahren ist ein kontinuierlicher Prozess.

In der Zeit der beginnenden Industrialisierung wurde Eisen im kontinuierlichen Prozess des Hochofenverfahrens gewonnen.

Auch andere Metalle wurden in ähnlichen Verfahren hergestellt.

4.3. Phase 3 – Elektrolyseverfahren

Aluminium ist zu unedel, um es, ähnlich wie Eisen und viele andere Gebrauchsmetalle, durch Reduktion mit Kohle herstellen zu können.

Es war im 19. Jahrhundert sehr teuer und hatte keine Anwendungsmöglichkeiten⁶.

Wie stellt man Aluminium heute her ?

Aufgabe 4–7 (Teamreferat für 2 bis 3 Schülerinnen oder Schüler)

Arbeiten Sie ein dreiteiliges Referat zur Aluminiumherstellung aus. In diesem Referat ist die Darstellung chemischer Abläufe wichtiger als die Beschreibung technischer Details.

- Erster Teil : Vom Bauxit zum Aluminiumoxid
 - ◆ Wo kommt Bauxit vor ?
 - ◆ Woraus besteht er ?
 - ◆ Wie stellt man daraus reines Aluminiumoxid her ?
 - ◆ Welche chemischen Reaktionen laufen dabei ab ?
 - ◆ und was Ihnen sonst noch wichtig ist
- Zweiter Teil : Die Schmelzflusselektrolyse
 - ◆ Wie stellt man Aluminium mit der Schmelzflusselektrolyse her ?
 - ◆ Welche chemischen Reaktionen laufen dabei ab ?
 - ◆ Wofür wird Aluminium gebraucht ?
 - ◆ und was Ihnen sonst noch wichtig ist
- Dritter Teil : Umweltprobleme
 - ◆ Welche Umweltprobleme treten bei der Aluminiumherstellung auf ? (Stichworte sind Rotschlamm, Fluorverbindungen, Stromverbrauch, Recycling)
 - ◆ Was kann man dagegen tun ?
 - ◆ und was Ihnen sonst noch wichtig ist

Die Herstellung von Aluminium

Aluminium wurde 1808 entdeckt und 1827 erstmals rein hergestellt. Man lernte seine Eigenschaften kennen, und es wurde klar, dass man es zu vielen Zwecken gebrauchen könnte, wenn es nur preiswert herzustellen wäre. Um 1850 konnte man Aluminium im Labor in kleinen Mengen durch Elektrolyse herstellen. Nun liegt der Gedanke nahe, dieses Verfahren in einen großen Maßstab zu übertragen.

Die gesellschaftlichen Voraussetzungen

- Fortschrittsglaube : Seit etwa 300 Jahren hatte es sich immer wieder gezeigt, dass Wissenschaft und Technik helfen können, die Lebensverhältnisse der Menschen zu verbessern. Man sah nun Technik recht unkritisch als Lösung fast aller Probleme. Entdecker und Erfinder hatten hohes Ansehen.
- Infrastruktur : Transportwege waren in gutem Zustand und großer Menge vorhanden, so dass man ohne Probleme und über große Entfernungen Rohstoffe zu einem Werk und die Produkte von dort zu den Verbrauchern transportieren konnte. Ähnliches gilt für Stromleitungen.
- Bankwesen : Die Entwicklung eines großtechnischen Verfahrens ist aufwendig. Es wird viel Geld benötigt. Diejenigen, die eine gute Idee haben, haben oft wenig Geld. Diejenigen, die genug Geld haben, haben oft wenig Interesse an risikoreichen Investitionen. Ein entwickeltes Kreditwesen, dass auch den zu erwartenden Erfolg abschätzen kann, hilft weiter.

⁶ Nun ja, es gab schon Anwendungen für Aluminium. Diese waren einzig in seiner Seltenheit und seinem Preis begründet. Auf der Internetseite des International Aluminium Institute, London, lesen wir : „The use of aluminium in cookware reportedly began when Napoleon III served the King of Siam at a state banquet with plates and cutlery made of aluminium, then a rare and precious metal. Less important guests had to eat from plates of pure gold.“
Quelle : <http://www.world-aluminium.org/applications/packaging/cooking.html>.

Die technischen und wissenschaftlichen Voraussetzungen

- Sofort klar ist, dass man für ein Elektrolyseverfahren die Elektrizität und ihre Wirkungen kennen muss.
- Kraftwerk : Für Elektrolysen, die in großtechnischem Maßstab durchgeführt werden, braucht man viel Strom. Es müssen Kraftwerke vorhanden sein.

Der Nutzen

- Aluminium ist leichter als Eisen, und Aluminiumlegierungen können die Festigkeit von Stahl erreichen. Man kann es überall dort mit Gewinn einsetzen, wo es auf geringes Gewicht ankommt. Dazu gehören Schiffs- und Flugzeugbau, heute auch der Fahrzeugbau.
- Im Lauf der Zeit hat man viele Anwendungen für Aluminium gefunden, bei denen es wirtschaftlicher als andere Metalle ist. Sie reichen von Verpackungen über die Architektur bis zu Überlandleitungen für Strom.

Die unerwünschten Folgen

Sie wurden im Referat von Aufgabe 4–7 ausführlich behandelt und sollen hier nicht wiederholt werden.

Zusammenfassung

Wir haben als 3. Phase der Metallherstellung das Industriezeitalter betrachtet. Es reicht vom 19. Jahrhundert bis in die heutige Zeit.

Die Menschen lernten in dieser Zeit, Menschenkraft durch Maschinenkraft zu ersetzen. Zu Beginn des Industriezeitalters war Kohle der einzige Rohstoff zur Energieerzeugung, und die Dampfmaschine war die wichtigste Kraftmaschine. Im Lauf der Zeit lernten die Menschen, den elektrischen Strom zu nutzen und mit seiner Hilfe Metalle herzustellen.

Im Industriezeitalter wurden Metalle nicht nur durch Reduktion mit Kohle (zum Beispiel im Hochofen) gewonnen, sondern in immer größerem Maße auch durch Elektrolyseverfahren.

Neben Aluminium werden viele andere Metalle durch Elektrolyseverfahren hergestellt.

4.4. Phase 4 – hochreine Metalle

Um 1900 waren alle (nicht radioaktiven) Elemente entdeckt, und man kannte für alle Metalle, für die es eine sinnvolle Verwendung gab, ein wirtschaftliches Herstellungsverfahren. Ist damit die Geschichte der Metallherstellung beendet? Natürlich nicht.

Man benötigte nicht einfach nur Metalle, sondern Werkstoffe mit bestimmten, genau festgelegten Eigenschaften. Zu diesen Werkstoffen zählen zum Beispiel Legierungen und Verbundwerkstoffe, aber auch Metalle von besonders hoher Reinheit.

Wie stellt man hochreine Metalle her ?

Aufgabe 4–8 (Referat)

Arbeiten Sie ein Referat „Kupferraffination“ aus.

- ◆ Wozu benutzt man die Raffination von Kupfer ?
- ◆ Wie ist der technische Ablauf ?
- ◆ Welche chemischen Vorgänge laufen dabei ab ?
- ◆ und was Ihnen sonst noch wichtig ist

Aufgabe 4–9 (Referat)

Arbeiten Sie ein Referat „Herstellung von hochreinem Silizium“ aus.

- ◆ Was ist hochreines Silizium und wozu braucht man es ?
- ◆ Wie stellt man technisches Silizium her ? (kurz)
- ◆ Wie stellt man aus technischem Silizium hochreines Silizium her ?
- ◆ und was Ihnen sonst noch wichtig ist

Die Herstellung hochreiner Metalle

Warum ist es sinnvoll, hochreine Metalle herzustellen ? Welche Voraussetzungen haben wir heute, die früher nicht vorhanden waren, um dies zu tun ?

Die gesellschaftlichen Voraussetzungen

- vernetztes Denken : Die Herstellung hochreiner Metalle ist keine Aufgabe, die eine einzige Disziplin leisten kann. Chemie, Physik und viele Zweige der Technik müssen mehr als früher zusammenarbeiten, um Verfahren wie die in den Referaten genannten erfolgreich zu entwickeln.
- Globalisierung : Für eine einzelne Nation ist es kaum noch möglich, sehr umfangreiche Projekte allein durchzuführen. Rohstoffe findet man nur in bestimmten Ländern, Geld und Forschungsmöglichkeiten woanders, und die Abnehmer der Produkte sind fast überall. Die Verknappung der fossilen Brennstoffe (Erdöl, Erdgas) ist ein Ereignis, das alle Nationen gleichermaßen betrifft.

Die technischen und wissenschaftlichen Voraussetzungen

- Meßtechnik : Um Metalle von definierter Reinheit herstellen zu können, muss man die Reinheit exakt messen können. Für hochreine Metalle ist eine hochentwickelte und ausgefeilte Messtechnik nötig.
- Prozessführung : Bei den Verfahren zur Herstellung hochreiner Metalle müssen Reaktionsbedingungen exakt eingehalten werden, Dazu gehören Temperatur, Druck, Zeit und andere.

Der Nutzen

Er wurde in den Referaten von Aufgabe 4–8 und 4–9 ausführlich behandelt und wird hier nicht wiederholt.

Die unerwünschten Folgen

Sie wird wohl erst die Zukunft zeigen.

Zusammenfassung

Wir haben als 4. Phase der Metallherstellung die Moderne, also die heutige Zeit, betrachtet.

Die Menschen lernen in dieser Zeit, Werkstoffe herzustellen, die vorgegebene Bedingungen erfüllen. Zu diesen Werkstoffen gehören unter anderem hochreine Metalle, aber auch nichtmetallische Werkstoffe wie Kunststoffe oder Keramikwerkstoffe.

**In der Moderne werden mit spezialisierten Verfahren
Werkstoffe nach Maß hergestellt. Dazu gehören
hochreine Metalle.**

Kapitel 5 : Nachweis von Metallen

Dieses Kapitel ist noch nicht belegt.

Unterrichtseinheit Geschichte der Kunststoffherstellung

Überblick über die Unterrichtseinheit Geschichte der Kunststoffherstellung

Dieses Kapitel ist noch nicht belegt.

Kapitel 6 : Kunststoffe und ihre Herstellung

Dieses Kapitel ist noch nicht belegt.

Was man überhaupt sagen kann,
das kann man klar sagen.
Wittgenstein

Unterrichtseinheit Brot

Überblick über die Unterrichtseinheiten der Kursphase

In der Gymnasialen Oberstufe haben Sie die Gelegenheit, verschiedene Kompetenzen zu erwerben. Sie haben damit in der Einführungsphase bereits erfolgreich begonnen und können dies hier weiterführen.

- **Fachkompetenz** : Natürlich werden Sie im Chemieunterricht Chemie lernen. Dazu gehört nicht nur Faktenwissen, das Sie auswendig lernen können. Dazu gehört auch das Erkennen von Zusammenhängen und das Aufstellen von Theorien, mit denen Sie Beobachtungen erklären können.
- **Methodenkompetenz** : Es gibt nur eine einzige Methode, die Naturwissenschaftler benutzen, um Erkenntnisse zu gewinnen. Es ist die Beobachtung, Das kann die Beobachtung zufällig stattfindender Naturereignisse oder die Beobachtung gezielter Experimente sein. Die Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten wird also ein wichtiges Thema der Kursphase sein. Wir können aber nicht alle Experimente, die Wissenschaftler in vielen Jahren durchgeführt haben, wiederholen. Manches müssen wir nachlesen. Deshalb ist der nächste Punkt wichtig.
- **Kompetenz zur Erschließung von Information** : Wo finde ich Informationen ? Wie finde ich die Informationen, die ich brauche ? Wie kann ich falsche von richtiger Information unterscheiden ? Wie gehe ich mit Information um, die nicht auf meine Bedürfnisse zugeschnitten ist ? Wie kann ich aus einem riesigen Wust von Informationen die (für mich) Wesentlichen herausfinden ? Wie kann ich Informationen ordnen ? Das sind Fragen, die in den nächsten 4 Semestern nicht nur gestellt, sondern auch beantwortet werden.
- **Kommunikationskompetenz** : Nicht abschreiben ! Jeder arbeitet für sich allein ! So haben Sie es vielleicht viele Jahre gelernt. Im Studium und im Beruf, überhaupt im Leben ist Zusammenarbeit gefragt. Dazu gehört Kommunikation. Sie werden Kommunikationstechniken für die Kommunikation in einer kleinen Gruppe (Arbeitsgruppe) und vor einer größeren Zuhörerschaft (Plenum) kennen lernen.
- **Planungs- und Entscheidungskompetenz** : Der Lehrer sagt, was gemacht wird, und die Schüler machen es. So haben Sie es vielleicht viele Jahre gelernt. Aber was ist, wenn Sie die Schule abgeschlossen haben und kein Lehrer mehr da ist ? Sie werden in der Kursphase lernen, größere Projekte mitzuplanen und immer mehr selbst zu entscheiden, wie Ihr Lernvorgang abläuft.
- **Reflexions- und Bewertungskompetenz** : Die Chemie erforscht, wie man chemische Stoffe herstellt. Das ist eben so. Oder doch nicht ? Hat das, was die Chemie tut, Auswirkungen (zum Beispiel ethische oder ökologische) auf unser Leben und die gesamte Welt ? Welche Meinung habe ich dazu ? Auch die Beantwortung solcher Fragen gehört zum Chemieunterricht in der Oberstufe dazu.

Kapitel 7 : Brot und die Chemie, die drinsteckt

7.1. Brot und Chemie

Was könnten Brot und Chemie miteinander zu tun haben ?

Aufgabe 7–1

Überlegen Sie sich, wo Zusammenhänge zwischen Brot und Chemie bestehen könnten.

Vielleicht haben Sie neben anderen, ebenso wichtigen Dingen, diese beiden Zusammenhänge entdeckt :

- Im Brot sind bestimmte Stoffe enthalten. Man könnte herausfinden, welche das sind, welche Eigenschaften sie haben, wie man sie untersuchen kann.
- Beim Backen von Brot laufen Vorgänge ab, die man mit Hilfe der Chemie beschreiben kann.

Wir werden uns zuerst mit dem zweiten Punkt beschäftigen.

Aufgabe 7–2 (Partnerarbeit)

Der Lehrer gibt jeder Zweiergruppe 3 Karten. Schreiben Sie auf jede Karte ein Stichwort, das im Zusammenhang mit dem Backen von Brot steht.

Die Karten werden anschließend an die Tafel geheftet und von der Gruppe vorgestellt.

7.2. Backhefe

Ein Ergebnis von Aufgabe 7–2 könnte sein, dass man zum Backen Hefe braucht. Es tauchen Fragen auf :

- Was ist Backhefe überhaupt ?
- Wie stellt man Backhefe her ?
- Welche Rolle spielt Backhefe beim Backen ?

Die neue Art des Lernens

Vielleicht erwarten Sie jetzt, dass der Lehrer Ihnen erklärt, was Backhefe ist, wie man sie herstellt und welche Rolle sie beim Backen spielt. Vielleicht erwarten Sie auch, dass der Lehrer Ihnen ein Blatt gibt, auf dem die 3 Fragen beantwortet sind, und das Sie durchlesen sollen. Vielleicht war das über viele Jahre Ihr Lernstil.

Sie werden in diesem Semester auf andere Art lernen. Sie werden Informationen selbst suchen, finden, auswählen, bewerten und zusammenstellen. Anfangs hilft Ihnen der Lehrer dabei, mit der Zeit werden Sie dies immer selbständiger tun. Eine erste Arbeitstechnik, die Ihnen dabei hilft, wird gleich beschrieben. Sofort danach werden Sie sie anwenden.

K. Arbeitstechnik Internetseiten bewerten

Wozu wird es gebraucht ?

Sie suchen Informationen zu einem Thema. Google findet für Sie unzählige Internetseiten, in denen Ihre Suchbegriffe vorkommen. Aber mit welchen sollten Sie sich näher befassen ? Wie finden Sie die Seiten, die Ihnen wirklich weiterhelfen ?

Ähnlich wie bei Arbeitstechnik G. (Internetrecherche) führen Sie die Bewertung von Internetseiten für sich selbst durch, nicht für den Lehrer oder die Zuhörer.

Wie läuft es ab ?

Der Ausgangspunkt ist eine Liste von Internetseiten, in der ein oder mehrere Suchbegriffe vorkommen. In der Regel wird diese Liste von einer Suchmaschine, zum Beispiel Google, erstellt worden sein.

Zuerst verwerfen Sie alle Seiten, die schon auf den ersten Blick einen absolut unbrauchbaren Eindruck machen. Sie laden die Seite nicht, sondern treffen Ihre Entscheidung aufgrund der Hinweise, die Google schon in der Suchliste gibt.

Sie laden die übrig bleibenden Seiten und sehen sie an. Sie achten nicht nur auf den Inhalt, sondern auch auf Ihre Bewertungskriterien.

Seiten, die Ihre Bewertungskriterien erfüllen, lesen Sie. Dort haben Sie die besten Chancen, die Informationen zu finden, die Sie gesucht haben.

Welches sind die Bewertungskriterien ?

Auf diese einfache Frage gibt es eine einfache Antwort : Es kommt drauf an.

Jeder hält andere Kriterien für wichtig.

Dem einen ist es wichtig, dass die Quellenangaben vorhanden sind, der andere kann darauf verzichten. Der eine schließt von Rechtschreibfehlern auf der Seite auf allgemeine Schlampigkeit des Autors, der andere kann darüber hinwegsehen. Jedem wird wichtig sein, dass die Informationen auf der Seite inhaltlich korrekt sind.

Stellen Sie für sich selbst einen Katalog derjenigen Kriterien auf, die Ihnen am wichtigsten sind (Aufgabe 7–3).

Sie können dann die Fragen beantworten : Ist die Seite für mich nützlich ? Beantwortet Sie meine Fragen ?

Welches ist das wichtigste Kriterium ?

Warum hat der Autor seine Seite geschrieben ?

Versuchen Sie, sich in die Situation des Autors zu versetzen, um diese Frage zu beantworten.

- Will er oder sie etwas verkaufen und hat, eher nebenbei, ein paar Zusatzinformationen ins Netz gestellt ?
- Ist es eine Spaßseite ? Haben Sie den Eindruck, dass sich die Autorin oder der Autor nur wichtig machen will und irgendetwas schnell hingeschriebenes ins Netz stellt, um die eigene Seite dicker zu machen ?
- Ist der Autor oder die Autorin parteiisch ? Haben Sie den Eindruck, dass er oder sie in einer Frage einseitig argumentiert, wo man unterschiedliche Meinungen vertreten kann ? So wird zum Beispiel ein Industrieunternehmen zur Umweltbelastung durch die Industrie eine andere Meinung haben als Umweltverbände.
- Ist es ein Zeitungsartikel ? Redakteure müssen bis Redaktionsschluss eine bestimmte Anzahl von Zeilen geschrieben haben. Ihre Chemiekennntnisse sind eher mager.
- Haben Sie den Eindruck, dass die Autorin oder der Autor sich berufen fühlt, sein Wissen mit anderen zu teilen ? Sie können hier besonderes Engagement erwarten.
- Ist es die Seite einer Behörde, Universität oder einer ähnlichen Einrichtung ? Der Autor oder die Autorin wird dafür bezahlt, dass das, was er oder sie ins Netz stellt, korrekt ist. Manchmal ist es umständlich aufbereitet oder erschlägt Sie mit seinem Umfang.

Kriterien für gute Internetseiten

Hier ist eine Sammlung von Kriterien zur Bewertung von Internetseiten. Sie können Sie um eigene Kriterien ergänzen.

Formale Kriterien

Zuerst geht es um Formalismen.

Sie sind objektiv nachprüfbar. Aber wie wichtig sind sie ? Viele denken, wer hier schlampft, wird auch beim Inhalt nachlässig sein und eine Seite voller Fehler abliefern. Andere sind nachsichtiger und hoffen, die Autorin oder der Autor hat sich auf den Inhalt konzentriert, nicht auf Äußerlichkeiten.

Das Kriterium	Was könnte man daraus schließen ?	Ihre Bewertung
Sind große Teile der Seite abgeschrieben ?	Lesen Sie das Original.	
Fehlt die Angabe des Autors ?	Hat er etwas zu verbergen ?	
Sind Fehler in Rechtschreibung, Zeichensetzung und Grammatik vorhanden ?	Wer nicht imstande ist, richtig deutsch zu lernen, kann auch sonst nichts richtig lernen, oder er ist einfach schlampig.	
Sind tote Links vorhanden ?	Der Autor kümmert sich nicht mehr um die Seite, nachdem er sie geschrieben hat. Er aktualisiert sie auch nicht mehr.	
Fehlen Quellen oder weiterführende Literatur ?	Der Autor hat sich keine Mühe gemacht, seinen Text zu überprüfen.	
Wird die Seite gepflegt ?	Der Autor kümmert sich darum, Fehler zu bereinigen und seine Seite auf dem neuesten Stand zu halten.	

Inhaltliche Kriterien

Nun geht es um den Inhalt der Seiten.

Einige der Kriterien sind objektiv nachprüfbar. Das sagt aber nichts darüber aus, wie sie zu bewerten sind. So können Sie zum Beispiel leicht nachzählen, wie viele Bilder eine Seite enthält. Aber manche Themen sind leicht zu illustrieren, und es ist wichtig das zu tun, bei anderen ist es fast unmöglich.

Andere Kriterien sind völlig subjektiv, und viele sind in einer Zwischenzone.

Das Kriterium	Ihre Bewertung
Enthält die Seite viele Links zu weiterführenden Seiten ?	
Enthält die Seite genug Links auf eventuell unbekannte Fachbegriffe ?	
Enthält die Seite genug Bilder, Diagramme, Graphiken zur visuellen Unterstützung ?	
Ist die Seite übersichtlich aufgebaut ? Enthält sie eine Gliederung ?	
Sind die Teile der Seite logisch aufeinander aufbauend ? Ist ein roter Faden vorhanden ?	
Enthält die Seite viele Informationen (oder nur Rumgesülze) ?	
Sind die Informationen auf der Seite inhaltlich richtig ? Das ist eine kaum zu beantwortende Frage, denn wenn Sie das wüssten, brauchen Sie nichts mehr zum Thema zu lesen. Hinweise können die folgenden 4 Fragen geben.	
Sind die Informationen in sich widersprüchlich ?	

Stehen die Informationen im Widerspruch zu dem, was Sie bereits sicher über das Thema wissen ?	
Stehen die Informationen im Widerspruch zu dem, was Sie auf anderen Seiten gelesen haben ?	
Halten Sie die Informationen für plausibel ? Mit anderen Worten : Sagt Ihnen der gesunde Menschenverstand, dass sie richtig sein könnten ?	
Ist die Seite zu kurz ? Oder ist sie zu lang ?	
Ist die Seite verständlich ? Oder ist das Niveau für mich zu hoch ? Oder zu niedrig ?	
Hat der Autor zu dem Thema geschrieben, zu dem Sie Informationen suchen ?	
Halten Sie den Autor für glaubwürdig ? Halten Sie ihn für kompetent ? Hinweise können Ihnen diese Fragen geben : Ist es eine Person, ein Unternehmen, eine Organisation ? Ist er bekannt ? Hat er einen guten Ruf ?	

Aufgabe 7–3

- Bewerten Sie (in Zweiergruppen) jedes der Kriterien auf dieser und der vorigen Seite danach, wie wichtig es für Sie ist. Tragen Sie in die freie Spalte ein :
 - ++ sehr wichtig
 - + wichtig
 - eher unwichtig
 - – völlig unwichtig
- Stellen Sie im Plenum eine Ihrer Bewertungen vor und begründen Sie Ihre Einschätzung.
- Tauschen Sie Ihre Bewertungen in der Klasse aus.

Aufgabe 7–4

Nun geht es endlich um die Beantwortung der 2 Fragen, die zu Beginn des Kapitels gestellt wurden.

- Wie stellt man Backhefe her ?
- Welche Rolle spielt Backhefe beim Backen ?

Bearbeiten Sie diese Aufgabe in 4 Schritten.

- Schritt 1 : Lesen Sie am Rechner in Zweiergruppen die Internetseiten unter einem der Punkte.
 - ◆ www.backhefe.de
 - ◆ die Wikipedia–Seiten über Backhefe, Hefen, Hefeproduktion und Hefeteig. Sie finden sie unter de.wikipedia.org.
 - ◆ www.adler-muehle.de/info/Hefe.html
www.landbrot.de/backwaren/hefe.php
www.baeckerei-schuhbeck.de/hefe.htm
www.gesundheit.de/ernaehrung/lebensmittel/hefe/index.html

Falls in diesen Seiten Fachbegriffe vorkommen, die Sie nicht kennen, entscheiden Sie, ob es sich lohnt, nach Erklärungen zu suchen.

- Schritt 2 : Bewerten Sie die Internetseiten, die Sie gelesen haben, nach Ihren Kriterien aus Aufgabe 7–3.
- Falls die Internetseiten, die Sie gelesen haben, genug Informationen enthalten, um die beiden Fragen vom Beginn des Kapitels zu beantworten, bearbeiten Sie Schritte 3 und 4.
- Schritt 3 : Beantworten Sie die beiden Fragen.
- Schritt 4 : Stellen Sie für Ihre Mitschüler ein Informationsblatt mit den Antworten auf die beiden Fragen zusammen.

7.3. Der Backvorgang und die Maillard–Reaktion

Der Brotteig ist nun hergestellt, und dank der Hefe ist er auch gegangen. Nun wird der Teig in den Backofen gestellt, und nach ein paar Stunden kommt etwas ganz anderes aus dem Ofen heraus – Brot nämlich. Was ist passiert ?

Es sind chemische Reaktionen abgelaufen, die unter dem Oberbegriff Maillard–Reaktion zusammengefasst werden.

Aufgabe 7–5 (Partnerarbeit)

In dieser Aufgabe geht es darum, dass Sie sich selbständig über die Maillard–Reaktion informieren und ein Informationsblatt zusammenstellen.

- Suchen Sie Internetseiten zur Maillard–Reaktion. Natürlich sollen es in erster Linie „gute“ Seiten sein, aus denen Sie sich über alle Aspekte der Maillard–Reaktion informieren können. Merken Sie sich aber auch Seiten, an denen es viel zu kritisieren gibt.
- Bewerten Sie mindestens 3 der gefundenen Seiten, darunter mindestens eine, die Ihnen nicht weitergeholfen hat.
- Beschreiben Sie in eigenen Worten die Vorgänge bei der Maillard–Reaktion, wenn möglich, mit Formeln.
- Stellen Sie aus den gefundenen Seiten (aber jetzt nur aus den guten) ein Informationsblatt zusammen, das die Fragen beantwortet :
 - ◆ Wer war Maillard ?
 - ◆ Was ist die Maillard–Reaktion ?
 - ◆ Welche Vorgänge laufen bei der Maillard–Reaktion ab ?
 - ◆ Wie kann man die Maillard–Reaktion mit Formeln beschreiben ?

Benutzen Sie dabei die im folgenden beschriebene Arbeitstechnik.

L. Arbeitstechnik Informationen zusammenstellen

Wozu wird es gebraucht ?

Sie haben zu einem Thema viel gelesen. Sie haben viele Informationen zusammengetragen. Vor Ihnen liegen viele ausgedruckte Internetseiten oder auch nur im Rechner gespeicherte Internetseiten.

Es ist ein riesiger unüberschaubarer Wust von Informationen.

Einige Informationen halten Sie für wichtig, andere nicht. Einige Informationen sind mehrfach vorhanden. Einige Informationen gehören eng zusammen, sind aber auf verschiedenen Blättern.

Sie wollen dieses Chaos ordnen. Sie wollen dies in erster Linie für sich selbst tun, vielleicht auch für eine kleine Arbeitsgruppe, an der Sie beteiligt sind.

Im folgenden wird eine Arbeitstechnik beschrieben, mit der Sie schnell und ohne viel Aufwand ein vorläufiges Arbeitspapier (Infoblatt genannt) zusammenstellen können. Die Zielgruppe sind nicht die Zuhörer, vor denen Sie ein Referat oder einen Vortrag halten wollen oder gar die Öffentlichkeit. Sie erstellen dieses vorläufige Arbeitspapier nur für sich selbst oder als internes Papier für Ihre Arbeitsgruppe.

Sie lernen hier eine realistische Lernsituation kennen. Nicht der Lehrer sucht genau das Passende heraus, streicht alles im Moment Überflüssige oder noch Unverständliche und ordnet das Ganze, sondern Sie selbst tun das.

Wie läuft es ab ?

Sie öffnen in einem Textverarbeitungsprogramm, zum Beispiel OpenOffice.org Writer oder Microsoft Word, ein neues Dokument.

Sie gehen die gespeicherten Internetseiten eine nach der anderen durch.

- Textpassagen, die Ihnen wichtig sind, kopieren Sie in das Dokument.
- Achten Sie bereits jetzt darauf, die Seiten im neuen Dokument in einer sinnvollen Reihenfolge anzuordnen.
- Schreiben Sie bereits jetzt direkt hinter die eingefügte Seite deren vollständige Internetadresse als Quellenangabe. Schreiben Sie diese Quellenangabe nicht ans Ende des Dokuments. Sie können dann Text und Internetadresse nur schwer zuordnen.
- Prüfen Sie noch einmal, ob Sie nur die wichtigen Textpassagen kopiert haben. Es bringt wenig, lange Texte zu kopieren, von denen Sie (oder Ihre Arbeitsgruppe) nur einen kleinen Teil für die weitere Arbeit brauchen. Löschen Sie Überflüssiges.
- Setzen Sie vor jeden kopierten Text eine Zwischenüberschrift.
- Prüfen Sie auf Dubletten. Es bringt nichts, zweimal dieselbe Information, nur in etwas anderer Formulierung, im Infoblatt zu haben.

7.4. Proteine als wichtige Bestandteile des Brotes

Brot ist unser wichtigstes Lebensmittel. Wir brauchen es für unsere Ernährung, und es ist kaum möglich, es durch andere Lebensmittel zu ersetzen.

Eine Frage stellt sich : Warum ist das so ? Welche Stoffe enthält Brot, die so wichtig und unersetzbar sind ? Welche Stoffe enthalten die anderen Lebensmittel ?

Die 3 wichtigsten Bestandteile unserer Ernährung

3 Gruppen von Stoffen bilden die Grundlage unserer Ernährung. Jeder Mensch braucht alle drei, sie können nicht ersetzt werden. Dies sind

- Fett
- Kohlenhydrate und
- Eiweiß

Dazu kommen noch eine Reihe anderer Stoffe, die zwar ebenso wichtig und unersetzbar sind, aber nur in geringerer Menge zur Ernährung beitragen. Vitamine und Mineralstoffe gehören dazu.

7.4.1 Nachweis von Proteinen

In diesem Kapitel wird untersucht, welche der 3 Hauptbestandteile (Fett, Kohlenhydrate, Eiweiß) im Brot und in einigen anderen Lebensmitteln enthalten sind.

Um dies untersuchen zu können, brauchen wir Nachweise für Fett, Kohlenhydrate und Eiweiß.

Ein Nachweis für Fett

Fett lässt sich sehr einfach mit der Fettfleckprobe nachweisen.

Versuch 7–1

Auf je ein Stück Filterpapier drückt man etwas Brot, Käse, Wurst und Butter.

Beobachtung :

Ergebnis :

Aufgabe 7–6

Lesen Sie in Kapitel 2.x nach, was man unter einer Blindprobe versteht. Haben Sie in Versuch 7–1 eine Blindprobe durchgeführt ?

Nachweis von Kohlehydraten

Wir können auf unsere Erfahrungen aus dem vorigen Semester zurückgreifen.

Versuch 7–2

Stellen Sie in einem Erlenmeyer–Kolben eine Lösung aus 10 ml Wasser und 10 ml Ethanol her. Verteilen Sie diese Lösung auf 5 Reagenzgläser. Geben Sie in die Reagenzgläser der Reihe nach Brot, Käse, Wurst, Butter und Eiklar⁷. Brot, Käse und Wurst sollen möglichst kleingeschnitten sein. Schütteln Sie die Reagenzgläser ein wenig und warten Sie 1 bis 2 Minuten.

Führen Sie nun mit diesen Proben eine Fehling–Probe wie in Versuch 2–xx durch.

Beobachtung :

Ergebnis :

⁷ Eiklar ist der Bestandteil des Hühnereis, der umgangssprachlich Eiweiß heißt.

Nachweis von Proteinen (Eiweiß)

Eiweiß ist die umgangssprachliche Bezeichnung für Proteine. Wir werden ab jetzt nur noch den Fachbegriff benutzen.

Es gibt mehrere Nachweise für Proteine. Mit diesen werden nicht spezielle Proteine nachgewiesen, sondern das Vorhandensein von Proteinen überhaupt. 3 dieser Nachweise werden wir kennenlernen.

Machen Sie sich klar, dass bei jedem Nachweis, ohne dass es ausdrücklich gesagt wird, eine Blindprobe mit ausgeführt wird.

Versuch 7–3 (Biuretreaktion)

Stellen Sie wie in Versuch 7–2 in einem Erlenmeyer–Kolben eine Lösung aus 10 ml Wasser und 10 ml Ethanol her. Verteilen Sie diese Lösung auf 5 Reagenzgläser. Geben Sie in die Reagenzgläser der Reihe nach Brot, Käse, Wurst, Butter und Eiklar. Brot, Käse und Wurst sollen möglichst kleingeschnitten sein. Schütteln Sie die Reagenzgläser ein wenig und warten Sie 1 bis 2 Minuten.

Geben Sie zu jeder der Proben erst etwa 3 ml einer Natriumhydroxid–Lösung ($c = 3 \text{ mol/l}$), dann 3 Tropfen Kupfersulfat–Lösung ($c = 0,5 \text{ mol/l}$). Warten Sie 5 bis 10 Minuten.

Beobachtung :

Ergebnis :

Versuch 7–4 (Xanthoproteinreaktion)

Geben Sie in je eine Petrischale etwas Brot, Käse, Wurst, Butter und Eiklar. Geben Sie auf diese Proben einige Tropfen 65 %-ige Salpetersäure.

Beobachtung :

Ergebnis :

Versuch 7–5 (Ninhydrinreaktion)

Dieser Teil des Kapitels ist noch nicht belegt.

Die Zusammensetzung von Brot

Unsere Untersuchungen haben ergeben :

- Brot enthält kein Fett.
- Brot enthält Kohlenhydrate.
- Brot enthält Proteine.

Eine Nährwerttabelle bestätigt das. Brot enthält ca. 10 % Proteine. Weil es unser wichtigstes Nahrungsmittel ist, ist es ein Hauptlieferant von Proteinen.

7.4.2. Struktur der Proteine

Im vorigen Kapitel haben wir Proteine als einen wichtigen Bestandteil von Brot erkannt. In diesem Kapitel geht es um die Frage, wie Proteine chemisch aufgebaut sind.

Mit den Arbeitstechniken, die Sie in den Kapiteln K. und L. gelernt haben, können Sie das ohne die Hilfe des Lehrers selbst herausfinden.

Aufgabe 7–7 (Partnerarbeit)

Informieren Sie sich über den chemischen Aufbau von Proteinmolekülen.

- Lesen Sie dazu nach, was man unter diesen Begriffen versteht :
 - ◆ Aminosäure
 - ◆ Peptidbindung
 - ◆ Primärstruktur, Sekundärstruktur, Tertiärstruktur
 - ◆ alpha–Helix, beta–Faltblatt, Zufallsknäuel (engl. random coil)
- Benutzen Sie als Einstieg die Internetseiten
 - ◆ de.wikipedia.org/wiki/Protein
 - ◆ www.biokurs.de/skripten/bs11.htm?bs11-7.htm
 - ◆ www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/8/bc/vlu/proteine/proteinaufbau.vlu.html
 - ◆ andere Seiten, die Sie für informativ halten
- Erstellen Sie zu Hause ein Infoblatt, in dem die Begriffe erklärt werden.
 - ◆ Das Infoblatt sollte eine Länge von 3 bis 4 DIN–A4–Seiten haben.
 - ◆ Sie sollen (außer Zwischenüberschriften und Quellenangaben) für dieses Infoblatt keinen Text selbst schreiben. Vielmehr sollen Sie das Infoblatt aus Internetseiten nur durch Kopieren geeigneter Textausschnitte zusammenstellen.
 - ◆ Bilder sind wichtig. Dass farbige Bilder beim Kopieren schwarz–weiß werden und dadurch an Aussagekraft verlieren, ist unvermeidlich.
 - ◆ Die Angabe der Quellen ist unerlässlich.
- Geben Sie das Infoblatt in der nächsten Stunde beim Lehrer ab.
- Wenn es Ihnen technisch möglich ist, halten Sie eine CD oder einen USB–Stick bereit, auf dem Ihr Infoblatt gespeichert ist.

Aufgabe 7–8 (Plenum)

Es geht um die Auswertung der Ergebnisse von Aufgabe 7–7.

- 2 oder 3 Gruppen, die ihr Infoblatt auf CD oder USB–Stick bereithalten, tragen die Inhalte ihres Infoblatts wie in einem Referat vor.
- Nachdem Sie auf Ihrem Infoblatt zu Aufgabe 7–7 die Fachbegriffe erklärt haben, hören Sie nun vielleicht Ergänzungen oder Abweichungen. Machen Sie sich noch einmal klar, was man unter den Begriffen versteht und was sie mit dem chemischen Aufbau von Proteinen zu tun haben.
- Diskutieren Sie über die Gestaltung der Infoblätter. Wie gut erfüllen sie die Kriterien aus Kapitel L. ? Was kann man sonst verbessern ? Hier sind einige Punkte als Anregung.
 - ◆ Formales : Name, Datum, treffende Überschrift
 - ◆ Schreibfehler
 - ◆ optische Gestaltung, Übersichtlichkeit, logische Reihenfolge
 - ◆ aussagekräftige Bilder
 - ◆ Ist der Text der Zielgruppe angepasst ? Enthält er Überflüssiges ? Enthält er unbekannte und nicht erklärte Fachbegriffe ? Ist er zu lang ? Zu kurz ? Geht es überhaupt ums Thema ?
- Ein besonders gutes Infoblatt wird für alle Schüler der Klasse kopiert, damit alle auf dem gleichen Wissensstand sind.

M. Arbeitstechnik computergraphische Visualisierung

Wozu wird es gebraucht ?

Moleküle sind zu klein, um sie direkt zu sehen. Will man sich ein Molekül anschaulich vorstellen, braucht man ein Modell des Moleküls (Denken Sie daran, dass ein Modell ein Bild der Wirklichkeit ist.).

Einen unbekanntes Gegenstand nehmen Sie in die Hand und betrachten ihn von allen Seiten, um sein Aussehen kennenzulernen. Es wäre praktisch, auch ein Molekül in die Hand nehmen und von allen Seiten betrachten zu können. Man kennt dann seine Form und kann damit leichter begründete Aussagen über seine Eigenschaften machen.

Was hat es mit dem Rechner zu tun ?

Bisher kennen Sie 2 Möglichkeiten, Moleküle zu veranschaulichen :

- Bei Strukturformeln wird jedes Atom einzeln hingeschrieben, die Bindungen zwischen den Atomen werden durch Striche symbolisiert.
Chemiker haben aus Bequemlichkeit vielerlei Abkürzungen eingeführt. So werden Wasserstoffatome oft weggelassen oder ganze Atomgruppen nur mit einem Kurzsymbold bezeichnet.
Durch perspektivische Zeichnungen versucht man, die dreidimensionale Gestalt des Moleküls deutlich zu machen.
- Bei Molekülmodellen werden verschiedenfarbige, etwa tischtennisballgroße Kugeln, die Atome einzelner Elemente symbolisieren, mit Steckverbindungen, entsprechend den Bindungen, zusammengesteckt.

Dinge in Rechnern graphisch darzustellen, ist heute eine gängige und ausgereifte Technik. Denken Sie an die (erfundenen) Welten in Computerspielen, in denen sich der Spieler oder die Spielerin frei bewegen kann, und in denen sie oder er Gegenstände von allen Seiten ansehen kann. Moleküle betrachtet man genauso.

Was benötigt man ?

- Zuerst braucht man Daten, die die dreidimensionale Gestalt des Moleküls beschreiben.
- Dann braucht man ein Programm, das mit Hilfe dieser Daten das Molekül auf dem Bildschirm zeichnet, und das Ansichten aus verschiedenen Richtungen ermöglicht. Spielprogramme sind dafür nicht geeignet.

Woher bekommt man es ?

- Zur Visualisierung von Molekülen werden weltweit hauptsächlich 2 Programme eingesetzt. Beide sind kostenlos.
 - ◆ Rasmol ist ein recht einfaches, aber für viele Zwecke ausreichendes Programm. Sie erhalten ausführliche Informationen über Rasmol unter <http://www.openrasmol.org>. Sie können es von http://www.bernstein-plus-sons.com/software/RasMol_2.7.2.1.1 herunterladen. Rasmol ist ohne Installation sofort lauffähig.
 - ◆ Chime ist ein leistungsfähigeres Programm. Auf <http://www.mdlchime.com> bekommen Sie Informationen zum Herunterladen und Installieren. Chime ist kein eigenständiges Programm, sondern ein Plugin für den Internet Explorer.
 - ◆ Rasmol und Chime sind inzwischen veraltet. Auf dem Stand der Technik ist heute (07/2012) das Programm Jmol. Sie finden es unter <http://www.jmol.org>.
- Moleküldaten finden Sie an unzähligen Stellen im Internet. Suchen Sie ein bestimmtes oder ein ausgefallenes Molekül, brauchen Sie eine gute Spürnase. Ein guter Anfangspunkt für die Suche ist <http://www.umass.edu/microbio/rasmol/whereget.htm>, ein anderer Google. Suchen Sie nach dem (deutschen oder englischen !) Molekülnamen mit angehängter Endung .pdb oder .mol.

Wie benutzt man es ?

Haben Sie eine Moleküldatei (zum Beispiel methane.pdb) auf Ihrem Rechner gespeichert, klicken Sie sie doppelt an. Ist Chime korrekt installiert, öffnet sich der Internet Explorer, und im Fenster erscheint auf schwarzem Hintergrund eine sehr einfache (sogenannte Drahtgitter-) Darstellung des Methanmoleküls.

Was Sie nun mit dem Molekül machen können, können Sie in der ausführlichen Anleitung unter <http://www.lehrer.uni-karlsruhe.de/~za3642/Schule/Molekuelbetrachter> nachlesen.

Aufgabe 7–9

Stellen Sie Vor- und Nachteile der computergraphischen Visualisierung (mit Programmen wie Rasmol, Chime oder Jmol) anderen Visualisierungstechniken wie Strukturformeln oder Molekülmodellen zum Zusammenstecken gegenüber.

Aufgabe 7–10

Suchen Sie im Internet Moleküldaten von mindestens 5 Molekülen, die Sie kennen, laden Sie sie herunter, und betrachten Sie sie in Jmol.

- Drehen Sie die Moleküle mit der Maus.
- Stellen Sie die Moleküle als Drahtgittermodell, Stabmodell, Kugel–Stab–Modell und raumfüllendes Modell dar.
- Erforschen Sie die weiteren Möglichkeiten von Jmol.

7.4.3. chemische Bindungen in Proteinen

Im vorigen Kapitel haben wir erfahren, dass jedes Protein eine bestimmte Sekundär- und Tertiärstruktur hat. Warum hat es gerade diese Struktur und keine andere ?

Aufgabe 7–11

Informieren Sie sich im Proteine-Artikel von Wikipedia, warum ein Protein eine bestimmte Sekundär- und Tertiärstruktur hat.

Aufgabe 7–11 hat ergeben, dass in Proteinen verschiedene Arten von Bindungen vorliegen. Einige kennen Sie schon, andere nicht. Es ist an der Zeit, all diese unterschiedlichen Arten von Bindungen zu vergleichen. Noch wichtiger ist es, sich zu überlegen, welchen Einfluss sie auf die Form des Proteinmoleküls und damit die Eigenschaften dieses Proteins haben.

Aufgabe 7–12

Bearbeiten Sie diese Aufgabe in 2 Schritten.

- Schritt 1 : Bearbeiten Sie in Gruppen von je 2 Schülern einen Bindungstyp anhand der angegebenen Internetquelle.
 - Gehen Sie dabei auf die Fragen ein :
 - ◆ Worauf beruht das Prinzip dieses Bindungstyps ?
 - ◆ Bei welchen Stoffen und Stoffgruppen kommt dieser Bindungstyp vor ?
 - ◆ Kommt dieser Bindungstyp in Proteinen vor ? Wenn ja, welche Auswirkungen auf die Struktur des Proteins hat sein Auftreten ?
 - ◆ Wie groß ist die Stärke dieser Bindung ?
- Und hier sind die Bindungstypen.
 - ◆ Ionenbindung – de.wikipedia.org/wiki/Ionenbindung
 - ◆ Atombindung – Der Artikel de.wikipedia.org/wiki/Kovalente_Bindung ist lang und unübersichtlich. Suchen Sie das Wesentliche heraus.
 - ◆ polare Atombindung – de.wikipedia.org/wiki/Kovalente_Bindung
 - ◆ Metallbindung – de.wikipedia.org/wiki/Metallbindung, eher kurz halten.
 - ◆ Wasserstoffbrückenbindungen – de.wikipedia.org/wiki/Wasserstoffbrückenbindung
 - ◆ van-der-Waals-Wechselwirkungen – Lesen Sie erst de.wikipedia.org/wiki/Van-der-Waals-Bindung, dann noch den Link am Ende : www.uni-essen.de/chemiedidaktik/S+WM/Definitionen/Vander.htm.
 - ◆ hydrophobe Wechselwirkung – mit Google finden Sie schnell www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/8/bc/vlu/chem_grundlagen/wechselwirkunge_n.vlu/Page/vsc/de/ch/8/bc/chemische_grundlagen/hydropho_ww.vscml.html.
 - ◆ Disulfidbrücken – de.wikipedia.org/wiki/Disulfidbrücke
- Schritt 2 : Jede Gruppe trägt ihre Ergebnisse dem Plenum vor.

Aufgabe 7–13 (2 bis 3 Gruppen zu je 2 Schülern)

Erstellen Sie ein Infoblatt zum Thema Bindungstypen in Proteinen. Das Blatt sollte eine angemessene Länge haben. Sie können die in Kapitel L. beschriebene Arbeitstechnik benutzen.

Inhalt des Infoblattes sollte eine Zusammenstellung der in Aufgabe 7–12 behandelten Bindungstypen sein. Gehen Sie dabei auch auf folgende Punkte ein :

- ◆ Worauf beruht das Prinzip dieses Bindungstyps ?
- ◆ Bei welchen Stoffen und Stoffgruppen kommt dieser Bindungstyp vor ?
- ◆ Kommt dieser Bindungstyp in Proteinen vor ? Wenn ja, welche Auswirkungen auf die Struktur des Proteins hat sein Auftreten ?
- ◆ Wie groß ist die Stärke dieser Bindung ?

7.4.4. Eigenschaften von Proteinen

Dieses Kapitel ist noch nicht belegt.

Unterrichtseinheit

Fette und Öle

Kapitel 8 : Fette und Öle

8.1. Vorbereitung

Die 3 Hauptbestandteile unserer Nahrung sind, Kohlenhydrate, Proteine und Fett. Sie haben in den Kapiteln 2 und 7 einiges über Kohlenhydrate und Proteine erfahren.

In diesem Kapitel geht es nun um Fette und Öle.

In den vergangenen anderthalb Jahren haben Sie Fachwissen erworben und Methoden kennengelernt, mit denen Sie sich die Inhalte dieser Unterrichtseinheit selbst erarbeiten können.

Tun Sie es.

Arbeiten Sie eines der folgenden Referate aus. Benutzen Sie die in Kapitel F. beschriebenen Arbeitstechniken. Präsentieren Sie das Ergebnis Ihrer Arbeit dem Kurs. Bedenken Sie, dass Sie die Verantwortung dafür haben, dass Ihre Mitschüler den Stoff verstehen.

8.2. Die Referate

Referat 1 : Systematik von Fetten

- Was sind Fette und fette Öle ?
- Welche Arten von Fetten und fetten Ölen gibt es ? Wie unterscheiden sie sich ?
- Ätherische Öle und Mineralöle werden in diesem Kapitel nicht behandelt, können aber vom Namen her leicht mit fetten Ölen verwechselt werden. Erklären Sie, was ätherische Öle und Mineralöle sind und wie sie sich von fetten Ölen unterscheiden.
- Wofür kann man Fette und fette Öle (außer als Nahrung) verwenden ?

Referat 2 : Die Rolle von Fetten in unserer Ernährung (Doppelreferat)

- In welchen Nahrungsmitteln kommen Fette vor ?
- Welche Zusammensetzung haben die einzelnen Fette unserer Nahrung ?
- Was sind die Folgen von zuviel und zuwenig Fett in der Nahrung ?
- Was ist Butter, was ist Margarine ? Wie unterscheiden sie sich ?

Referat 3 : Die chemische Zusammensetzung von Fett

- Wie sind Fette chemisch aufgebaut ?
- Was versteht man unter der Hydrolyse von Fett ?
- Welche chemische Reaktion läuft dabei ab ? Formulieren Sie auch den Mechanismus der Hydrolyse.
Hinweis zum Googeln : Ein anderer Name für die Hydrolyse ist Verseifung.

Referat 4 : Der Abbau von Fetten im Körper (Doppelreferat)

- Wo werden Fette im Körper abgebaut ?
- Wie werden Fette im Körper abgebaut ?
- Welche chemischen Vorgänge laufen beim Abbau von Fetten im Körper ab ?
- Welche chemischen Vorgänge laufen beim Abbau von Fettsäuren im Körper ab ?

Referat 5 : Schmelzen von Fetten

- Wie unterscheidet sich das Schmelzen von Fetten vom Schmelzen von Wasser ?
- Was versteht man unter den Begriffen Schmelzpunkt und Erweichungsintervall ?
- Welche Vorgänge laufen beim Schmelzen von Fetten ab ?

Referat 6 : Löslichkeit von Fetten

- Was versteht man unter der Löslichkeit eines Stoffes ?
- In welchen Stoffen sind Fette löslich bzw. unlöslich ? Warum ?

Referat 7 : Gewinnung von Fetten und fetten Ölen (Doppelreferat)

- Wie hat man Fett und fettes Öl früher hergestellt ? Stellen Sie ein oder zwei traditionelle Verfahren vor.
- Wie stellt man Fett und fettes Öl heute her ? Stellen Sie ein oder zwei moderne Verfahren vor.

Referat 8 : Doppelbindungen (Doppelreferat)

- Was versteht man darunter ?
- Wie kann man sie mit dem Orbitalmodell beschreiben ?
- Wo kommen sie in Fetten vor ?
- Wie kann man sie nachweisen ?

Referat 9 : ungesättigte Fettsäuren (Doppelreferat)

- Was sind ungesättigte Fettsäuren ?
- Welche Rolle spielen sie in unserer Ernährung ?
- Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Schmelzintervall eines Fettes und seinem Anteil an ungesättigten Fettsäuren ? Warum ?

Referat 10 : Kennzahlen von Fetten

- Wozu dienen Kennzahlen von Fetten ?
- Welche Kennzahlen gibt es und was sagen sie aus ?
- Welche Vor- und Nachteile hat die Beschreibung von Fetten durch Kennzahlen ?

Referat 11 : Fetthärtung

- Was versteht man darunter ?
- Welche chemischen Vorgänge laufen dabei ab ?
- Wie führt man sie durch ?

8.3. Bestimmung der Iodzahl

Was kann man damit machen ?

Die Iodzahl gibt an, wieviel Gramm Iod mit 100 g eines Fettes reagieren. Sie also umso größer, je mehr Doppelbindungen das Fett enthält.

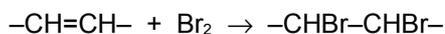
Damit ist sie eine Maßzahl für den Anteil der ungesättigten Fettsäuren in einem Fett.

8.3.1. Das Prinzip

Der erste Schritt – Bromzugabe

Iod selbst ist nicht allzu reaktionsfreudig. Es reagiert nur sehr langsam mit den Doppelbindungen des Fettes. Man benutzt daher Brom zur Bestimmung der Iodzahl.

Brom reagiert mit Kohlenstoff–Kohlenstoff–Doppelbindungen gemäß der Gleichung



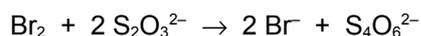
Man könnte nun den Vorschlag machen, zu einer Lösung des Fettes langsam Brom zu geben. Sobald das zugegebene Brom nicht mehr reagiert (man erkennt das daran, dass sich die Lösung nicht mehr entfärbt), beendet man die Bromzugabe. Jedoch reagiert auch Brom nicht allzu schnell, und man müsste nach jedem Tropfen mindestens eine Minute warten.

Eine bessere Alternative ist es, Brom im Überschuss zuzugeben. Damit ist gemeint, dass man von vornherein mehr Brom zugibt als mit den Doppelbindungen des Fettes reagieren kann. Anschließend sieht man nach, wieviel Brom übriggeblieben ist.

Der zweite Schritt – Rücktitration

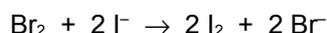
Wie kann man nachsehen, wieviel Brom beim ersten Schritt übriggeblieben ist ?

Brom reagiert schnell mit Thiosulfat–Ionen gemäß der Gleichung

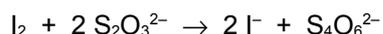


Man kann es also mit Natriumthiosulfat titrieren. Das heißt, man gibt tropfenweise Natriumthiosulfat–Lösung zu. Brom ist intensiv braun gefärbt. Sobald das gesamte Brom reagiert hat, ist die Lösung farblos. Man könnte nun den Vorschlag machen, anhand dieser Farbänderung den Endpunkt der Titration zu erkennen. Jedoch ist die Farbe des Broms nicht intensiv genug, um wirklich zuverlässig das Verschwinden des allerletzten Broms zu erkennen.

Man muss also wieder einen Umweg gehen. Man lässt das Brom mit Iodid–Ionen gemäß der Gleichung



reagieren. Nun gibt man etwas Stärkelösung zu. Stärke bildet mit Iod einen Komplex von sehr intensiver blauer Farbe. Nun titriert man die Iodlösung, so wie wir es uns mit der Bromlösung vorgenommen hatten, mit Thiosulfat–Lösung. Es läuft die Reaktion



ab. Den Endpunkt erkennt man zuverlässig am Verschwinden der blauen Farbe.

Die Idee des zweiten Schrittes war, überschüssiges, nicht umgesetztes Reagenz (in unserem Fall Brom bzw. Iod) zu titrieren. Man nennt dieses Vorgehen Rücktitration.

Der allererste Schritt – Gehaltsbestimmung der Bromlösung

Im ersten Schritt sollte Brom benutzt werden. Jedoch verdampft Brom bei Zimmertemperatur relativ schnell, und die Dämpfe sind sehr giftig und stark korrosionsfördernd. Man kann in der vorgesehenen Weise nicht damit arbeiten. Daher benutzt man eine Lösung von Brom in Methanol.

Und auch eine andere Sache haben wir bisher noch nicht bedacht. Wir wollen herausfinden, wieviel Gramm Iod (oder Brom) mit einer bestimmten Fettmenge reagieren. Deshalb müssen wir genau wissen, wieviel Brom in der Bromlösung enthalten ist, die im ersten Schritt benutzt wird. Man könnte nun den Vorschlag machen, eine solche Lösung herzustellen, indem man ein bestimmtes Volumen oder eine bestimmte Masse an Brom **genau** abmisst. Jedoch lassen die giftigen und korrosionsfördernden Dämpfe einen Einsatz der Analysenwaage nicht zu, sie würden auch den Peleusball auf einer Glaspipette zerstören. Außerdem hat Brom eine sehr niedrige Oberflächenspannung, es würde aus einer Pipette einfach herauslaufen.

Man muss also wieder einen Umweg gehen. Man stellt eine **ungefähr** 2–prozentige Bromlösung her und bestimmt deren Konzentration. Wie das geht, können Sie im zweiten Schritt nachlesen – man titriert mit Thiosulfat–Lösung.

8.3.2. Beispielrechnung

Man könnte nun den Vorschlag machen, nach der ganzen Theorie endlich einen Versuch zu starten. Jedoch könnte man dabei leicht etwas Wesentliches übersehen oder vergessen, einen wichtigen Messwert zu notieren. Deshalb werden die nötigen Rechnungen hier mit erfundenen, aber realistischen Messwerten durchgespielt.

Gehaltsbestimmung der Bromlösung

Sie haben 10 ml Bromlösung benutzt.	$V(\text{Br}_2) = 10 \text{ ml} = 0,01 \text{ l}$
Die Konzentration der Thiosulfat-Lösung ist gegeben.	$c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,1 \text{ mol/l}$
Sie haben den Verbrauch an Thiosulfat-Lösung gemessen.	$V(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 32,9 \text{ ml} = 0,0329 \text{ l}$
Sie können die Stoffmenge an Thiosulfat in dieser Lösung berechnen.	$n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = c \cdot V = 0,00329 \text{ mol}$
Um ein Mol Brom bzw. Iod umzusetzen, brauchen Sie 2 Mol Thiosulfat. Es folgt	$n(\text{I}_2) = n(\text{Br}_2) = 0,00165 \text{ mol}$
Die Konzentration ergibt sich so :	$c(\text{Br}_2) = n(\text{Br}_2) / V(\text{Br}_2) = 0,165 \text{ mol/l}$
Wenn Sie wollen, können Sie auch die Massenkonzentration berechnen. Sie benötigen dazu die molare Masse von Brom. Sie beträgt $M = 160 \text{ g/mol}$.	$c_s(\text{Br}_2) = M \cdot c = 26,4 \text{ g/l}$

Rücktitration

Sie hatten eine Fetteinwaage von 0,7134 g.	$m(\text{Fett}) = 0,7134 \text{ g}$
Die Konzentration der Thiosulfat-Lösung ist gegeben.	$c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,5 \text{ mol/l}$
Sie haben den Verbrauch an Thiosulfat-Lösung gemessen.	$V(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 18,4 \text{ ml} = 0,0184 \text{ l}$
Sie können die Stoffmenge an Thiosulfat in dieser Lösung berechnen.	$n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = c \cdot V = 0,0092 \text{ mol}$
Um ein Mol Brom bzw. Iod umzusetzen, brauchen Sie 2 Mol Thiosulfat. Die Stoffmenge an Brom, die Sie noch mit Thiosulfat umsetzen konnten, die also bei der Reaktion mit dem Fett übriggeblieben ist, beträgt :	$n(\text{I}_2) = n_{\text{übrig}}(\text{Br}_2) = 0,0046 \text{ mol}$
Nun müssen wir erst mal die Stoffmenge Brom berechnen, die dem Fett zugesetzt wurde. Das Volumen betrug 50 ml.	$V(\text{Br}_2) = 50 \text{ ml} = 0,05 \text{ l}$
Die Konzentration haben wir im vorigen Abschnitt bestimmt.	$c(\text{Br}_2) = 0,165 \text{ mol/l}$
Die Stoffmenge ergibt sich so :	$n_{\text{gesamt}}(\text{Br}_2) = c \cdot V = 0,00825 \text{ mol}$
Davon ist die oben berechnete Stoffmenge übriggeblieben, die restliche Stoffmenge hat mit dem Fett reagiert. Man berechnet sie so :	$n_{\text{reagiert}}(\text{Br}_2) = n_{\text{gesamt}}(\text{Br}_2) - n_{\text{übrig}}(\text{Br}_2) = 0,00365 \text{ mol}$
Hätte man Iod statt Brom benutzt, hätte man dieselbe Stoffmenge erhalten.	$n_{\text{reagiert}}(\text{I}_2) = 0,00365 \text{ mol}$
Die molare Masse von Iod kann man im PSE nachsehen.	$M(\text{I}_2) = 254 \text{ g/mol}$
Man kann die Masse des verbrauchten Iods berechnen.	$m(\text{I}_2) = M(\text{I}_2) \cdot n_{\text{reagiert}}(\text{I}_2) = 0,9271 \text{ g}$
Die Iodzahl IZ erhält man, indem man die Masse des verbrauchten Iods auf 100 g Fett bezieht.	$\text{IZ} = 100 \cdot m(\text{I}_2) / m(\text{Fett}) = 130,0$

8.3.3. Der Versuch

Nach all diesen Vorbereitungen können Sie nun den Versuch zur Bestimmung der Iodzahl durchführen. Der Versuch ist streckenweise parallelisierbar. So können zum Beispiel Schritt 1 und Schritt 2 gleichzeitig von verschiedenen Mitgliedern einer Schülergruppe ausgeführt werden.

Schritt 1 – Gehaltsbestimmung der Bromlösung

Gefahrenhinweise : Methanol hat die Gefahrenkennzeichnungen „giftig“ und „leichtentzündlich“. Brom hat in der benutzten Konzentration die Gefahrenkennzeichnungen „giftig“ und „reizend“. Benutzen Sie Schutzhandschuhe.

Nehmen Sie mit einer Vollpipette genau 10 ml der bereitgestellten methanolischen Bromlösung (sie ist mit „Brom in Methanol“ beschriftet) ab und geben Sie sie in einen 100–ml–Erlenmeyer–Kolben. Geben Sie dazu (ebenfalls mit einer Pipette, jedoch mit einer unbenutzten) 10 ml der Kaliumiodid–Lösung. Sie hat eine Konzentration von $c = 1 \text{ mol/l}$. Geben Sie außerdem noch 5 – 8 Tropfen Stärkelösung zu.

Titrieren Sie diese Lösung jetzt mit Natriumthiosulfat–Lösung ($c = 0,1 \text{ mol/l}$)⁸. Spannen Sie die Bürette in den Bürettenhalter – nicht zu fest (Bruchgefahr) und nicht zu locker (Rutschgefahr). Füllen Sie sie mit der Natriumthiosulfat–Lösung. Lassen Sie die Thiosulfat–Lösung unter Rühren (mit dem Magnetrührer) tropfenweise zulaufen, bis sich die blaue Lösung entfärbt.

Hinweis zur Zusammenarbeit mehrerer Gruppen : Hat eine Gruppe den Verbrauch an Thiosulfat–Lösung bestimmt, können die anderen Gruppen etwa 80 % dieses Verbrauchs schnell zulaufen lassen, um dann weitere Lösung tropfenweise besonders langsam und sorgfältig zulaufen zu lassen.

Beobachtung :

Volumen in der Bürette (zu Beginn) : _____
 Volumen in der Bürette (nach Entfärbung) : _____
 Verbrauch an Thiosulfat–Lösung : _____ ml

Berechnungen :

Ergebnis : Die benutzte Bromlösung hat eine Konzentration von $c = \text{_____}$ mol/l.

Schritt 2 – Einwaage von Fett oder Öl

Hinweis 1 : Die Benutzung der Analysenwaage ist nur nach einer Einweisung durch den Lehrer erlaubt. Durch Fehlbedienung kann sie irreparabel zerstört werden.

Hinweis 2 : Achten Sie **sehr sorgfältig** darauf, die Analysenwaage nicht durch verkleckertes oder irgendwo heruntergelaufenes Fett oder Öl zu verunreinigen. Kommt Fett oder Öl ins Innere, wird sie unbrauchbar. Eine neue Waage kostet ca. 2500,00 Euro. Die Schule kann keine neue Waage kaufen.

⁸ Wenn Sie nicht mehr wissen, wie man richtig titriert, lesen Sie es in Kapitel 1.3.3. nach.

Wiegen Sie in einen 250–ml–Erlenmeyer–Kolben (mit Schliff) etwa 0,5 – 1 g Fett oder Öl **genau** ein. Benutzen Sie dazu die Analysenwaage. Wiegen Sie zuerst den leeren Erlenmeyer–Kolben. Geben Sie dann (**neben der Waage**) das Fett oder Öl zu. Wiegen Sie nun den Kolben wieder. Sollten Sie Schwierigkeiten haben, die Menge von 0,5 – 1 g abzuschätzen, können Sie eine gewöhnliche Laborwaage zu Hilfe nehmen.

Es stehen mehrere Fett– und Ölsorten zur Auswahl. Sprechen Sie sich ab, damit jede Sorte untersucht wird.

Beobachtung :

untersuchtes Fett oder Öl : _____

eingewogene Menge an Fett oder Öl : _____ g

Schritt 3 – Reaktion mit Brom

Lösen Sie das eingewogene Fett oder Öl aus Schritt 2 in ca. 10 ml Cyclohexan auf. Geben Sie dann (wieder mit einer Vollpipette) genau 50 ml der methanolischen Bromlösung zu. Verschließen Sie den Kolben mit einem Schliffstopfen, schütteln Sie ihn mehrmals und lassen ihn 10 – 20 Minuten stehen. Geben Sie dann 10 ml der Kaliumiodid–Lösung ($c = 1 \text{ mol/l}$) und 5 – 8 Tropfen Stärkelösung zu.

Schritt 4 – Rücktitration

Titrieren Sie nun die Lösung aus Schritt 3 mit Natriumthiosulfat–Lösung bis zur Entfärbung. Benutzen Sie die Natriumthiosulfat–Lösung der Konzentration $c = 0,5 \text{ mol/l}$. Geben Sie diese Lösung von Anfang an tropfenweise zu. Gehen Sie ansonsten genauso wie in Schritt 1 vor.

Beobachtung :

Volumen in der Bürette (zu Beginn) : _____

Volumen in der Bürette (nach Entfärbung) : _____

Verbrauch an Thiosulfat–Lösung : _____ ml

Berechnungen :

Ergebnis : Das untersuchte Fett oder Öl hat eine Iodzahl von _____ .