

MIT CHEMISCHEN INHALTEN ZU ÜBERFACHLICHEN ZIELEN

MICHAEL A. ANTON

Die Assimilationsschemata (des Zählens, Messens, der chemischen, der sprachlichen Analyse usw.) stellen an sich keine bestimmten Kenntnisse dar (obgleich sich diese Schemata bei der Assimilation von bestimmten Gegenständen entwickelt haben). „Die Entwicklung des kindlichen Denkens ist somit die Entwicklung seiner Assimilationsschemata und der Kenntnisse, die aus ihrer Anwendung auf die Dinge resultieren.“¹

„... provoziert die spannende Frage, ob wir nicht alle für bestimmte kognitive Bereiche (in der Gehirnentwicklung) empfindungslos sind, weil wir während unserer Entwicklung keine einschlägigen Erfahrungen sammeln konnten. Vielleicht ist das einer der Gründe, warum wir zwar alle lesen, schreiben und rechnen können, nicht aber komponieren, malen und tanzen.“²

Abstract

Eines der wunderbarsten Fächer der Schule, einer der wichtigsten Zugänge zur Ordnung von Welterfahrungen von Kindern und Jugendlichen, eines der Wissensgebiete, das auf vielfältigste Weise sinnlich erlebt werden kann, „erfreut“ sich miserabelster Akzeptanz bei denen, die von ihren Errungenschaften profitieren, also von Jugendlichen, Eltern, gesellschaftlichen Kräften und Prominenten. Ursache ist eine Insuffizienz des Unterrichts. Er hat eine Schlucht zu überwinden, von der andere Fächer wenig wissen. Es ist ein Abgrund zwischen fantastischem Knowhow der Produktherstellung und ebenso faszinierenden Möglichkeiten der kenntnisfreien Produktanwendung. Vielleicht steckt die Problemlösung primär nicht in der fachlichen Konfrontation, sondern in der Aktivierung des besonderen pädagogischen Potenzials, welches sich hinter den methodischen Varianten unseres Faches verbirgt und zu wenig instrumentalisiert wird.

Im Rahmen des vom BMBF mit viel Steuergeldern ausgerüsteten Programms „Chemie im Kontext“ (ChiK) und seiner Implementation bemüht man sich, man möchte sagen `wieder einmal`, um eine Systematisierung alltagsrelevanter Elaborierungen chemischer Fachinhalte sowie Denk- und Arbeitsweisen³. Lange vorher, Anfang der 90er, startete der Versuch, `die Chemie der eigenen Lebenswelt des Schülers` im Zuge des PING-Projekts⁴ möglichst flächendeckend unterrichtswirksam werden zu lassen.

Trotz dieser und anderer Anstrengungen (PIN-Konzept⁵) vermeldet niemand die sehnlichst erwarteten Auswirkungen, mit welchen dieser z. T. horrende Aufwand zu rechtfertigen wäre. Neben den Projektankündigungen und den meist euphorischen Zwischenberichten zeigt sich immer wieder, dass der Unterricht in unserem schönen Fach –und nicht nur dieser- vom Lehrer und der Lehrerin getragen wird und nicht so sehr von methodischen Ideologien und „Mode-Unterrichtsverfahren“⁶.

Der vorliegende Artikel will diesem kritischen Aspekt Leuchttfeuer sein. Er konzentriert sich auf zwei Aspekte, die im traditionellen Unterricht wie auch beim Einsatz modernerer Unterrichtsmethoden eine tragende Rolle spielen. Es sind dies das empirische Arbeiten und das Erziehungsziel der Persönlichkeitsförderung, die scheinbar nicht viel miteinander zu tun haben und meist in den Präambeln der Lehrpläne hängen bleiben und kaum bis zur Schulbuchebebene durchdringen.. Nichtsdestotrotz formen sie zusammen das **pädagogische Potenzial des Chemieunterrichts**. Denn es gibt neben der Alltagsorientierung auch die Menschorientierung, die der Chemieunterricht besonders gut leisten kann, weil er in jeder

¹ Aebli, H.: Psychologische Didaktik; Stuttgart 1976, S. 86

² Singer, W.: Der Beobachter im Gehirn; Suhrkamp, Frankfurt/M. 2002, S. 35

³ Themenheft PdN-ChiS 50(2001)1: Chemie in sinnstiftenden Kontexten; und: Anton, M. A.: Gibt es Chemie ohne sinnstiftenden Kontext?; in: PdN-ChiS 50(2001)4, 37-38

⁴ Projektkerngruppe (Hrsg.): Was ist PING?, IPN, Kiel 7/1996 (Broschüre)

⁵ Harsch, G.; R. Heimann: Didaktik der organischen Chemie nach dem PIN-Konzept; Braunschweig 1998

⁶ Schmidkunz, H.: Der gute Lehrer; in: Chemkon 8(2001)3, 125

Hinsicht sinnhaft wie kaum ein anderes Schulfach ist. Diese Erkenntnis findet sich allerdings vorerst noch in einer zu geringen Zahl von Lehrereinstellungen⁷.

Im neuen Lehrplan für Chemie am Gymnasium in Bayern (Schuljahr 2003/04) wird der „Beitrag des Faches zur gymnasialen Bildung und zur Persönlichkeitsentwicklung“ ausführlich beschrieben⁸.

So sollen im Folgenden Experimente zu ausgewählten Themen vorgestellt werden, die sich in ihrer expliziten⁹ Auswertung über den chemischen Inhalt hinaus zur Entwicklung von sogenannten „Schlüsselqualifikationen“¹⁰ eignen. Hierzu zählen auch „das Modellieren von Situationen, das Kommunizieren von Ergebnissen oder das kritische Beurteilen von Informationen“¹¹. Dabei werden sowohl die Fachinhalte vermittelt als auch die zu ihrem Erwerb nötigen geistigen Fähigkeiten wie manuellen Fertigkeiten aktiviert. Diese Wissenserwerbsstrategien können aber dann im Zuge der Wissenskonstruktion von den Inhalten unabhängig gemacht und verallgemeinert werden. D. h. mit ihnen, schon vorhandenen und noch hinzukommenden ist fortan die Wissensanwendung auf andere Problemlagen möglich¹².

Wir sind uns allerdings im Klaren darüber, dass dieser Prozess nicht nur von vielen Hindernissen begleitet wird, sondern dass er nur erfolgreich sein kann, wenn mit ihm „nebenbei“ auch noch Ergebnisse fachdidaktischer Lehr- und Lernforschung Berücksichtigung finden¹³. Die Implementation von Denkstrategien gelingt nur über deren fortgesetztes Üben und erfolgreiches Anwenden auf analoge Problemsituationen.¹⁴

Da es sich bei all diesen Strategien auch um allgemeine Persönlichkeits- und damit auch Bildungsmerkmale handelt, lässt sich das Fach Chemie somit auch über ein besonders hohes pädagogisches und Bildungspotenzial definieren¹⁵!

Gerade weil wir uns aber häufig zu viel von der Menge des Wissens und seiner Anwendungsqualität erwarten, soll nicht vergessen werden, dass „dessen wahrer Wert nicht zuletzt darin zu sehen ist, dass es unsere Unwissenheit schärfer umreißt“¹⁶.

Solche Zusammenhänge sind bei der Festlegung von Studentafeln und Lehrplänen unbedingt zu berücksichtigen.

⁷ Gerner, B.: Der Lehrer – Verhalten und Wirkung; Darmstadt 1974, S.7: Nur etwa 2 % der Lehrer pflegen ein sozial-integratives Erziehungsverhalten, das neben der fachlichen Unterrichtsarbeit manifest wird.

⁸ http://www.isb.bayern.de/gym/bio_chem/aktpro.htm

⁹ Vgl. Glowalla, U.; M. Rinck, G. Fezzardi: Integration von Wissen über ein Sachgebiet; in: Z.f.Päd. Psychologie 7(1993)1, 11-24

¹⁰ Mertens, D.: Schlüsselqualifikationen; in: Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung 7(1974)36-43; vgl. hierzu auch: Weinert, F. E.: Vermittlung von Schlüsselqualifikationen; in: Matalik, S; D. Schade (Hrsg.): Entwicklungen in Aus- und Weiterbildung; Baden-Baden 1998; S. 23-43

¹¹ Stanat, P.; J. Baumert: PISA-Studie: Deutschland nur im Mittelfeld; in: Stifterverband W&W (2002)2, 42-51, **46**

¹² Vgl. Weinert, F. E.: Der intelligente Umgang mit Information; in: Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, Stuttgart 1997

¹³ Häußler, P.; W. Bündler; R. Duit; W. Gräber; J. Mayer: Naturwissenschaftsdidaktische Forschung – Perspektiven für die Unterrichtspraxis; IPN, Kiel 1998, S. 221-237

¹⁴ vgl. Büchel, F. P.: Lernförderung bei Jugendlichen. Grundsätzliche Überlegungen und Prinzipien der Umsetzung; in: Bildung und Erziehung (BuE) 53(2000)3, 287-305

¹⁵ Vgl. IMST² (Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching: Österreichische Bildungsoffensive)-Autorenteam: Mathematisch-naturwissenschaftliches Lernen im Aufbruch; Innsbruck Ende 2002 und: Gräber, W.; P. Nentwig, T. Koballa, R. Evans (Hrsg.): Scientific literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung; Opladen 2002

¹⁶ Bergsdorf, W.: Die Universität in der Wissensgesellschaft; in: Aus Politik und Zeitgeschichte, S. 20-26, **26**; Beil. zu: Das Parlament v. 1.7.02

Versuchsreihe 1:

„Die Phlogiston-Theorie oder Oxidation als Synthese-Reaktion“¹⁷

Stundenthema: „Was geschieht eigentlich beim Verbrennen eines Stoffes?“¹⁸

Assimilationsschemata:

- **Kritikfähigkeit und –bereitschaft gegenüber gültigen Theorien bzw. wissenschaftlichen Aussagen**
- **Mut zur eigenen Hypothesenbildung und Forschungstätigkeit**
- **Freude am eigenen Fragenstellen**
- **Einsatz des Experiments als Mittel zur objektiven Entscheidungsfindung**

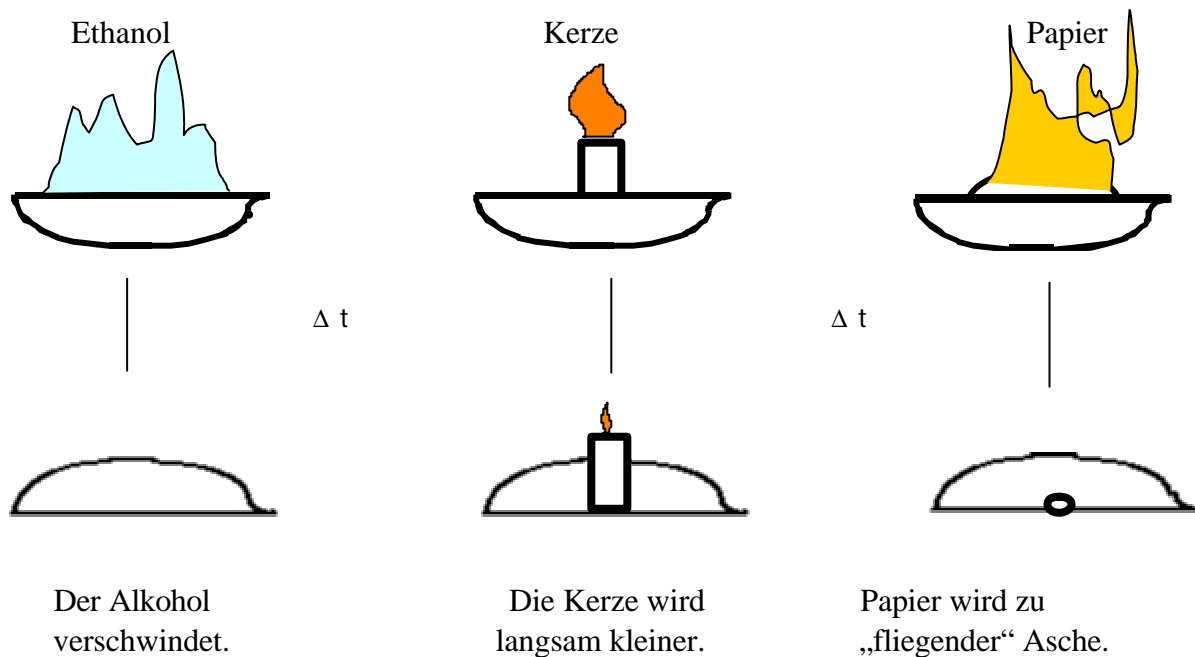
Geräte: 3 Porzellanschalen, Balkenwaage

Chemikalien: Ethanol (Brennspiritus), Kerze (Teelicht), Papier, Eisenwolle

Durchführung:

Die Substanzen werden entzündet und verbrennen.

a) Erster Teil:

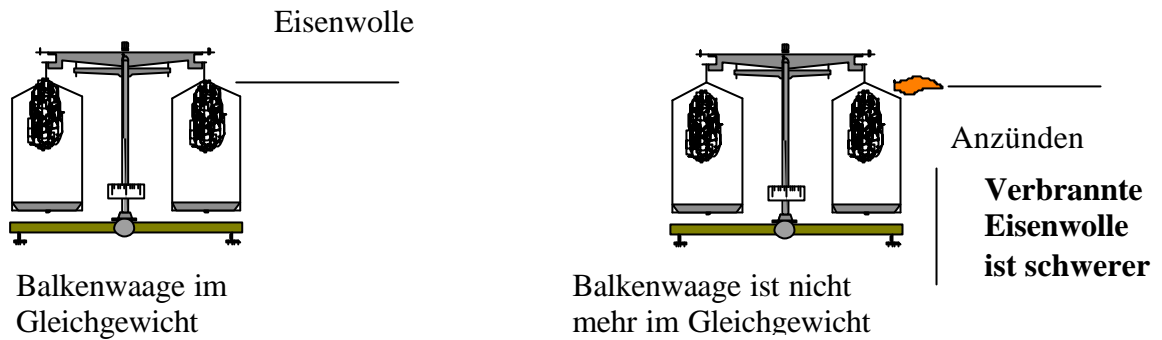


Theorie: Jeder brennbare Stoff enthält eine bestimmte Menge „Feuerstoff“ (Phlogiston). Dieser wird bei der Verbrennung frei! (Phlogiston - Theorie nach E. G. Stahl, (1659 – 1734); 1697: 1. Nennung)

¹⁷ Tausch, M. W.; M. v. Wachtendonk: Stoff, Formel, Umwelt; Bamberg 1996, 40-41

¹⁸ Frühauf, D.; H. Tegen: Blickpunkt Chemie; Hannover 1993, 49-51

b) Zweiter Teil:



Theorie: Während des Verbrennens an der Luft kommt zum brennbaren Stoff etwas hinzu. (*Synthese-Reaktion*) Der verbrannte Stoff ist schwerer. Lavoisier (1743 – 1794) widerlegte die Phlogiston-Theorie offiziell während eines theatralischen Aktes in den Tuilleries von Paris¹⁹ (1.11.1772 „Todestag der Phlogiston-Theorie“²⁰).

Nach dem ersten Teil wird mit einem Merksatz die tatsächliche Beobachtung zusammengefasst: **„Beim Verbrennen wird der Stoff weniger, verändert er seine Konsistenz oder er verschwindet ganz!“** Dies entspricht nicht nur den Feststellungen aus dem Stundenverlauf, es deckt sich auch mit den Alltagserfahrungen der Kids. Jetzt wird die Deutung von Stahl eingeführt, das „Phlogiston“ als „Feuerstoff“ identifiziert und der Phlogistongehalt eines Brennstoffes mit dessen Brennbarkeit in Beziehung gebracht. Der Lehrer beschließt nun diesen Part und kündigt einen neuen Versuch an.

Dieser wird durchgeführt, evtl. unter Mitwirkung von Schülern (Waage justieren, Wolle entzünden mit Hilfe einer Flachbatterie: Kurzschluss!). Die anfängliche Thermik scheint das erwartete Ergebnis zu bestätigen. Nach kurzer Zeit senkt sich jedoch der durchgeglühte Eisenbausch und der (kognitive) Konflikt ist erzeugt. Der glatte Widerspruch zur ursprünglichen Merksatzregel führt zur Irritation.

Es bedarf nun eines feinsinnig geführten Gespräches, mit dem eine letzte Alternative eingegrenzt werden muss: „Stimmt die Phlogiston-Theorie oder stimmt sie nicht?“ Nun, man weiß es. Die mühsam und mit experimentellem Aufwand sowie mit schönem Hefteintrag fixierte Theorie ist falsch!

Hier kann der Lehrer auch die Autorität des Fachmanns ausprobieren. An allen erprobten Unterrichtsbeispielen dominiert sie über die Unsicherheit der Schüler. Das darf nicht verwundern. Auch als die Theorie zur Vorzeit der französischen Revolution (17.6. bzw. 14.7.1789) in Bedrängnis geriet, erfand man schnell das „Antiphlogiston“. Es würde gewichtsverringende Wirkung haben und beim Entweichen während des Verbrennens die Gewichtszunahme des Produkts veranlassen.

Die Konsequenz im Unterrichtsgang besteht im Durchstreichen des Merksatzes. Das fällt Schülern, vornehmlich Schülerinnen sehr schwer, muss aber verlangt werden.

Im Anschluss erfolgt die Richtigstellung: **„Wenn ein Stoff an der Luft verbrennt, vereinigt er sich mit dem Luftsauerstoff . Die Produkte (Oxide) besitzen insgesamt eine größere Masse als das brennbare Edukt“.**

¹⁹ Vgl. Djerassi, C.; R. Hoffmann: Oxygen – Ein Stück in zwei Akten, Weinheim 2001

²⁰ An diesem Tag hinterlegte Lavoisier (1743-1794) beim Sekretär der Akademie der Wissenschaften eine Notiz zu den Ergebnissen seiner Experimente, mit denen er den Sauerstoff als oxidierendes Prinzip nachgewiesen hatte. Etwa 50 Jahre nach dem Tode von Stahl veranstaltete er 1789 in Paris eine öffentliche Gerichtsverhandlung, in der er selbst als „Richter“ den „Ankläger `Sauerstoff`“ auf den „Angeklagten `Phlogiston`“ treffen ließ. Das von ihm gefällte Urteil hieß „Tod durch Verbrennen“. Der „Henker“ (Mme Lavoisier) warf die Abhandlung Stahls in das offene Feuer. 1794 ereilte Lavoisier das Schicksal vieler Adeltiger und er verlor sein Leben unter der Guillotine.

Bevor man nun zur unterrichtlichen Tagesordnung übergeht, sollte man sich der Chance bedienen, mit den Schülern zu reflektieren, was denn da nun eigentlich passiert ist (Metakognition!). Eine Theorie wurde vom Sockel gestoßen, weil der Mut, sich eines „fairen“²¹ Experiments zu bedienen, das unabhängig von Meinungen ein eindeutiges Ergebnis liefert, gesiegt hat. Gleichzeitig sind die eigenen Hypothesen erfolgreich erprobt worden. Hier gehen also die erzieherischen Effekte weit über die reproduktive Lernleistung eines chemischen Sachverhalts hinaus. Und das darf nicht außer Acht gelassen werden!

Versuchsreihe 2:

„Die Begriffe Oxidation und Reduktion auf unterschiedlichen Definitionsebenen“²²

Stundenthema: „Was ist eine Oxidation?“²³

Assimilationsschemata:

- **Erweitern von Definitionen**
- **Notwendigkeit von unterschiedlichen Definitionen**
- **Sinnhaftigkeit von Ordnungssystemen im Konkreten und im Abstrakten**

Chemikalien: Sauerstoff O₂, Magnesium-Band Mg (ca. 7 cm) (F), Chlor Cl₂ (T), Kupferblech Cu, Schwefelsäure conc. H₂SO₄ (C), Indikatorpapier

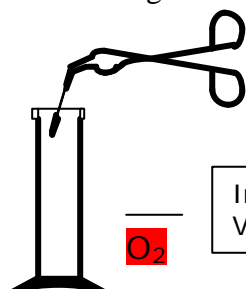
Geräte: Standzylinder, Brenner, Tiegelzange, Becherglas, Reagenzglashalter

Durchführung:

1. Verbrennung von Magnesium in Sauerstoff:

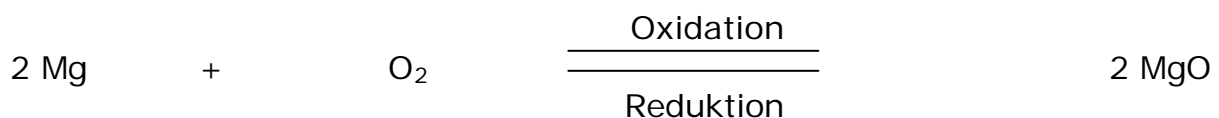
Man füllt einen Standzylinder, dessen Boden mit etwas Glaswolle bedeckt wurde, mit Sauerstoff und verschließt ihn mit einer Abdeckplatte.

Man zündet ein Stück Magnesium-Band an und lässt es im Standzylinder abbrennen.



Welcher Satz ist richtig?

- Eine Oxidation ist die Vereinigung eines Stoffes mit Sauerstoff.
- Die Vereinigung eines Stoffes mit Sauerstoff ist eine Oxidation.



Oxidation als **Sauerstoffaufnahme** und Reduktion als **Sauerstoffabgabe**

2. Verbrennung von Magnesium in Chlor:

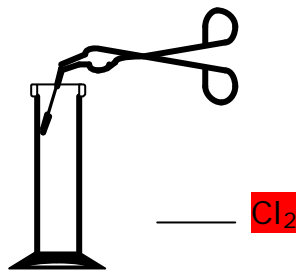
Man füllt einen Standzylinder, dessen Boden mit Glaswolle bedeckt wurde, mit Chlor und verschließt mit einer Abdeckplatte.

²¹ „Thinking Science – Ein Konzept des naturwissenschaftlichen Denkens“ – Forschungsprojekt (Cognitive Acceleration through Science Education, CASE) des KING’S COLLEGE LONDON von 1984 bis 1987. Unter einem „fairen“ Experiment bzw. „Test“ versteht man demnach ein solches, welches die Vermutungsprüfung nach mehreren, mindestens aber nach zwei Seiten absichert

²² Kiechle, H.; K. Gallenberger: Chemie 10; München 1993, 84-85

²³ Kiechle, H.; K. Gallenberger: Chemie9; München 1992, 94-95

Man zündet ein Stück Magnesium-Band an, und lässt es im Standzylinder abbrennen.



Die beobachtbare Ähnlichkeit beider Reaktionen lässt darauf schließen, dass auch analoge Vorgänge im submikroskopischen Bereich vorliegen!

———— Erweiterung des Oxidationsbegriffes

Magnesium gibt 2 Elektronen ab und das Chlor nimmt 2 Elektronen auf.

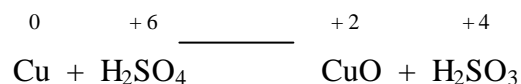
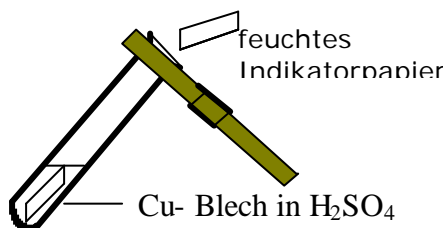


Oxidation als e^- - Abgabe, Reduktion als e^- - Aufnahme

Redoxreaktion als e^- - Übertragung

3. Oxidation von Kupferblech in heißer Schwefelsäure:

In einem Reagenzglas erwärmt man ein kleines Stück Kupferblech *langsam* in wenig konzentrierter Schwefelsäure bis das Kupfer eine schwarze Farbe annimmt.



Oxidation als Erhöhung der Oxidationszahl und
Reduktion als Erniedrigung der Oxidationszahl

Beendet man die Reaktion unmittelbar nach dem Schwarzwerden des Cu-Blechs und bei einer erst sehr schwachen Gasentwicklung (SO_2 , Universalindikatorpapier), dann kann die Beobachtung nicht mehr mit einem e^- -Transfer von Atom oder Ion erklärt werden. Der Sauerstoff ist in beiden Fällen (Säure, Oxid) in der 2wertigen Form vorliegend und obwohl das Cu eindeutig zum CuO oxidiert wurde, ist das rasche Auffinden des Oxidationsmittels nicht möglich.

Überdies verhält sich da eine Säure garnicht so, wie der Schüler es erwartet, so dass auch die Betrachtung des Säure-Wasserstoffs keine Aufklärung bringt; entsteht aus einer Säure doch nur wieder eine andere. Zuletzt wird der Blick auf den Schwefel gelenkt. Der liegt aber nicht als Ion vor, ist in einem komplexen Ion, dem Säurerest gebunden und dann im Schwefeldioxid enthalten.

Will man also den neuen Oxidationsbegriff weiter benützen, bedarf es einer Erweiterung. Man tut so, als ob der Schwefel im SO_4^{2-} ein Ion wäre und verpasst ihm mit allerlei Regelwerk eine fiktive Ladung. Damit sind wir bei einer zwingenden Einführung der „Oxidationszahl“. Sie unterscheidet sich wesentlich von üblichen Hinführungen, weil sie einen offensichtlichen Nutzen mit sich bringt und das ist die Beibehaltung einer Interpretationsregel von Redox-Reaktionen.

In der Elektrochemie und in der organischen Redoxchemie werden wir diesen Zusammenhängen erneut begegnen.

Mit diesem Vorgehen wird nicht nur eine neue Definition eingeführt (Oxidation als Erhöhung der Oxidationszahl), sondern es kann auch Prinzip und Sinn von solchen Definitionen verdeutlicht werden. Sie schaffen Ordnung innerhalb der immensen Vielfalt der chemischen

Reaktionen und lassen es zu, noch weit mehr Reaktionen als bisher als Redox-Vorgänge zu identifizieren. Der Schüler erlebt auch, dass solche Ordnungssysteme sich auf der konkreten und auf der abstrakten, der submikroskopischen Ebene zu bewähren haben.

Versuchsreihe 3:

„Säure-Base-Indikatoren“²⁴

Stundenthema: „Was können Indikatoren?“²⁵

Assimilationsschemata:

- Ausprobieren und Kreativsein
- Ordnen nach einfachen Prinzipien
- Auswählen nach einfachen Kriterien
- Ästhetik

Geräte: Indikator-Treppen aus Styropor, insgesamt 18 Bechergläser à 50 mL,

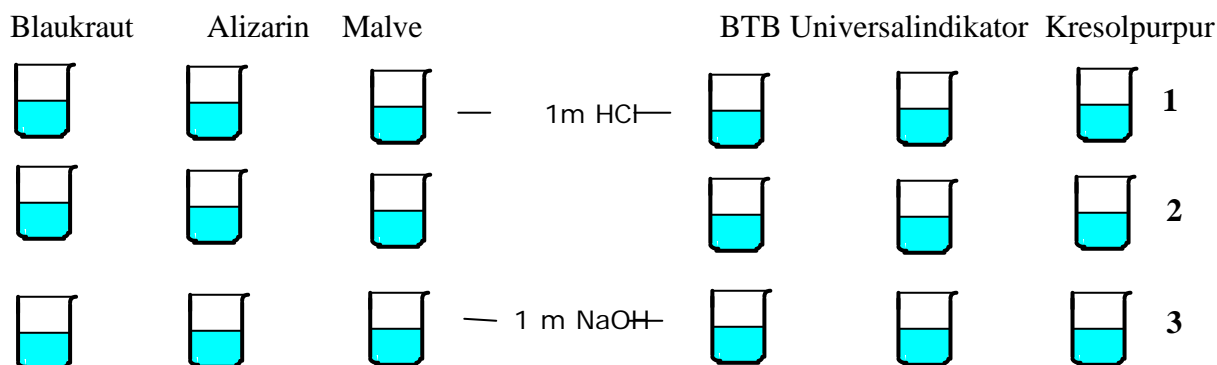
Chemikalien: Puffer pH = 7, 1 m Salzsäure HCl (C), 1m Natronlauge NaOH (C),
 Natürliche Indikatoren: Blaukraut-Absud, Alizarin (in Methanol), Malve (Teebeutel)
 Labortechnische Indikatoren: Bromthymolblau BTB, Universalindikator, Kresolrot = Kresolpurpur (in Ethanol)

Durchführung:

Indikator – Treppen mit 3 natürlichen und 3 labortechnischen Indikatoren

Natürliche Indikatoren

Labortechnische Indikatoren



Für jeden Indikator braucht man 3 Bechergläser : Sauer – Neutral – Alkalisch

1. Man gibt die verschiedenen Indikatoren in je 3 Bechergläser und nummeriert sie mit 1,2,3, (Lösungen sollen durchscheinend sein, damit die Farben nicht zu dunkel werden.)
2. Fügt in jedes Becherglas einen Puffer von pH = 7 hinzu, um eine optimale neutrale Farbe zu erhalten.
3. Zu jedem Indikator gibt man in Becherglas Nummer 1 Salzsäure (1 m):

Farbanzeige für Säure

²⁴ Duschner, A. et al.: Chemie für bayerische Realschulen Jgst. 9; Berlin 1989, 136-137

²⁵ Grunwald, B.; K.-H. Scharf: Elemente Chemie Unterrichtswerk für Gymnasien, Ausg. Bayern, 9. Schuljahr; Stuttgart 1992, 78

4. Zu jedem Indikator gibt man in Becherglas Nummer 3 Natronlauge (1 m):
Farbanzeige für Lauge

5. Die Bechergläser mit der Nummer 2 zeigen die Farbe für pH = 7 (neutral)

Dieser Versuch, besser diese Serie von einfachen Schüttversuchen basiert auf der Selbstherstellung einiger natürlicher Indikatoren. So kann Blaukrautsud ohne weiteres vom Schüler zu Hause hergestellt werden (Blaukrautblätter kleinschneiden, in wenig Wasser aufkochen, etwas zerdrücken, den Sud abfiltrieren und kühl werden lassen. Im Kühlschrank hält diese Lösung mehrere Monate). Analog kann so verfahren werden bei Schwarzem Tee, Malventee und Rotwein (leichter *Kalterer See*: Man erinnere sich daran, dass Rotweinflecken auf weißen Tischdecken bald nachdem sie dorthin gekommen sind, blau werden, was auf die Waschmittelrückstände im Tuch zurück zu führen ist). D. h. der Schüler kann hier eigeninitiativ ein wichtiges Reagens einsetzen. Er probiert aus und ist auch kreativ in der Anwendung, insbesondere wenn er damit Haushaltschemikalien (Entkalker, Backpulver, Zahnpasta, Essigessenz usw. bis hin zum Aquarien- oder Swimmingpoolwasser) testet. Bei der geschickten Aufstellung der Indikatorenlösungen auf den drei Stufen einer weißen Styroportreppe lassen sich alle Gläser gleich gut betrachten. Wenn man nun die Säure und die Lauge hinzu gibt, dann sollte man die Lauge immer in die obere Reihe einbringen. Warum? Weil dies die Assoziation mit dem höheren pH-Wert in alkalischen Lösungen erleichtert. Ist alles zur Gänze ausgetestet, dann ist nicht nur ein einfaches Ordnungssystem begründet worden (saure, neutrale und alkalische Farben), sondern es kann nun auch ein geeigneter Indikator ausgesucht werden, also einer, der beispielsweise bei pH 7 umschlägt, der billig ist, der drei eindeutig diskriminierbare Farben aufweist und der last but not least ungiftig und umweltfreundlich ist.

Dass das Ganze ein beeindruckendes Farbenspiel darstellt (Achtung: Nicht mit zu konzentrierten Indikatorlösungen arbeiten; alle müssen durchsichtig sein), sollte nicht nur nebenbei Erwähnung finden. Hier bietet es sich an, einen Schaukasten für eine Woche zu gestalten, in dem die farbigen Lösungen länger und öfter aufgesucht werden können.

Versuchsreihe 4:

„Der Weg zu Säuren und Basen“²⁶

Stundenthema: „Wie entstehen saure Lösungen und Laugen?“

Assimilationsschemata:

- Analogisierung bei induktiven Versuchsgängen
- Ausschnittbildung bei der Bearbeitung von Stoffgruppen
- Wechsel von induktivem und deduktivem Vorgehen
- Systematisierung durch Schematisierung

Chemikalien: Sauerstoff O₂, Magnesium-Band Mg, Schwefel –Pulver S, Indikator z. B. Bromthymolblau (BTB)

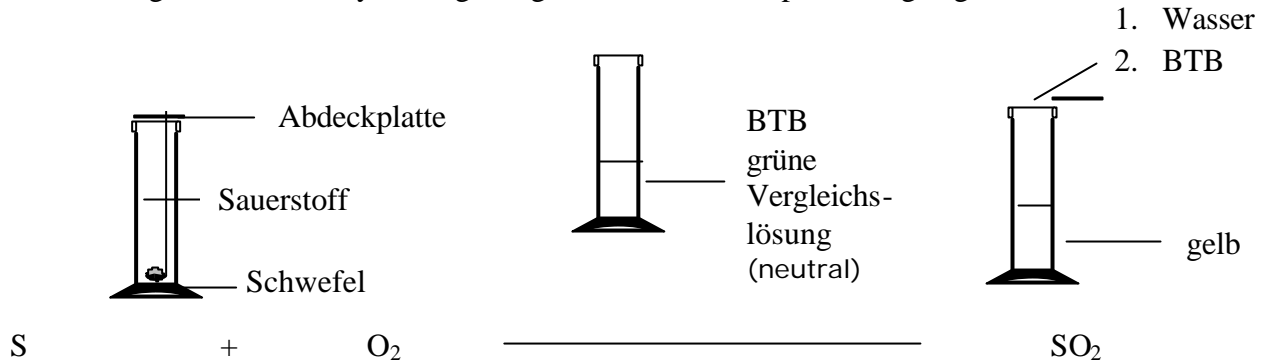
Geräte: Standzylinder, Verbrennungslöffel, Abdeckplatten, Tigelzange, Spatel, dest. Wasser H₂O

²⁶ Beck, W. (Hrsg.): Chemie 1; München 1992, 94-95

Durchführung: Man füllt sich 4 (am Boden mit etwas Glaswolle bedeckte) Standzylinder mit Sauerstoff (2 als Ersatz) und legt je eine Abdeckplatte auf.

1. Wie entsteht eine Säure?

Ein Verbrennungslöffel wird mit Schwefel gefüllt, der Schwefel angezündet, in einen mit Sauerstoff gefüllten Standzylinder gehängt und eine Abdeckplatte aufgelegt.



Nichtmetall

Sauerstoff

Nichtmetalloxid

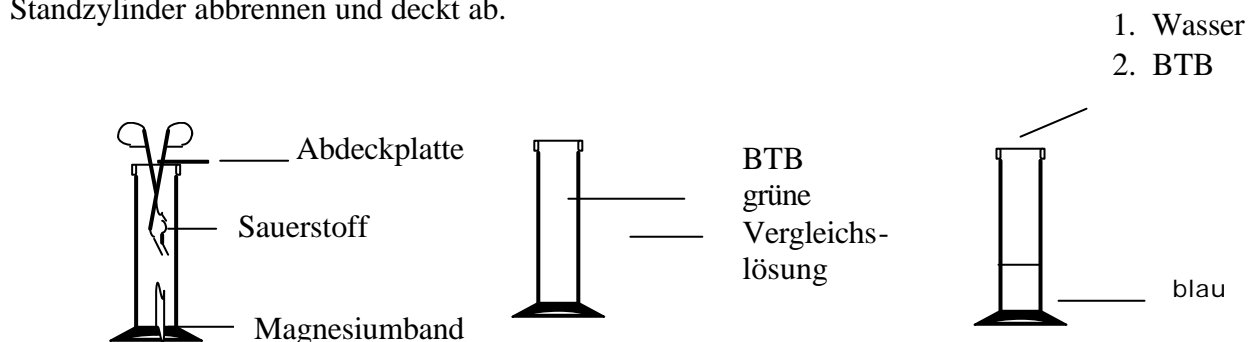
Man lässt etwas abkühlen und gibt dann Wasser und BTB dazu.

Der Indikator BTB zeigt durch die gelbe Farbe eine Säure an.



2. Wie entsteht eine Lauge?

Man zündet ein Stück Magnesiumband an, lässt es in einem mit Sauerstoff gefüllten Standzylinder abbrennen und deckt ab.



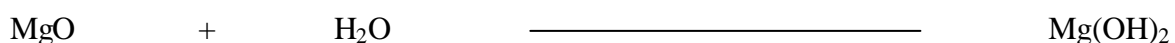
Metall

Sauerstoff

Metalloxid

Man lässt etwas abkühlen und gibt dann Wasser und BTB dazu.

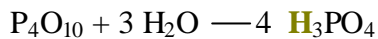
Der Indikator BTB zeigt durch die blaue Farbe eine Lauge an.



Lauge (mit BTB: blau)

Tafelanschrift:

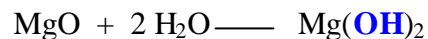
Linke Seite des PSE: Metalle



Allgemeine Säureformel: H – R

Die Wertigkeit des Säurerests ergibt sich aus dem Index des Säure-Wasserstoffs in der Säuremolekülformel.

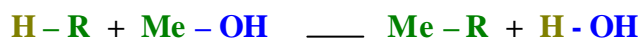
Rechte Seite des PSE: Nichtmetalle



Allgemeine Basenformel: Me – OH

Die Anzahl der einwertigen Hydroxid-Gruppen richtet sich nach der Wertigkeit des Metalls in der Basenmolekülformel.

Bei der Neutralisationsreaktion treten der Säurewasserstoff und die Hydroxidgruppen zu neutralem Wasser zusammen und das Metall mit dem Säure-Rest zum Salz der Säure:



Über die mit den Schülern erarbeiteten Schemata kann die analoge Vorgehens- und Denkweise verdeutlicht werden. Dies wird erleichtert durch die Ausschnittbildung (vgl. Didaktische Reduktion und Rekonstruktion = Transformation; zu den Begriffen: vgl. auch: www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/index), über die keine sauerstofffreien und organischen Säurebeispiele berücksichtigt werden müssen.

Bietet man nicht alle Säuren über die Herleitung an, sondern gibt nach der Festlegung der allgemeinen Formel von Säure und Base diverse Beispiele von Metallen und Nichtmetallen bzw. von ihren Oxiden vor, dann kann das vorherige induktive Vorgehen über eine jetzt möglich Formulierung von Vermutungen (Hypothesen) durch das deduktive abgelöst werden. Die Schematisierung kann noch unterstützt werden durch eine gleichsinnige Links-Rechts-Ausrichtung von Versuchsanordnung am Tisch und in der Tafelanschrift sowie einen Verweis auf die Position der Metalle (links) und Nichtmetalle (rechts) innerhalb des gekürzten PSE!

Toll, was Chemieunterricht alles kann!!!

Mit den vorgestellten Beispielen soll dazu aufgefordert werden, bei möglichst vielen anderen Themenbereichen nach ähnlichen Möglichkeiten zu suchen um auf analogen chemieunterrichtlichen Wegen zum Ziel der Vermittlung hilfreicher Lebensstrategien zu gelangen.

Bei diesem transdisziplinären Verfahren müssen immer vier Kriterien erfüllt sein:

1. Experimenteinsatz
2. Schülerorientierung und –beteiligung
3. Hervorhebung überfachlicher Zielsetzungen
4. Beachtung fachdidaktischer Forschungsergebnisse (Häußler, P. et al. 1998)¹³

- ¹Aebli, H.: Psychologische Didaktik; 19
- ²Singer, W.: Der Beobachter im Gehirn; Suhrkamp, Frankfurt/M. 2002, S. 35
- ³Themenheft PdN-ChiS 50(2001)1: Chemie in sinnstiftenden Kontexten; und: Anton, M. A.: Gibt es Chemie ohne sinnstiftenden Kontext?; in: PdN-ChiS 50(2001)4, 37-38
- ⁴Projektkerngruppe (Hrsg.): Was ist PING?, IPN, Kiel 7/1996 (Broschüre)
- ⁵Harsch, G.; R. Heimann: Didaktik der organischen Chemie nach dem PIN-Konzept; Braunschweig 1998
- ⁶Schmidkunz, H.: Der gute Lehrer; in: Chemkon 8(2001)3, 125
- ⁷Gerner, B.: Der Lehrer – Verhalten und Wirkung; Darmstadt 1974, S.7: Nur etwa 2 % der Lehrer pflegen ein sozial-integratives Erziehungsverhalten, das neben der fachlichen Unterrichtsarbeit manifest wird.
- ⁸http://www.isb.bayern.de/gym/bio_chem/aktpro.htm
- ⁹Vgl. Glowalla, U.; M. Rinck, G. Fezzardi: Integration von Wissen über ein Sachgebiet; in: Z.f.Päd. Psychologie 7(1993)1, 11-24
- ¹⁰Mertens, D.: Schlüsselqualifikationen; in: Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung 7(1974)36-43; vgl. hierzu auch: Weinert, F. E.: Vermittlung von Schlüsselqualifikationen; in: Matalik, S; D. Schade (Hrsg.): Entwicklungen in Aus- und Weiterbildung; Baden-Baden 1998; S. 23-43
- ¹¹Stanat, P.; J. Baumert: PISA-Studie: Deutschland nur im Mittelfeld; in: Stifterverband W&W (2002)2, 42-51, **46**
- ¹²Vgl. Weinert, F. E.: Der intelligente Umgang mit Information; in: Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, Stuttgart 1997
- ¹³Häußler, P.; W. Bündler; R. Duit; W. Gräber; J. Mayer: Naturwissenschaftsdidaktische Forschung – Perspektiven für die Unterrichtspraxis; IPN, Kiel 1998, S. 221-237
- ¹⁴vgl. Büchel, F. P.: Lernförderung bei Jugendlichen. Grundsätzliche Überlegungen und Prinzipien der Umsetzung; in: Bildung und Erziehung (BuE) 53(2000)3, 287-305
- ¹⁵Vgl. IMST² (Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching: Österreichische Bildungsoffensive)-Autorenteam: Mathematisch-naturwissenschaftliches Lernen im Aufbruch; Innsbruck Ende 2002 und: Gräber, W.; P. Nentwig, T. Koballa, R. Evans (Hrsg.): Scientific literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung; Opladen 2002
- ¹⁶Bergsdorf, W.: Die Universität in der Wissensgesellschaft; in: Aus Politik und Zeitgeschichte, S. 20-26, **26**; Beil. zu: Das Parlament v. 1.7.02
- ¹⁷Tausch, M. W.; M. v. Wachtendonk: Stoff, Formel, Umwelt; Bamberg 1996, 40-41
- ¹⁸Frühauf, D.; H. Tegen: Blickpunkt Chemie; Hannover 1993, 49-51
- ¹⁹Vgl. Djerassi, C.; R. Hoffmann: Oxygen – Ein Stück in zwei Akten, Weinheim 2001
- ²⁰An diesem Tag hinterlegte Lavoisier (1743-1794) beim Sekretär der Akademie der Wissenschaften eine Notiz zu den Ergebnissen seiner Experimente, mit denen er den Sauerstoff als oxidierendes Prinzip nachgewiesen hatte. Etwa 50 Jahre nach dem Tode von Stahl veranstaltete er 1789 in Paris eine öffentliche Gerichtsverhandlung, in der er selbst als “Richter” den “Ankläger `Sauerstoff`” auf den “Angeklagten `Phlogiston`” treffen ließ. Das von ihm gefällte Urteil hieß “Tod durch Verbrennen”. Der “Henker” (Mme Lavoisier) warf die Abhandlung Stahls in das offene Feuer. 1794 ereilte Lavoisier das Schicksal vieler Adelliger und er verlor sein Leben unter der Guillotine.
- ²¹“Thinking Science – Ein Konzept des naturwissenschaftlichen Denkens” – Forschungsprojekt (Cognitive Acceleration through Science Education, CASE) des KING’S COLLEGE LONDON von 1984 bis 1987. Unter einem “fairen” Experiment bzw. “Test” versteht man demnach ein solches, welches die Vermutungsprüfung nach mehreren, mindestens aber nach zwei Seiten absichert
- ²²Kiechle, H.; K. Gallenberger: Chemie 10; München 1993, 84-85
- ²³Kiechle, H.; K. Gallenberger: Chemie 9; München 1992, 94-95
- ²⁴Duschner, A. et al.: Chemie für bayerische Realschulen Jgst. 9; Berlin 1989, 136-137
- ²⁵Grunwald, B.; K.-H. Scharf: Elemente Chemie Unterrichtswerk für Gymnasien, Ausg. Bayern, 9. Schuljahr; Stuttgart 1992, 78
- ²⁶Beck, W. (Hrsg.): Chemie 1; München 1992, 94-95