

Zeitschrift: Schweizerische Lehrerzeitung

Herausgeber: Schweizerischer Lehrerverein

Band: 90 (1945)

Heft: 26

Anhang: Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht : Mitteilungen der Vereinigung Schweizerischer Naturwissenschaftslehrer : Beilage zur Schweizerischen Lehrerzeitung, Juni 1945, Nummer 5 = Expériences acquises dans l'enseignement des sciences naturelles

Autor: Rytz, W.

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

ERFAHRUNGEN

IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT

Expériences acquises dans l'enseignement des sciences naturelles

MITTEILUNGEN DER VEREINIGUNG SCHWEIZERISCHER NATURWISSENSCHAFTSLEHRER
BEILAGE ZUR SCHWEIZERISCHEN LEHRERZEITUNG

JUNI 1945

30. JAHRGANG • NUMMER 5

Zu den Nummern 4 und 5 unseres Blattes

Zeitweise gehen für unsere «Erfahrungen» so wenig Beiträge ein, dass der Redaktor die Spalten des Blattes selber auffüllen muss. Gelegentlich kann es sich aber ereignen, dass zugleich mehrere besonders umfangreiche Aufsätze angeboten werden. Es gehört nun u. E. zu den Aufgaben unserer Vereinigung, auch die Veröffentlichung solcher Arbeiten zu ermöglichen, zumal dazu in unserem Lande keine andere Möglichkeit besteht. Wenn aber die Veröffentlichung solcher grösserer Aufsätze die Aufnahme der weiterhin eingehenden Beiträge nicht für Monate verunmöglichen soll, so müssen wir in der Lage sein, in solchen Fällen eine Sondernummer auszugeben. Diesmal ist uns von der Gesellschaft für Chemische Industrie in Basel die Herstellung von zwei Sondernummern finanziert worden. Dieselben erscheinen als Nr. 4 und 5 des laufenden Jahrganges. Nr. 6 wird wieder am ordentlichen Datum, 27. Juli, erscheinen. Der Direktion der Ciba sei für das Verständnis, mit dem sie unser Gesuch entgegengenommen hat, der beste Dank ausgesprochen.

Die Redaktion der «Erfahrungen».

Stoff, Masse und Gewicht

Von E. Hess, Kantonsschule Winterthur.

(Schluss)

b) Das Wort «Gramm».

Oft werden Verwechslungen verursacht durch den Umstand, dass für die beiden nach Art und Maßstab so sehr verschiedenen Einheiten des Gewichts und der Masse das gleiche Wort Gramm (oder Kilogramm) verwendet wird. Ueberdies kann in gewissen, recht häufigen Fällen ($g = 981 \text{ cm/sec}^2$) die Masse im einen und das Gewicht im andern System durch die gleiche Zahl ausgedrückt werden. Wie leicht scheint es demnach, zu einer bekannten Masse das Gewicht zu finden oder umgekehrt! Man braucht sich lediglich unter dem Wort Gramm das eine Mal Kraft-, das andere Mal Massengramme vorzustellen. Diese Uebereinstimmung von Zahl und Namen kann zu der falschen Meinung führen, Masse und Gewicht hätten allgemein den selben Zahlenwert. Tatsächlich jedoch sind Massengramm und Kraftgramm, obgleich auf den nämlichen Naturkörper bezogen, nicht nur zweierlei Begriffe, sondern sie gehören auch verschiedenen Maßsystemen an.

Auf Tab. 2 ist in beiden Systemen ausgedrückt, wie gross die Masse und das Gewicht von Körpern ist, von denen entweder die Masse 1 g (resp. 1 techn. Masseneinheit) oder das Gewicht 1 Dyn (resp. 1 kg^*) beträgt⁸⁾.

⁸⁾ Auf S. 16 rechts unten, vor der Formel, ist (statt Technische Maßeinheit) zu lesen: Technische Masseneinheit.

Tabelle 2.

Beziehungen zwischen Gewicht und Masse und zwischen CGS- und technischem System bei $g = 981 \text{ cm/sec}^2$

		1 dyn	1 g	1 kg^*	1 TME
CGS-System	Gewicht dyn	1	981	981 000	$981000 \cdot 9,81$ $962 \cdot 10^4$
	Masse g	$\frac{1}{981}$ $1,02 \cdot 10^{-3}$	1	1000	$1000 \cdot 9,81$ 9810
Technisches System	Gewicht kg^*	$\frac{1}{981 \cdot 1000}$ $1,02 \cdot 10^{-6}$	$\frac{1}{1000}$ 10^{-3}	1	$1 \cdot 9,81$ 9,81
	Masse TME	$\frac{1}{981 \cdot 9,81 \cdot 1000}$ $1,04 \cdot 10^{-7}$	$\frac{1}{9,81 \cdot 1000}$ $1,02 \cdot 10^{-4}$	$\frac{1}{9,81}$ $1,02 \cdot 10^{-1}$	1

c) Die Gründe der Doppelspurigkeit.

Im Alltag wiegt und misst man die Waren nicht, um ihr Gewicht oder ihre Masse kennenzulernen, sondern um ihre Menge festzustellen. Ob man zu diesem Zweck das Volumen, das Gewicht oder die Masse verwende, gilt gleich; wenn man nur vom Wein oder Brot die erforderliche Menge bekommt.

Ohne Zweifel war es dieser Gesichtspunkt, der zur doppelten Verwendung des Wortes Gramm führte; man wollte damit eigentlich nicht die physikalischen Größen, sondern die Güter im Handel und Wandel messen. Vielleicht wird einmal das von Giorgi vorgeschlagene System, welches die in der Wissenschaft und in der Technik gebräuchlichen Maßeinheiten auf eine gemeinsame Basis zu stellen versucht, diese Verhältnisse klarer gestalten.

B. Vorschläge für den Unterricht.

a) Terminologie.

Manchen Verwechslungen würde heute schon vorgebeugt, wenn man, nach dem Beispiel einiger Lehrbücher, im technischen System die Gewichte mit einem andern Wort bezeichnete als mit dem im absoluten System für die Masse verwendeten «Gramm»; es werden die Ausdrücke Pond und Kilopond für g^* und kg^* vorgeschlagen. Wenn es für die Masseneinheit des technischen Systems noch keinen Namen gibt, so ist es desto nötiger, den Anfänger auf die logische Notwendigkeit einer solchen Einheit hinzuweisen.

b) Masse als abstrakter Begriff.

Es fällt dem Schüler nicht schwer, das Gewicht als eine Kraft aufzufassen; dagegen stellt er sich die Masse gewöhnlich als die Substanzmenge vor, welche

das Maß dieser Kraft regelt. Deshalb leuchtet es ihm sehr gut ein, dass die Masse 1 kg bei der als Norm gesetzten Schwerewirkung das Gewicht von 1 kg* zeigt; aber von hier ist es nur ein kleiner Schritt zu der falschen Vorstellung, Masse und Gewicht würden *grundsätzlich* durch die gleiche Zahl ausgedrückt. Eigentlich sollte man ihm deshalb diese (nur auf willkürlich vereinbarten Maßsystemen beruhende) Übereinstimmung möglichst lange vorenthalten. Zu diesem Zweck müsste die Einführung in die Mechanik zunächst nur *eines* der beiden Maßsysteme gebrauchen. Beim CGS-System wird man nur das Massengramm anwenden und die durch die Gravitation hervorgerufene Kraft ausschliesslich in Dyn angeben; das technische Gewichtssystem wäre für längere Zeit zu ignorieren. Erst wenn der Schüler gut daran gewöhnt ist, mit verschiedenen Beschleunigungen zu rechnen, mag man das kg* als neue Kräfteinheit einführen. Sie kann, wie gewohnt, historisch erklärt werden, muss aber stets nur als das Äquivalent für 981 000 Dyn gelten und soll zunächst noch nichts mit Wägungen zu tun haben. Denn als Zweck der Wägungen sieht man, allen Belehrungen zum Trotz, doch fast nur die Bestimmung von Stoffmengen; wer das Wort *Stoff*, um die Form zu wahren, durch *Masse* ersetzt, hält innerlich dennoch an der Vorstellung von Menge fest und lässt sich dadurch den wissenschaftlich-abstrakten Begriff *Masse* entgleiten. Und doch käme es gerade darauf an, sich die Masse als abstrakte Rechnungsgrösse vorzustellen, die einzig aus den Wirkungen der Schwere und der Trägheit ermittelt werden kann.

Wer die Grundbegriffe der Mechanik im technischen System ableiten will, wird vom kg* aus auf die technische Masseneinheit übergehen und erst, wenn die Begriffe gut bekannt sind, auch die Einheiten des CGS-Systems benützen.

c) Wägung.

Dem Prinzip des Wägens ist im Unterricht besondere Aufmerksamkeit zu schenken (von der Technik der Wägungen ist hier nicht die Rede). Der praktische Zweck ist unverhohlen die Beurteilung der Stoffmengen; aber der Schüler lässt sich leicht darüber belehren, dass der Stoffbegriff auch heute noch unabgeklärt ist und dass man an seiner Stelle Gewicht oder Masse, als Erscheinungsformen des Stoffes, zu bestimmen pflegt. Man darf wohl behaupten, dass die Ungleichheit der Erdbeschleunigung dabei nicht störe.

Weiter zu gehen ist nicht nötig; denn jeder Schritt führt zu neuen Fragen⁹⁾. So ist es z. B. nur halb richtig, wenn man etwa erklärt, mit Hebelwaagen würden gar nicht Gewichte, sondern Massen ermittelt; denn tatsächlich stellt man (bei gleichen Hebelarmen) Gleichheit der *Gewichte* und dadurch der Drehmomente her, und nur aus der Gleichheit der Erdbeschleunigung ergibt es sich, dass dann auch die Massen auf beiden Waagschalen gleich sein müssen. Wenn man derartigen Erklärungen nicht ganz auf den Grund geht, so lässt man sie besser beiseite. Es genügt zu wissen, dass man durch Wägungen im Alltag weder Gewicht noch Masse, sondern die Menge der Stoffe

kennenlernen will, in der Wissenschaft dagegen die beiden Begriffe, bei Kenntnis der Schwerebeschleunigung, ineinander umrechnen kann.

d) Umrechnungen.

Bei Umrechnungen zwischen Masse und Gewicht muss man nicht nur einen *Begriff* aus einem andern ableiten, sondern häufig auch noch zu gleicher Zeit den *Maßstab* auswechseln. Diese Doppelaufgabe lässt sich zwar in *eine* Formel, nicht aber in *einen* Denkvorgang zusammenfassen. Deshalb sollte man die Schüler daran gewöhnen, sie mit aller Ueberlegung getrennt auszuführen.

Es dürfte sich empfehlen, zunächst nur innerhalb des *einen*, vielleicht nachher auch des andern Maßsystems die Beziehungen zwischen Gewicht und Masse gründlich abzuklären.

Dann erst kommt eine nächste Aufgabe, die darin besteht, Grössen der *gleichen Art*, also entweder Massen oder Gewichte, aus dem einen System ins andere umzurechnen, z. B. von Dyn in kg* oder von g in die technische Masseneinheit. So wird deutlich gesondert, was eine physikalische Berechnung und was bloss eine Ueberführung in ein anderes Maßsystem ist.

e) Schulstufen.

Für den Unterricht an der Volksschule scheint mir der Begriff *Masse* ganz ungeeignet; er ist so abstrakt, dass er vor der Pubertätszeit überhaupt nicht erfasst werden kann. Ein begabter Bezirks- oder Sekundarschüler kann zwar gelehrt werden, mit dem Wort *Masse* und seinem algebraischen Zeichen *m* richtig umzugehen und damit Aufnahmeprüfungen gut zu bestehen; aber was *Masse* wirklich bedeutet, wird er kaum begreifen.

Man mache die Schüler dieser Stufen recht bekannt mit dem *Gewicht*, zeige, wie es einerseits von der Grösse und Beschaffenheit der Körper abhängt und deshalb zur Messung von Stoffmengen geeignet ist, andererseits von der Wirkung der Erde (oder anderer Körper) beeinflusst wird. In ähnlicher Weise kann auch die Trägheit gezeigt werden, ohne den Begriff *Masse* zu isolieren und zu benennen. Für beide Zwecke verweile man ruhig in der sichtbaren Welt der Körper!

Wer keine weitem Schulen besucht, wird den Massenbegriff nie vermissen; wer an eine Mittelschule übertritt, ist dann schon mit den Tatsachen vertraut, aus denen nunmehr der Begriff *Masse* abgeleitet werden muss; der Schüler kann aber hier im geeigneten Alter zum richtigen Verständnis desselben geführt werden. Den Begriff der *Masse* einzuführen und durchzuarbeiten ist tatsächlich eine Aufgabe der Mittel-, nicht aber der Volksschule.

f) Gewicht und Masse im Chemie-Unterricht.

Hat man sich davon überzeugt, dass Stoff an und für sich in keine quantitative Betrachtung einbezogen werden kann, so fragt es sich, ob und in welchem Umfang es möglich und zweckmässig wäre, den Kollektiv-Begriff *Stoff* vom Chemie-Unterricht auszuschliessen und sich auf *die Stoffe* zu beschränken. Wie die Physik an Stelle der Naturkörper den Massenpunkt, das Proton, den starren oder den vollkommen elastischen Körper benützt, so könnte sich viel-

⁹⁾ Paul Rossier, Un appareil de démonstration destiné à la comparaison des masses. *Erfahrungen* 29. 1944, Nr. 5.

leicht auch die chemische Betrachtung auf die Stoffe und ihre Bausteine beschränken.

Dann verstünde es sich von selbst, dass man abgegrenzte Mengen eines Stoffes nach Belieben durch die Masse, das Gewicht, das Volumen usw. (bei gleichen äussern Verhältnissen) messen kann. Da diese Grössen nur Mittel sind zur quantitativen Kennzeichnung der Stoffe, so ist es gleichgültig, ob man sich die Ergebnisse der Wägungen als Massen- oder Gewichtgramme denkt. Aber für den Unterricht würde eine solche Unentschiedenheit verhängnisvoll wirken, da man bei jeder Gelegenheit physikalische Beziehungen verwenden muss.

Darum ist eines wichtig: Jedermal, wenn der Lehrer das Wort Gramm ausspricht, muss er wissen, ob er damit die Massen- oder die Krafteinheit meint; nur dann wird er es konsequent in seine Sätze einbauen und einer Unsicherheit des Schülers vorbeugen, die durch keine noch so sorgfältige «Behandlung» des Themas wieder gutgemacht werden könnte.

Die «konstanten Proportionen» gelten sowohl für die Masse wie für das Gewicht; sie lassen sich ja auch durch die Volumina erkennen. Die Verhältniszahlen, die wir *Atom-, Molekular- oder Äquivalentgewichte* nennen, lassen sich ebenso gut aus den Gewichten wie aus den Massen ableiten, und selbst das *Grammatom* kann man definieren als diejenige Menge eines Stoffes, welche so viele Kraftgramme wiegt oder so viele Massengramme repräsentiert, wie der Atomgewichtszahl entsprechen. Da hierbei keine Ortsveränderungen in Betracht kommen, hat der tatsächliche Wert der Erdbeschleunigung keine Bedeutung.

IX. Dichte und spezifisches Gewicht.

A. Das spezifische Gewicht.

Wie Masse und Gewicht, so bieten auch die Begriffe von Dichte und spezifischem Gewicht Gelegenheit zu mancherlei Verwechslungen, die teilweise auf dem gleichen Grunde beruhen.

Die Unterschiede, die wir durch das spezifische Gewicht messen, ergeben sich aus der alltäglichen Erfahrung, und es ist hier nicht nötig, auf die geschichtlichen Ursprünge des Begriffs einzutreten. Heute definieren wir das spezifische Gewicht als Beziehung zwischen Gewicht und Raum: $s = \frac{G}{V}$. Dabei wird

vorausgesetzt, dass wir, entgegen den im technischen System sonst üblichen Einheiten von kg^* und m , entweder in g^* und cm^3 oder in kg^* und dm^3 messen. Wie war dies aber früher, als jede Stadt noch ihr besonderes Maß und Gewicht hatte? Da man nur die in den gleichen Einheiten bestimmten spezifischen Gewichte miteinander hätte vergleichen können, drückte man den gleichen Sachverhalt auf andere Art aus, nämlich durch die Angabe wie vielmal schwerer ein Körper sei als das gleiche Volumen Wasser (oder Luft). Diese Verhältniszahl ist unabhängig von den gewählten Maßeinheiten; zugleich entspricht sie der uralten Bestimmungsmethode nach dem Archimedischen Prinzip. Wenn wir heute noch (abgekürzt) sagen, ein Stoff sei schwer oder leicht, so denken wir dabei an einen Vergleich, etwa mit dem gleichen Volumen Wasser.

So gut aber diese Verhältniszahl dem Bedürfnis entsprach, wurde sie dennoch mit der Einführung des

metrischen Systems ersetzt durch den schon genannten Begriff des Volumgewichts $s = \frac{G}{V}$. Im CGS-System ist das Gewicht auszudrücken durch seine Faktoren Erdbeschleunigung und Masse:

$$s = \frac{mg}{V} \text{ oder } s = \frac{m}{V} 981$$

Dann ist also an einem Ort mit der Schwerebeschleunigung von 981 cm/sec^2 das spezifische Gewicht des Wassers = 981, dasjenige des Quecksilbers $13,5 \cdot 981$. Aber in der Regel wird das spezifische Gewicht nur beim Arbeiten mit dem auf das Gewicht bezogenen technischen Maßsystem verwendet; das absolute System rechnet einfacher mit der Dichte.

B. Die Dichte.

a) Definition des Begriffs.

Für Rechnungen im absoluten System pflegt man den das Gewicht bedingenden Faktor g der Erdbeschleunigung wegzuschaffen und bezeichnet dann als Dichte den Quotienten aus Masse und Volumen

$$d = \frac{s}{g} = \frac{G}{V} \cdot \frac{1}{g} = \frac{mg}{V} \cdot \frac{1}{g} = \frac{m}{V}$$

Wie die Masse gegenüber dem Gewicht, so hat die Dichte gegenüber dem spezifischen Gewicht den Vorzug, nicht von der Schwerkraft g abhängig zu sein. Ein Stoff von der Dichte $d = 1,2 \text{ g/cm}^3$ hat also das spezifische Gewicht $s = 1,2 \cdot 981 \text{ dyn/cm}^3$, wenn man für beide Maße das gleiche System verwendet.

Tabelle 3.

Dichte (d) und spezifisches Gewicht (s) im CGS- und im technischen Maßsystem für einen Ort mit $g = 981 \text{ cm/sec}^2$

	CGS-System		Technisches System	
	d	s	d	s
Definition	$\frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}}$	$\frac{\text{Gewicht}}{\text{Volumen}}$	$\frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}}$	$\frac{\text{Gewicht}}{\text{Volumen}}$
Dimension	$\frac{g}{cm^3}$	$\frac{dyn}{cm^3}$	$\frac{TME}{dm^3}$	$\frac{kg^*}{dm^3}$
Werte für Wasser	1	981	0,102	1
Umrechnung	$d = \frac{s}{981}$	$s = d \cdot 981$	$d = \frac{s}{9,81}$	$s = d \cdot 9,81$

b) Zahlenmässige Uebereinstimmung zwischen spezifischem Gewicht und Dichte.

Wie sich aus der Definition ergibt, muss man innerhalb eines jeden Maßsystems die Dichte mit der Schwerebeschleunigung g multiplizieren, um das spezifische Gewicht zu bekommen

$$s = gd \quad d = \frac{s}{g}$$

Die beiden Werte unterscheiden sich also durch den Faktor g voneinander; deshalb können sie einander nicht ersetzen.

Aber wenn man, wie üblich, die Dichte im CGS-System ausdrückt, das spezifische Gewicht aber im technischen, so erhält man beim Wert von $g = 981 \text{ cm/sec}^2$ und geeigneter Auswahl der Volum- und Gewichtseinheiten für beides die gleichen Zahlen. Dieser Umstand führt den Unaufmerksamen dazu, die beiden Begriffe für identisch zu halten und auch dann

miteinander zu vertauschen, wenn die Vorbedingungen der Uebereinstimmung nicht mehr erfüllt sind.

Gäbe es einen Whisky, von welchem 1 Liter gerade 1 englisches Pfund kostete, so wäre die Gleichsetzung 1 Liter = 1 Pfund Sterling in bezug auf die Zahl zwar gerechtfertigt, in bezug auf den Inhalt der Aussage jedoch nicht unsinniger, als wenn man Dichte und spezifisches Gewicht — wegen der zufälligen Gleichheit der Zahlen — einander gleichsetzen wollte.

Wie die Begriffe von Masse und Gewicht nicht nur als physikalische Grössen, sondern auch als Ausdruck der Stoffmenge in unserer Vorstellung enthalten sind, verwenden wir auch *Dichte* und *spezifisches Gewicht* zur Bezeichnung der Stoffmenge in der Raumeinheit. Da sich indessen diese mit keinem der beiden Begriffe deckt, ist es gleichgültig, welchen man dafür benützt. Wo jedoch ein Gewicht ausgesprochen als Kraft vorkommt, wird man das spezifische Gewicht anwenden, nicht die Dichte.

Im alltäglichen Gebrauch ist der Fehler vielleicht etwas kleiner, wenn man die Dichte benützt. Die Redensart, Eisen sei schwerer als Holz, ist unrichtig, weil ihr die Beziehung auf das Volumen fehlt; diese ist jedoch da, wenn man sagt, Eisen sei dichter als Holz. Manchmal erscheint es wie eine falsche Volkstümlichkeit, wenn man den verbreiteten Ausdruck des spezifischen Gewichts gebraucht an Stelle des sprachlich bequemeren und richtigeren der Dichte. Ist es aber für einen Zweck nötig, das *spezifische Gewicht* zu berücksichtigen, dann darf der Lehrer nicht einfach der Dichtezahl einen andern Namen geben, sondern er soll entweder das Raumgewicht in dyn/cm^3 angeben oder den Uebergang vom absoluten zum technischen System ausdrücklich betonen.

c) Ueberlieferte Bedeutung des Wortes.

Wie die Masse, so ist auch die Dichte aus dem allgemeinen Sprachgut übernommen worden und hat deshalb alte Nebenbedeutungen, die sich der physikalischen Definition $d = \frac{m}{V}$ nicht fügen. Abgesehen von den Naturphilosophen, führten auch *Kepler* und *Newton* die Unterschiede der Dichte noch darauf zurück, dass der gleiche Raum ungleiche Stoffmengen enthalte. Indem man auch hier die unfassbare Stoffmenge durch den genau bestimmbareren Begriff der Masse ersetzte, war die Dichte definiert. Im Alltag ist freilich die alte Auffassung noch immer verbreitet; im populären Gebrauch bedeutet Dichte die in der Volumeinheit enthaltene Stoffmenge, ausgedrückt durch die Masse. Es ist aber unrichtig, von einem Enthaltensein zu reden oder die Dichte als eine irgendwo vorhandene Masse zu betrachten; sie ist eine Grösse besonderer Art und wird bestimmt, indem man die Masse eines Körpers durch sein Volumen dividiert.

X. Schluss.

Schon H. Schüepf hat gezeigt, dass kein sachlicher Grund vorliegt, im Chemie-Unterricht einen der beiden Begriffe Masse (Dichte) oder Gewicht (Spezifisches Gewicht) zu bevorzugen; beide tun, richtig eingesetzt, den gleichen Dienst. Aber dies darf nicht dazu führen, dass man die beiden Begriffe als gleich behandelt.

Wichtiger als eine prinzipielle Stellungnahme für Masse oder Gewicht ist deshalb, dass man mit der Verwendung des abstrakteren Massenbegriffs so lange zuwartet, bis der Schüler das nötige Verständnis hat und der Lehrplan die Aufwendung der erforderlichen Zeit gestattet. Dann wird es möglich sein, die paar Grundbegriffe ohne Verwirrung herauszuarbeiten und die Sprache der Lehrbücher und der Lehrer so zu handhaben, dass sie keine Möglichkeit zu Missverständnissen bieten.

Demonstration der Valenzerhöhung als Oxydations- und der Valenzerniedrigung als Reduktionsvorgang

Von W. Rytz, Gymnasium Burgdorf.

Mit dem folgenden Versuch (er ist wohl nicht neu, aber in keinem der mir bekannten Lehrbücher angedeutet, leicht durchführbar und sehr eindrucklich) kann im Hofmannschen Apparat eine Valenzerhöhung als Anodenreaktion und gleichzeitig eine Valenzerniedrigung als Kathodenreaktion gut sichtbar gemacht werden.

Der Hofmannsche Apparat wird mit einer schwach alkalischen Lösung von Kalium-Manganat (K_2MnO_4) beschickt. Man stellt diese wenig stabile Substanz vor dem Versuch her, indem man das folgende Gemisch im Tiegel schmilzt und kurze Zeit glüht: 2,5 g Braunstein (MnO_2), 5 g Salpeter (KNO_3), 5 g Aetzkali (KOH). Dadurch entsteht aus dem Braunstein, mit vierwertigem Mangan, durch Oxydation das *Kaliummanganat*, mit sechswertigem Mangan. Nach dem Erkalten übergiesst man die Schmelze mit verdünnter Kalilauge und filtriert. Das Filtrat ist eine grüne Lösung. Man setzt noch etwas verdünnte Schwefelsäure zu, doch nur soviel, dass die Lösung noch alkalisch und grün bleibt.

Bei der Elektrolyse dieser Lösung von Kaliummanganat entsteht bei der Anode durch Oxydation das violette Kaliumpermanganat (KMnO_4), und gleichzeitig bei der Kathode durch Reduktion Braunstein, beziehungsweise dessen Hydrat. Wir können so nebeneinander violetter Permanganat, grünes Manganat und braunes Manganhydroxyd, also Mangan mit den Wertigkeitsstufen VII, VI und IV sehen. Vertauschen wir die Zuleitungsdrähte, so dass die Anode zur Kathode und die Kathode zur Anode wird, dann werden wir auch bald die chemischen Erscheinungen vertauscht sehen.

Aus den verschiedenen Versuchen, die man bei der Besprechung der Elektrolyse jeweils durchführt und unter die sich vielleicht der eben beschriebene gut einreihen lässt, können dann die Vorgänge an den Elektroden zusammengefasst werden:

Vorgänge der Anode:	Vorgänge an der Kathode:
Vermehrung der positiven Ladungen (Verlust von Elektronen)	Vermehrung der negativen Ladungen (Gewinn von Elektronen)
Oxydationsvorgänge	Reduktionsvorgänge
Valenzerhöhung	Valenzerniedrigung
Entladung der Anionen	Entladung der Kationen
Zunahme der Azidität.	Zunahme der Alkalinität (bei Alkali- und Erdalkalimetallsalzen).