

Was hat das Atom mit dem Individuum zu tun? Die Sprache (in) der Chemie*

Dr. Heinrich Schönemann, Haarbeckstr. 26, 47506 Neukirchen-Vluyn,
<HeinrichSchoenemann@web.de>

„daß wir nur mit Hülfe der Worte denken“, heißt es schon in der Einleitung desjenigen Chemiebuchs¹, das – erstmalig 1789 während der ‚chemischen Revolution‘ in Paris erschienen – den Startschuss zur Entwicklung der heutigen Chemie markiert: Lavoisiers *Traité élémentaire de chimie* (Paris 1789).

Gerade die Fachausdrücke und die Nomenklatur selbst sind es aber, die häufig Schülern und Studenten den Weg zur Chemie versperren und sie dieses Fach als undurchschaubar erleben lassen. Es kommt also darauf an, diese Wörter mit Inhalt und mit Verständnis zu füllen: Während sich der Inhalt des jeweiligen Ausdrucks aus dem sachlichen Zusammenhang ergibt, kann ein tiefergehendes Verständnis nur dadurch erreicht werden, dass man die ‚Wurzeln der Wörter‘ freilegt und erklärt, was diese ursprünglich bedeuteten und wer sie in welchem Zusammenhang formulierte.

Nun ist die Sprache der Chemie im Wesentlichen griechischen Ursprungs: Sie besteht zum einen aus Begriffen, die schon in der Antike bekannt waren und sich in die Gegenwart hinübergerettet haben. Dabei hat häufig die Bedeutung gewechselt, so dass man an ihnen die Entwicklung der Chemie ablesen kann und Hinweise erhält über die chemischen Kenntnisse der Antike.

Die andere, anscheinend unübersehbar große Gruppe von Ausdrücken wurde erst während oder nach der chemischen Revolution geprägt. Dabei wurden diese Ausdrücke fast ausschließlich den beiden klassischen Sprachen, hauptsächlich dem Griechischen, entnommen. Die Kenntnis beider Sprachen erleichtert nicht nur das Verständnis dieser Wörter, sondern ermöglicht es, diejenigen Gedanken und Theorien zu erkennen, die bei der Wahl des jeweiligen Ausdrucks Pate gestanden haben. Die Theorien haben sich weiterentwickelt und wurden z. T. durch neue überholt, ohne dass die Begriffe selbst verändert wurden. Damit lässt sich an diesen Begriffen die Entwicklung der heutigen Chemie ablesen, und es wird klar, dass auch die jetzige Chemie nicht der Weisheit letzter Schluss ist, sondern

eine Übergangsform in der weiteren Entwicklung darstellt. Die Kenntnis des Vorangegangenen ist aber die unabdingbare Voraussetzung für das Verständnis des jetzigen Zustands.

Da die Fachausdrücke der anderen Wissenschaften ebenfalls fast ausschließlich den beiden klassischen Sprachen entstammen, führt die Etymologie der Chemieausdrücke automatisch zu Vernetzungen mit anderen Wissenschaften.

Die Analyse der aus dem Griechischen kommenden Fremdwörter wird durch die Kenntnis einiger weniger Grundbegriffe sehr erleichtert.

1. Qualitativer Ablauf (ε → ο)

λεγειν (legein) lat. legere, ‚lesen‘, sammeln, sagen

λογος (logos) Wort, Rede, Gedanke

φερειν (pherein) lat. ferre tragen (‚-bar‘, ‚Bahre‘)

φορος (phoros) Träger vgl.: φωσ-φορος (phos-phoros) Lichtträger, Abendstern (lat. lucifer), χριστο-φορος (Christo-phoros), chromophor, Elektrophorese,...

2. Alpha-Privativum (α-, αν-), Verneinung

privatus, lat. der (seines Amtes) Beraubte, der Privatmann (ohne Amt)

α-δικος (a-dikos) lat. in-iustus dt. un-gerecht

α-συλια (s-ylia) Unverletzlichkeit, Asyl

α-τροφος (a-trophos) schlecht genährt (Atrophie), (τρεφειν (trephein) ernähren)

α-σβεστος (a-sbestos) unauslöslich, unzerstörbar

αν-αρχια (an-archia) gesetzloser Zustand

αν-ωμαλια (an-omalia) Unregelmäßigkeit (ομαλος homalos) gleich, eben;
nicht vom lat. norma Regel, Richtschnur)

3. Alpha-Euphonikon (zur Aussprache-Erleichterung)

Selten, dann besonders vor st- und sp-.

Während das Alpha-Privativum sehr häufig vorkommt, findet man zwar nur wenige Beispiele für das Alpha-Euphonikon, dafür tritt es aber im Namen des wohl bekanntesten Heilmittels, des Aspirin^R (Bayer, 1899, für die Acetylsalicylsäure ASS C₆H₄(O-CO-CH₃)COOH), auf. Der zweite Teil des Namens ist leicht zu erklären: Die o-Hydroxy-benzoessäure (C₆H₄(OH)COOH) wurde nicht nur aus der Weidenrinde gewonnen (lat. *salix*, *salicis* Weide [⇒ Salicylsäure]), sondern auch aus der Spirstaude (lat. *spiraea ulmaria* Mädesüß [⇒ Spirsäure]).

Für den ersten Teil des Namens, die Vorsilbe A-, heißt es in der ‚Geburtsurkunde‘ dieses Begriffs:

Wie ist das Wort entstanden? Ist es ein reiner Phantasiename oder gibt es irgend welchen Anhalt über die Zusammensetzung oder Wirkung des Körpers, für dessen Bezeichnung es bestimmt ist?

Phantasiename resp. Vorsetzen von A vor Spirsäure, um leichteres Aussprechen zu bezwecken.²

Merkwürdigerweise wird heute von der Firma Bayer eine andere Erklärung für die Vorsilbe A- gegeben; so heißt es z. B. in einer aus Anlass des 100jährigen Jubiläums dieses Medikaments herausgegebenen Firmenschrift:

1899 23. Januar

4 Ein Zirkular legt den Namen Aspirin^R für das neue Schmerzmittel fest. Das „A“ steht für Acetyl, die zweite Silbe „spir“ ist eine Anlehnung an die mit Salicylsäure chemisch identische Spirsäure aus dem Saft der Spirstaude (*Spirea ulmaria*).³

Ein Blick in Ilias und Odyssee

Die ersten griechischen Schriftzeugnisse datieren aus der Zeit um 750 v. Chr., kurz nach der Einführung der griechischen Schrift; es sind dies die Ilias und Odyssee des Homer⁴. Beide Epen – insbesondere die Odyssee – enthalten eine Fülle von Naturbeobachtungen, und es lassen sich in ihnen schon erste Hinweise auf unser heutiges chemisches Vokabular nachweisen: So wird im XIV. Buch der Ilias das Ende eines Zweikampfs zwischen dem Trojaner Hektor und dem Griechen Aias beschrieben: Zunächst gehen sie mit Metallwaffen aufeinander los, und nachdem diese unbrauchbar geworden sind, wirft Aias einen Stein auf Hektor; dieser reagiert, wie in den Versen 414 und 415 beschrieben. Bemerkenswert sind die drei letzten Wörter: in der Nähe einer elektrischen Entladung entsteht ein *schrecklicher Geruch nach Schwefel* (gemeint ist Schwefeldioxid). Dabei handelt es sich um den im 19. Jahrhundert so genannten elektrischen Geruch, als dessen Träger Schönbein 1840 eine Modifikation des Sauerstoff erkennt, die er nach dieser Eigenschaft (*odme* Geruch, *ozein* riechen) Ozon nennt. Auch die beiden anderen Wörter spielen heute in der Chemie eine Rolle: *theion* Schwefel tritt in den Thio-Verbindungen auf, und der Stamm des Wortes *gignetai* es entsteht (*gen) begegnet uns im Hydrogenium, Oxygenium, den Halogenen usw. Der brennende Schwefel wird im übrigen auch als Reinigungsmittel eingesetzt⁵.

Ozon

Ca. 800 v. Chr., Homer, Ilias, XIV, 414ff

ὥς δ' ὅθ' ὑπὸ πλεγγῆς πατρὸς Διὸς ἐξερίπη δρυῖς
πρόρριζος, δεινὴ δὲ θεαίου γίγνεται ὀδμή

hos d'hoth hypo pleges patros Dios exeripe drys
prorrhizos, deine de theeiu gignetai odme

So, wie vom (Blitz-)Schlag des Vaters Zeus getroffen, die entwurzelte Eiche niederkracht und ein schrecklicher Geruch nach Schwefel entsteht, ...

theion, theeion (nicht verwandt mit theios, Schwefel ("Thio"-Verbindungen)
göttlich)

odme, ozein, ozon (lat. odor, Geruch) Geruch, riechen, riechend
Osmium (wegen des intensiv
riechenden Osmiumtetraoxid)
Ozon (Schönbein 1840 wegen des
"elektrischen Geruchs")

1800, Cruickshank (1745 - 1800):

Elektrolyse von Schwefelsäure mit der 1799 entwickelten Volta-Säule:

"... (am positiven Pol) ... bekam sie (die konz. Schwefelsäure) einen eigentümlichen Geruch, der etwas dem der sehr verdünnten oxydierten Salzsäure (Chlor) glich."

1811, Schönbein (1799 - 1868):

Beim Blitzeinschlag in die Kirche von Metzingen nimmt Schönbein einen "schweflichten Geruch" wahr, desgleichen 1839 bei ähnlichem Anlaß.

1840 erkennt er, daß auch bei der Elektrolyse des Wassers dieser "elektrische Geruch" auftaucht, und zwar zusammen mit dem Sauerstoff. Er benennt ihn wegen der vermuteten Ähnlichkeit mit-Chlor (grie. chloros, gelbgrün) und Brom (grie. bromos, Gestank) "Ozon" (riechend).

1995, Blume (in Anlehnung an Cruickshank, 1800, und Schönbein, 1840):

Elektrolyse von Schwefelsäure (c = 5 mol/l) bei 10-15 V Gleichspannung im Hofmannschen Wasserzersetzer liefert Ozon in genügender Konzentration (0,2 Vol-%).

Eine weitere, für die Chemie besonders aufschlussreiche Passage ist in der Kirke-Episode im X. Buch der Odyssee beschrieben: Odysseus ist mit seinem Schiff an einer ihm unbekanntem Insel gelandet. Einige Männer werden zur Erkundung in das Landesinnere geschickt, geraten dort in den Palast der Zauberin Kirke (⇒ bezirzen) und werden von dieser in Schweine verwandelt. Einer kann entkommen und berichtet dem Odysseus. Dieser macht sich selbst auf den Weg und begegnet dem Gott Hermes, der ihm Hinweise gibt, wie er sich bei Kirke zu verhalten habe, und ihm insbesondere ein Gegenmittel gegen die Zauberkräfte der Kirke aushändigt.

Homer, Odyssee, ca. 750 v. Chr.

Kirke-Episode, X. Buch, hier: 302 - 307

ὥς ἄρα φωνήσας πόρε φάρμακον Ἀργεῖφόντης
ἐκ γαίης ἐρύσας καί μοι φύσιν αὐτοῦ ἔδειξε.
ῥίζη μὲν μέλαν ἔσκε, γάλακτι δὲ εἴκελον ἄνθος·
μῶλυ δὲ μιν καλέουσι θεοί, χαλεπὸν δὲ τ' ὀρύσσειν
ἀνδράσι γε θνητοῖσι· θεοὶ δὲ τε πάντα δύνανται.
Ἑρμείας μὲν ἔπειτ' ἀπέβη πρὸς μακρὸν Ὀλυμπον

hos ara phonesas pore pharmakon Argeiphontes
ek gaies erysas kai moi physin autou edeixe.
rhize men melan eske, galakti de eikelon anthos;
moly de min kaleousi theoi, chalepon de t' oryssen
andras ge thnetoisi; theoi de te panta dynantai.
Hermeias men epeit' apebe pros makron Olympon

So sprach der Argeiphont (Hermes) und gab mir ein **Heilkraut**,
das er aus der Erde gezogen hatte, und zeigte mir dessen **Wuchs**.
Schwarz war es in der Wurzel, die **Blüte** war ähnlich der **Milch**;
Moly nennen es die Götter; schwer ist es auszugraben
für sterbliche Männer; Götter aber können alles.
Dann ging Hermes zum großen Olymp ...

φάρμακον, Zeile 302, 287: Gegengift (⇒ **Pharmazie**, ...)
Zeile: 317, 376, 392: Gift

φύσις, Wuchs, Beschaffenheit (⇒ **Physik, Physiologie**, ...)
lat. fuisse, gewesen sein, futurus, künftig
dt. ‚bin‘, ‚bauen‘

μέλας, schwarz (⇒ **Kalomel**, „schön schwarz“, Hg₂Cl₂,
καλός, schön)

<p>γάλα, γαλακτος, Milch (⇒ Galactose, γαλαξίας <κυκλος > Milchstraße, Galaxie, ...) lat. lac, lactis (⇒ Lactose) ανθος Blume, Blüte (⇒ Anthocyane, Anthologie, ...) Ερμείας, Ερμης Hermes (→ Ηρμης Τρεισεμγιστος (Hermes Treismegistos), dreimal größter Hermes ⇒ hermetisches Versiegeln [Abschließen])</p>

Die in der lateinischen Umschrift der sechs Hexameter fett gedruckten Wörter haben einen direkten Bezug zur Chemie und werden heute noch verwendet. Dabei ist besonders bemerkenswert, dass das Wort *pharmakon* in dieser Episode mehrfach, und zwar in zwei verschiedenen Bedeutungen, vorkommt, einerseits als Gegengift (des Odysseus), andererseits als Gift (der Kirke). Außerdem tritt hier erstmalig in der gesamten Antike der Begriff *physis* auf, und zwar in seiner ganz

konkreten Bedeutung (Wuchs, Beschaffenheit). Die abstrakte Bedeutung (Natur) wird erst sehr viel später entwickelt. Des Weiteren enthält der Text eine Fülle von Wörtern, die noch heute im Allgemeinen Sprachgebrauch präsent sind:

Phonetik, ex-, Geo-, mir, Diktat(or), Diktion, zeigen, Kalender, (Re)klame, (Ak)klamation, Klamauk, Theo(logie), Andro(gen), Andreas, Andrea, (Alex)ander, (Eu)thanasie, Pan(-europa), Dynamik, Dynastie, Apo(theke, -logie, -stel, ...), (Akro)bat, Basis, Base, basal, makro(skopisch), Olymp

Insgesamt enthalten diese sechs Hexameter mit ihren 46 Wörtern die ‚Vorläufer‘ von 21 Wörtern, die noch heute im Deutschen verwendet werden. Das ist kein Zufall: Jeder der etwa 12 000 bzw. 15 000 Hexameter der Odyssee bzw. Ilias enthält ca. zwei bis vier derartige ‚Vorläufer‘, darunter auch viele mit einem Bezug zur heutigen Chemie. Einige sind im Folgenden zusammengestellt:

ασβεστος γελως (asbestos gelos) unauslöschliches (endloses) Gelächter „homerisches Gelächter“ (⇒ Asbest)
 τεχνηεις (techne-eis) (mechanisch) kunstvoll (⇒ Technik)
 χλωρος δεος (chloros deos) bleiches Entsetzen (XI. Gesang, Unterwelt)
 χλωρος ‚gelb‘-grün, Farbe des frischen Grases (⇒ Chlor)
 ιοειδης ποντος (i-oieides pontos) veilchenfarbiges Meer (⇒ Iod) ()ι-ov lat. viola dt. Veilchen ((v)i-on) (vgl. violett)
 ειδος Aussehen (eidos) ειδης (-eides) aussehend wie (⇒ Endsilbe -id)
 ()ειδεναι ((v)eidenai) gesehen haben ‚wissen‘ lat. videre, engl. inter-view (vgl. Idee, Ideal, Idylle, ...)
 ιστορια (historia) Wissen(schaft), Kunde Wissen über die Geschichte (Plinius, Historia naturalis, Naturkunde; nicht: Naturgeschichte)
 ιρις (iris) Regenbogen, personifiziert als Götterbotin (nur in der Ilias) (⇒ Iridium)
 αιθηρ (aither) obere (heiße) Himmelsluft (⇒ Äther, Ether)
 αιθειν (aithein) entzünden, in Brand stecken
 οψις (opsis) Sehen (vgl. Optik)
 αιθιοπες (aithiopes) die verbrannt (braun) Aussehenden „Äthiopier“
 αηρ (a-er) untere (dicke) Luft (vgl. Aero-), lat. aer, engl. air Malaria (lat. malus schlecht), Buenos Aires (lat. bonus, gut)
 βιος (bios) Leben (vgl. Biologie, ...) ⇒ aero-b(ios), mit Luft (Sauerstoff) lebend ⇒ an-aero-b(ios), ohne Luft lebend
 ηλεκτρον (elektron) 1. Bernstein 2. „Elektron“, natürlich vorkommende Legierung aus Gold und Silber, erstes Münzmetall ca. 700 v. Chr.) (⇒ Elektrizität, Elektron)

Das Elektron

Dass von dem bei Homer genannten *elektron* als Bernstein eigenartige Kräfte ausgehen, vergleichbar denen des Magneten, war schon Thales von Milet⁶ bekannt:

Aristoteles de kai Hippias phasin auton kai tois apsychois metadidonai psyches, tekmaironenon ek tes lithou tes magnetidos kai tou elektrou.⁷

Aristoteles und Hippias sagen, er (Thales) habe auch den leblosen Dingen eine Seele zugeordnet, und zwar habe er das gefolgert aus dem Verhalten des Magnetsteins und des Elektrons (Bernsteins).

Plinius⁸, der die naturwissenschaftlichen Kenntnisse seiner Zeit zusammenfasst, schreibt dazu:

Ceterum attritu digitorum accepta caloris anima trahunt in se pales ac folia arida, ac philyras, ut magnes lapis ferrum.⁹

Im übrigen ziehen sie (die verschiedenen Sorten Bernstein), wenn sie durch Reiben an den Fingern Lebenswärme erhalten haben, Spreu, trockene Blätter und Seidenbast an, genauso, wie der Magnet das Eisen.

Erst William Gilbert¹⁰ unterscheidet 1600 zwischen magnetischer Kraft und Bernsteinkraft und nennt letztere *vis electrica*; daraus wird im 17. Jahrhundert die Electricität. George Johnstone Stoney¹¹ schließt 1881 bei der Untersuchung der Kathodenstrahlung auf die Existenz von ‚Atomen der Elektrizität‘¹² und nennt ein solches Teilchen zunächst ‚electrine‘, dann (1891) ‚electron‘.

Atom(-bau)

Der Grundgedanke, dass die Materie letzten Endes aus ‚unschneidbaren‘ Teilchen, den Atomen, besteht, die im leeren Raum verteilt sind und diesen diskontinuierlich erfüllen, wurde von den griechischen Naturphilosophen Leukipp¹³ und insbesondere seinem Schüler Demokrit¹⁴ während der ionischen Aufklärung entwickelt.

Im Gegensatz zu den meisten Fachbegriffen der Chemie, die erst in der Neuzeit aus dem Griechischen gebildet worden sind, ist das Zentralwort dieser Vorstellung, das Atom, genauso alt wie die Theorie selbst, und es wurde schon von den griechischen Philosophen genau in dem heute gemeinten Sinn verwendet. Es lässt

sich leicht vom Verb *temnein* schneiden ableiten, wenn man die „Grundbegriffe des Griechischen“, den Ablaut und das Alpha-Privativum, beachtet.

Atom

τεμνειν (temein) schneiden

τομος (tomos) Schnitt (vgl. Mikro-tom, Ana-tomie Aufschneiden)

α-τομος (a-tomos) unschneidbar, unteilbar, Atom, (Demokrit, ca. 430 v. Chr.), lat.: dividere trennen, teilen (vgl. ‚Witwe‘, Division, ...) in-dividuum unteilbar, untrennbar, Atom, später: (unteilbare) Person; neugriechisch: ατομο 1. Person atomo 2. Atom

Elektron

ηλεκτρον (elektron) 1. Bernstein (s.o.) 2. „Elektron“

Proton

το πρωτον (to proton) das Erste (vgl. Prot-agonist, Protein, Proto-koll,...), von Rutherford 1920 vorgeschlagen zur Erinnerung an die Prout-Hypothese (1815) und die Ionier, die nach einer Ursubstanz, der αρχη (arche) bzw. πρωτη υλη (prote hyle, erster Stoff) suchten. υλη (hyle) Wald, Holz, Stoff, Material (⇒ -yl)

Bemerkenswert ist die im Neugriechischen eingetretene Begriffserweiterung: Die klassische lateinische Übersetzung des *atomos*, *individuum*, erhielt später die zusätzliche Bedeutung ‚Person‘, und mit dieser Bedeutung ist das Wort dann in das Neugriechische zurückgekehrt.

Die Wortschöpfung Proton als „erster“ Kernbaustein erinnert ebenfalls an die Ionier, allerdings an eine andere Gruppe ihrer Naturphilosophen: Diese gingen von einer kontinuierlichen Erfüllung des Raums mit Materie aus, nahmen deren Umwandelbarkeit an und suchten nach einer ersten Substanz, der Ursubstanz¹⁵.

Neutron

uter, utra, utrum wer von beiden?

ne-uter, tra, trum keiner (keine, keins) von beiden, hier: nicht geladen, neutral (Voraussage von Rutherford 1920, Name von Harkins 1921, gefunden von Chadwick, 1932)

Neutron und Nukleon gehören zu den wenigen Ausdrücken der Chemie, die nicht dem Griechischen entnommen worden sind. Dabei tritt bei dem zuletzt Genannten eine bemerkenswerte Einengung des Begriffs in der Organischen Chemie auf: Vom Atomkern, der positiv geladen ist, bleibt beim nukleophil nur noch die positive Ladung eines beliebigen Teilchens übrig.

Nukleonen

nux, nucis, ‚Nuß‘ (vgl. Nougat), -ulus: Verkleinerungsform (vgl. ursus Bär, ursula kleine Bärin)

nuculeus, nucleus kleine Nuß, Nußkern \Rightarrow Nukleonen, nuklear \Rightarrow nukleo-phil ($\phi\iota\lambda\omicron\varsigma$ Freund, lieb(end)), hier Einengung auf die positive Ladung [des Kerns]

Elektrochemische Grundbegriffe

Die eng mit der Atomvorstellung zusammenhängenden und diese später erweiternden elektrochemischen Grundbegriffe wurden 1834 von Michael Faraday¹⁶ vorgeschlagen und Jöns Jacob Berzelius¹⁷ im deutschsprachigen Raum verbreitet, obwohl er selbst von der Notwendigkeit dieser Nomenklatur nicht überzeugt war:

Faraday glaubt, aus Gründen, die ich nicht für gültig halte, daß seine Versuche zu so veränderten Ansichten in der Theorie der Wissenschaft führen, daß unsere gewöhnlichen Wissenschafts-Benennungen zu einem richtigen Ausdruck der Ideen, zu denen die Resultate leiten, unzureichend werden; daher hat er andere eingeführt, von denen ich aber nicht glaube, weder daß sie in irgend einer Hinsicht nothwendig waren, noch daß sie befolgt zu werden verdienen.¹⁸

Bei seiner Nomenklatur geht Faraday von nur einer Art „elektrischer Materie“ aus, dem unitarischen System¹⁹ nach Franklin. Deswegen geht an der Anode („Eingang“, Plus-Pol) ein Überschuss an (positiver) Elektrizität in den Elektrolyten über, und an der Kathode („Ausgang“, Minus-Pol) tritt ein Mangel an dieser Elektrizität ein.

Faraday 1834

οδος (hodos) Weg (vgl. συν-οδος (syn-odos) Zusammenkunft (Synode); περι-οδος (peri-odos) Herumgehen, Kreislauf, Periode; Diode, Triode, ...) ανα (ana) an, auf, hinauf κατα (kata) hinunter μετα (meta) mit, nach

ανοδος (anodos) Aufgang (von See auf Land), Eingang \Rightarrow Anode (Plus-Pol)

καθοδος (kathodos) Abgang (von Land auf See), Rückweg \Rightarrow Kathode (Minus-Pol)

μεθοδος (methodos) Weg, etwas zu erreichen \Rightarrow Methode Weg der Elektrizität \Rightarrow Elektrode

ι-εναι (i-enai) wandern, ι-ων, ι-ουσα, ι-ον (i-on, i-usa, i-on), wandernd \Rightarrow Ion

Zur Kathode wandernd (pos. geladen) \Rightarrow Kation

Zur Anode wandernd (neg. geladen) \Rightarrow Anion

[Keine etymologischen Beziehungen zu den Ioniern! („Das wilde Heer der Ionier“, so der Bunsen-Schüler Horstman über Arrhenius und die Anhänger seiner Lehre, ca. 1885.)]

Wie das in diesem Zusammenhang häufig auftretende Wort ὁδος ((h)odos) Weg zeigt, gibt es im Griechischen keinen Buchstaben für „h“. Wenn ein Wort mit „h“ beginnt, wird dieses durch den *spiritus asper*, einen nach rechts offenen ‚Kringel‘ über dem dann folgenden Vokal, angedeutet. Wird jedoch diesem Wort ein mit „-t“ endendes Wort vorangestellt, wie z. B. die Präposition *kat(a)-* oder *met(a)-*, dann taucht das „h“ wieder auf, daher die Schreibweisen Kathode und Methode. Wer also das zuerst genannte Wort zur „Katode“ verstümmeln will, muss das auch mit „Metode“ tun – oder es am besten bleiben lassen.

Der zweite Bestandteil des Wortes „Elektrolyse“ leitet zur Katalyse über. Dieser Begriff tritt in der chemischen Literatur erstmalig 1597 bei Andreas Libavius²⁰ auf und wird dann erst 1836 von Jöns Jacob Berzelius²¹ in Anlehnung an die Analyse für das heute noch so genannte Phänomen eingeführt. Er leitet sich von *katalysis* ab; bemerkenswert ist, dass das auf demselben Wort beruhende *katalyma* als Ablösestation (für Pferde), also als Herberge, in der wohl bekanntesten Geschichte überhaupt auftritt²².

λυειν (lyein) ‚lösen‘, lat. luere (durch Ablösen) bezahlen, büßen
 λυσις (lysis) Trennung, Lösung (Ana-lyse) ⇒ Elektro-lyse

Katalyse (Berzelius, 1836)

κατα-λυειν losbinden, (die Pferde) ausspannen, Halt machen
 κατα-λυσις (kata-lysis) Auflösung, Entlassung, Ort der Einkehr
 κατα-λυμα Herberge

Erstmalige Nennung der „Catalysis“ 1597 bei Libavius: Catalysis, wobei ein Ganzes in seine in sich geschlossenen Bestandteile (partes integrales) aufgelöst wird, aus denen es zusammengesetzt war.²⁰⁾

Dann erst wieder 1836 bei Berzelius: Die katalytische Kraft scheint eigentlich darin zu bestehen, daß Körper durch ihre bloße Gegenwart, und nicht durch ihre Verwandtschaft [*Reaktionsfähigkeit*], die bei dieser Temperatur schlummernden Verwandtschaften zu erwecken vermögen ...²¹⁾

... διοτι ουκ ην αυτοις τοπος εν τω καταλυματι²²⁾
 (... dihoti ouk en autois topos en to katalymati.)
 ... weil ihnen kein Platz war in der Herberge.

Elementnamen und deren Verästelungen

Die Entdeckungsgeschichte der Elemente erstreckt sich über mehrere Jahrtausende²³. Dementsprechend unterschiedlich sind die Kriterien ihrer Benennung²⁴. Allerdings gilt für die Neuzeit: Wenn Elementnamen ähnlich klingen oder nach ähnlichen Gesichtspunkten formuliert worden sind, dann kann man davon ausgehen, dass die Entdeckung, zumindest aber die Benennung, in einem sehr engen personellen und/oder sachlichen Zusammenhang erfolgt ist:

<u>Benennung der Edelgase</u>			
Neon	τὸ νέον	das Neue	1898 Ramsay
Argon	τὸ ἀργόν (ἀ-εργόν)	das Untätige	1894 Ramsay, Rayleigh (1895 Linde: Luftverflüssigung)
Krypton	τὸ κρυπτόν	das Verborgene	1898 Ramsay
Xenon	τὸ ξένον	das Fremde	1898 Ramsay
Helium	ἥλιος	Sonne	1868 Janssen / Lockyer (Sonne) 1882 Palmieri (Vesuvschlamm) (1890) Hillebrand (Cleveit) 1895 Ramsay / Lockyer
Radon		Zerfallsprodukt des Radium	1900 Rutherford / Soddy
		radius: Stab, Radspeiche, Strahl	

So verbirgt sich hinter dem Neon, Argon, Krypton und Xenon jeweils der Nominativ (neutrum) eines griechischen Adjektivs, und die Benennung dieser vier Elemente erfolgte in einem Zeitraum von vier Jahren durch zwei Personen.

Hydrogenium, Oxygenium und Nitrogenium beschreiben eine für das jeweilige Element typische (oder für typisch gehaltene, s. u.) Reaktion; diese Namen wurden von zwei Personen innerhalb von zwei Jahren vorgeschlagen. Allerdings war die Namenswahl insbesondere des „Oxygenium“ sehr umstritten, denn sein ‚Schöpfer‘ Antoine Lavoisier setzte ihn bewusst ein im Kampf gegen die Phlogiston-Theorie: Er war sich darüber im Klaren, „daß wir nur mit Hülfe der Worte denken“ (s. o.¹), und wollte auf diesem Weg seiner Oxidationstheorie zum Durch-

bruch verhelfen. Dieses Verfahren wurde schon von seinen Zeitgenossen kritisiert: Theorien, die sich später als überholt erweisen könnten, sollten nicht mit unveränderlichen Elementnamen verknüpft werden, und in der Tat müsste man nach heutigem Kenntnisstand eher dem Wasserstoff den Namen „Säure-Erzeuger“ (Oxygenium) geben.

Benennung einiger Elemente

Hydrogenium	ὕδωρ (hydor)	Wasser	1779 Lavoisier
Oxygenium	ὀξύς (oxys)	sauer	erzeugen (gennan) γεννᾶν
Nitrogenium		nitron natron (ntr)	
(Azote	ἄζωή (a zoe)	ohne Leben	Lavoisier)
Chlor	χλωρός (chloros)	gelb-grün	1810 Davy (1774 Scheele)
Brom	βρομῖος (bromos)	Bocksgeruch	1826 Akademie (1826 Balard)
Jod	ἰο-ειδής (io-eides)	wie ein Veilchen aussehend	1813 Gay-Lussac (1811 Courtois)
Osmium	ὄσμή (osme)	Geruch (des OsO ₄)	1804 Tennant
Iridium	ἰριο-ειδής (irio-eides)	wie ein Regenbogen (iris) aussehend (Halogenide)	1804 Tennant

Diese Kritik führte dazu, dass Martin Heinrich Klaproth²⁵ bei der Benennung eines von ihm gefundenen Elements einen bewusst unverfänglichen Namen wählte (Uran, vgl. unten).

Bei Hydrogenium, Oxygenium und Nitrogenium handelt es sich im Übrigen um klassische griechische Wörter und nicht, wie häufig angegeben, um „griechisch /lateinische“, daran ändert auch die latinisierende Endung *-ium* nichts.

Chlor, Brom und Iod sind nach typischen Eigenschaften der Elemente benannt; auch hier besteht ein recht enger zeitlicher und zum Teil auch personeller Zusammenhang der Namensgeber.

Bei Osmium und Iridium stand die Eigenschaft einer bestimmten Verbindung Pate bei der Namensvergabe. Sie erfolgte durch eine Person und in einem Jahr. Bemerkenswert ist, dass das griechische Wort *ozein* riechen damit in zwei Elementnamen (Osmium und Ozon) auftritt.

Kalium, Natrium, Magnesium, Calcium, Strontium und Barium wurden nach Mineralien benannt, aus denen sie hergestellt wurden, und bei Caesium, Rubidium, Thallium und Indium war die Flammenfärbung ausschlaggebend für die Namen. Bei beiden Gruppen sind die engen personellen und zeitlichen Zusammenhänge besonders deutlich.

Potassium	aus Pottasche	1807 Davy	Kalium	1809 Gilbert
Sodium	aus Soda	1807 Davy	Natr(on)ium	1809 Gilbert
Magnium	aus Magnesia	1808 Davy	Magnesium	
Calcium	aus Kalk (calx, Stein)	1808 Davy (?)		
Strontium	aus Strontianit SrCO ₃	1808 Davy (?)		
Barium	aus Baryt (BaSO ₄ ; Schwerspat) βαρύς (barys), schwer	1808 Davy (?)		
Caesium	caesius, himmelblau	(Flamme)		1861 Bunsen, Kirchhoff
Rubidium	rubidus, dunkelrot	(Flamme)		1861 Bunsen, Kirchhoff
Thallium	θαλλός (thallos) grüner Zweig	(Flamme)		1861 Crookes
Indium	indigoblau	(Flamme)		1863 Reich, Richter

Etymologische Betrachtungen sind dann besonders hilfreich und erhellend, wenn man sie nicht nur auf einzelne Ausdrücke beschränkt, sondern zeigt, dass und wie die in ihnen enthaltenen Wortstämme (in den Tabellen durch „*“ gekennzeichnet) auch in anderen Wörtern auftreten. Dadurch werden Zusammenhänge, die sonst verborgen bleiben, sichtbar, und eine Fülle von Fremdwörtern kann so auf wenige ‚Kerne‘ zurückgeführt werden (vgl. die nachfolgenden Beispiele).

Argon

()εργον ((v)ergon) ‚Werk‘, Arbeit; εν-εργεια (en-ergeia) Tätigkeit (⇒ Energie) (vgl. All-ergie)

α-εργον, αργον untätig (⇒ Argon)

οργανον (organon) Werkzeug (⇒ Orgel, Organ, An-organik,...)
γη (ge) Erde (⇒ Geo-) γε-ωργος (ge-orgos) Erdarbeiter, Bauer (⇒ Georg)
χειρ (cheir) Hand χειρ-ουργος (cheir-urgos) Handwerker, Arzt (⇒ Chirurg)

Hydrogenium, Oxygenium

*gen erzeugen, schaffen γεννᾶν (gennan) erzeugen γιγνεσθαι (gignesthai)
entstehen, werden lat.: generare, gignere erzeugen; genus Art (⇒ Gen(eration), Ge-
nerator, generell, General, Genie, Ingenieur, Genitiv [die Herkunft angehend], Na-
tur, Nation, Eugen, Diogenes, ... Halo-gen, Chalko-gen, ...)

Interessant ist dabei z. B., dass in der Antike für die Eigenschaft ‚sauer‘ und die
Substanz ‚Essig‘ annähernd gleichlautende Wörter verwendet werden (grie.: *oxys*
– *oxos*; lat. *acere*, sauer sein bzw. *acer* – *acetum*): Ein Hinweis darauf, dass man
in der Antike nur eine Säure kannte und diese am Geschmack erkannte.

*ak, *ok scharf, spitz, sauer

ακρος (akros) hoch (⇒ Akro-polis, Akro-bat, ...)
οξύς (oxys) scharf, sauer (⇒ Oxy-genium, Oxal-säure, ...)
οξύς (oxos) Essig, sauertöpfischer Mensch lat.: acetum Essig (⇒ Acet-, acide, ...)
(vgl. acer spitz, heftig; acies Schlachtreihe, ...) dt.: ‚Essig‘ engl.: acid
ὕδωρ (hydor) Wasser (⇒ Hydrat, Hydrant, Hydra, ...) - Nicht zu verwechseln mit
ὕγρος (hygros) feucht (⇒ hygro-skopisch)

Bemerkenswert ist auch, dass die am Mäander liegende Stadt Magnesia zum Pa-
ten für drei ganz unterschiedliche Wortfamilien wurde: Magnet, Magnesium,
Mangan.

Magnesium

In der Nähe von Magnesia, einer Stadt in Kleinasien (am Mäander), wurde gefun-
den:

Μαγνητις λίθος Stein aus Magnesia (⇒ Magnet(it), ...) Durch Verwechslung wur-
de der Name übertragen auf Magnesia alba (weißes Magnesia) (⇒ Magnesia, Mag-
nesium), Magnesia nigra (schwarzes Magnesia, Braunstein) ⇒ (Mangan)

Aber auch andere Städte finden sich in Elementnamen wieder: Hafnium verweist
auf Kopenhagen; in dieser Stadt wurde es im Institut des Niels Bohr von D. Cos-
ter und G. J. v. Hevesy gefunden²⁶. Holmium geht auf Stockholm zurück²⁷, Erbi-
um und Ytterbium sind nach dem Dorf Ytterby (bei Stockholm) benannt²⁸.

Kupfer (Cuprum)

Wichtiger Fundort in der Antike: Κύπρος (Kypros) Zypern. Daher der Name aes cyprum → cuprum.

Calcium

χαλιξ (chalix) Kieselstein, ‚Kalk‘, lat.: calx, calcis ‚Kalk‘, das mit Kalk bezeichnete Ende der Rennbahn: Ziel, Ende; calculus kleiner Stein, Stimm- (Spiel-)stein, Rechenstein, Rechnung

Rubidium

rubidus dunkelrot, ερυθρός (erythros) rot (⇒ Erythrozyten), ruber, rubra, rubrum ‚rot‘; (⇒ Rost, Rubin,...); rubrica (terra) rote Erde, Eisenocker, rote Farbe ⇒ Rubrik, rote Überschrift

robur rotes Kernholz, Eichenholz (⇒ robust)

Metalle

το μεταλλον (to metallon) das Bergwerk (vgl. Agricola, De re metallica, 1546, „Vom Bergwerck“), lat.: metallum 1. Metall, 2. Bergwerk

Auch Länder wurden zur Benennung herangezogen, das gilt insbesondere für die Elemente, die von Dimitri Mendelejeff²⁹ 1871 vorausgesagt worden waren: Gallium (das „Eka-Aluminium“³⁰ des Mendelejeff, 1875 von Paul-Emile Lecoq de Boisbau-dran³¹ entdeckt) erinnert an Frankreich (lat. *gallia transalpina*), Scandium („Eka-Bor“, 1879 von Lars Frederik Nilson³² entdeckt) an Skandinavien und Germanium („Eka-Silicium“, 1886 von Clemens Alexander Winkler³³ entdeckt) an Deutschland.

Allerdings hat P.-E. Lecoq de Boisbaudran bei der Namenswahl wohl auch an sich gedacht, denn *le coq* (franz.) heißt „der Hahn“, und das ist im Lateinischen *gallus*³⁴, und C. A. Winkler konnte nicht ahnen, dass zwei Menschenalter nach ihm das Element Germanium entscheidend dazu beigetragen hat, dass 1940 der Versuch der Deutschen Luftwaffe, England aus der Luft zu besiegen, scheiterte: Die unerwartet hohen Abschusszahlen der Engländer beruhten auf dem Einsatz von Radar-Geräten, in denen Germanium-Gleichrichter eingebaut waren³⁵.

Ord.- Zahl

1 Hydrogenium (Lavoisier, 1779)

2 Helium (ἥλιος (helios) Sonne(ngott), ab 1868)

3 Lithium (λίθος (lithos) Stein, Berzelius, 1817 [Entdecker: Arfvedson, Berzelius-Schüler])

4 Beryllium (βηρυλλος (beryllos) ⇒ Beryll; Name von Klaproth, ca. 1789; Verwendung in Heiligen- Schreinen als Sichtfenster (⇒ Brille))		
92 Uran (nach dem Planeten Uranus (ουρανος Himmel), [1781 entdeckt]; Klaproth, 1789)		
93 Neptunium (nach dem Planeten Neptun (Neptunus, röm. Gott des Meeres) [1846 entdeckt]; Mc Millan, Abelson, 1940)		
94 Plutonium (nach dem Planeten Pluto (Πλουτων (Pluton), grie. Gott der Unterwelt [1930 entdeckt]; 1940 gefunden, Name: 1948)		
Die Namen von	43 Elementen kommen aus dem	Griechischen,
	23	Lateinischen,
	10	Deutschen,
	7	Schwedischen,
je	4	aus dem Englischen und Russischen.

Wie oben erwähnt, hat Martin Heinrich Klaproth im Gegensatz zu Lavoisier einen unverfänglichen Namen für das von ihm entdeckte Element gewählt: Uran. Dabei ließ er sich von dem Namen eines kurz zuvor gefundenen Planeten (Uran) inspirieren. Dieses Verfahren führte man dann im 20. Jahrhundert bei den Transuranen (lat. *trans* jenseits) fort und benannte sie mit steigender Ordnungszahl nach den dem Uran folgenden Planeten. Die von interessierter Seite im Zusammenhang mit der Tschernobyl-Katastrophe³⁶ gegebene Erklärung des Namens Plutonium

Alpha-Strahler – besonders Plutonium – sind die gefährlichsten krebserzeugenden Substanzen, die wir kennen. Plutonium ist ein von Menschen hergestellter Stoff. Er ist zu Recht nach Pluto, dem Höllenhund, benannt worden, weil er unglaublich krebsfördernd ist.³⁷

ist damit ebenso eingängig wie unzutreffend.

Die heute üblichen Elementsymbole wurden von Jöns Jacob Berzelius im Rahmen der Arbeiten für sein Lehrbuch entwickelt³⁸; die grundlegenden Gedanken sind nachfolgend zusammengestellt.

<p><u>Grundgedanke (Dalton, 1803):</u> Jedem Element/jeder Atomsorte wird eine bestimmte Masse zugeordnet (Atomgewicht). Symbolisierung durch Kreise mit unterschiedlicher „Füllung“.</p> <p><u>Weiterentwicklung durch Berzelius³⁸) (1813):</u> Ersatz der Dalton-Symbole durch Buchstaben(-kombinationen) nach folgendem System:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Nichtmetalle werden durch einen Buchstaben (erster Buchstabe des „lateinischen“ Namens) symbolisiert.
--

2. Bei den Metallen wird ebenfalls der erste Buchstabe verwendet. Ist er schon vergeben, kommt ein zweiter dazu.

⇒ O, C, N, H, B, ...

Os, Cl, Cu, Co, Na, Ni, ...

⇒ L(ithium), K(alium), U(ran)

Vorschlag Buchner³⁹ (1826): Alle Metalle mit zwei Buchstaben symbolisieren:
Li(thium), K(a)l(ium), Ur(an). Geblieben ist davon nur: Li

Betrachtet man einige dieser Symbole genauer, so ergeben sich auch hier interessante Zusammenhänge.

H	Hg	Ag
<u>H(ydrogenium)</u>		
υδωρ (hydor) Wasser		γενναν (gennan) erzeugen
<u>Hydrargyrum</u>		
υδωρ (hydor) Wasser		αργυρος (argyros) Silber
αργης (arges) glänzend		→ υδραργυρος (hydrargyros) wäßriges (flüssiges) Silber
		lat. argentum vivum lebendiges Silber, dt. Quecksilber (quick schnell, Quecke, keck; engl. quickly; lat. vita Leben)
αργης (arges) glänzend		→ lat. arguere hell machen, beweisen, argumentum
<u>Argentum</u> (helles Metall)		
Silber, Argentinien Silberland		

Die Namen einiger Verbindungen

Der Begriff Nomenklatur für das Regelwerk zur Bezeichnung von Substanzen leitet sich vom lat. *nomenclatura* Namensliste ab, und ein *nomenclator* war in Rom ein Sklave, der seinem Herren jeweils die Namen der ihm Begegnenden zu nennen hatte, damit dieser sie zutreffend grüßen konnte. Der erste Bestandteil des Wortes kommt so auch im Griechischen und im Deutschen vor: lat. *nomen* - grie. *onoma* (vgl. *an-onymos*, ohne Namen; Alpha-Privativum) – dt. ‚Name‘. Der zweite Bestandteil kommt vom lat. *clamare* (grie. *kalein*) rufen. So waren die *Kalendae* die Ausruftage: der jeweils erste Tag des Monats. An ihm wurde ausgerufen, ob die Nonen (der ‚neunte‘ Tag vor den Iden) am siebenten Tag des Monats stattfanden (März, Mai, Juli, Oktober) oder am Fünften (bei allen anderen Monaten). Reklame, Proklamation, Klamauk usw. gehören ebenfalls zu dieser Wortfamilie.

Die durch die Nomenklatur geprägten Wörter wenden sich an den Fachmann und sind für ihn bestimmt. Daneben gibt es viele Fachausdrücke, die „allgemein bekannt, jedermann zugänglich“ (lat. *trivialis*) sind: die Trivial-Namen. Zugrunde liegt hier das lat. *trivium* Dreiweg, Wegkreuzung (aus *tres* ‚drei‘ und *via* Weg).

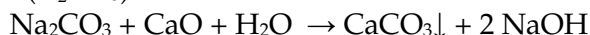
Aus der Fülle der Namen seien nur wenige herausgegriffen: So leiten sich sowohl die Natrium- als auch die Nitro-Verbindungen vom ägyptischen *ntr* ab (die Hieroglyphen hatten keine Zeichen für Vokale). Dieser in der Bibel *neter* genannte Stoff wurde u. a., wie Herodot⁴⁰ berichtet, zum Mumifizieren eingesetzt.

n t r (ägyptisch)
 neter (hebräisch)
 λιτρον (litron), νιτρον (nitron) (grie., Soda Na₂CO₃, Pottasche K₂CO₃)
 nitrum (lat.)
 natron (arab.) Nitrum (KNO₃) ⇒ Nitrat, Nitro-, ...

Klaproth, 1796:

Natron (Na₂CO₃)

Kali (K₂CO₃)



Die wäßrige Lösung: Natronlauge

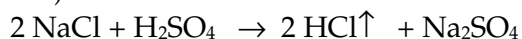
Das eingedampfte Produkt: ätzend gemachtes Natron ⇒ Ätznatron (NaOH)

Heute: Natron: Natriumhydrogencarbonat NaHCO₃

Ammonium-Verbindungen haben ihren Namen vom Gott Amun (grie. *Ammon*), der bei den Ägyptern eine ähnlich große Rolle spielte wie Zeus bei den Griechen und von ihnen dem Zeus gleichgesetzt wurde. Auch die Namen einiger Pharaonen weisen auf ihn hin: Tutanchamun, Amenophis usw. Ausgedehnte Tempelanlagen in der Oase Siwa⁴¹ waren ihm gewidmet, und dort befand sich auch ein Orakel, in seiner Bedeutung dem Delphischen Orakel vergleichbar. In der Nähe dieser Oase waren große Salzlager mit dem *sal ammoniacus* (ammonisches Salz). Zwar handelte es sich bei diesen Salzen nicht um Ammonium-Verbindungen im heutigen Sinn, aber durch Verwechslung wurde der Name auf sie übertragen.

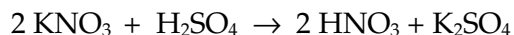
Trivialnamen lassen häufig Rückschlüsse auf die Herstellung der Stoffe zu, außerdem erkennt man, dass bisweilen der Name eines Stoffes auf eine ganze Stoffgruppe übertragen wurde:

Salzsäure wurde um 1650 von Johann Rudolph Glauber (1604 – 1670) aus (Koch)-Salz (NaCl) und konzentrierter Schwefelsäure hergestellt:

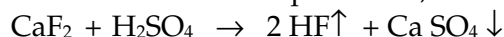


Durch Einleiten des gasförmigen Produkts (HCl) in Wasser erhielt er *acidum salis fumans* („rauchende Säure des Salzes“, vgl. Parfum): „Säure aus dem Salz“ \Rightarrow Salzsäure. Das dabei entstehende Natriumsulfat heißt auch Glaubersalz.

Salpetersäure erhielt er durch Umsetzung von Salpeter (KNO_3 , Kaliumnitrat, *sal nitron*) mit konzentrierter Schwefelsäure:



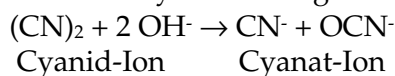
Flußsäure (Lösung von Fluorwasserstoff in Wasser) hat man erhalten durch Reaktion des Flußspat (CaF_2 , Calciumfluorid, *Fluorit*) mit konzentrierter Schwefelsäure. Sie hieß deshalb zunächst Flußspathsäure, dann Flußsäure.



Flußspat wurde in der Metallurgie zur Herabsetzung des Schmelzpunktes eingesetzt (lat. *fluere* ‚fließen‘ \Rightarrow Fluorit).

Blausäure (Lösung von Cyanwasserstoff (HCN) in Wasser) wurde von Carl Wilhelm Scheele (1743 – 1786) 1782 aus dem Berliner Blau, einem 1704 in Berlin erstmalig hergestellten Farbstoff der Zusammensetzung $\text{Fe}[\text{Fe}_2(\text{CN})_6]$, isoliert und zunächst als Berlinerblausäure bezeichnet. Der Name wurde später zu Blausäure verkürzt, die Salze waren dann die Cyanide ($\kappa\upsilon\alpha\upsilon\epsilon\omicron\varsigma$ (*kyaneos*) blauschwarz; vgl. Anthocyane).

Reaktion des Dicyan mit Lauge:



OCN⁻-Ion: Cyanat-Ion

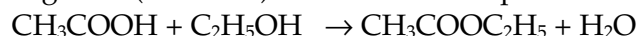
SCN⁻-Ion: Thiocyanat-Ion ($\theta\epsilon\iota\omicron\nu$ (*theios*) Schwefel)

Rhodanid-Ion ($\rho\omicron\delta\omicron\nu$ (*rhodon*) ‚Rose‘, wegen des roten $\text{Fe}(\text{SCN})_3$)
 \Rightarrow Rhodium (wegen „rosenroter“ Verbindungen)

Äther als leicht verdampfender Stoff ($\alpha\iota\theta\eta\rho$ (*aither*), obere, heiße Himmelsluft) aus der Reaktion von Alkohol mit konz. Schwefelsäure („Schwefeläther“ \Rightarrow Äther):



Essigäther (\Rightarrow Ester) als leicht verdampfender Stoff aus Alkohol und Essig(säure):



$\Rightarrow\Rightarrow$ Übertragung des Namens auf eine Stoffgruppe.

Bisweilen führt die Analyse eines Namens zu kuriosen Ergebnissen: So entpuppt sich der Name Oxalessigester als eine Aneinanderreihung der Begriffe „sauer“ (viermal) und „flüchtige Verbindung“ (zweimal):

Das wird von einigen Didaktikern der Chemie für so problematisch gehalten, dass sie vorschlagen, für diesen Begriff nur eine Definition einzuführen (Abgabe von Elektronen) und dabei auf keinen Fall in die Nähe der Begriffe Sauerstoff bzw. Oxygenium zu kommen. So heißt es z. B. bei Falko Johannsmeyer et. al.⁴² in diesem Zusammenhang:

Zur Zeit ist es üblich, den Schülern einen vorläufigen und in Bezug auf national und international gültige Konventionen falschen Oxidationsbegriff aufzuoktruieren (!), der bekanntermaßen auf folgende Formulierung hinausläuft: „Eine Reaktion mit Sauerstoff nennt man Oxidation.“ ...

Im Verlauf der 10. Klasse wird dann der sog. „erweiterte Redoxbegriff“ eingeführt. Der klassische Redoxbegriff und seine Bedeutungsinhalte vollziehen nun eine erstaunliche Metamorphose, die den Schülern den Boden für ein Verständnis entziehen (!).⁴²

Vorgeschlagen wird statt dessen, die Definition ‚Abgabe von Elektronen‘ an einer Reaktion einzuführen, an der Sauerstoff nicht beteiligt ist (Magnesium und Brom⁴³). Abgesehen von den dazu in Anm.^{43, 44} geäußerten Bedenken wird ein solches Verfahren aus folgenden prinzipiellen Gründen für nicht sinnvoll gehalten:

In der Chemie ist der Erkenntnisgang im Allgemeinen „von außen nach innen“ erfolgt, das heißt, von den Phänomenen (Betrachtung der Stoffe und ihrer Reaktionen, Sichtweise des Kontinuums) zur modellhaften Deutung im atomaren/molekularen Bereich (Sichtweise des Diskontinuums). Dementsprechend sind viele zentrale Definitionen zunächst an und mit Stoffen und ihren Reaktionen entwickelt worden, das gilt zum Beispiel für die Begriffe Oxidation, Element und Säure (und die damit jeweils zusammenhängenden Begriffe wie Reduktion, Redox-Reaktion usw): Eine Oxidation ist eine Reaktion mit Oxygenium, ein Element ein Stoff, der nicht in noch einfachere Stoffe zerlegt werden kann, aus dem man also, von einer bestimmten Masse des Stoffes ausgehend, keinen Stoff mit noch geringerer Masse herstellen kann, und eine Säure schmeckt eben sauer.

Die so gewonnenen Definitionen haben den Vorteil, besonders einsichtig zu sein, zumal wenn das jeweilige Wort einen direkten Hinweis auf seinen Inhalt gibt. Da zumindest die Themen Element und Oxidation (Verbrennung) zentrale Themen des Anfangsunterrichts (Klasse 7) sind und in dieser Phase detailliertere Atomvorstellungen bei den Schülern weder vorliegen noch zur Deutung entwickelt werden sollten, ist es nicht nur notwendig, sondern auch sinnvoll, diese Begriffe zunächst auf stofflicher Ebene (Kontinuumsbetrachtung) zu definieren⁴⁴.

Nach dem Vorliegen entsprechender Kenntnisse über den Atombau und weiterer Fakten, die eine ‚neue Sicht‘ dieser Zentralbegriffe sinnvoll erscheinen lassen, ist dann die Basis geschaffen, diese Begriffe atomistisch zu interpretieren.

Um die Schüler vor der Verwirrung zu schützen, die entstehen kann, wenn ein einmal definierter Begriff im Laufe der Schulzeit eine (oder mehrere) neue Definition(en) erhält, wird bisweilen vorgeschlagen, neue Begriffe einzuführen, so z. B. die Elementsubstanz (als Stoff) vom Element (als Atomart) zu unterscheiden⁴⁵. Ein solches Verfahren scheint nicht sinnvoll, weil es sich um Kunstwörter handelt, die - ausschließlich für den Unterricht geschaffen - außerhalb der Schule nicht benutzt werden.

Säuren	
Unterricht	Chemiegeschichte
Phänomene (Kontinuum) Säuren <ul style="list-style-type: none"> - schmecken sauer. - zersetzen bestimmte Metalle und Kalkstein unter Gasentwicklung. - verändern Pflanzenfarben von blau nach rot. - (heben die Wirkung von "Laugen" auf.) 	Antike: grie.: oxys, sauer, oxos, Essig. lat.: acidus, sauer, acetum, Essig. Man kannte <u>eine</u> Säure. 1658: Glauber 1663: Boyle u.a.
Zusammensetzung Säuren sind Verbindungen des Wasserstoff mit einem Säurerest. Salzbildung.	1669: Becher, "Ursäure" 1775: Lavoisier, "Sauer"-stoff als entscheidende Komponente. 1838: Liebig, "... Wasserstoff - Verbindungen, in denen Wasserstoff vertreten werden kann durch Metall." (Salze)
Modelle (Diskontinuum) Säuren <ul style="list-style-type: none"> - liefern in wäßriger Lösung H⁺-Ionen. - sind Protondonatoren. - Elektronenakzeptoren. (harte und weiche Lewis-Säuren bzw. Basen). - liefern das lösungsmittelleigene Kation. 	1887: Arrhenius 1923: Brönsted 1923: Lewis 1963: Pearson, HSAB-Prinzip 1949: Jander

Statt dessen sollte den Schülern aus jeweils gegebenem Anlass bewusst gemacht werden, dass und warum die Definitionen bestimmter Zentralwörter der Chemie einem Wandel unterworfen waren und das wohl auch künftig noch sein werden. Damit wird nicht nur das Verständnis für diese Wörter, sondern – da „wir nur mit Hilfe der Worte denken“¹ – auch für die Chemie selbst und ihre Vorgehensweise entscheidend gefördert.

* Erweiterte Fassung des Vortrags auf der Tagung der Fachgruppe Geschichte der Chemie in der Gesellschaft Deutscher Chemiker in Regensburg am 10.03.2005.

Hinweis: Aus technischen Gründen konnten bei einigen Vorlagen die Akzente und Spiritus der griechischen Schreibweise nicht übernommen werden.

- 1 A. L. Lavoisier, *System der antiphlogistischen Chemie*, übers. von D. S. F. Hermbstädt, 1. Theil, 2 (Berlin, Stettin 1803), S. 3. Titel der französischen Erstausgabe: *Traité élémentaire de chimie*.
- 2 Cirkular betreffend Benennung eines neuen pharmazeutischen Produkts. Elberfeld, den 23. Januar 1899. Bayer-Archiv.
- 3 *100 Jahre Highlights - 100 Years Aspirin Bayer*, Bayer AG, (Leverkusen 1999), S. 3.
- 4 Vgl. z. B.: R. Wachter, „Die Troia-Geschichte wird schriftlich“, in: *Troia – Traum und Wirklichkeit*, Begleitband zur gleichnamigen Ausstellung, hg. v. J. Latacz, P. Blome, J. Luckardt, H. Brunner, M. Korfmann, G. Biegel, 2 (Stuttgart 2001), S. 77 ff.
- 5 *Odyssee*, XXII, 481 und XXIII, 50 (Oxford-Ausgabe von T. W. Allen, Nachdruck 1958). Odysseus desinfiziert den Saal, in dem die getöteten Freier liegen, mit brennendem Schwefel.
- 6 Thales von Milet, ca. 640 - ca. 545 v. Chr.
- 7 H. Diels, *Fragmente der Vorsokratiker*, hg. v. von Walter Krantz, 6 (Berlin 1951), 1. Bd., S. 68, aus dem Fragment 11 A 1. Im Fragment 11 A 3 heißt es: „Auch soll nach seiner (des Thales) Meinung das Leblose eine Seele haben entsprechend dem Verhalten des Magneten und des Elektrons.“ A. a. O., S. 73.
- 8 Caius Plinius Secundus (der Ältere), 23 – 79 n. Chr.
- 9 C. P. Secundus (d. Ä.), *Historia naturalis*, XXXVII, 3. hg. v. Iacob(us) Delechamp(ius), (Frankfurt 1608), S. 1571.
- 10 William Gilbert, 1544 – 1603, Leibarzt der englischen Königin Elisabeth I.
- 11 George Johnstone Stoney, 1826 – 1911.

- 12 Der Ausdruck wurde von Heinrich von Helmholtz (1821 – 1894) geprägt anlässlich des Vortrags „Die neue Entwicklung von Forschungsideen über Elektrizität“. Helmholtz zu Faradays Gedächtnis, Chem. Gesellschaft, London 1881: „Wenn wir Atome der chemischen Elemente annehmen, so können wir nicht umhin, weiter zu schließen, dass auch die Elektrizität positiv sowohl wie negativ in bestimmte elementare Quanta geteilt ist, die sich wie Atome der Elektrizität verhalten.“ (Zit. nach: E. W. Schpolski, *Atomphysik*, Teil I, 4 (Berlin 1962), S. 2).
- 13 Leukipp(os), Milet, Mitte des 5. Jahrhunderts v. Chr.
- 14 Demokrit(os), Abdera, ca. 460 – ca. 370 v. Chr.. Er und Leukipp gehören zu den Vorsokratikern, von ihnen sind nur Fragmente (als Zitate späterer Philosophen) erhalten. Vgl. Anm. 7.
- 15 Z. B. Thales von Milet (vgl. Anm. 6). In einer anderen Passage des Fragments 11 A 3 (wie Anm. 7) heißt es: „Als Urgrund (Anfang, *arche*) der Stoffe (*stoicheion*) nahm er Wasser (*hydor*) an.“ – Diese Vorstellung (die spätere Vier-Elemente-Lehre) ist nicht vereinbar mit der Atomvorstellung, denn in letzterer wird die Vielfalt der Materie durch die Umgruppierungen der als ewig bestehend und unveränderbar gedachten Atome bewirkt.
- 16 Michael Faraday, 1791 – 1867.
- 17 Jöns Jacob Berzelius, 1779 – 1848.
- 18 (Jöns) Jacob Berzelius, Jahresber. 15 (1836), S. 38.
- 19 Das ältere dualistische System ging von zwei Arten der Elektrizität aus, der positiven Glas-Elektrizität und der negativen Harz-Elektrizität. Vgl. dazu z. B.: B. Scholz, *Anfangsgründe der Physik*, (Wien 1816), S. 295 - 299.
- 20 A. Libavius, *Alchemia*, (Frankfurt 1597), S. 204 (in der Übersetzung von F. Rex, *Die Alchemie des Andreas Libavius* (Weinheim 1964), S. 277).
- 21 Wie Anm. 18, S. 243. Zusatz in Klammern vom Autor.
- 22 Neues Testament, Lukas 2, 7. Weihnachtsgeschichte. Das zweite und das fünfte Wort des Zitats sind die Grundlagen des Begriffs Utopie: *ou(k)* nicht, kein; *topos* Ort, Platz; also: Niemandland. Isotope sind dann Elemente, die „auf demselben Platz“ (*en iso topo*) im Periodensystem stehen. Dieser Begriff wurde 1913 von dem englischen Physiker Frederic Soddy (1877 – 1956) bei der Untersuchung und Zuordnung radioaktiver Elemente aufgestellt. 1921 erhielt er den Nobelpreis für Chemie.
- 23 Vgl. dazu E. Pilgrim, *Entdeckung der Elemente mit Biographien ihrer Entdecker* (Stuttgart 1950).
- 24 Vgl. dazu N. Figurovski, *Die Entdeckung der chemischen Elemente und der Urprung ihrer Namen* (Köln), Lizenz-Ausgabe des Verlags MIR (Moskau 1981), S. 49ff.
- 25 Martin Heinrich Klaproth, 1743 – 1817.

- 26 Georg Josef von Hevesy, 1885 – 1966. Nobelpreis für Chemie 1943; vgl. Anm. 23, S. 381.
- 27 Dieser Name wurde von Per Theodor Cleve (1840 – 1905) 1879 vorgeschlagen.
- 28 Siegfried Engels, Alois Nowak, *Auf der Spur der Elemente*, (Leipzig 1971), S. 214; dort in Kurzform auch die Ableitungen der Namen der anderen Lanthanoide.
- 29 D. Mendelejeff, „Die periodische Gesetzmässigkeit der chemischen Elemente“, *Annalen der Chemie*, Suppl. VIII, 133 (1871), S. 133ff. (Zitiert nach: *Das natürliche System der chemischen Elemente: Abhandlungen von Lothar Meyer und D. Mendelejeff*, hg. v. K. Seubert – Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften, Nr. 68. (Leipzig 1895), S. 41 ff.) Mendelejeff lebte von 1834 bis 1907.
- 30 Die Vorsilbe eka bedeutet „eins“ (Sanskrit); vgl. Anm. 29, S. 92.
- 31 Paul-Emile Lecoq de Boisbaudran, 1838 – 1912.
- 32 Lars Frederik Nilson, 1840 – 1899.
- 33 Clemens Alexander Winkler, 1838 – 1904.
- 34 Wie Anm. 24, S. 106.
- 35 H. Queisser, *Kristallene Krisen*, 2 (München 1987), S. 86.
- 36 26.04.1986.
- 37 Der Höllenhund war Pate – Was uns eine Kinderärztin sagt, die Strahlenexpertin ist. *Publik-Forum Aktuell: Strom ohne Atom – Leben ohne Angst*, Herausgeber: Aktion Sühnezeichen/Friedensdienste, Bundesverband Bürgerinitiativen Umweltschutz (BBU), Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND), Öko-Institut Freiburg, Frankfurt/M. o. J. (ca. 1986).
- 38 J. J. Berzelius, „Experiments on the Natur of Azote, of Hydrogen, and of Ammonia, and upon the Degrees of Oxidation of which Azote is susceptible“, *Annals of Philosophy* 2 (1813), S. 359. Frühe deutsche Übersetzungen in: J. J. Berzelius, „Versuch durch Anwendung der elektrochemischen Theorie und der chemischen Proportionen-Lehre ein rein wissenschaftliches System der Mineralogie zu begründen“ (übers. W. Pfaff.), *Journal für Chemie und Physik* 15 (1815), S. 288. J. J. Berzelius, *Versuch über die Theorie der chemischen Proportionen und über die chemischen Wirkungen der Electricität; nebst Tabellen* (Dresden 1820), S. 117.
- 39 J. A. Buchner, *Grundriß der Chemie – Vollständiger Inbegriff der Pharmacie in ihren Grundlehren und praktischen Theilen*, 3. Theils (Nürnberg 1826) 1. Bd., S. 132. Buchner lebte von 1783 bis 1852.
- 40 Herodot, *Historiae* II, 86: Nun legen sie die Leiche ganz in Natronlauge, siebzig Tage lang...(Zit. nach: Herodot, *Historien*, Deutsche Gesamtausgabe, übers. A. Horneffer (Stutt-

gart 1971), S. 135.) Für Natronlauge steht im Original *litron*. Herodot lebte von ca. 484 bis ca. 430 v. Chr.

- 41 Die Oase Siwa liegt in der libyschen Wüste. Das Heiligtum wurde auch Ammoneion genannt. Die Ruinen stehen heute noch. Vgl. dazu Anm. 40 I, 46 (Krösus befragt das Orakel des Ammon); II, 18; II, 32; II, 42; II, 55. In IV, 181 werden die Salzhügel in der Nähe der Tempel des „thebanischen Zeus“ (Zeus Ammon) erwähnt.- Es ist möglich, dass das Heiligtum ursprünglich dem phönizischen Gott Baal Hammon geweiht war, der ursprünglich nichts mit dem ägyptischen Gott Amun zu tun hatte, ihm aber später gleichgesetzt wurde. Vgl. dazu die Anmerkung 40 zu *Historiae* I 46 in der oben genannten Übersetzung von A. Horneffer (S. 637).
- 42 F. Johannsmeyer, L. Bley, J. Friedrich, M. Oetken, „Auf der Suche nach dem atomaren Klebstoff“, *CHEMKON* 8 (2001), S. 144. Die Klammern wurden vom Verfasser gesetzt. Die Reaktion eines Stoffes mit Sauerstoff (Oxygenium) als „Oxidation“ zu bezeichnen, kann man wohl kaum als „auf(zu)oktruieren“ (gemeint ist wohl: oktroyieren) bezeichnen, eher den Versuch, eine Reaktion mit Brom als Oxidation zu benennen (vgl. Anm. 43). Inwiefern der „klassische Redoxbegriff“ (also der Austausch von Sauerstoff) Bedeutungsinhalte (Plural) umfaßt, wird aus dem Text nicht deutlich und kann aus ihm auch nicht erschlossen werden. Das letzte Wort des Zitats muß heißen „[...] entzieht.“
- 43 Vgl. Anm. 42, S. 147. Die Begriffe Oxidation, Reduktion und Redoxreaktion sollen an der Reaktion des Magnesium mit Brom zu Magnesiumbromid eingeführt und als Elektronenübergänge definiert werden. Illustriert wird die Reaktion durch „Abb. 4: Korrekte Darstellung des Reaktionsproduktes als Ionenverbindung“. In dieser wird jedoch ein Ausschnitt (aus der (001)-Ebene) des Kochsalz-Gitters (B 1-Typ) mit jeweils einfach positiv bzw. negativ geladenen Ionen gezeigt. Dazu heißt es u. a.: „Auch eine solchermaßen vereinfachte Vorgehensweise führt letztlich zur korrekten Darstellung (Abb. 4).“ 90 Jahre nach Einführung der Röntgenstrukturanalyse erstaunt eine solche Darstellungsweise für das im Brucit-Gitter, einem Schichtengitter vom Typ AB_2 , kristallisierende Magnesiumbromid. In „Abb. 6: Vereinfachte Darstellung der Reaktion von Magnesium und Brom“ wird die Reaktion eines Magnesium-Atoms zu einem einfach geladenen Magnesium-Ion und einem Elektron dargestellt.
- 44 Die Alternative, ein derartig wichtiges und den Alltagserfahrungen der Schüler entstammendes Phänomen wie Verbrennung zu behandeln, ohne den für die Chemie ebenso wichtigen und grundlegenden Begriff Oxidation einzuführen, erscheint nicht sinnvoll, insbesondere dann nicht, wenn statt dessen zu einem wesentlich späteren Zeitpunkt dazu eine Reaktion herangezogen werden soll, zu der ein Alltagsbezug nicht einmal in Ansätzen gegeben ist. Vgl. Anm. 42 und 43.
- 45 Vgl. z. B. K.-H. Lautenschläger, „Zum Elementbegriff“, *CHEMKON* 4 (1997), S. 155, und H. Schönemann, „Neues von den Elementen?“, *CHEMKON* 5 (1998), S. 98.

Weiter wurden verwendet:

W. Gemoll, *Griechisch-deutsches Schul- und Handwörterbuch*, 6 (München, Wien 1957).

W. Pape, *Griechisch-Deutsches Handwörterbuch in drei Bänden*, 3 (Braunschweig 1902).

Die Fundgrube für den Chemie-Unterricht, hg. v. E. Rossa, R. Blume, H. Schönemann (Berlin 2001).

E. E. S. Seiler, *Vollständiges Griechisch-Deutsches Wörterbuch über die Gedichte des Homeros und der Homeriden*, 8 (Leipzig 1878).

Der kleine Stowasser, Lateinisch-deutsches Schulwörterbuch, bearb. Micheal Petschnig (München 1957).

G. C. Wittstein, *Vollständiges etymologisch-chemisches Handwörterbuch*, (München 1847 – 1849), 3 Bde. (Reprint Hildesheim 1984).

Diesen Hinweis verdanke ich Herrn Prof. Meinel, Universität Regensburg.

R. Wolff, *Die Sprache der Chemie* (Bonn 1971).