

*Chimia* 48 (1994) 3–10  
 © Neue Schweizerische Chemische Gesellschaft  
 ISSN 0009–4293

## ‘Die Chymie ist noch immer meine heimliche Geliebte’

Johann Wolfgang von Goethe's Beschäftigung mit Alchemie und Chemie [1]

Otto Krätz\*

### Der jugendliche Alchemist

Der gestrenge Vater, der kaiserliche Rat, *Johann Caspar Goethe* (1710–1782) (Abb. 2) schickte seinen Sohn 1765 auf die Universität Leipzig, auf dass dieser sich dem Studium der Jurisprudenz widmen möge. Allerdings hatte er den psychologischen Fehler begangen, ihn in einer Art *privatissime* Vorstudium allzu gut vorzubereiten. Dies führte dazu, dass sich der spätere Dichter so gut wie nie in juristischen Vorlesungen blicken liess, dagegen nicht zu seinem Studium gehörende Vorlesungen und Übungen besuchte, so in Physik und Geburtshilfe, und ansonsten sich einem allzufröhlichen studentischen Leben hingab. Er charakterisierte sich später selbst als ein ‘...leicht erregbares Studentchen...’ [2]. Im Verlaufe des Jahres 1768 verschlechterte sich sein Gesundheitszustand drastisch. Stürze vom wohl allzu kühn gerittenen Pferd, Rippenfellentzündung als Folge *Rousseau*'scher Naturverbundenheit und wahrscheinlich Tuberkulose versetzten ihn in einen bejammernswerten Zustand. Ohne ein Examen abgelegt zu haben, floh er ins Elternhaus zurück, wo er eine merkwürdige geistig-religiöse Stimmung vorfand, hatte sich

doch insbesondere seine Mutter in der Zwischenzeit verstärkt religiösen Betrachtungen zugewandt und um sich herum einen pietistischen Gebetszirkel gesammelt. Eine besonders enge Freundin der Familie *Goethe* war *Susanna Katharina von Klettenberg* (1723–1774) (Abb. 3), eine umfassend gebildete Dame, tief religiös, alchemiebegeistert und darüber hinaus die Nichte eines der berühmtesten Betrugsalchemisten jener Zeit, *Johann Hector von Klettenberg* (1684–1720, enthauptet). Da es mit der Gesundheit des jungen *Goethe* nicht zum Besten stand, empfahl sie ihren eigenen Hausarzt, *Johann Friedrich Metz* (1720–1782), der seinem jungen Patienten die Lektüre alchemistischer Werke anriet, um so die Wirkung von ihm empfohlener alchemistischer Medizinen gewissermassen psychologisch zu vertiefen: ‘...Um den Glauben an die Möglichkeit einer solchen Uni-



Abb. 1. Portrait von Johann Wolfgang Goethe (G.O. May, Oberhessisches Museum, Giessen)

\*Korrespondenz: Prof. Dr. O. Krätz  
 Deutsches Museum  
 Leiter der Abteilung Bildung  
 und des Kerschensteiner Kollegs  
 Museumsinsel 1  
 D-80538 München

versalmedizin zu erregen und zu stärken, hatte der Arzt seinem Patienten... gewisse mystische chemische-alechemische Bücher empfohlen und zu verstehen gegeben, dass man durch eigenes Studium derselben gar wohl dahin gelangen könne, jenes Kleinod sich selbst zu erwerben....' [3].

Zusammen mit Fräulein von Klettenberg las er aufmerksam alchemistische Werke, so Georg von Welling's 'Opus

*Mago Cabbalisticum et Theosophicum...*' neben Büchern des *Theophrastus Paracelsus* und des *Basilius Valentinus*. Die Krankheit verschlimmerte sich. Es entwickelte sich eine Halsgeschwulst, die schliesslich geschnitten werden musste. Am 7. und 8. Dezember 1768 kam es zur lebensbedrohenden Krise. *Goethe's* Mutter bat Dr. Metz als letztes Mittel um dessen geheimnisvolle 'Universalmedi-

zin'. Tatsächlich ging es dem jungen Patienten schlagartig besser und er begann sich – wenn auch langsam – zu erholen. Dieses Erlebnis vertiefte naturgemäss sein Zutrauen zur Alchemie. Die langen Monate der Rekonvaleszenz wurden – abermals in Gemeinschaft mit *Susanna Katharina* – zu einem vertieften alchemistischen Studium genutzt und man las gemeinsam den 'Paradoxal Discourse' des *Franziskus Mercurius van Helmont* (1577–1644).

*Goethe's* Heilung schritt voran: '...Kaum war ich einigermassen wieder hergestellt und konnte mich, durch eine bessere Jahreszeit begünstigt, wieder in meinem alten Giebelzimmer aufhalten; so fing auch ich an, mir einen kleinen Apparat zuzulegen; ein Windöfchen mit einem Sandbade ward zubereitet, ich lernte sehr geschwind mit einer brennenden Lunte die Glaskolben in Schalen verwandeln, in welchen die verschiedenen Mischungen abgeraucht werden sollten. Nun wurden sonderbare Ingredienzen des Makrokosmos und des Mikrokosmos auf eine geheimnisvolle wunderliche Weise behandelt, und vor allem suchte man Mittelsalze auf eine unerhörte Art hervorzubringen...' [4].

Fräulein von Klettenberg hatte sich schon früher ein eigenes kleines Laboratorium mit '...Windofen, Kolben und Retorten...' [5] eingerichtet und so begannen die beiden munter zu experimentieren. *Goethe* begeisterte sich besonders für den 'Liquor Silicium' oder Kieselsaft. In unserem Sprachgebrauch handelte es sich um eine Wasserglaslösung, die er durch Schmelzen von Kieselsteinen, die er am Ufer des Mains gesammelt hatte, mit Ätzkali und anschliessendem Stehenlassen der Schmelze an feuchter Luft erhielt. Sicherlich kannte *Goethe* auch das Experiment des 'Aufschliessen des Marsbaumes', d.h. einer scheinbaren Vegetation durch Einbringen von Eisensalzen in den 'Kieselsaft', denn er erwähnte einige Zeit später als Student in Strassburg die Lektüre der entsprechenden Abhandlung in den 'Reflexions et observations diverses sur une vegetation chimique' (1707) von *Nicolas Lemery* (1645–1715). Dieses Experiment war damals besonders attraktiv. Wenngleich es keinen echten 'Homunculus' – die Darstellung androgynen Lebens in der Retorte – erbrachte, so lieferte es doch eine scheinbar lebende, aus anorganischer Materie entstehende pflanzliche Vegetation. Noch im Jahr 1785 schrieb *Goethe* an einen Freund: '...In meiner Stube keimt *Arbor Dianae* (Anm.: baumähnliche Kristallisationen des metallischen Silbers aus wässrigen Silber-salzlösungen an Eisendrähten) und andere



Abb. 2. Der kaiserliche Rat Johann Caspar Goethe (1710–1782)



Abb. 3. Susanna Katharina von Klettenberg (1723–1774)

metallische Vegetationen...’ [6]. Zu den letzteren gehörte ohne Zweifel auch der ‘Marsbaum’.

Auch als *Goethe* im Sommer 1770 sein Studium in Strassburg fortsetzte, beschäftigte er sich weiter mit Alchemie. Im Winter 1771/72 besuchte er die Vorlesungen von Prof. *Jakob Reinbold Spielmann* (1722–1783), der sich bemühte, die Alchemie durch Einbeziehung damals zeitgemässer chemischer Forschungsergebnisse gewissermassen zu modernisieren. Zu dieser Zeit schrieb *Goethe* einmal: ‘...Die Chymie ist noch immer meine heimliche Geliebte...’ [7]. Auch sonst schlichen sich in seine Briefe gelegentlich alchemistische Wendungen ein. So schrieb er im Sommer 1773: ‘...Heilige Musen reicht mir das *Aurum potabile*, *Elixir vitae* aus euern Schalen, ich verschmachte...’ [8]. Die legendäre, angeblich ursprünglich auf einer Smaragdtafel aufgezeichnete ‘*Tabula smaragdina*’ – das aus grauer Vorzeit stammende Glaubensbekenntnis der Alchemie, stellte er den aufgeklärten Schriften eines *Christoph Martin Wieland* (1733–1813) gegenüber: ‘...O es ist eine gar lange Reihe, von *Hermes* Tafel bis auf *Wielands* Musarion...’ [9].

Es gab Freunde und Lehrer, vor denen er seine Hingabe an die Alchemie versteckte. ‘...Am meisten verbarg ich vor *Herdern* meine mystisch-kabbalistische Chemie (Abb. 4), und was sich darauf bezog, ob ich mich gleich noch sehr gern heimlich beschäftigte, sie konsequenter auszubilden, als man sie mir überliefert hatte...’ [10].

Der umfangreichen Beschäftigung des jungen Studenten *Johann Wolfgang* mit der Alchemie, sollte eine reiche Ernte des späteren Dichters *Goethe* nach sich ziehen. In einer bewundernswert scharfsinnigen Analyse hat in jüngerer Zeit *Rolf Christian Zimmermann* dargetan, dass eine Würdigung des dichterischen Werkes *Goethes* ohne intensive Betrachtung dessen alchemistischer Jugendzeit nicht sinnvoll möglich ist [11]. Schon früher ging *Ronald D. Gray* den alchemistischen Spuren in *Goethe’s* naturwissenschaftlichen Betrachtungen zur Theorie der Farben, der Anatomie, der Geologie und der Meteorologie nach [12]. Dass die ‘*Faust*’-Dichtung ganz wesentlich von der Begegnung mit der Alchemie geprägt ist, bedarf keiner weiteren Erläuterung. Schwierig und schwer durchschaubar ist ‘Das Märchen’, das 1795 in *Schiller’s* ‘Horen’ erschien. Diese Dichtung schwelgt in einer extrem verschlüsselten Symbolik, und *Goethe* machte sich einen Spass daraus, Deutungsversuche seiner Zeitgenossen zu sammeln, ohne je die eigene Deutung der

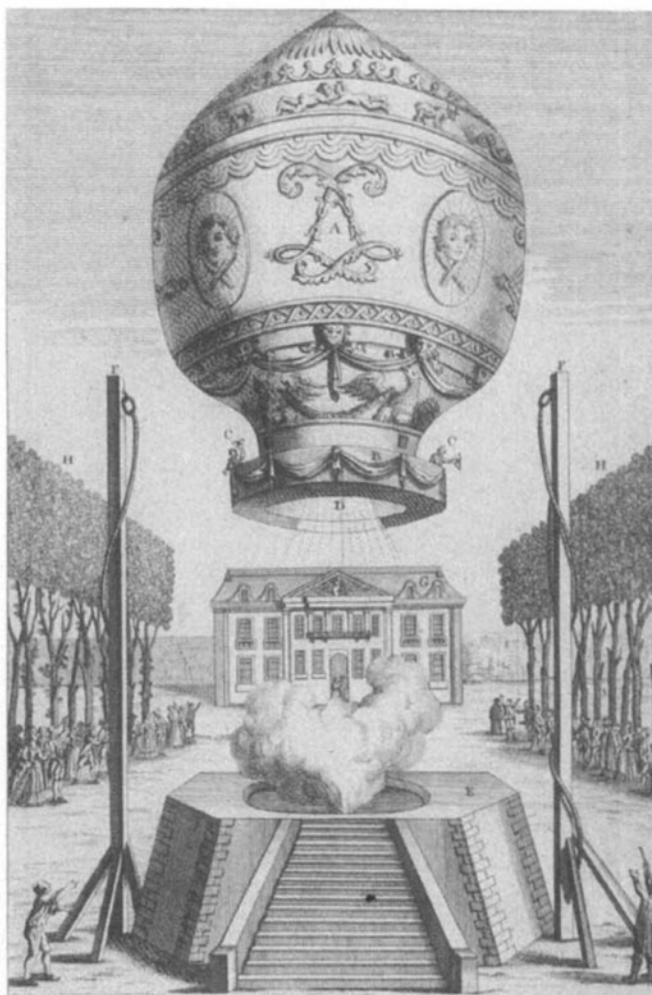


Abb. 4. Bemannter Ballonflug mit einer Montgolfiere vor dem Schloss ‘La Muette’

als Handlungsfiguren auftretenden alchemistischen Symbole preiszugeben.

In den 90er Jahren des 18. Jahrhunderts gelang es *Goethe* dann schliesslich, über die Alchemie als eine Art vorwissenschaftliche Geisteshaltung hinauszuwachsen – eine genaue Betrachtung seiner späteren naturwissenschaftlichen Werke zeigt jedoch, dass er sie nie wirklich völlig abzustreifen vermochte. Jedenfalls brachte ihn die Beschäftigung mit Alchemie mit einer lebenslangen Auseinandersetzung mit chemischen Fragen.

#### Chemisches zum Bergbau in Ilmenau

Der Herzogin *Anna Amalie* (1739–1807) von *Sachsen-Weimar-Eisenach* war auf den für die deutsche Geistesgeschichte überaus glücklichen, von der Psychologie her aber erst bei sehr scharfem Hinsehen begreiflichen Gedanken gekommen, der Verfasser von ‘*Werther’s Leiden*’ und des ‘*Götz*’ müsse ein Mensch sein, der den ungebärdigen Thronfolger *Carl August* (1757–1828) bändigen könne. So kam es zu *Goethe’s* Berufung nach Weimar, die ihn in die höchsten Staatsämter dieses Kleinstaates führen sollte. Am 7. Novem-

ber 1785 traf *Goethe* in Weimar ein. Das Herzogtum *Sachsen-Weimar-Eisenach* war ausserordentlich arm und die sozialen Verhältnisse schlecht. So bemühte man sich als eine Art Arbeitsbeschaffungsmassnahme das verfallene Kupfer-Bergwerk in *Ilmenau* wieder zu beleben. Dank der intensiven und umfangreichen Forschungen von *Otto Wagenbreth* wissen wir über dieses technologische Abenteuer besonders gut bescheid [13]. *Goethe* versuchte sich in jeder Hinsicht sachkundig zu machen. Bei dem Gold- und Silberschmied *G.M. Hecker* erlernte er im August 1767 die Silberprobe, das heisst die analytische Abtreibung des Silbers vom Kupfer mit Hilfe von zugesetztem Blei. Dank seiner alchemistischen Vorbildung fiel ihm dies nicht besonders schwer, und nach nur zwei Tagen war er bereits in der Lage, diese Analyse ‘im Trockenen’ selbst auszuführen.

Der Kupfergehalt des im wiedereröffneten *Ilmenauer* Bergwerks zutage gebrachten Kupferschiefers war extrem niedrig. Dies veranlasste *Goethe* nach einer verbesserten Abtrennung des Kupfers Ausschau zu halten. Auf Empfehlung des kursächsischen Vizeberghauptmannes und Bergmeisters *Friedrich Wilhelm Hein-*

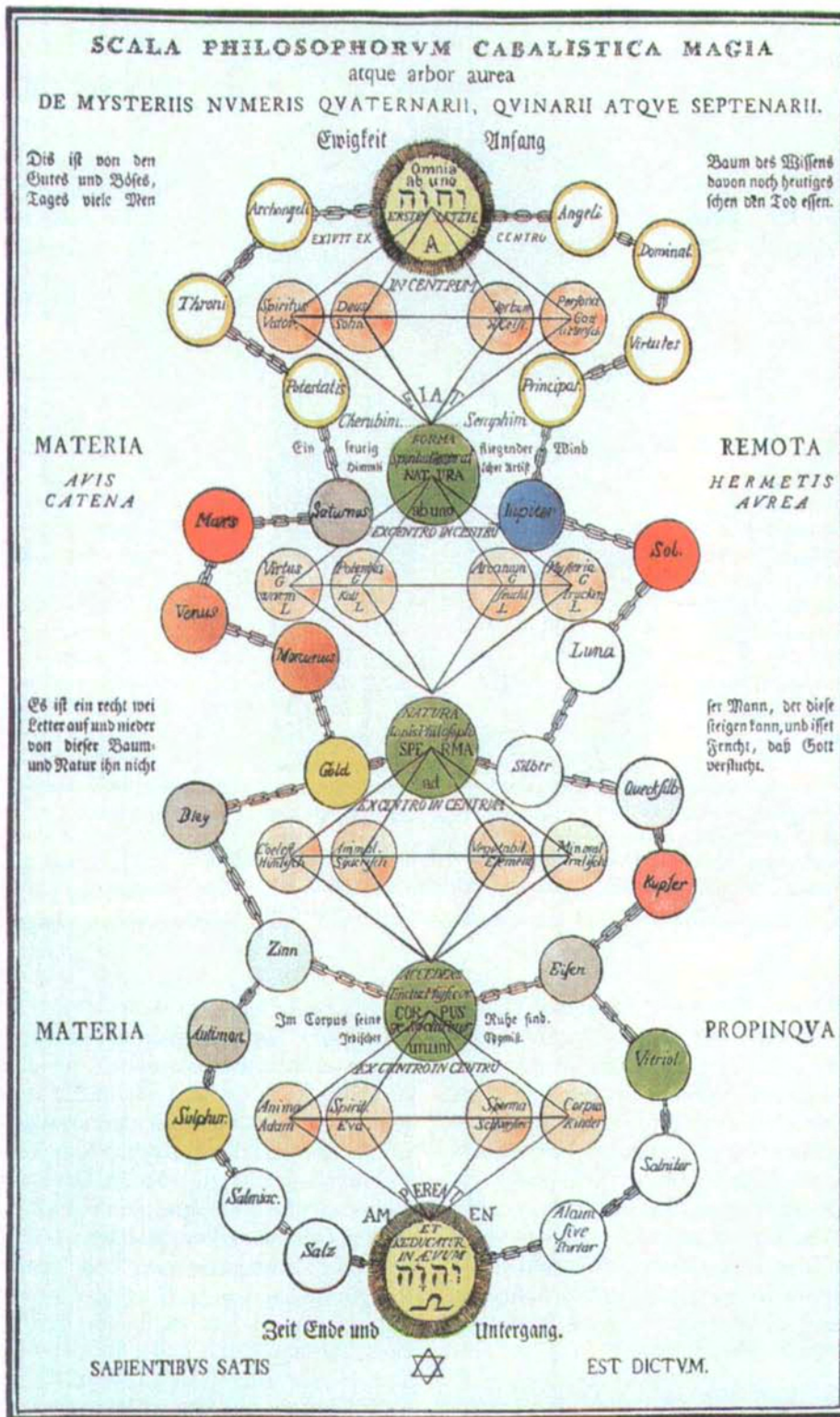


Abb. 5. In der Gedankenwelt der kabbalistischen Alchemie gab es ein durch 'Jehovas güldene Ketten' zusammengehaltenes, hierarchisches System von Metallen, Substanzen, philosophischen und religiösen Begriffen, das sich zu einem leiterähnlichen Gebilde formte, in welchem der 'irdische Chymist' ebenso seinen Platz einnahm wie Gott und seine Engelscharen. Die von Cherubim und Seraphim ausgehenden feurigen Winde waren ebenso vertreten wie Antimon, Schwefel und Salmiak. Das aus dem Arabischen stammende Wort 'Kabbala' scheint ursprünglich 'schwierige Rechnung' bedeutet zu haben. Eine bestimmte Einkommenssteuer des arabischen Spaniens des 9. Jahrhunderts hiess ebenso.

rich von Trebra (1740–1819) hin lernte Goethe im Erzgebirge und in Schlesien das von dem Freunde Mozart's, Ignaz von Born (1742–1791) entwickelte Amalgamationsverfahren kennen. Das feingemahlene Erz wird hierbei mit Quecksilber ver-

mischt, mit welchem die vorhandenen Metalle ein Amalgam bilden. Treibt man das Quecksilber über dem Feuer ab, bleiben die Metalle zurück. Im Oktober 1790 teilte Goethe dem Bergamt mit: '... Verschiedene auf meiner letzten Reise durch

Schlesien angestellte mineralogische und chemische Beobachtungen haben mich auf den Gedanken gebracht: ob man nicht den Kupferschiefer ebenso gut, ja wohl noch bequemer als andere Erze durch Pochen und Schlämmen behandeln und das darin befindliche Metall als Schlich ins Enge bringen... und die gewonnenen Schliche gleich zur Amalgamation bringen könne...' [14].

Die von Goethe vorgeschlagene Erprobung scheint aber zu keinem Erfolg geführt zu haben, denn man entschloss sich, das Kupfer im konventionellen Verfahren zu erschmelzen. Doch nun zeigte sich, dass der Metallgehalt des Erzes so ausserordentlich niedrig war, dass das wenige überhaupt vorkommende Kupfer bei der Schmelzarbeit regelrecht verdampfte. Trotzdem wurde das Bergwerk nicht gleich wieder aufgegeben, sondern – wohl aus sozialen Überlegungen heraus – zunächst weiter betrieben, bis es im Oktober 1796 durch einen Stollenbruch absoff. Erst im Juli 1812 entschloss man sich das Bergwerk entgültig zu schliessen.

### Der Luftballon und die Chemie der Gase

Liest man Goethe's Briefe und Tagebuchaufzeichnungen genau, so wird eine gewisse pyromane Neigung erkennbar. Dies hatte chemische Konsequenzen. Man kann als absolut sicher unterstellen, dass Goethe der Theorie der Verbrennung und der Chemie der Gase, die gerade in den letzten Jahrzehnten des 18. Jahrhunderts intensivst erforscht wurden, tiefes Interesse entgegenbrachte. Schliesslich gehörte es zu seinen Pflichten als jüngstes Mitglied des 'Geheimen Consiliums', wenn irgendwo in der Umgebung Weimars Feuer ausbrach, sich auf das Pferd zu schwingen und zur Koordinierung der Löscharbeiten, zur Tröstung der geschädigten Untertanen und zur Feststellung des Schadens zur Brandstelle zu eilen. So fand Goethe reichlich Gelegenheit, sich von Amts wegen mit der Verbrennung zu beschäftigen – auch am Sonntag, den 25. Juni 1780, als in Grossbrennbach, nördlich von Weimar, Feuer ausbrach: '...Meine Augenbrauen sind versengt, und das Wasser, in meinen Schuhen siedend, hat mir die Zehen gebrüht...' [15].

Für Goethe's Beschäftigung mit der Chemie der Gase und dem Luftballon dürfte seine Begegnung mit dem ausgesprochen chemisch orientierten Physiker Georg Christoph Lichtenberg (1742–1799) ausschlaggebend geworden sein, bei dem er im Herbst 1783 eine Vorlesung erlebt

hatte, in der dieser eine stählerne Uhrfeder in reinem Sauerstoff brennen liess. Dieses prächtige Experiment war erst wenige Monate zuvor von dem niederländischen Naturforscher *Jan Ingenhousz* (1730–1799) entwickelt worden, der Eisendrähle in Sauerstoffatmosphäre brennen liess. *Lichtenberg* hatte herausgefunden, dass die Leuchterscheinung noch wesentlich eindrucksvoller wird, wenn man statt des dünnen Drahtes eine breite stählerne Uhrfeder verwendet. Vermutlich waren die bei Beobachtung des Abbrennens im Auge entstehenden Blenderscheinungen der Anlass für *Goethe's* wichtige Entdeckung des Nachbildes im menschlichen Auge, das – wie wir heute sagen – in der jeweiligen Komplementärfarbe erscheint.

*Lichtenberg* hatte auch versucht, wasserstoffgefüllte Seifenblasen und kleinere, eher winzige Luftballone zum Steigen zu bringen, was ihm dann auch gelang. Er hatte diese Versuche bereits 1782, möglicherweise sogar vor dem Briten *Joseph Black* (1782–1799) und dem neapolitanischen Privatgelehrten *Tiberius Cavallo* (1749–1809), entwickelt, es aber versäumt, den zugrunde liegenden Gedanken bis zu einer lasten- oder sogar menschentragenden 'Maschine' weiter zu entwickeln.

Der Start einer ersten 'Montgolfiere' – durch warme Luft gehoben – am 5. Juni 1783 machte die Gebrüder *Montgolfier* unsterblich.

Zunächst gelang es ihnen ihre Methode geheimzuhalten. Der Pariser Physiker *Jacques Alexandre Cesar Charles* (1746–1813) nahm irrtümlicherweise an, die Gebrüder *Montgolfier* hätten ihren Ballon mit Wasserstoff gefüllt. Dass dieser leichter ist als Luft, hatte schon der englische Aristokrat *Henry Cavendish* (1731–1810) herausgefunden. Am 27. August 1783 liess *Charles* erfolgreich die erste 'Charliere', gefüllt mit Wasserstoff, steigen. Diese ersten Ballons waren unbemannt oder führten Tiere als Passagiere mit (Abb. 4). Aus einem Brief von *Samuel Thomas Sömmering* (1755–1830) wissen wir, dass dieser und *Goethe* am 13. November 1783 vergeblich versuchten, einen kleinen Ballon, offenbar mit Wasserstoff-Füllung, denn nur bei diesen sprach man von 'Blasen' – zum Steigen zu bringen. Doch der Versuch misslang. Es '...war *Goethe* hier, und da hatte ich schon einen Kubus von 5/4 Ellen in der Arbeit. Der gute Mann (d.h. *Goethe*) half mir noch füllen, allein die Übereilung machte den Versuch nicht gelingen...' [16].

Damals war es üblich, Wasserstoff durch die Reaktion von Eisenfeile und Schwefelsäure herzustellen, der dementsprechend von Säuretröpfchen gereinigt

hätte werden müssen. Säurehaltiger Wasserstoff griff die Ballonhüllen an.

Den ersten bemannten Ballonflug wagte der Verwalter des naturgeschichtlichen Kabinetts des Grafen der Provence, *Jean François Pilâtre de Rozier* (1754–1785), der am 21. November 1783 über Paris erstmals die Türme von Notre Dame von oben sah. In Weimar war man zur gleichen Zeit lange nicht so erfolgreich. Der Hofapotheker '...*Buchholz* peinigt vergebens die Lüfte, die Kugeln wollen nicht steigen. Eine hat sich einmal gleichsam aus Bosheit bis an die Decke gehoben, und nun nicht wieder. – Ich habe selbst in meinem Herzen beschlossen, stille anzugehen, und hoffe auf die *Montgolfiers* Art eine ungeheure Kugel gewiss in die Luft zu jagen...' [17] schrieb *Goethe* Ende Dezember 1783.

Er muss diese Ballonversuche sehr ernst genommen haben, denn als er später eine Gliederung für seine autobiographischen Aufzeichnungen niederschrieb, hiess es: '...Die Luftballone werden entdeckt. – Wie nach ich dieser Entdeckung gewesen. – Einiger Verdross, es nicht selbst entdeckt zu haben. – Baldige Tröstung...' [18].

Es gibt keinen Grund, an diesem Bekenntnis zu zweifeln, da wir wissen, dass sich *Goethe* zu diesem Zeitpunkt intensiver mit Chemie beschäftigt haben muss. Die Ballonleidenschaft hatte ihn nun erfasst. Am 19. Mai 1784 schrieb er an *Charlotte von Stein* einen drolligen Brief: '...Ich hoffe, du bleibst meinem Garten und mir getreu. Vielleicht versuchen wir den kleinen Ballon mit dem Feuerkorbe. Sage aber niemanden etwas...' [19]. Am 9. Juni des gleichen Jahres teilte *Goethe Sömmering* mit '...haben wir einen Ballon auf *Montgolfierische* Art steigen lassen, 42 Fuss hoch und 20 in grössten Durchschnitt. Es war ein schöner Anblick...' [20].

Die Begeisterung für Gaschemie ging sogar so weit, dass er am 5. August 1784 in Gesellschaft in Tierfurt Experimente mit '...dephlogistierter Luft...' unternahm, und darüber die Zeit so sehr vergass, dass er ein Rendezvous mit *Charlotte von Stein* verpasste.

*Goethe* verfolgte aufmerksam die weitere Entwicklung der Gaschemie, und so hielt er Ende Juni 1791 fest: '...ein Versuch von *Göttling* mit der dephlogistierten Salzsäure (d.h. Chlor). Er hat gedrucktes Papier... wieder zu Brei gemacht, mit seinem Wasser (d.h. Chlorwasser) alle Schwärze heraus gezogen und wieder Papier daraus machen lassen... Bei dieser Gelegenheit hat sich eine alte Idee: hier eine gelehrte Gesellschaft zu errichten... in

mir wieder erneuert...' [21]. Damit wurden *Göttling's* Chlorversuche zum Anstoss für die Gründung der 'Freitagsgesellschaft', in der *Goethe* selbst oft vortragen sollte, und die in seinem eigenen Haus oder im Palais der Herzoginwitwe *Anna Amalie* tagte. Unter anderem sollten 'Demonstrationen physikalischer und chemischer Experimente...' [22] vorgeführt werden. Chemische Experimente wurden in erster Linie vom Hofapotheker dargeboten. Der Bergrat *Wilhelm Heinrich Sebastian Buchholz* (1734–1798) demonstrierte mehrfach die Absorption von Schwefelwasserstoff-Gas durch Holzkohle (September 1791). Ein andermal wurde die 'Chemische Harmonika' vorgeführt, d.h. das Singen einer Wasserstoff-Flamme beim Brennen in Luft, wenn diese von einem Rohr umgeben ist. Wie wir heute

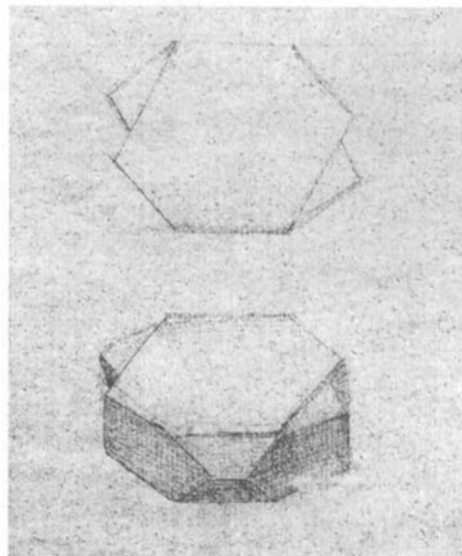


Abb. 6. Zeichnung *Goethe's* eines 'Karlsbader Zwillings', eines 'Feldspat-Zwilling-Kristalls'



Abb. 7. Der schwedische Chemiker *J.J. Berzelius* (1779–1848)

wissen, beruht dieses Phänomen auf einer permanenten Folge kleiner Knallgasexplosionen, die die Luftsäule im Rohr zum Schwingen bringen.

### Chemisches in Bad Pyrmont und Eger

Zur Erholung nach einer schweren Erkrankung reiste *Goethe* im Juni 1801 in Begleitung seines Sohnes und eines Dieners nach Bad Pyrmont. Der stets Aktive konnte es nicht lassen, sich die Zeit durch aufsehenerregende chemische Experimente zu verkürzen, die seine naturwissen-



Abb. 8. Johann Wolfgang Döbereiner (1780–1849)



Abb. 9. Döbereiner'sches Feuerzeug

schaftlich nicht besonders ausgebildeten Zeitgenossen ganz ungeheuer beeindruckten mussten: '...Die merkwürdige Dunsthöhle in der Nähe des Ortes, wo das Stickgas (d.h. Kohlendioxid), welches, mit Wasser verbunden, so kräftig heilsam auf den menschlichen Körper wirkt, für sich unsichtbar eine tödliche Atmosphäre bildet, veranlasste manche Versuche, die zur Unterhaltung dienten. Nach ernstlicher Prüfung des Lokals und des Nivau's jener Luftschicht (d.h. der Oberfläche des am Boden der Dunsthöhle liegenden CO<sub>2</sub>) konnte ich die auffallenden und erfreulichen Experimente mit einiger Kühnheit anstellen. Die auf dem unsichtbaren Element lustig tanzenden Seifenblasen, das plötzliche Verlöschen eines flackernden Strohwisches, das augenblickliche Wiederentzünden, und was dergleichen sonst noch war, bereitete staunendes Ergötzen solchen Personen, die das Phänomen noch gar nicht kannten, und Bewunderung, wenn sie es noch nicht im Grossen und im Freien ausgeführt gesehen hatten' [23].

Eine mit normaler Luft, also einem Gemisch von Stickstoff und Sauerstoff gefüllte Seifenblase ist spezifisch etwas schwerer als die sie umgebende Luft und würde zu Boden sinken. Da sie jedoch deutlich spezifisch leichter ist als das aus der Quelle entweichende Kohlendioxid, bleibt sie auf der Grenzschicht zwischen CO<sub>2</sub> und Luft schweben. Dies ist auch deshalb bemerkenswert, weil ein Luftballon, sich selbst überlassen, aus physikalischen Gründen stets entweder steigt oder sinkt, aber eben nie in einer definierten Höhe schweben kann.

Die Pyrmontener Brunnenverwaltung und die Kurgäste müssen ungeheuer beeindruckt gewesen sein. Noch heute begibt sich zu bestimmten Tageszeiten ein Beamter der Pyrmontener Brunnenverwaltung in einem stets gleichen Ritual in die Dunsthöhle und wiederholt unter Berufung auf den grossen Dichter die hier geschilderten Experimente – eine einzigartige Hommage für den Experimentator *Goethe*. Dieser nahm mit Kohlendioxid gefüllte Mineralwasserflaschen nach Weimar mit, um dort die gleichen Experimente stark verkleinert seinen Gästen in mit Kohlendioxid gefüllten Sektkelchen vorzuführen. Das Experiment mit dem auf CO<sub>2</sub> schwebenden Seifenblase geht auf *Lichtenberg* zurück, bei dem es *Goethe* gesehen haben dürfte. Übrigens ist es gar nicht so leicht, drucklos Gase in mit Luft gefüllte Flaschen überzuleiten. Nach *Alessandro Graf Volta* (1745–1827) gelingt dies, indem man die Flasche zunächst eben nicht mit Luft, sondern z.B. mit Hirsekörnern oder Sand füllt. Leert man eine solche Flasche

in CO<sub>2</sub>-Atmosphäre aus, so ersetzt dieses Gas das Volumen des ausströmenden Sandes.

1822 lernte *Goethe* den berühmten schwedischen Chemiker *Jöns Jakob Berzelius* (1779–1848) (Abb. 6) bei einer Brunnenkur in Eger kennen und dieser führte *Goethe* die Lötrohranalyse vor, die *Berzelius* vervollkommen hatte. Noch in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts wurde diese an den Europäischen Bergakademien unterrichtet.

### Wahlverwandschaftliches in Weimar und Jena

*Goethe* tat alles, um den jungen Provisor der Hofapotheke, *Johann Friedrich August Göttling* (1755–1809), für die Übernahme einer chemischen Professur vorzubereiten. Die akademische Position *Göttling's* und sein bescheidenes Gehalt wurden in den folgenden Jahrzehnten einige Male verbessert, doch gelang es nie, ihn finanziell wirklich abzusichern. *Göttling's* Not hatte eigenartige Konsequenzen und hinterliess sozusagen literaturhistorische Spuren: Um ein wenig zusätzlich Geld zu verdienen, brachte er 'Vollständige chemische Probiercabinette zum Handgebrauch für Scheidekünstler, Ärzte, Mineralogen ... und Naturliebhaber' mit jeweils zwei kleinen nur wenigen Zoll grossen Kästchen in den Handel, die alles zum chemischen Arbeiten nötige enthielten. Dieses 'Experimentier-Set' war für vier Friedrich d'or zu haben. Im Handlungsverlauf von *Goethe's*-Roman 'Die Wahlverwandschaften' begegnet man diesem kleinen 'chemischen Probier-Cabinett' wieder.

Mit den Problemen der chemischen Affinität, der Wahlverwandschaft dürfte *Goethe* im Laboratorium seines Freundes, *Carl Theodor von Dalberg* (1744–1817), dem Statthalter von Erfurt, vertraut geworden sein. Aus den chemischen Veröffentlichungen *Dalberg's* wissen wir, dass er sich mit Fragen der Affinität intensiv auseinandersetzte. *Goethe* hat den Statthalter oft besucht und hat dabei sicherlich dessen guteingegerichtetes Laboratorium gesehen.

Schon früh muss in *Goethe* der Gedanke entstanden sein, chemische Reaktionen und deren Aufeinanderfolge als dramatisch-literarisches Modell zu sehen. In einem Brief vom Oktober 1799 kritisiert er die Handlungsweise von Romanfiguren in einem Werk eines französischen Dichters: '...Es ist keine Spur von der zarten chemischen Verwandtschaft, wodurch sie sich anziehen und abstossen, vereinigen, neu-

tralisieren, sich wieder scheiden und herstellen...' [24].

Persönliche und politische Schicksalsschläge sollten eine baldige literarische Umsetzung dieses Gedankens vereiteln. 1805 kam es zu einer schweren gesundheitlichen Krisis. In Weimar hatte sich ein Chemiker namens Dr. *Fries* niedergelassen, der öffentliche Experimentalvorlesungen hielt, die auch *Goethe* besuchte. Bei dem Rückweg vom überheizten Hörsaal durch die kalte Winternacht zog er sich eine schwere Erkältung zu, die zu einer lebensbedrohenden Lungenentzündung und Gesichtsröte führte. Nachdem die Schlacht von Jena und Auerstädt und ihre Nachwirkungen überstanden waren, scheint *Goethe* während eines Kuraufenthaltes in Karlsbad der Idee zu seinem 'Chemischen Roman' näher getreten zu sein. Seine Begeisterung für Chemie wurde gerade zu diesem Zeitpunkt durch eine wissenschaftliche Sensation zusätzlich angeheizt: dem Direktor der Royal Institution in London, Sir *Humphry Davy* (1778–1829) gelang ab Oktober 1807 die Darstellung der Alkali- und Erdalkalimetalle Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Barium und Strontium durch die Elektrolyse geschmolzener 'Erden'. *Thomas Johann Seebeck* (1770–1831) arbeitete diese Versuche in Jena nach, wobei ihm *Goethe* zusätzliche *Volta*'sche Säulen aus seinem eigenen Besitz zur Verfügung stellte. Im März 1807 besah sich *Goethe* diese Versuche in Jena und war dermassen begeistert, dass er sie auch in seiner 'Mittwochsgesellschaft' vorzeigen lassen wollte. Bei den damaligen schlechten Strassenverhältnissen gestaltete sich der Transport der Gerätschaften einigermaßen schwierig. Um ein Zerbrechen zu vermeiden, musste die experimentelle Ausrüstung mit Schubkarren nach Weimar gefahren werden. Am 21. März 1808 schrieb *Goethe* an *Seebeck*. '...Sie packten Ihren Apparat auf's beste zusammen, so dass er etwa auf einem Schubkarren...könnte hierher gebracht werden. Dienstags bauten wir die Säulen auf und könnten alsdann Mittwochs, Donnerstags und Freitags den Schaulustigen dienen...' [25].

Die folgenden Monate gehörten der Niederschrift der 'Wahlverwandtschaften'. '...Die sittlichen Symbole in den Naturwissenschaften – z.B. das der Wahlverwandtschaft, vom grossen *Bergmann* erfunden und gebraucht – sind geistreicher und lassen sich eher mit Poesie, ja mit Sozietät verbinden, als alles übrige...' [26].

*Goethe* hatte die Affinitätslehre des Schweden *Torbern Olof Bergmann* (1735–1784), Professor der Chemie in

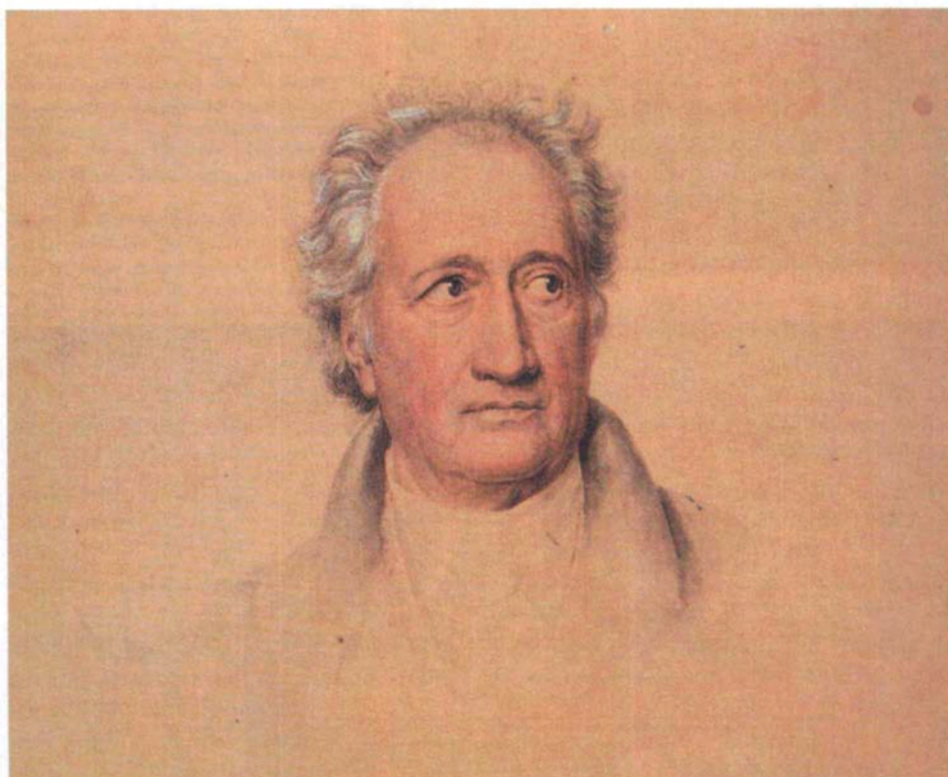
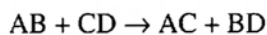


Abb. 10. Johann Wolfgang von Goethe (Aquarell, farbige Kreide von *Josef Karl Stieler*, 1828, Neue Pinakothek, München)

Upsala und einer der grössten Analytiker des 18. Jahrhunderts, aufmerksam gelesen und er muss dessen chemische Symbolik in einem hohen Masse verinnerlicht haben, denn nach eigenem Bekunden zeigt der Roman ausgeprägt autobiographische Züge. Er handelt im Kern von nur vier Personen, deren zwischenmenschliche Beziehungen entsprechend der chemischen Grundgleichung:



umlagern. Da dieser Roman angeblich den Ehebruch verherrlichte, waren die Zeitgenossen entrüstet und in Österreich griff die Zensur ein. Vielleicht gerade deshalb wurde dieses Werk ein Bestseller.

Besonders eng gestaltete sich *Goethe*'s Zusammenarbeit mit *Johann Wolfgang Döbereiner* (1780–1849) (Abb. 8), der als Nachfolger des 1809 verstorbenen *Götting* berufen worden war. Bedingt durch die allgemeine Notlage während der Napoleonischen Kontinental Sperre erforschte *Döbereiner* insbesondere die Verzuckerung von Kartoffelstärke durch Kochen mit Schwefelsäure unter Druck. Unter dem Schutz *Goethe*'s und mit dessen und des Hofes finanzieller Beteiligung gründete *Döbereiner* eine Fabrik zur Herstellung von Stärkezucker, die allerdings den baldigen Zusammenbruch der *Napoleonischen* Herrschaft nicht lange überleben sollte. *Goethe* entwickelte sich zu einem

sendungsbewussten Propheten und hat, wie er in seinen Tagebuchaufzeichnungen mitteilt, selbst in Karlsbad im irdenen Topf und ohne Druck – offenbar vor Publikum – Stärke verzuckert. Im Übrigen war ihm *Döbereiner* ein langjähriger chemischer Berater, der z.B. bei den chemischen Problemen der *Goethe*'schen Farbenlehre zuarbeiten musste. Mit besonderem Interesse verfolgte er *Döbereiner*'s Entwicklung des dann nach ihm benannten Feuerzeugs, in dem Wasserstoff sich am Platinkontakt an der Luft entzündet. Wohl durch *Goethe*'s Empfehlung erhielt *Döbereiner* von der Erbprinzessin *Maria Pawlowna* (1786–1859), einer russischen Grossfürstin, beträchtliche Mengen russischen Platins. Im Juli 1823 gelang es *Döbereiner*, durch Glühen von Platinsalmiak schwammförmiges Platin zu erhalten und mit diesem ein Gemisch der Gase Wasserstoff und Sauerstoff schon bei Raumtemperatur zu zünden. Auf die Erfindung des auf dieser Reaktion basierenden und bald zu Tausenden gehandelten 'Döbereiner'schen Feuerzeuges' (Abb. 9) nahm er zu seinem späteren Bedauern und gegen den ausdrücklichen Rat *Goethe*'s keine Patente.

Auch sonst sollte die Zusammenarbeit zwischen *Goethe* und *Döbereiner* von beträchtlicher Bedeutung für die Geschichte der Chemie sein. Der mit *Goethe* bekannte Naturforscher und Hofmedicus *F.G. Sulzer* benannte ein von ihm entdecktes,

in der Nähe des schottischen Dorfes Strontian vorkommendes Mineral 1791 'Strontianit', in dem bald darauf von dem Berliner Professor *Heinrich Julius Klaproth* (1743–1817) das Element Strontium entdeckt wurde. Der Freiburger Mineraloge *Abraham Gottlob Werner* (1749–1817) benannte ein 1798 neu gefundenes bläulich-durchsichtiges Mineral nach der Farbe des Himmels 'Coelestin'. Zur grossen Freude *Goethe's* wurde 1817 bei Schloss Dornburg auch Coelestin gefunden, von dem er und *Carl August* so viele Stufen verschenkten, dass heute die Lagerstätte fast völlig erschöpft ist. *Goethe* bat *Döbereiner* eine Analyse dieses strontiumhaltigen Minerals, bei dem es sich um ziemlich reines kristallines Strontiumsulfat handelt, zu machen. *Döbereiner* – in der irrigen Annahme, das neugefundene Erdalkalimetall Strontium sei in Wahrheit nicht existent – berechnete seine Analyse so, als handle es sich bei 'Strontium' um ein (1:1)-Gemisch der Metalle Calcium und Barium. Die Analyse war zwar rechnerisch richtig. Bei der fälligen Korrektur seiner falschen Annahme entdeckte er aber, dass die Folge der Atomgewichte die 'Triade' Calcium/Strontium/Barium bildet und diese Teile einer mathematischen Reihe sind. So legte er das Fundament zu unserem heutigen Periodensystem der Elemente.

### Friedlieb Ferdinand Runge und die Entdeckung des Coffeins

An augenphysiologischen Entdeckungen war *Goethe* ganz besonders interessiert. So nahm er an Beobachtungen *Friedlieb Ferdinand Runge's* (1794–1867) über die pupillenerweiternde Wirkung bestimmter Pflanzensäfte regen Anteil. *Runge* hatte 1810 in der Ratsapotheke in Lübeck gefunden, dass neben Tollkirschenextrakten, auch der Bilsenkrautsaft die Pupillen erweitern kann. *Runge* ging dann an die Universität Jena, um unter *Döbereiner's* Anleitung zu promovieren. Auf *Döbereiner* machten die Untersuchungen des jungen Doktoranden über die Wirkung der Gifte auf das lebende Auge einen solchen Eindruck, dass er seinem Förderer *Goethe* davon berichtete. Von seinem Besuch bei *Goethe* hat *Runge* eine köstliche Schilderung hinterlassen: '...Ich kannte bis dahin von *Goethe's* Leistungen nur Weniges, aber seinen Faust wusste ich auswendig, und dies war übergenug, den unschätzbaren Wert des Wunsches dieses Mannes zu würdigen, der sich herabliess, einem unbedeutenden Studenten, mit seiner Katze unter'm Arm, Audienz zu ge-

ben...' [27].

*Runge* hatte im Laboratorium *Döbereiner's* herausgefunden, dass das Katzenauge ein äusserst geeignetes Studienobjekt war. Tropfte man eine unverfängliche Pflanzenlösung, z.B. Spinatsaft, in ein Katzenauge, so blieb dessen Pupille ein senkrechter Strich. Bei Pflanzenlösungen mit bestimmten Alkaloiden – wie heute bekannt –, z.B. Atropin oder Strychnin, weitete sich die Pupille ganz beträchtlich.

*Runge* liess sich einen Frack, einen Zylinder und eine Katze und ging zu *Goethe* und war von dessen achtungsgebietender Erscheinung so beeindruckt, dass '...ich ihm zitternd die Katze hinreichte, gleichsam, als wollte ich mich damit verteidigen. 'Ach so', sagte er, 'das ist also der künftige Schrecken der Giftmischer? Zeigen Sie doch'...' [28].

*Runge* erläuterte nun, dass Säfte der Pflanzengattungen *Belladonna*, *Datura* und *Hyoscyamus* die gleiche pupillenerweiternde Wirkung haben, wohingegen andere wie *Aconitum* die Pupille verengen. *Goethe* schlug nun vor, zu erproben, ob pupillenverengende Gifte Gegengifte zu pupillenerweiternden seien.

Es sei noch das Ende dieser Audienz geschildert, da hier *Goethe* die ganz bemerkenswerte Eigenschaft zeigte, andere zu erfolgreichen Forschungen anzuspornen: '...*Goethe*... übergab mir noch eine Schachtel mit Kaffeebohnen, die ein Grieche ihm als etwas ganz Vorzügliches gesandt. 'Auch dies können Sie zu Ihren Untersuchungen brauchen!' sagte *Goethe*. – Er hatte Recht, denn bald darauf entdeckte ich darin das wegen seines grossen Stickstoffgehaltes so berühmt gewordene Coffein...' [29].

So wurde *Goethe* zum Mitentdecker eines bedeutenden Alkaloides, dem *Runge* angesichts seiner basischen Eigenschaften den originellen Namen 'Kaffeebase' gegeben hatte. Dieser Erfolg spornte ihn an, auch noch nach den 'Pflanzenbasen' der Chinarinde ('Chinabase'), des Safrans und der Aloe zu suchen. So wurde er indirekt durch *Goethe's* Anregung zum Entdecker des Chinins. Betrachtet man Abbildungen der Kaffeepflanze und der Tollkirsche, so ist eine gewisse morphologische Ähnlichkeit tatsächlich nicht zu übersehen. Trotzdem war *Goethe's* Prognose reichlich gewagt, denn eine genetische Verwandtschaft der beiden Pflanzen besteht in Wirklichkeit nicht. Es scheint fast so, als habe *Goethe* einige der Versuche *Runge's* für sich selbst wiederholt. Aus seinem Tagebuch ist bekannt, dass *Runge's* Besuch am 3.10.1819 stattgefunden hatte. Am nächsten Tag, den 4.10., trug er das Wort '*Datura*' ein, und

gleich darauf '*Datura* nochmals'.

Mit dem Fortschreiten der Chemie blieb der alte *Goethe* notwendigerweise immer weiter hinter seiner Zeit zurück. Doch das Interesse war geblieben, insbesondere beschäftigten ihn die farbigen Halogene Chlor und insbesondere das Jod, dessen violetten Dampf er – nach einem Zeugnis *Eckermann's* (1822) – gerne seinen Gästen zeigte.

Eingegangen am 21. Januar 1994

- [1] Dieser Aufsatz ist eine Kurzfassung der chemiebezogenen Kapitel von *O. Krätz*, 'Goethe und die Naturwissenschaften', Callwey, München, 1992. Die Zitate sind der sogenannten 'Weimarer Ausgabe' (WA) der Werke *Goethe's* entnommen.
- [2] WA IV, 48 (141), S. 110.
- [3] WA I, 27 (31), S. 199.
- [4] WA I, 27 (31), S. 207, 208.
- [5] WA I, 27 (31), S. 206.
- [6] WAIV, 7 (100), S. 8.
- [7] Konzept *Goethe's* zu einem Brief an *Susanna Katharina von Klettenberg* vom 28. August 1770; zitiert nach R. Steiger, 'Goethe's Leben von Tag zu Tag. Eine dokumentarische Chronik', 5 Bde, Zürich/München, 1982 ff; Bd. 1, S. 612.
- [8] Brief *Goethe's* an *Johann Christian Kestner*, ca. Mitte Juli 1773, zitiert nach R. Steiger [7], Bd. 1, S. 612.
- [9] S. [7]: R. Steiger, Bd. 1, S. 200.
- [10] WA I, 27 (31), S. 321.
- [11] R.Ch. Zimmermann, 'Das Weltbild des jungen *Goethe*. Studien zur hermetischen Tradition des deutschen 18. Jahrhunderts', Bd. 1: 'Elemente und Fundamente', München, 1969; Bd. 2: 'Interpretation und Dokumentation', München, 1979.
- [12] R.D. Gray, 'Goethe and the Alchemy', o.O. und o.J., S. 59.
- [13] O. Wagenbreth, 'Goethe und der Ilmenauer Bergbau', Weimar, 1983.
- [14] WA IV, 9 (102), S. 231.
- [15] WA IV, 4 (97), S. 239.
- [16] S. [7]: R. Steiger, Bd. 2, S. 418.
- [17] WA IV, 6 (99), S. 232.
- [18] 'Goethe: Naturwissenschaftlicher Entwicklungsgang', Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina: *Goethe*. Die Schriften zur Naturwissenschaft, I. Abt., Bd. 11, S. 201.
- [19] WA IV, 6 (99), S. 278.
- [20] WA IV, 6 (99), S. 292.
- [21] WA IV, 9 (102), S. 274.
- [22] S. [7]: R. Steiger, Bd. 3, S. 134.
- [23] WA I, 35 (40), S. 100.
- [24] WA IV, 14 (107), S. 203.
- [25] S. [7]: R. Steiger, Bd. 5, S. 178.
- [26] S. [7]: R. Steiger, Bd. 5, S. 328.
- [27] F.F. Runge, 'Hauswirtschaftliche Briefe', Oranienburg, 1866; Nachdruck VCH, Weinheim, 1988, S. 161.
- [28] S. [27]: F.F. Runge, S. 161.
- [29] S. [27]: F.F. Runge, S. 165.