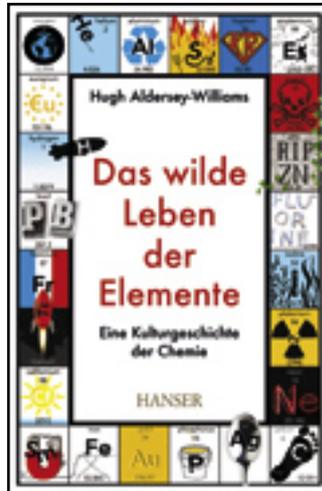


HANSER



Leseprobe

Hugh Aldersey-Williams

Das wilde Leben der Elemente

Eine Kulturgeschichte der Chemie

Übersetzt aus dem Deutschen von Friedrich Griese

ISBN: 978-3-446-42686-3

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser.de/978-3-446-42686-3>

sowie im Buchhandel.

Prolog

Die Tabelle mit dem Periodensystem der chemischen Elemente gehört wie das Alphabet oder der Tierkreis zu den grafischen Bildern, die sich für immer in unserem Gedächtnis festgesetzt haben. Die, an die ich mich noch aus der Schulzeit erinnern kann, hing hinter dem Lehrerpult an der Wand wie ein Altarbild, und ihr glänzendes vergilbendes Papier legte Zeugnis ab von langjährigen chemischen Attacken. Es ist ein Bild, das ich nicht habe abschütteln können, obwohl ich mich schon seit Jahren nicht mehr in ein Labor getraut habe. Jetzt hängt es bei mir an der Wand.

Oder zumindest eine Version davon. Da ist die vertraute gestufte Skyline, da sind die säuberlich aufgestapelten Kästchen, eines für jedes Element. Jedes Kästchen enthält das Symbol und die Atomzahl, die zu dem Element an dieser Stelle gehören. Doch nicht alles in dieser Tabelle ist so, wie es sein sollte. Denn wo der Name des Elements stehen sollte, steht ein ganz anderer, der mit der Welt der Wissenschaft nichts zu tun hat. Das Symbol O steht nicht für Sauerstoff, sondern für den Gott Orpheus; Br bedeutet nicht Brom, sondern den Künstler Bronzino. Viele der übrigen Felder sind, Gott weiß warum, mit Gestalten aus dem Kino der fünfziger Jahre besetzt.

Diese Tabelle der chemischen Elemente ist eine Lithographie des britischen Künstlers Simon Patterson. Ihn faszinieren die Diagramme, mit deren Hilfe wir unsere Welt organisieren. Sein Arbeitsprinzip ist, die Bedeutung des Dinges als Ordnungssymbol anzuerkennen und dann seine Inhalte durcheinanderzuwürfeln. Sein bekanntestes Werk ist eine Karte der Londoner U-Bahn, in der die Stationen umbenannt sind nach Heiligen und Forschungsreisenden und Fußballspielern. Dort, wo verschiedene Linien sich kreuzen, geschehen seltsame Dinge.

Dass er den Wunsch hatte, dieses Spiel auch mit dem Periodensystem zu spielen, ist nicht erstaunlich. Er hat düstere Erinnerungen an seine Schule, wo man es auswendig lernen musste. „Für den Lehrer war das bequem, aber ich konnte es mir nie einprägen“, sagt Simon. Doch die Idee, die dahinter steckt, hat er sich gemerkt. Zehn Jahre nachdem er die Schule verlassen hatte, produzierte er eine Reihe von Variationen über die Tabelle, in denen die Symbole der Elemente eine falsche Assoziation auslösen. Cr ist nicht Chrom, sondern Julie Christie, Cu nicht Kupfer, sondern Tony Curtis; und dann wird auch dieses kryptische System noch sabotiert, denn Ag, das Symbol für Silber, ist nicht etwa Jenny Agutter oder Agatha Christie, sondern natürlich Phil Silvers. Es gibt neckische Momente scheinbarer Logik in dieser neuen Tabelle: Die benachbarten Elemente Beryllium und Bor (Symbole Be und B) sind die Bergmans, Ingrid respektive Ingmar. Kim Novak (Na; Natrium) und Grace Kelly (K; Kalium) stehen in der Tabelle in der gleichen Spalte – beide waren bei Hitchcock *femmes fatales*. Doch im Großen und Ganzen gibt es kein System, sondern nur die Verbindungen, die man selbst herstellt: Ich fand es zum Beispiel erheiternd, dass Po, das Symbol für Polonium, jenes radioaktive Element, das Marie Curie entdeckte und nach ihrem Heimatland Polen benannte, stattdessen den polnischen Regisseur Roman Polanski bezeichnet.

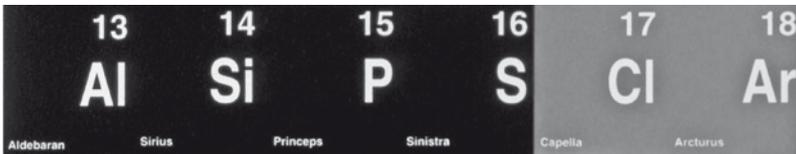


Bild 1: Simon Patterson, *Untitled*, Detail: Zeile Al, Si, P

Heute gefällt mir die spielerische Respektlosigkeit dieses Werkes, aber der, der ich war, als ich noch zur Schule ging, hätte diesen Unfug sicherlich verachtet. Während Simon sich verrückte neue Assoziationen einfallen ließ, nahm ich nur die Informationen auf, die ich aufnehmen sollte. Ich begriff, dass die Elemente die universalen und fundamentalen Bestandteile jeglicher Materie waren. Die Dinge, die aus Elementen gemacht wurden, kamen gar nicht vor. Doch die Tabelle, in die der russische Chemiker Dmitri Mende-

lejew sie einsortiert hatte, war mehr als die Summe dieser bemerkenswerten Teile. Sie brachte Ordnung in die zügellose Vielfalt der Elemente, indem sie sie anhand ihrer Atomzahl (also der Zahl der Protonen in den Kernen ihrer Atome) hintereinander in Zeilen derart anordnete, dass ihre chemische Verwandtschaft sofort ins Auge sprang (diese Verwandtschaft ist *periodisch*, was sich in der Anordnung des Spalten äußert.) Mendelejews System schien ein Eigenleben zu führen. Für mich war es eines der großen und unbezweifelbaren Systeme der Welt. Es erklärte so vieles, es erschien so natürlich, als sei es schon immer da gewesen; es konnte unmöglich eine junge Erfindung der modernen Wissenschaft sein (obwohl es, als ich es zum ersten Mal sah, noch keine hundert Jahre alt war). Seine Macht als Ikone erkannte ich an, und doch begann ich mich auf meine zögerliche Art zu fragen, was es eigentlich bedeutete. Die Tabelle schien ihren eigenen Inhalt auf eine merkwürdige Art zu entwerfen. Mit ihrer unerbittlichen Logik der Reihung und der Ähnlichkeit machte sie die Elemente selbst in ihrer regellosen Stofflichkeit beinahe überflüssig.

Tatsächlich hatte mir das Periodensystem in der Schule keine Vorstellung davon vermittelt, wie die einzelnen Elemente aussahen. Dass sich hinter diesen Chiffren eine reale Substanz verbarg, erkannte ich erst vor der großen beleuchteten Tafel der chemischen Elemente im Londoner Science Museum. Sie enthielt echte Proben. In jedem Kästchen des bereits vertrauten Rasters steckte ein kleiner Glasballon mit einer Probe des entsprechenden Elements. Man konnte nicht erkennen, ob sie alle echt waren, aber mir fiel auf, dass die Kuratoren etliche der seltenen und radioaktiven Elemente nicht aufgenommen hatten, so dass man getrost annehmen konnte, dass der Rest authentisch war. Hier wurde anschaulich, was man uns in der Schule gesagt hatte: dass die gasförmigen Elemente überwiegend in den oberen Reihen der Tabelle zu finden waren; dass die Metalle den mittleren und linken Bereich einnahmen, darunter die schwereren in den unteren Reihen – sie waren überwiegend grau, wengleich eine Spalte, die Kupfer, Silber und Gold enthielt, einen Hauch Farbe hineinbrachte –; und dass die in Farbe und Textur vielfältigeren Nichtmetalle in der oberen rechten Ecke steckten.

Damit war klar: Ich musste mir eine eigene Sammlung zulegen. Es würde

nicht einfach sein. Nur wenige Elemente findet man im Reinzustand in der Natur. Gewöhnlich sind sie in Mineralen und Erzen chemisch gebunden. Deshalb begann ich im Haus herumzustöbern, die Tatsache nutzend, dass man sie seit Jahrhunderten aus den Erzen herausgelöst und in Dienst gestellt hatte. Ich zerbrach kaputte Glühbirnen, seziierte die Wolframfäden heraus und steckte sie in ein Glasfläschchen. Aluminium beschaffte ich aus der Küche in Gestalt von Folie, Kupfer aus der Garage in Form von elektrischen Adern. Eine ausländische Münze, von der ich gehört hatte, dass sie aus Nickel bestand, zerschnitt ich in grobe Brocken. In dieser Form erschien sie mir wertvoller. Sie wurde dadurch, nun ja, elementarer. Ich entdeckte, dass mein Vater seit seiner Jugendzeit Blattgold aufbewahrt hatte – er hatte daraus dekorative Buchstaben gemacht. Ich holte etwas davon aus der Schublade, in der es dreißig Jahre lang im Dunkeln gelegen hatte, und ließ es erneut glänzen.

Das war eine entschiedene Verbesserung gegenüber dem Science Museum. Ich konnte meine Proben nicht nur aus der Nähe betrachten, sondern auch prüfen, ob sie sich warm oder kalt anfühlten, und in der Hand wiegen – ein schimmernder kleiner Barren Zinn, den ich aus einer geschmolzenen Rolle Lötendraht gegossen hatte, war erstaunlich schwer. Ich konnte die Proben in dem Glas schütteln und ihre spezifische Klangfarbe wahrnehmen. Schwefel hatte die Farbe von Primeln mit einem leichten Funkeln, und man konnte ihn schütten und löffeln wie Streuzucker. Für mich wurde seine Schönheit durch seinen leicht stechenden Geruch in keiner Weise beeinträchtigt. Ich habe mich vor kurzem an diesen Geruch erinnert, als ich eine Dose Schwefel bei einer Gärtnerei erwarb, wo sie als Mittel zum Ausräuchern von Gewächshäusern verkauft wird. Der trockene Holzgeruch hängt noch an meinen Fingern, während ich tippe, und er wirkt auf mich nicht höllisch, wie die Bibel lehrt, sondern ruft nur Erinnerungen an Kindheitsexperimente wach.

Andere Elemente erforderten mehr Arbeit. Zink und Kohlenstoff gewann ich aus Batterien – das Zink aus dem Gehäuse, das als eine Elektrode fungiert, und den Kohlenstoff aus dem Graphitstab innen, der die andere Elektrode bildet. Quecksilber holte ich auch aus Batterien. Die kostspieligeren Quecksilberbatterien wurden als Stromquelle für verschiedene elektronische

Geräte benutzt. Wenn sie verbraucht waren, war das Quecksilberoxid, das den Strom geliefert hatte, zu metallischem Quecksilber reduziert. Ich schnitt die Enden der Batterien mit einer Metallsäge ab und schüttete die Flüssigkeit in einen Kolben. Durch Erhitzen des Kolbens konnte ich das Metall abdestillieren und beobachten, wie aus den dichten toxischen Dämpfen winzige glitzernde Tröpfchen kondensierten und dann zu einer einzigen hyperaktiven silbrigen Perle verschmolzen. (Heute wäre dieses Experiment aus gesundheitlichen Gründen verboten, ebenso wie es die Batterien sind.)

Einige der Elemente konnte man in jenen unschuldigen Zeiten noch einfach so kaufen, beim Apotheker. Auf diese Weise kam ich an mein Jod. Andere kamen von einem kleinen Chemikalienlieferanten in Tottenham, der längst aus dem Geschäft getrieben wurde durch Beschränkungen des Verkaufs von Dingen, die natürlich die Rohmaterialien für Bomben und Gifte waren – und für alles andere. So sehr meine Eltern auch Verständnis für meine Leidenschaft aufbrachten und mich dort hinführen, hatten diese Fahrten zu dem schäbigen Laden, dessen Aromen ebenso verlockend waren wie jeder Gewürzmarkt, doch immer etwas Verbotenes an sich.

Ich kam mit meiner Sammlung gut voran. Die Tabelle der Elemente hatte ich mir auf eine Sperrholzplatte gezeichnet und an der Zimmerwand aufgehängt. Wenn ich eine neue Probe bekam, füllte ich sie in ein Fläschchen, das ich an der entsprechenden Stelle in dem Raster befestigte. Oft waren die reinen Elemente selbst chemisch ziemlich nutzlos. Das erkannte ich. Die nützlichen Chemikalien – diejenigen, die reagierten oder explodierten oder schöne Farben abgaben – waren überwiegend die chemischen Verbindungen von Elementen, und die bewahrte ich in einem Schrank im Badezimmer auf, wo ich meine Experimente machte. Die Elemente waren eine Sammlerleidenschaft. Sie hatten einen Anfang und eine zwingende Folge. Sie schienen auch ein Ende zu haben. (Wenig wusste ich damals von dem heftigen kalten Krieg zwischen amerikanischen und sowjetischen Wissenschaftlern, die zu den einhundertdrei Elementen, die ich mir fest eingepägt hatte, durch Synthese neue hinzufügen wollten.) Mein Ziel als Sammler, mochte es auch so unerreichbar sein, war natürlich der vollständige Satz. Aber es ging um weit mehr als um das Sammeln als Selbstzweck. Ich war dabei, die Bausteine der Welt, des ganzen Universums zusammenzustellen.

Meine Sammlung hatte nichts von der Künstlichkeit von Briefmarken oder Fußballbildchen, wo die Spielregeln willkürlich von anderen Sammlern oder, schlimmer noch, von den Herstellerfirmen der Artikel bestimmt wurden. Diese Sammlung hatte etwas Fundamentales. Die Elemente waren ewig. Sie waren gleich nach dem Urknall entstanden, und sie würden noch da sein, wenn die Menschheit längst untergegangen sein würde, ja selbst dann noch, wenn die anschwellende rote Sonne den ganzen Planeten verschlungen haben würde.

Dies war das System der Welt, für das ich mich entschied – ein System, das so vollständig war wie kein anderes im Angebot. Geschichte, Geographie, die Gesetze der Physik, die Literatur – sie waren nach Maßgabe ihrer jeweiligen Einsicht allumfassend. Alles, was sich in der Geschichte ereignet, hat seinen Platz in der Geographie, lässt sich ausschließlich auf die Wechselwirkung von Energie und Materie zurückführen. Zugleich wird es aber materiell durch die Elemente konstituiert, nicht mehr und nicht weniger: der Große Afrikanische Grabenbruch, das Feld des Güldenen Tuches, Newtons Prisma, die *Mona Lisa* – das alles ist ohne die Elemente unmöglich.

In der Schule nahmen wir um diese Zeit den *Kaufmann von Venedig* durch. Ich war für fünfundvierzig Minuten Bassanio, keine schlechte Rolle, obwohl ich ungern vorlas. Wir kamen endlich zu der Szene, in der es an Bassanio war, dasjenige von drei Kästchen zu wählen, das das Ebenbild Porzias enthält, so dass er sie freien kann. Der unglückliche Bursche, der Porzia war, plapperte daher, derweil ich ängstlich auf meinen Auftritt wartete. „Lasst mich wählen, / Denn wie ich jetzt bin, leb ich auf der Folter“, intonierte ich ohne die geringste Regung. Dann musste ich zwischen den imaginären Kästchen wählen. Bestimmt konnte aus meinem eintönigen Vortrag niemand etwas über die Gemütsregungen des von mir Dargestellten entnehmen, als ich zunächst das „gleißend Gold“ verwarf und dann das Silber, „gemeiner, bleicher Botenläufer / Von Mann zu Mann“, bevor ich mich für „magres Blei“ entschied. Aber irgendwo in meinem Kopf machte etwas Klick. Drei von den Elementen! War Shakespeare Chemiker? (Später fand ich heraus, dass auch T.S. Eliot Chemiker war, ein Spektroskopiker sogar: in *Das wüste Land* präsentiert er nämlich ein eindruckliches Bild: die

nagelgespickten Planken eines Schiffes, „mit Kupfer genährt,/ Brannten grün und orange“ – grün von dem Kupfer, orange von dem Natrium im Meersalz.)

Dunkel begann ich zu ahnen, dass die Elemente etwas erzählen, nämlich Geschichten mit einem kulturellen Hintergrund. Gold bedeutete etwas. Silber bedeutete etwas anderes, Blei noch einmal etwas anderes. Außerdem ergaben sich diese Bedeutungen praktisch aus der Chemie. Gold ist kostbar, weil es selten ist, aber es gilt auch als prächtig, als eines der wenigen Elemente, die in der Natur in ihrem Elementarzustand vorkommen, nicht mit anderen verbunden, nicht verborgen als Erz, sondern kühn glitzernd. Hatten vielleicht alle Elemente eine solche Mythologie?

Oft verrieten schon ihre Namen einen historischen Hintergrund. Die während der Aufklärung entdeckten Elemente trugen Namen, die der griechischen Mythologie entstammten: Titan, Niob, Palladium, Uran und dergleichen mehr. Die im 19. Jahrhundert gefundenen Elemente drückten in ihren Namen dagegen die Tatsache aus, dass sie bzw. ihre Entdecker Söhne und Töchter einer bestimmten Scholle waren. Der deutsche Chemiker Clemens Winkler isolierte Germanium. Der Schwede Lars Nilson nannte seine Entdeckung Skandium. Marie und Pierre Curie fanden das Polonium und benannten es – nicht ohne auf Widerstände zu stoßen – nach Mariens innig geliebtem Heimatland. Bald darauf breitete sich unter Wissenschaftlern der gemeinschaftliche Gedanke aus. Im Jahr 1901 wurde das Europium benannt, und als das Jahrhundert zu Ende ging, kam ein humorvoller Bürokrat auf die Idee, Verbindungen dieses Elements für die lumineszierenden Farben zu verwenden, die in Euro-Banknoten eingearbeitet sind, um Fälschungen leichter zu entdecken. Wer hätte das gedacht? Selbst das kaum bekannte Europium hat seinen Kulturtag.

Die Elemente sind also Teil unserer Kultur. Das sollte uns eigentlich nicht überraschen, denn sie stecken ja in allen Dingen. Überraschen sollte uns dagegen, wie selten wir davon Notiz nehmen. An dieser verpassten Verbindung sind auch die Chemiker schuld, weil sie sich die Freiheit nehmen, ihr Fach in erhabener Abgeschlossenheit von der Welt zu studieren und zu lehren. Die Geisteswissenschaften sind jedoch mitschuldig: Erstaunt nahm ich beispielsweise zur Kenntnis, dass die Verfasserin einer Matisse-

Biographie ihr Werk beenden konnte, ohne ein Wort über die Pigmente zu verlieren, die der Künstler benutzte. Vielleicht tanze ich mit diesem Standpunkt aus der Reihe, aber andererseits bin ich sicher, dass dieses Thema für Matisse keinesfalls Nebensache war.

Doch anders als im Periodensystem nehmen die Elemente in unserer Kultur nicht eine bestimmte Stelle ein. Sie steigen und fallen auf der Woge der kulturellen Launen. Jedes Element begibt sich vom Moment seiner Entdeckung an auf eine Reise in unsere Kultur. Möglicherweise wird es dann irgendwann überall sichtbar, wie Eisen oder der Kohlenstoff in Kohle. Vielleicht erlangt es auch wirtschaftlich oder politisch eine große Bedeutung und bleibt dabei doch weitgehend unsichtbar, wie Silizium oder Plutonium. Vielleicht schafft es aber auch wie das Europium einen besonders schönen Anschlag, der nur von Kennern erkannt wird.

In dem Maße, wie das Element assimiliert wird, verstehen wir es besser. Seine Bedeutung erhält es durch die Erfahrung derer, die es ausgraben, schmelzen, formen und auf den Markt bringen. Es sind diese muskulären Prozesse, durch die wir das Gewicht eines Elements erfassen und seinen Widerstand ermessen, und wenn Shakespeare dann von Gold und Silber und Blei spricht, weiß er, dass seine Zuschauer ihn verstehen werden.

Es sind nicht nur die altbekannten Elemente, die auf diese Weise kulturell aufgeladen werden. Auch moderne Künstler und Schriftsteller haben relativ neu entdeckte Elemente wie Chrom und Neon benutzt, um bestimmte Signale zu senden, so wie Shakespeare die zu seiner Zeit bekannten Elemente benutzte. Diese Elemente, die vor fünfzig Jahren den unschuldigen Glanz der Konsumgesellschaft zum Ausdruck brachten, erscheinen uns heute als abgeschmackt und voller leerer Versprechungen. Den einstigen Platz von „Chrom“ nimmt heute vielleicht ein neueres Element ein, „Titan“, das modische Kleidung und Computer kennzeichnet. Die Bedeutung des Elements löst sich in solchen Fällen fast vollständig vom Element selbst, denn sicherlich gibt es weit mehr Platinblonde und Platin-Kreditkarten (die beide kein Platin enthalten) als Platinringe. Selbst Elemente, die einst hoch geschätzt wurden, unterliegen diesem Wandel. „Radium“ war einmal sehr beliebt, teils stofflich, teils nur dem Namen nach, als Bezeichnung für allerlei Gesundheitsmittelchen.

Würde ich heute mein Periodensystem noch einmal zusammenstellen, hätte ich immer noch den Wunsch, von jedem Element eine Probe zu besitzen, aber ich würde außerdem seine Reise durch die Kultur nachzeichnen wollen. Ich bin überzeugt, dass die Elemente auf der Leinwand unserer Zivilisation große farbige Striche hinterlassen. Das Schwarz von Holzkohle und Kohle, das Weiß von Kalzium in Kreide und Marmor und Perlen, das intensive Blau von Kobalt in Glas und Porzellan ziehen kühne Striche durch Raum und Zeit, Geographie und Geschichte. Den Anfang dieser Sammlung macht *Das wilde Leben der Elemente*.

Es ist daher ein Buch von Geschichten: Geschichten über Entdeckungen und Entdecker; Geschichten über Rituale und Werte; Geschichten über Ausbeutung und Feste; Geschichten über Aberglauben und Wissenschaft. Es ist kein Chemiebuch – es enthält ebenso viel Geschichte, Biographie und Mythologie, wie es Chemie enthält, und dazu reichliche Portionen von Ökonomie, Geographie, Geologie, Astronomie und Religion. Ich habe absichtlich darauf verzichtet, auf die Stellung der Elemente im Periodensystem einzugehen oder ihre Eigenschaften und Nutzungen zu beschreiben. Das wird von anderen Büchern gut erledigt. Es tut dem Periodensystem nach meiner Überzeugung nicht gut, dass es zu einer so machtvollen Ikone geworden ist. Das geordnete Raster von Kästchen mit seinen schäbigen Ecken, die seltsamen Namen und kryptischen Symbole, die Art der Aufreihung der Elemente, die einerseits fixiert und andererseits scheinbar willkürlich ist wie die Buchstaben des Alphabets – all diese Dinge sind auf eigentümliche Weise bezwingend. Sie bieten endlosen Rohstoff für Quizsendungen im Fernsehen: Welches Element liegt direkt südöstlich von Zink? Wen sollte das interessieren? Nicht einmal Chemiker benutzen das System auf diese Weise.

Das eigentlich Interessante sind die Elemente. Hielt ich das Periodensystem einst für unbezweifelbar, so weiß ich heute, dass es im Grunde gar nicht existiert. Einige Chemiker mögen das bestreiten, aber es ist wirklich nur ein Konstrukt, eine Gedächtnisstütze, die die Elemente auf ausgesprochen raffinierte Weise so anordnet, dass bestimmte Gemeinsamkeiten zwischen ihnen deutlich werden. Dabei gibt es kein Gesetz, das verbieten würde, die Elemente nach anderen Regeln zu arrangieren.

Ich möchte die *kulturellen* Themen entdecken, welche die Elemente neu ordnen würden, und das Periodensystem so anlegen, als hätte es ein Anthropologe sortiert. Zu diesem Zweck habe ich fünf Generalthemen gewählt: Macht, Feuer, Handwerk, Schönheit und Erde.

Imperiale Macht stützte sich schon immer auf den Besitz der Elemente. Das römische Reich war auf Bronze errichtet, das spanische auf Gold, das britische auf Eisen und Kohle. Das Gleichgewicht der Supermächte des 20. Jahrhunderts wurde durch ein nukleares Arsenal aufrechterhalten, das auf Uran und dem daraus hergestellten Plutonium beruhte. In dem mit „Macht“ betitelten Teil betrachte ich einige dieser Elemente, die als Reichtümer angehäuft und letztlich als Mittel benutzt wurden, um Kontrolle auszuüben.

In dem Teil „Feuer“ erörtere ich jene Elemente, deren brennendes Licht oder korrodierende Wirkung für uns der Schlüssel zu ihrem Verständnis sind. Wir mögen aus der Schule etwa noch wissen, dass Natrium ein Element ist, das bei Kontakt mit Wasser auf unterhaltsame Weise explodiert, aber wir *kennen* es vor allem als die mangogelbe Farbe unserer Straßenlampen – ein ganz besonderes Licht, das viele Schriftsteller als Indiz eines allgemeinen großstädtischen Unbehagens aufgegriffen haben.

Letztlich leitet sich die kulturelle Bedeutung, die ein Element annimmt, von seinen fundamentalen Eigenschaften her. Das erkennt man ganz klar bei jenen Elementen, die von Handwerkern als Rohmaterial gewählt wurden. Was vielen metallischen Elementen zu ihrer Bedeutung verholfen hat, sind die Jahrhunderte oder Jahrtausende des Hämmerns und Ziehens, Gießens und Polierens. Im Teil „Handwerk“ erfährt man, warum Blei für uns ernst ist, Zinn billig und Silber jungfräuliche Unschuld ausstrahlt.

Die Menschheit hat die Elemente nicht nur ihrer Nützlichkeit wegen manipuliert, sondern auch wegen der bloßen Freude, sie anzuschauen. Der Teil „Schönheit“ zeigt, wie die Verbindungen vieler der Elemente – und das Licht anderer – unsere Welt bunter machen. Im Teil „Erde“ reise ich schließlich nach Schweden, um zu entdecken, dass viele der Elemente von bestimmten Orten geprägt wurden und diese Orte ihrerseits von dem Glücksfall geprägt wurden, dass dort ein Element gefunden wurde.

Meine eigene Reise hat mich zu Bergwerken und in Künstlerateliers, in Fabriken und Kathedralen, in die Wälder und hinunter ans Meer geführt.

Ich habe Experimente aus vergangenen Zeiten nachgemacht, um selbst einige der Elemente herzustellen. Mit Freude habe ich zur Kenntnis genommen, dass die Elemente auch in der Literatur in Hülle und Fülle präsent sind; so hält Jean-Paul Sartre es für angebracht, sich zur Konstanz des Schmelzpunktes von Blei zu äußern (335 Grad, sagt er), und Vladimir Nabokov schreibt dem Kohlenstoffatom „mit seinen vier Wertigkeiten“ eine Bedeutung zu, als handele es sich um ein Mandala. Unterwegs im Londoner Stadtteil Shoreditch, um die Künstlerin Cornelia Parker zu besuchen, die es zu ihrer Sache gemacht hat, uns an die kulturelle Bedeutung vieler der Elemente zu erinnern, wurde mein Blick durch eine Skulptur in einem Schaufenster gefesselt, deren Schöpfer, unbekannte Künstler aus einem Atomkraftwerk, den witzigen Einfall hatten, Limonengelee in leuchtendes Uranglas zu gießen. Es war klar. Die Elemente gehören nicht in ein Labor; sie sind unser aller Besitz. *Das wilde Leben der Elemente* ist das Protokoll einer Reise, die zu unternehmen ich nie den Mut fand, als ich noch Chemiker war. Kommen Sie mit: Es wird Feuerwerk geben.

„Humanitäre Flausen“

In *Dr. Seltsam oder Wie ich lernte, die Bombe zu lieben*, der schwärzesten der schwarzen Komödien von Stanley Kubrick, enthüllt der paranoide amerikanische General Jack D. Ripper endlich dem glücklosen Offizier Lionel Mandrake von der Royal Air Force, warum er den Atomangriff auf die Sowjetunion gestartet hat, der am Ende des Films zur Vernichtung der menschlichen Zivilisation führen wird. Mächtig auf seiner Zigarre kauend, fragt er: „Dann wussten Sie also auch nicht, dass Fluoridisation der bis heute grauenhafteste, gefährlichste kommunistische Anschlag ist, dem wir ausgeliefert sind?“. Ripper, muss man wissen, wird von einer pathologischen Angst vor der Verunreinigung seiner „wertvollen Körpersäfte“ getrieben, was ihm erstmals bewusst wurde, „als ich den Liebesakt vollzog“. Während sein Büro von MG-Feuer beharkt wird, erklärt er dem Briten, dass mit der Fluoridisation 1946 begonnen wurde. „1946, Mandrake. Wie das übereinstimmt mit der kommunistischen Nachkriegsverschwörung. Wussten Sie, dass, außer der Fluoridisation von Wasser, Versuche gemacht werden, auch andere Dinge zu fluoridieren? Salz, Mehl, Fruchtsäfte, Suppen, Zucker, Milch und sogar Speiseeis. Eis, denken Sie mal nach, Speiseeis für Kinder.“

Die Halogene, von denen das Element Fluor das erste und reaktionsfreudigste Beispiel ist, haben sich unauffällig in unser Leben eingeschlichen. Wie eine Nachtschwester verrichten sie ihr Geschäft, indem sie uns ohne unsere Zustimmung die Folgedosis verabreichen und dabei murmeln: „Es ist in Ihrem eigenen Interesse.“ Wasser wird chloriert und fluoridiert, Bromide werden verschrieben, Tafelsalz wird jodiert. Wir werden nie gefragt, aber die Worte kennen wir. Diese einfachen Medikamente haben etwas

Urtümliches, das uns ermutigt, so bereitwillig nach ihnen zu greifen, wie wir einst nach Ysop und Raute gegriffen haben. Das Bromid, unter der Bezeichnung Bromo-Seltzer im Handel, kommt in der amerikanischen Literatur über Säufer fast ebenso häufig vor wie die Bourbons und Martinis, deren Auswirkungen es lindern soll. In Tennessee Williams' Stück *Endstation Sehnsucht* hält die Alkoholikerin Blanche DuBois sich die Hand an die Stirn und sagt vor sich hin: „Irgenwann brauche ich heute eine Bromo.“ In Ernest Hemingways *Schnee am Kilimandscharo* stirbt ein Mann nach einiger Zeit auf dem Berg, weil er versäumt hat, Jod auf eine Beinverletzung zu tun. Ursache des Todes ist, so wird uns verdeutlicht, nicht der Unfall, sondern die unterlassene Behandlung; offenbar entscheidet der Mann sich unbewusst für den Tod, denn so kann er sich dem schlimmsten Schicksal einer Hemingway-Figur entziehen, der Herausbildung einer reifen menschlichen Beziehung. Jod war ein wunderbares Desinfektionsmittel, aber es verursachte ein heilsames Brennen. „Kennt keine humanitären Flausen, das Jod“, sagt der zynische Abenteurer Mark Staithes zustimmend in Aldous Huxleys *Gebundet in Gaza*, als er bei der Versorgung einer ziemlich schweren Verletzung zusammenzuckt. Leonard Cohens Song *Iodine* aus dem Jahr 1977 erhält seinen Sinn aus dieser weiblichen Widersprüchlichkeit des Elements in der Medizin – in der einen Minute brennt es, in der nächsten lindert es.

In einem hatte General Ripper recht. Die Fluoridierung begann in Amerika genau mit dem Ende des Zweiten Weltkriegs. Im Dezember 1945 wurde Grand Rapids im Bundesstaat Michigan zur ersten Stadt, die mit fluoridiertem Wasser versorgt wurde. Um die langfristige Auswirkung auf die Zahngesundheit in einem zehnjährigen Versuch zu prüfen, wurde eine Stadt in der Nähe als Kontroll- oder Vergleichsgruppe bestimmt. Dann aber wurde die Fluoridierung voreilig zum Erfolg erklärt und rasch auf andere großstädtische Wasserversorgungen ausgedehnt, darunter auch die Vergleichsstadt, womit das Experiment verdorben war. Heute trinkt weit über die Hälfte der Amerikaner fluoridiertes Wasser – fast könnte man sagen, dass das Land hier eine unentgeltliche allgemeine Gesundheitsvorsorge betreibt. Es hat Widerstand gegen dieses Programm gegeben, darunter von der libertären John Birch Society und anderen Lobbygruppen. Von Anfang

an waren Verschwörungstheorien in Umlauf. Das mit der Fluoridierung sollte sich angeblich die Aluminiumindustrie ausgedacht haben, um die große Menge der Fluorverbindungen, die bei der Aufbereitung des Metalls anfallen, zu verwerten. Auch die Zuckerindustrie gab angeblich Geld dafür, um sich von der Verantwortung dafür freizukaufen, dass sie die Zähne der Leute verdarb. Und weil die Fluoridierung im Amerika der McCarthy-Ära vom Staat befürwortet wurde, waren ironischerweise die *Gegner* der Fluoridierung die Handlanger der Linken. Der am häufigsten vorgebrachte prinzipielle Einwand galt nicht dem Zweifel, ob Zahnerkrankungen durch Fluoridierung verhindert werden können, sondern richtete sich gegen die hochnäsige Haltung der Bürokratie, die zwangsweise allen eine pauschale „Behandlung“ überstülpte, ohne sich an die übliche ärztliche Verfahrensweise zu halten: zuerst die Diagnose, dann die Verschreibung mit der Bestimmung der Dosis. Einige europäische Länder haben die Fluoridierung des Trinkwassers eingestellt; stattdessen kann sich jeder fluoridiertes Kochsalz oder fluoridierte Zahnpasta kaufen. Für eine Überraschung sorgt derweil Amerika: Noch immer wird kaum ein Volk der Welt so umfassend fluoridiert wie die Bevölkerung der Vereinigten Staaten, und der Streit darüber blüht nach wie vor; auf einer typischen Website heißt es über die Fluoridierung, sie sei „medizinisch von Übel und dazu sozialistisch“.

Anders als gegen die Fluoride hat es nie eine Kampagne gegen die Bromide gegeben, Salze, die einst so verbreitet als Allzweck-Beruhigungsmittel eingesetzt wurden, dass man das Wort bis heute humorvoll mit verminderter sexueller Leistung in Verbindung bringt. Die Bromide wurden, obwohl sie sich großer Beliebtheit erfreuten, 1975 ohne großes Trara vom amerikanischen Markt genommen. Bis dahin waren so viele gefährliche Nebenwirkungen ans Licht gekommen, dass sie eine eigene diagnostische Bezeichnung verdienten: Bromismus.

Der sagenhafte Ruf der Bromide als Heilmittel hatte über ein Jahrhundert zuvor eingesetzt. Sir Charles Locock, der Arzt und Geburtshelfer, der Königin Victoria bei der Geburt ihrer neun Kinder beigestanden hatte, erfuhr 1857, dass Bromid bei Epilepsiepatienten auch die Libido herabsetzt, und beschloss daraufhin, es bei Frauen auszuprobieren, die an „hysteri-

schen“ Störungen litten. Locock – man kann seinen Namen auch als „low cock“, „Hängeschwanz“ lesen – teilte die damalige Expertenmeinung, dass Epilepsie mit Masturbation, Nymphomanie und anderen Manifestationen „übermäßiger sexueller Erregung“ zusammenhänge, und folgte aus dem Umstand, dass die Störungen bei seinen Patientinnen während der Menstruation am stärksten waren, dass man mit Bromid außerdem die lustvollen Begierden unterdrücken könne, von denen sie, wie er glaubte, heimgesucht wurden. Sowohl als krampflosendes wie auch als den Geschlechtstrieb dämpfendes Mittel bewährt, schien Bromid einen Zusammenhang zwischen Epilepsie und Onanie zu bestätigen, und seitdem verordnete man es, wann immer eine allgemein dämpfende Wirkung für geboten erachtet wurde.



Bild 22: Bromo-Seltzer Tower

Dasselbe Salz, Kalium- oder Natriumbromid, war auch der wirksame Bestandteil in den „Bromos“, nach denen Blanche DuBois, W. C. Fields und andere trinkfeste Personen verlangten. Der Gattungsbegriff war hervorgegangen aus Bromo-Seltzer, einem Säureblocker, der in Form eines Brausepulvers im Handel erhältlich war, entwickelt von Captain Isaac Emerson aus Baltimore, Maryland. Der grandiose florentinische Bromo-Seltzer Tower steht noch immer in der Stadt, und den zwölf Ziffern auf seinem Zifferblatt sind die Buchstaben zugeordnet, aus denen sich der Name des Medikaments zusammensetzt. Die Marke gibt es noch, auch wenn das Produkt kein Brom mehr enthält, während der Turm in Künstlerstudios umgewidmet wurde, in denen eine neue Generation ihren Katzenjammer pflegen kann.

Jod ist zwar als Element den Halogen-Kollegen Fluor, Chlor und Brom gleichgestellt, erscheint uns aber trotzdem nicht nur als weniger gefährlich, sondern sogar als eine Wohltat. Jodiertes Salz ist in Amerika genauso verbreitet wie fluoridiertes Wasser, doch hat seine Einführung in Amerika, beginnend in den zwanziger Jahren des vorigen Jahrhunderts, nie solche freiheitlichen Wellen geschlagen. Seine uns allen vertraute medizinische Form ist die Jodtinktur, die nichts anderes ist als das Element in alkoholischer Lösung. Die braune Flüssigkeit in ihrer braunen Flasche erscheint uns wie die pure Salbung, ihr berauschendes Aroma und die stark färbende Farbe wie eine Art Vanilleessenz, nur zur äußeren Anwendung.

Jod ist eine der großen Zufallsentdeckungen der Wissenschaft. Im Jahr 1805 übernahm Bernard Courtois die Leitung der verlustbringenden Salpeterfabrik seiner Familie in Paris, während sein Vater im Schuldfängnis saß. Wohl hatten die napoleonischen Kriege begonnen, doch in Paris herrschte nach den Jahren der Revolution Frieden, und die örtliche Nachfrage nach seinen Sprengstoffen war schwach. Unabhängig davon war sein Rohstoff, insbesondere der Guano, aus dem sich Salpeter am einfachsten herstellen lässt, immer schwerer zu beschaffen. Mühsam erhielt Courtois den Betrieb aufrecht, indem er Salpeter (Kalium- oder Natriumnitrat) stattdessen aus Holzasche herstellte. Als auch Holzasche knapp wurde, wandte er sich dem Seetang zu, der an der Küste der Bretagne und der Normandie traditionell abgeerntet wurde, weil er Soda enthält, das man für die Herstellung von

Glas benutzte. Im Jahr 1811 bemerkte er eines Tages eine gewisse Korrosion an den Kupfergefäßen, in denen er die Seetangasche mit anderen Zutaten vermischte, um Salpeter herzustellen. Durch Versuche fand er heraus, dass der Lochfraß während der heftigen Reaktion entstand, zu der es kam, wenn er dem alkalischen Soda Schwefelsäure hinzufügte. Ihm konnte nicht entgehen, dass bei dieser Reaktion auch ein Dampf von berückendem Violett freigesetzt wurde. Courtois forschte weiter und fand, dass der Dampf nicht zu einer Flüssigkeit kondensierte, sondern unbekannte schwarze, metallisch wirkende Kristalle bildete. Er ahnte, dass er vielleicht ein neues Element entdeckt haben könnte, aber er hatte nicht das nötige Gerät für entsprechende Tests, und er konnte als Unternehmer nicht die erforderliche Zeit abzugeben. Deshalb bat er zwei Freunde, die Untersuchung zu vollenden. Einer von ihnen, der Gaschemiker und Ballonfahrer Joseph-Louis Gay-Lussac, schlug den Namen Jod vor, in Analogie zum Chlor.

Durch einen seltsamen Zufall war Humphry Davy ebenfalls wenn nicht bei der Geburt, so doch bei der Taufe des neuen Elements zugegen. Seit 1792 hatten britische Reisende es schwer gehabt, in Frankreich einzureisen, doch Davy, Gewinner des von Napoleon gestifteten Forscherpreises, erhielt vom Kaiser persönlich einen Pass, um seine Auszeichnung entgegenzunehmen. Im Oktober 1813 begaben sich die frisch verheirateten Davys in Begleitung eines nervösen jungen Michael Faraday, der als ihr Diener auftrat, in Plymouth an Bord eines Schiffes, das für den Austausch von Kriegsgefangenen benutzt wurde, und segelten ab in Richtung Bretagne. Nach einer verregneten Überfahrt gingen sie in feindlichem Territorium an Land und wurden dort durchsucht, einschließlich ihrer Schuhe, wohlgermerkt. Auf der Fahrt nach Paris fanden sie die Küchen schmutzdelig, aber das Essen überraschend angenehm. Davy hegte große Hoffnungen, „mit Hilfe von Gelehrten die Grausamkeit des Krieges zu mildern“, war aber offenbar nicht gewillt, den ersten Schritt zu tun; im Louvre wandte er seinen Blick von den Gemälden ab, um nicht genötigt zu sein, seinen Gastgebern ein Kompliment zu machen.⁴⁷ Jane Davy erregte derweil bei den Passanten in den Tuileries Anstoß mit ihrem unmodisch kleinen Hut.

Davy traf mit seinem Briefpartner Ampère zusammen, der ihn vor dem gefährlichen Stickstofftrichlorid gewarnt und etwas von Courtois' neuer

Substanz abbekommen hatte. Davy unterzog sie mit Hilfe seines chemischen Reiseapparats einer Analyse und kam ebenso wie Gay-Lussac zu dem Schluss, dass es sich tatsächlich um ein neues, mit Chlor verwandtes Element handelte. Davy schickte sogleich einen entsprechenden Bericht an die Royal Society, was Gay-Lussac verstimmt, aber nach seiner Ansicht hatte der Franzose ihn nur eingeladen, um ihm seine Erkenntnisse aus der Nase zu ziehen. Doch am Ende war alles eitel Sonnenschein, als Davy nach zwei Monaten in Paris die Ehre zuteil wurde, korrespondierendes Mitglied der französischen Akademie der Wissenschaften zu werden.

Nach 1815 schwächte sich die Nachfrage nach Salpeter noch stärker ab, worauf Courtois sich bemühte, durch die Herstellung von Jod und verschiedener Verbindungen von seiner Entdeckung zu profitieren. Er löste mit Hilfe von Chlorgas das Jod aus der Flüssigkeit, die er aus der Seetangasche gewonnen hatte. Aber auch damit hatte er Pech, denn er wurde bald von effizienteren Verfahren überholt. Letztlich blieb ihm der Ruhm versagt, und er starb mittellos im Jahr 1838.

Nach der Entdeckung durch Courtois wurde Jod bald in Meerwasser und verschiedenen Mineralquellen identifiziert, und man erkannte, dass es ein wirksames Mittel gegen den Kropf ist. Mit dieser Enthüllung wurde klar, warum man die Schwellung traditionell mit gerösteten Schwämmen oder Algen behandelt hatte. Die Kelpasche-Industrie, die sich an den algenübersäten Felsküsten nicht nur Nordfrankreichs, sondern auch des westlichen Schottland etabliert hatte, war verfallen, als man in Spanien und Südamerika riesige Lagerstätten von Natrium und Kalium entdeckte, aber jetzt erlebte sie mit der Produktion von Jod für die Medizin einen kurzlebigen Aufschwung. Dieses Geschäft bescherte den Kleinbauern, die den ganzen Sommer lang die Kelpfeuer in Gang hielten, um die jodhaltige Asche zu erzeugen, eine kümmerliche Existenz. Unternehmer waren bestrebt, diesen Erwerbszweig zu industrialisieren, wobei Glasgow zum Zentrum wurde. 1864 entstand am Clydeufer die erste Fabrik zur Verarbeitung der Tausenden von Tonnen Kelp, die alljährlich von den schottischen Inseln den Fluss hinaufgebracht wurden. Doch wie ein Nachhall dessen, was über die Salpeter-Industrie hereingebrochen war, wurde dieser arbeits- und energieintensive Prozess mit einem Schlag unwirtschaftlich, als man in Chile Jodlagerstätten fand.

Die nächstgelegene Küste ist für mich die flache Sand- und Schlickküste von East Anglia, wo die Meeresalgen nicht so üppig gedeihen wie an felsigeren Gestaden, aber dennoch beschließe ich, es einmal zu versuchen und mir mein Jod selbst zu machen. Ich studiere die sorgfältigen Anweisungen, dass ich nur diese Sorte Kelp oder jene Sorte Braunalgen auswählen sollte, aber während ich an einem eiskalten Dezembertag zwischen den Tidebänken umherrutsche, ist es gar nicht einfach, die eine Art von der anderen zu unterscheiden. Mit klammen Händen kratze ich einen Eimer voll Blasentang zusammen, den ich zum Trocknen mit nach Hause nehme und vor dem Heizkessel ausbreite. Nach mehreren Wochen habe ich 400 Gramm getrockneten Tang, die ich in einer offenen Keramikschüssel ins Feuer stelle. Das Natrium in der Lake verbrennt mit orangefarbenen Flammen, die träge auf der Oberfläche tanzen, bis nur noch sechzig Gramm einer knusprigen grauen Asche übrig sind. Die zerstoße ich zu einem Pulver und rühre etwas Wasser hinein, um eine dünne schwarze Brühe zu erhalten, die ich in einen Trichter mit Filterpapier schützte. Aus dem Hals tröpfelt eine klare Flüssigkeit, reich an Meeressalzen. Die Lösung wird natürlich überwiegend aus Natriumchlorid bestehen, aber Brom und Jod sollten auch enthalten sein. Diese Elemente werden vom Tang sehr wirksam angereichert. Die Konzentration von Jod im Meerwasser liegt unter 100 ppb (Teile pro Billion), aber im Tang kann sie das Hunderttausendfache betragen. Ich lasse das Filtrat einige Tage stehen, und in dieser Zeit kristallisiert eine beeindruckende Menge eines weißen Salzes aus der Lösung aus.

Jetzt ist es an der Zeit, die Umwandlung des farblosen Jodids in das reine Element mit seinen knalligen Farbtönen anzugehen. Wie Courtois setze ich einen Spritzer Schwefelsäure hinzu und anschließend eine ordentliche Menge Wasserstoffperoxid, das das angesäuerte Jodid zu Jod oxidieren sollte. Um den Vorgang zu beschleunigen, schüttelte ich die Mischung, und schon beginnt die Flüssigkeit sich zu verfärben. Das blass Gelb verwandelt sich in Safrantöne und nimmt nach einigen Minuten die Farbe von Tee an, der zu lange gezogen hat. Ich bin wirklich verblüfft. Nachdem ich den Versuch nie vorher probiert habe und bei der Beschaffung meines Rohmaterials ganz achtlos verfahren bin, habe ich nun doch mein Jod. Oder fast, denn dieses satte Braun beruht darauf, dass das Jod noch mit Jodidsalzen vermischt ist.

Ich möchte noch den hellvioletten Dampf sehen, der Courtois in Erstaunen versetzte. Also gieße ich die braune Flüssigkeit ab und schüttele sie noch einmal mit Kohlenstofftetrachlorid auf. Diese süßlich riechende, aber unschöne Chemikalie – sie ist krebserregend und schädigt die Ozonschicht – ist heutzutage praktisch unerhältlich, aber ich habe etwas davon in der umfassenden Sammlung riskanter Lösungsmittel meines Vaters gefunden. Sie vermischt sich nicht mit Wasser, löst aber bevorzugt Jod auf. In diesem sehr speziellen Lösungsmittel sehe ich zum ersten Mal die charakteristische Farbe. Violett ist das passende Wort: die Intensität geht weit über malvenfarbig hinaus, aber es fehlt die dunkle Tiefe von Purpur. Ich entschuldige mich kurz wegen der Ozonschicht und lasse das Kohlenstofftetrachlorid verdunsten, so dass ein schwarzer Film auf dem Glas zurückbleibt. Das sind winzige Jodkristalle. Von ihnen geht ein schwacher stechender Geruch aus, ähnlich wie Chlor, aber nicht so beißend, nicht ganz unangenehm, jene Art von Geruch, die wir heute als medizinisch einstufen, indem wir rückwirkend unser kulturelles Wissen anwenden, dass die Halogene als Desinfektionsmittel benutzt werden. Ich erhitze die Kristalle ganz leicht und sehe die ersten pinkfarbenen Schwaden im Reagenzglas aufsteigen. Bald ist von dem Feststoff nichts mehr zu sehen, und es ist nur noch ein intensiv gefärbter wabernder Dampf da, der sich wieder an den kühleren Teilen des Glases niederschlägt – dasselbe reine Element, dessen Atome sich zu neuen schwarzen Kristallen konfiguriert haben. Als Johann Wolfgang von Goethe dieses Experiment 1822 zur Belustigung seiner Hausgäste vorführte, freute er sich darüber, dass es seine einflussreiche Farbenlehre stützte, der zufolge die Rot- und Gelbtöne mit dem Weiß verwandt waren, während die „kühlen“ Farben am violetten Ende des Spektrums vom Schwarz herrührten.