

Georg Schwedt

Faszinierende chemische Experimente

Für Entdecker, Gesundheitsbewusste
und Genießer



**Faszinierende chemische
Experimente**

Faszinierende chemische Experimente

Für Entdecker, Gesundheitsbewusste und Genießer

Georg Schwedt

Autor

Prof. Georg Schwedt
Lärchenstr.21
53117 Bonn
Deutschland

■ Alle Bücher von Wiley-VCH werden sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Verlag in keinem Fall, einschließlich des vorliegenden Werkes, für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler irgendeine Haftung.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2019 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. 12, 69469 Weinheim, Germany

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Photokopie, Mikroverfilmung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche markiert sind.

Print ISBN 978-3-527-34624-0

ePDF ISBN 978-3-527-82203-4

ePub ISBN 978-3-527-82202-7

Umschlaggestaltung Formgeber, Atelier für grafische Gestaltung, Mannheim, Deutschland
Satz le-tex publishing services GmbH, Leipzig

Gedruckt auf säurefreiem Papier.

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

Inhaltsverzeichnis

Vorwort VII

- 1 **Das Konzept: Versuchsreihen zur Chemie im Alltag – als Hobby und für den Beruf** 1
- 2 **Aus der Geschichte – vom chemischen Probierkabinett zum Experimentierkasten** 3
- 3 **Für *Hobbychemiker* – Beispiele aus der qualitativen Analyse** 9
 - 3.1 Säuren oder Basen 9
 - 3.2 Klassische Reagenzien aus heutiger Sicht 21
 - 3.3 Von der Reinheit der Reagenzien 41
 - 3.4 Eine chemische Entdeckungsreise mit nur vier Reagenzien 52
- 4 **Für *Gesundheitsbewusste* – Heilwässer, Salze und pflanzliche Drogen (Phytopharmaka) aus Drogerie und Apotheke** 61
 - 4.1 Heilwässer 61
 - 4.2 Salze/Badesalze 68
 - 4.3 Phytopharmaka 80
 - 4.4 Gesundheitstees 95
- 5 **Für *Mineraliensammler* – Nachweis chemischer Elemente in ausgewählten Mineralen** 101
 - 5.1 Minerale der Alkali- und Erdalkalimetalle 105
 - 5.2 Apatit und Fluorit 114
 - 5.3 Eisenminerale 116
 - 5.4 Cobalt- und Nickelminerale 124
 - 5.5 Kupferminerale 128
 - 5.6 Bleiminerale 130
 - 5.7 Schwefel als Mineral 133
 - 5.8 Vulkangesteine 137
- 6 **Für *Ökonomen* – Alltagsprodukte mit Geschichte** 145
 - 6.1 Chemie der Alltagsmetalle 146
 - 6.2 Lederchemie 170

6.3	Seifenchemie – von der Schmier- und Kernseife bis zur Flüssigseife	185
6.4	Papierchemie	194
6.5	Zur Chemie der Kohle	207
7	Für <i>Genießer</i> – Obst und Gemüse, Bier und Wein	225
7.1	Weinchemie für <i>Genießer</i> – von der Traube zum edlen Tropfen	225
7.2	Zur Biochemie des Bieres	240
7.3	Obst und Gemüse – für eine gesunde Ernährung	250
8	Für <i>Entdecker</i> – Experimente auf botanischen Exkursionen	301
8.1	Übersicht zu den Farbstoffen im Pflanzenreich	306
8.2	Die Ausstattung für Experimente beim Botanisieren	306
	Anhang Liste der Experimente	313
	Literaturverzeichnis	319
	Stichwortverzeichnis	325

Vorwort

Von der Faszination eines Chemielabors

Blicke ich zurück und frage ich mich, wann ich zum ersten Male die Faszination der Chemie erlebt habe, so muss ich die Drogerie und das Lebensmittelgeschäft meines Großvaters nennen. Dort habe ich zumindest das Stoffliche der Chemie kennengelernt, die Eigenschaften chemischer Substanzen, von Essigsäure, Alkohol und Farbpigmenten, die letzteren rührte mein Großvater mit Leinöl selbst zu Farben an – und auch die Vorgänge der Fotochemie in der Dunkelkammer des Fotolabors, das Entwickeln eines belichteten Negativfilmes bis zum Fixieren der Fotos, ohne dass ich als Grundschüler mit dem Begriff Chemie etwas anfangen konnte.

Als ich im Gymnasium war, bekam ich aufgrund meines Interesses an chemischen Experimenten das erste Chemielabor, den Chemiebaukasten *All-Chemist* von Kosmos, der mich eine Zeit lang beschäftigte. Jedoch ließ dieses erste Interesse im Sommer nach, da ich mich dann dem Botanisieren zuwandte. Es entstand eine Pflanzensammlung, ein Herbarium mit weit über hundert Exemplaren, das ich noch heute besitze. Aus dieser Beschäftigung ergab sich auch meine erste Veröffentlichung zum Thema „So legt man ein Herbarium an“, die mit der Autorenangabe „vom Jungreporter Georg Schwedt“ in der Jugendzeitschrift „Die Rasselbände“ am 8. Oktober 1958 erschien.

Die Chemie wurde erst dann wieder von größerem Interesse, als der Chemieunterricht in der 9. Klasse des Gymnasiums begann – und dieses Interesse vor allem am Experimentieren ist bis heute geblieben.

Die besondere Faszination lag und liegt für mich darin, das Handwerkliche – das Experimentieren – mit dem Theoretischen – der Wissenschaft – zu verbinden. Diese Kombination, in der Pädagogik von Pestalozzi als „Anschauung ist das Fundament aller Erkenntnis“ oder auch „mit Kopf, Herz und Hand“ bezeichnet, hat den Ausschlag gegeben, dass ich dieses Fach studiert und im Beruf über vier Jahrzehnte ausgeübt habe.

Das spezielle Interesse an der Literaturgeschichte, das sich in der Oberstufe durch einen besonders guten Deutschlehrer entwickelte, hat sich später darin gezeigt, dass ich u. a. auch über die Chemie in der Literatur geschrieben und publiziert habe.

Als ich mein Studium begann, waren die chemischen Praktika – im Unterschied zu heute – täglich von 8–18 oder 19 Uhr geöffnet. Wir Studenten beka-



Abb. 1 Chemielabor bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts von William Foster (1869–1937; Chemieprofessor an der Princeton University) (William Foster, *Welt und Wunder der Chemie*, München 1931).

men einen Laborplatz zugeteilt, den wir täglich benutzen konnten. Nach einer mehr kursförmigen Einführung in das experimentelle, d. h. qualitativ-chemische Praktikum, konnten wir überwiegend selbst unsere Arbeitszeit zur Lösung der gestellten praktischen Aufgaben (ohne Praktikumsskript!) einteilen. Und so lernte ich sehr schnell, mich selbst zu organisieren und mir auch Freiräume für den Besuch fachfremder Vorlesungen zu verschaffen. Diese freie Arbeitsweise nach einer langen, viel zu langen Schulzeit hat mich auch motiviert, schwierigere Aufgaben, deren Lösung nicht immer gleich gelang, zu vollenden.

Während meines Studiums war ich einige Zeit in der wissenschaftlichen Dokumentation der damaligen Verkaufsgemeinschaft Deutscher Kaliwerke (Kali und Salz) in Hannover tätig – in einem Hochhaus, das heute zur Tierärztlichen Hochschule gehört. Nach bestandem Vordiplom in Chemie hatte ich dort das Angebot, im Unternehmen zu bleiben und ich war sogar für die stellvertretende Abteilungsleitung vorgesehen. So gern ich diese Arbeiten systematischer Literaturrecherchen und der Dokumentation von Publikationen aus Fachzeitschriften vieler unterschiedlicher Wissenschaftsgebiete auch ausgeführt habe, damals noch manuell mit Sichtlochkarten, so ließ mich die Faszination eines Chemielabors nicht los. Im Büntehof (heute ebenfalls zur Tierärztlichen Hochschule gehörig), einer angeschlossenen landwirtschaftlichen Versuchsanstalt (von Kali und Salz), fanden regelmäßig Kolloquien statt, zu denen mich mein Abteilungsleiter stets mitnahm. Auf dem Weg dahin kamen wir auch an den Gebäuden mit den chemischen Laboratorien vorbei, in die ich hineinsehen konnte und die meine Entscheidung bestimmten, meinen beruflichen Weg nicht in der wissenschaftlichen Dokumentation, überwiegend am Schreibtisch, zu gehen, sondern darüber erst nach einem Abschluss des Chemiestudiums zu entscheiden (Abb. 1).

Auch als Hochschullehrer habe ich stets in einem kleinen Privatlabor neben meinem Dienstzimmer experimentiert. Auf diese Weise entstanden auch die ers-

ten Experimente mit Supermarktprodukten für das Schülerlabor SuperLab im Institut für Anorganische und Analytische Chemie der TU Clausthal.

Noch heute, nachdem ich diese Möglichkeit, in einem eigenen Labor zu experimentieren, nach dem Ausscheiden aus dem aktiven Berufsleben nicht mehr habe, faszinieren mich Chemielaboratorien – vom modernen Forschungslabor in einer Universität bis zu den historischen Chemielaboratorien in Museen.

Zum Abschluss dieses sehr persönlichen Vorwortes möchte ich noch einen Liebig-Schüler zu Wort kommen lassen, Friedrich Schoedler, der 1875 in *Westermann's Jahrbuch der Illustrierten Deutschen Monatshefte. Ein Familienbuch für das gesamte geistige Leben der Gegenwart* einen sehr ausführlichen Bericht über „Das chemische Laboratorium unserer Zeit“ veröffentlichte.

Er begann mit der „Schwarzen Küche“ der Alchemisten (u. a. im Deutschen Museum in München zu sehen) und den Darstellungen in der Malerei. Dann führte er die Laboratorien bedeutender Chemiker des 18. Jahrhunderts wie von Gay-Lussac in Paris oder Berzelius in Stockholm an.

Und danach liest man:

Wie sieht ein modernes Laboratorium aus und wie der darin arbeitende Laborant? Was für Geräth und Material begegnet man daselbst und was thut der Chemiker darin?

In der That, nur Wenige aus dem nicht betheiligten Publicum werden diese Frage annähernd zu beantworten wissen – zu voller Befriedigung Keiner. Das Laboratorium unserer Zeit übt an sich keine Anziehungskraft aus, es waltet kein mystischer Zauber über demselben und noch weniger ein poetischer Hauch, es liefert uns weder ein stimmungsvolles Genrebild, noch eine wirkungsvolle Figur.

Wer gern einmal Einsicht nimmt von den wissenschaftlichen Instituten unserer Universitäten oder polytechnischen Schulen, der betrachtet sich wohl etwa das physikalische Cabinet mit seinen glänzenden Apparaten, oder die Sternwarte mit den stattlichen Fernrohren, oder den botanischen Garten, die Bibliothek, die Zeichensäle und Modellsammlungen – alles ansprechende und in ihren Zwecken leicht erfaßliche Institute. Aber das „chemische Laboratorium“ – ja, da könnte es passiren, daß beim Versuch, auch diesem einen Besuch abzustatten, schon beim ersten Schritt die dem Neugierigen entgegenkommende Atmosphäre denselben gründlich zurückschreckt.

Dennoch müssen wir behaupten, daß das chemische Laboratorium mit seinem Zubehör jetzt zu einer der bedeutendsten und interessantesten wissenschaftlichen Werkstätten unserer Hochschulen geworden ist. Wir sagen absichtlich: „jetzt geworden ist.“

Ich habe diesen Textauszug deshalb gewählt, um zuerst einmal deutlich zu machen, dass in der Mitte des 19. Jahrhunderts ein solcher Bericht in einer Zeitschrift erschien, die sich an den Bildungsbürger wandte – übrigens war vor diesem Beitrag ein Text von Wilhelm Raabe aus seiner Erzählung „Höxter und Corvey“ abgedruckt. Andererseits zeichnet er ein Stück Chemiegeschichte, hier des chemischen Laboratoriums, das Schoedler als Liebig-Schüler verständlicherwei-



Abb. 2 Titelseite des *Chemischen Experimentierbuches* von O. Nothdurft.

se im Folgenden ausführlich am Beispiel des Liebig'schen Laboratoriums in Gießen vorstellt. Als Liebig-Museum ist es bis heute erhalten geblieben und auch wenn die Laboratoriumsgeräte überwiegend aus neuerer Zeit stammen, vermitteln doch die Räumlichkeiten noch einen faszinierenden Eindruck aus dieser frühen Zeit der Chemie als Wissenschaft.

Und weiter ist von Schoedler zu lesen:

... Kenntniß der Stoffe und ihrer Eigenschaften, vertraut sein mit den Gesetzen ihrer Verbindungsweisen, gleichsam wie von Liebig gesagt wurde – „mit einem jeden Körper auf Du und Du zu stehen“ – das ist heutigen Tages die Aufgabe Tausender Chemiker und solcher, die es werden wollen ...

Und diese Aussage ist auch das Motto dieses Buches. Die chemischen Eigenschaften derjenigen Stoffe, denen wir in unserem Alltag ständig begegnen, lassen sich auch in einfach durchführbaren Versuchen und in jeder Küche – mithilfe weniger Gerätschaften, der Ausstattung des Kosmos Chemie-Labors C 2000 (Stuttgart) – erforschen. Dazu liefert dieses Buch die Informationen und Anleitungen.

Bevor der erste *Chemiebaukasten* von Kosmos in Stuttgart zu Weihnachten 1926 auf den Markt kam, erschien 1913 ebenfalls in Stuttgart in der Union Deutsche Verlagsgesellschaft das *Chemische Experimentierbuch* von Dr. O. Nothdurft (Abb. 2), als *Praktische Einführung in das Studium der Chemie auf Grund leicht ausführbarer Versuche*.

Der Autor, 1880 in Clausthal geboren, im Jahre 1913 als Lehrer am heutigen Zeppelin-Gymnasium in Lüdenscheid tätig (s. in Schwedt 2013a) schrieb „Zur Beachtung“: „Alle Versuche des Buches hat der Verfasser selbst mit einfachen Mitteln gemacht ...“

Diese Aussage gilt auch für den Verfasser dieses Buches.

Und von O. Nothdurft folgt dann als „Einleitung“ die „amüsante“ Geschichte von der Einrichtung des für seine Versuche erforderlichen Labors, weshalb sie hier zitiert wird:

Fritz Henselt war, was man einen „fixen Jungen“ nennt; aus seiner Werkstatt gingen nicht nur wahre Kunstwerke von elektrischen Apparaten hervor, sondern auch allerhand Haushaltungsgegenstände in neuer Schönheit und nicht selten mit wirklich zweckmäßigen Verbesserungen. Er hatte seinen Freunden eine Reihe von gar nicht üblen Vorträgen gehalten, in denen er die packendsten Fortschritte der Elektrotechnik mit viel Geschick vorführte und erklärte. Man kann es ihm also kaum übelnehmen, wenn er ein wenig eingebildet war und hin und wieder den erfahrenen Gelehrten spielte. Seinem Onkel, einem Hochschullehrer, hatte wohl das praktische Wissen seines Neffen gefallen; ein paar Wochen nach seinem letzten Besuche traf jedenfalls eine ziemlich große Kiste mit chemischen Geräten und auch Chemikalien ein, die Fritz unter hellem Jubel auspackte. Der Vater meinte freilich, der Onkel sei ein Schalk und habe die Sachen nur geschickt, um ihm einmal so recht deutlich vor Augen zu führen, daß es mit seinen naturwissenschaftlichen Kenntnissen noch nicht so weit sei, aber das konnte die Freude nicht stören. Hatte Fritz nach ein paar Physikbüchern seine Apparate ohne weitere Anleitung gebaut und zwar so gut, daß einige davon in die Schulsammlung mit Ehren aufgenommen worden waren, so würde er auch schon mit einem alten Chemiebuch chemische Versuche zustande bringen.

Auch bei mir stand vor der Beschäftigung mit chemischen Experimenten der Bau mechanischer und elektrischer Geräte – u. a. einer Klingel – nach dem Buch von Gustav Bücher, *Physikalische Experimente, die gelingen* (um 1952 bei Franckh-Kosmos in Stuttgart erschienen, s. in Hilz und Schwedt 2002), sowie der Betrieb einer Dampfmaschine.

Daß sein Vater von ihm unbedingt das Versprechen verlangte, mit gewissen chemischen Stoffen gar nicht zu arbeiten, mit anderen aber nur, wenn er selbst zu Haus sei, fand Fritz bei sich „übertrieben“. Daß er ferner bei Lampenlicht jedes Experimentieren unterlassen sollte, sagte ihm auch wenig zu.

Zunächst also die Apparate im Zimmer aufgestellt! Die Retorten erwiesen sich als besonders malerisch und eindrucksvoll; Fritz fand nicht, wie sein Vater dies schmunzelnd festgestellt hatte, daß „merkwürdig viel“ Retorten in der Kiste waren – im Gegenteil. Das Zimmer sah nach dem Einräumen gar nicht übel aus, – schade, daß nicht noch ein alter Kamin dem Ganzen etwas mehr Ansehen gab, dachte Fritz und beschloß, seine Freunde jetzt nur noch gegen Abend in sein „Labor“ zu bringen, wo „die Sache besser wirkte“.

Ein Regal für die Chemikalienflaschen hatte er bald gezimmert und die Flaschen sorgfältig nach der Größe aufgestellt. Etwas betroffen machte es frei-

lich den angehenden Chemiker, daß sein Vater bei der Besichtigung nicht so unbedingt alles lobte, wie er es früher bei dem jungen Techniker getan hatte. „Erstens dürfen die Flaschen für starke Säuren auf *keinen* Fall ganz oben auf dem Regal stehen“, sagte er „denn es könnte namenloses Unheil anrichten, wenn dir beim Herunterlangen etwa die Flasche mit konzentrierter Schwefelsäure aus der Hand glitte. Dann aber wünsche ich unbedingt, daß alle Stoffe, die ich dir bezeichne, in einem Schrank verschlossen werden. Du legst mir also eine Liste deiner Chemikalien vor, damit ich die unter Verschuß zu haltenden Gegenstände anstreiche. Du sollst aber keine Ausgaben dadurch haben,“ fügte der Vater freundlich hinzu, als er das sorgenvolle Gesicht seines sparsamen Sohnes sah, „ich will dir die Auslagen für Kistenbretter und ein gutes Schloß gern ersetzen. Finde ich aber einmal gefährliche Körper unverschlossen hier stehen, so darfst du sicher sein, daß ich keinerlei chemisches Experimentieren mehr dulde.“

Solche Vorsichtsmaßnahmen sind zu den in diesem Buch beschriebenen Experimenten nicht erforderlich – es handelt sich ausschließlich um Produkte des Alltags; jedoch sollten Hinweise auf Verpackungen einiger Produkte sowie auch die Warnhinweise im Anleitungsbuch zum Kosmos Chemie-Labor C 2000 unbedingt beachtet werden.

Fritz ging nun mit Eifer daran, den Raum für seine neuen Arbeiten auszustatten. Gardinen und Teppiche hatte er schon vorher aus dem Zimmer entfernt, weil sie im Wege waren; in einem chemischen Arbeitsraum wären sie wegen ihrer leichten Brennbarkeit natürlich noch weniger zu dulden gewesen. Seine Werkbank für mechanische Arbeiten wollte er nicht gern zu chemischen Versuchen benutzen, um sie nicht zu verderben. Er belegte also einen festen Tisch mit Wachstuch und stellte sich noch einige Stücke Pappe zur Hand, die bei weniger sauberen Arbeiten als Unterlage dienen sollten. Dann bestellte er auf den Rat seines Vaters einen gutschließenden Kasten für die feineren Werkzeuge, wie Bohrer, Scheren, Schraubenzieher, Gewindebohrer usw., die durch die beim Experimentieren unvermeidlichen Dämpfe leicht Schaden nehmen. Auf den inneren Rand des Kastendeckels leimte er einen Streifen guten Samt, um einen sicheren Abschluß zu erzielen. Im übrigen beschloß er, erst einmal chemisch zu arbeiten, und dann die Einrichtung des „Labors“ zu vervollständigen.

In unserem Fall sind alle erforderlichen Geräte im Kosmos Chemie-Labor C 2000 enthalten oder im Haushalt vorhanden.

Sein Vater hatte ihm ein Lehrbuch der Chemie aus seiner Bibliothek ausgeliehen, nach dem er arbeiten solle. Mit dem Hochgefühl des geschickten Experimentators, der schon ganz andere Sachen fertig gebracht hatte, blätterte Fritz das ziemlich dünne Buch durch: „Kochen, Verdampfen, Auflösen, Kristallisieren, Destillieren“ – das wäre ja weiter nichts Neues. „Verbrennen, atmosphärische Luft“ – Fritz war wenig damit zufrieden. Das sollte ihm gerade noch fehlen, ein brennendes Licht unter eine Glasglocke

zu stellen, um zu sehen, daß es ausginge! Er lachte laut vor sich hin, als er daran dachte, wie ein Oberrealschüler neulich gesagt hatte, daß das chemische Experimentieren doch weit schwieriger sei als das mit elektrischen Apparaten ... Beim Weiterblättern fand er hie und da einen Versuch, der ihm „lohnend“ erschien; aber einmal fehlten die Chemikalien, ein andermal waren allerhand Glassachen nötig, die er nicht hatte. Endlich schien sich etwas Passendes gefunden zu haben: Etwas chlorsaures Kali – das war da – und Puderzucker – der war schnell zu beschaffen – wird auf einem sauberen Blatt Papier vorsichtig mit den Fingern gemischt und ein Stück Ziegelstein geschüttet. Läßt man dann mit einem Glasröhrchen ein paar Tropfen konzentrierter Schwefelsäure auf die Mischung fallen, so entzündet sie sich und brennt mit violetter Flamme ab.

Der Versuch gelang nicht übel; nur die ekelhaften Dämpfe, die Fritz zu lebhaftem Husten reizten, störten sehr. „Man wird also einen regelrechten Abzug bauen müssen“, brummte er, indem er Tür und Fenster aufsperrte. Immerhin bemerkte er nicht ohne Stolz, daß seine kleine Schwester, die eben die Treppe heraufkam, ziemlich erschreckt die Rauchwolken im Bodenraum sah und auch sogleich anfang zu husten. Mit vielen Pfuis und Nasenrümpfen entledigte sich die Kleine ihres Auftrages: Werner Krieg sei unten und frage nach ihm wegen eines elektrotechnischen Experimentierbuches, das er sich ein paar Tage leihen wolle.

O. Nothdurft veröffentlichte auch einige Rundfunk/Radio-Experimentierbücher.

Eigentlich war Fritz nicht sehr von dem Besuch erbaut; der Primaner Werner Krieg galt für ziemlich hochnäsiger und eingebildet darauf, daß er in der Oberrealschule schon seit erster Sekunde „Amanuensis“ [Gehilfe, vergleichbar mit Famulus] von Dr. Osten war, der den Chemieunterricht gab. Dr. Osten hatte sonst nur selten einen Schüler in diese Vertrauensstellung genommen, und Werner Krieg mußte wohl neben seinen tüchtigen Kenntnissen auch noch ein gutes Stück Zuverlässigkeit bewiesen haben, daß er schon als Sekundaner im Schullaboratorium walten durfte. Fritz würde sich ja aus solcher Stellung nicht viel gemacht haben, denn er hatte ja *selbst* Vorträge gehalten, bei denen seine Freunde und Verwandten „nicht zu knapp“ Beifall geklatscht hatten. – Aber auch den Pennäler drückt schon die Last gesellschaftlicher Verpflichtungen, und so ließ Fritz durch seine kleine Schwester bestellen, er möge „raufkommen“. Werner Krieg war besser wie sein Ruf: Er erbat von Fritz zu dem Buche noch seinen Rat für den Bau einer Influenzmaschine. Das war Fritzens ureigenstes Gebiet, denn er hatte nach vielen eigenen Versuchen zwei Maschinen gebaut, die nicht nur ausgezeichnet wirkten, sondern auch sehr nett aussahen. Voller Stolz führte er die eine Maschine vor und zeigte dem verdutzten Primaner seine Gewindeschneider und vielen Werkzeuge. Werner äußerte sich etwas betrübt darüber, daß man mit soviel Mitteln natürlich auch schon etwas leisten könne, aber Fritz konnte mit Stolz anführen, mit wie kleinen Mitteln er „angefangen“, und wie erst später sein Vater ihm Werkzeug geschenkt



Abb. 3 Retorten im „Alten Labor“ von Justus Liebig in Gießen (Liebig-Museum, Gießen).

habe, als er schon mancherlei Apparate mit den denkbar billigsten Hilfsmitteln hergestellt hatte.

Im Begriff wegzugehen, sah Werner die Retorten und konnte sich ein Lächeln nicht ganz verbeißen, was Fritz zu der ziemlich barschen Erklärung veranlaßte, er experimentiere jetzt auch chemisch. „Mit soviel Retorten?“ fragte der Primaner und lachte dabei ganz ungeniert. „Da kannst du ja einen guten Alchemisten abgeben.“

Fritz war nicht gesonnen, sich verulken zu lassen, wenn er auch mit einigen Bedenken daran dachte, daß schon jetzt sein Vater etwas spöttisch auf die Retorten geschaut hatte. „Ich brauche die Retorten natürlich nur, wo sie andere auch brauchen. Selbstverständlich mache ich auch einfache Versuche.“ „Der da hätte dir leicht schief gehen können,“ meinte Werner, als er einen flüchtigen Blick auf den Tisch geworfen hatte. „Der Stopfen von der Flasche mit chlorsaurem Kali war abgenommen, als du das Gemisch entzündetest. Es brauchte nur etwas zu spritzen, und etwas von dem Funkenregen ins Glas zu gelangen, so würde unter diesen Umständen ein ganz nettes Unglück fertig gewesen ...“

Fritz mußte wohl ein ziemlich verduzttes Gesicht gemacht haben, denn Werner meinte gutmütig: „Na, solch kleine Versehen passieren jedem einmal; mir hat ein ähnlicher „Versuch“ die Erlaubnis gekostet, zu Haus weiter experimentieren zu dürfen.“

Werner erzählt dann die Geschichte einer Explosion mit Knallgas, die noch ganz gut ausgegangen war, indem wenigstens niemand dabei ernstlich verletzt wurde und meinte, Fritz könne sich glücklich schätzen, daß sein Vater so nachsichtig sei.

Man redete hin und her – jeder strich „seine“ Wissenschaft mächtig heraus und versuchte die andere als etwas Minderwertiges hinzustellen. Fritz hatte sich dabei in seinem Eifer zu weit vorgewagt, denn als Werner mit gutmütigem Spott meinte, man dürfe keine Versuche machen, die man nicht im geringsten verstehe, mußte er klein beigeben.

„Du weißt eben nur,“ sagte sein Besucher, „daß du chlorsaures Kali, Zucker und Schwefelsäure zusammengetan hast, und daß es chlorsaures Kali war, hast du nur an dem Flaschenetikett gesehen ... wäre ganz etwas anderes in dem Gläschen mit der gleichen Aufschrift gewesen, so hättest du's auch als „chlorsaures Kali“ genommen. Was aber bei dem Knall und Qualm eigentlich passiert ist, davon weißt du gar nichts.“

Werner hatte nicht so unrecht, das gab Fritz zu; aber wie sollte man die Sache denn anfassen? Diese „langweiligen“ Versuche etwa auszuführen, die im Lehrbuch stehen?

Werner dachte ein wenig nach und meinte dann: „Ich glaube, du hast eine ganz und gar falsche Ansicht zum chemischen Experimentieren. Wenn du natürlich die Versuche genau so ausführst, wie sie in deinem Buche stehen, womöglich noch mit dem offenen Buche daneben, so ist die Sache ganz gewiß langweilig und zwecklos. Aber ich meine, man könnte alle diese Versuche auch so machen, daß man viel Freude daran hat.“

Das war etwas für Fritz: „Ja, ich dachte auch schon daran, sie in kleinen Vorträgen zu verwerten.“

Werner lachte: „Das hat aber noch gute Weile! Erstens wirst du lange Zeit brauchen, ehe du auch nur den kleinsten chemischen Versuch anderen vorführen kannst ... Du wirst schon bald sehen, wie unsicher anfangs alle Versuche gehen ... Und dann ist die Chemie selbst gar nicht geeignet, so ‚nebenbei‘ gelernt zu werden. Du kannst leicht irgendein kleines Kapitel der Physik zu einem kleinen Vortrag verarbeiten, der wirkliche verständlich ist und die Zuhörer noch dazu interessiert. Du brauchst sehr wenig von anderen Teilen der Physik zu kennen dazu ...“

„Erlaube mal,“ meinte Fritz ziemlich giftig, „wenn du auch schon in Prima bist und auf einer Oberrealschule, so brauchst du darum nicht so dicke zu tun.“

Er war wirklich ein bißchen ärgerlich, denn auf seine physikalischen Kenntnisse ließ er nicht gern etwas kommen. ... Außerdem hatte neulich schon sein Physiklehrer so etwas boshafte Bemerkungen gemacht über Elektrotechniker, für die nur ein Fünftel des ganzen Physikbuches existiere. Er verfocht also seine Stellung mit dem Mute der Verzweiflung, wußte auch seinem Gegner manchen Stoß gut zu parieren. Aber in dem

einen mußte er doch nachgeben: Daß er nämlich keine Ahnung habe, was die Seife sei, mit der er sich wasche; was Stärke sei, Butter, Eisenlack, Glas, Siegellack, wie ein schwedisches Streichholz Feuer fange usw.

Zuerst natürlich fing er tapfer an zu reden, aber jedesmal, wenn er mit seinem Lieblingswort „selbstverständlich“ seine Rede schloß, machte Werner ein sehr freundliches Gesicht und dann eine bösertige Bemerkung, gegen die Fritz nicht „aufkonnte“.

Als Werner eine Stunde später ging, waren sich die beiden einig geworden, zusammen zu arbeiten. Als einzige Bedingung stellte Werner die Forderung auf, Fritz dürfe *zunächst* keinerlei chemische Versuche auf eigene Faust machen und nicht zanken, wenn ihm irgendeine Versuchsvorbereitung zu umständlich dünke. Fritz wollte die nächste Woche die Laboratoriumseinrichtung nach Werners Angaben ergänzen, der seinerseits auch von seinem Lehrer noch allerlei wertvolle Ratschläge zu erhalten hoffte.

Im folgenden Kapitel ist dann die „Einrichtung des Arbeitsraumes“ auch ausführlich beschrieben und ein „einfacher Experimentiertisch mit Reagenzienregal“ als Foto abgebildet (Abb. 4).

1946 erschien noch einmal eine Neuauflage des Experimentierbuchs von Otto Nothdurft – mit der Angabe „44.–52. Tausend“ und „Neubearbeitet von Georg Döderlein (Leipzig, 15.2.1878)“, das jedoch nur den Titel übernommen hat, je-

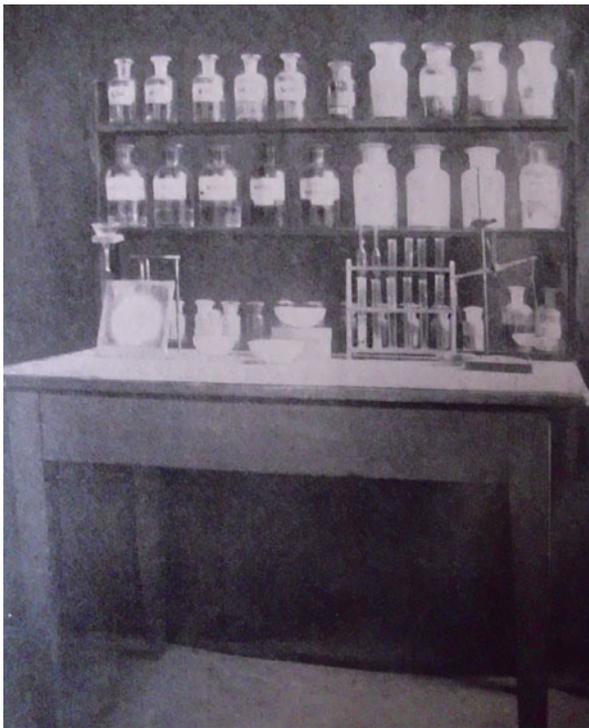


Abb. 4 Experimentiertisch im *Chemischen Experimentierbuch* von 1913.

doch nach einem völlig anderen Konzept, ohne die beschriebene Gesprächsform, gestaltet ist.

Der *Experimentiertisch* für die in diesem Buch beschriebenen Versuchsreihen, deren Konzept im folgenden Kapitel beschrieben wird, besteht aus einem Küchentisch mit Wachstuchdecke und dem Kosmos Chemie-Labor C 2000.

Bonn, März 2019

Georg Schwedt

1

Das Konzept: Versuchsreihen zur Chemie im Alltag – als Hobby und für den Beruf

Sowohl im Begleitbuch zum historischen *Chemischen Probierkabinett* von Götting aus dem Jahr 1790 (s. Kapitel 2) als auch in dem vielfach aufgelegten Buch *Die Schule der Chemie* von Stöckhardt seit 1846 (20. Aufl. 1920) steht die *angewandte*, auf die *Praxis* bezogenen *Chemie* im Vordergrund aller Experimente.

Bei Götting heißt es „... zum Handgebrauche für Scheidekünstler, Aerzte, Mineralogen, Metallurgen, Technologen, Fabrikanten, Oekonomen und Naturliebhaber“; bei Stöckhardt „... zur Selbstbelehrung insbesondere für angehende Apotheker, Landwirthe, Gewerbetreibende etc.“ (10. Aufl. 1858).

Am Ende des Buchs von Stöckhardt befindet sich auch ein „Verzeichniß der chemischen Geräthschaften, welche zur Anstellung der in der *Schule der Chemie* angegebenen Experimente nothwendig sind“. Dazu werden Bezugsadressen in Braunschweig, Leipzig, Berlin, München und Wien genannt – sowie auch, dass „ein vollständigerer und eleganterer Apparat, mit mehr Glasgeräthschaften, Bechergläsern, Lötrohr mit Platinspitze etc.“ durch die genannten Handlungen zu beziehen sei.

Mit dem *Chemischen Probir-Cabinet* ist schon im 19. Jahrhundert ein Vorläufer der Analysenkoffer mit Schnelltests unserer Zeit beschrieben worden.

Seit Erscheinen der ersten noch sehr einfachen „Geräthschaften“ (s. auch Kapitel 2) haben sich die Materialien und damit auch die Analysenverfahren, die Verpackung und die Anleitungsbücher der modernen *Probierkabinette*, d. h. Experimentierkästen („Chemielabore“) im 21. Jahrhundert erheblich verändert.

In den Anleitungen zu den „Chemielaboren“ werden bereits sehr anschaulich die Arbeitsschritte vermittelt – auch sind schon Hinweise bzw. Anregungen für die Anwendungen darin enthalten. In diesem Buch sollen darüber hinaus die Schwerpunkte wie folgt gesetzt werden:

- 1) Ausführliche Texte sowohl zur Erklärung der chemischen Experimente als auch zu den historischen Wurzeln mit Zitaten begleiten jedes Beispiel.
- 2) Jedes Experiment bildet die Grundlage zu *eigenen chemischen Untersuchungen*, für die viele Produkte genannt werden, mit welchen das betreffende Experiment auch durchgeführt werden kann.
- 3) Die zitierten historischen Texte enthalten in den meisten Fällen nicht nur eine interessante Geschichte, sondern sie vermitteln auch detaillierte Beobachtungen, die im Rahmen der eigenen Versuche überprüft werden können.

Der experimentierende Leser soll damit zu *Versuchsreihen*, zu *eigenen Entdeckungen* angeregt werden, deren Ergebnisse nicht bereits beschrieben, sich jedoch anhand des jeweils vorgestellten, grundlegend erläuterten Experiments auch selbstständig deuten lassen – und sich sogar als Anregung zu einem *Projekt* in der Schule eignen.

Nach mehr als einem Jahrzehnt eigener Beschäftigung zum Thema einfache chemische Experimente mit Produkten aus dem Supermarkt (auch aus Drogerie, Apotheke und Baumarkt, aus Billig- und von Flohmärkten sowie aus der Natur) habe ich viele Erfahrungen sammeln und Hunderte von Beispielen erproben können. Aus diesem Fundus schöpft auch das vorliegende Buch.

2

Aus der Geschichte – vom chemischen Probierkabinett zum Experimentierkasten

Chemische Experimentierkästen, die heute in jedem Kaufhaus zu erwerben sind und die für manchen Schüler die Anregung und den Auslöser für seine spätere Berufswahl waren, sind keine Kinder unserer Zeit. Einen historischen Meilenstein bildet das *Chemische Probir-Cabinet* (Abb. 2.1).

1790 vertrieb der von Goethe in seiner Funktion als Minister des Herzogtums Sachsen-Weimar-Eisenach für die Universität Jena zuständig auf den ersten Lehrstuhl für Analytische Chemie berufene Johann Friedrich August Götting (1755–1809) ein aus zwei Holzkästen mit zahlreichen Chemikalien und Glasgeräten ausgestattetes Chemisches Probir-Cabinet. Es wurde von Goethe sogar in seinem Roman „Die Wahlverwandtschaften“ erwähnt.

Es erschien zu Beginn eines neuen Zeitalters in der Geschichte der Chemie, das durch die Entdeckung des Sauerstoffs (1771) und die darauf folgenden Arbeiten des französischen Chemiker Antoine Laurent de Lavoisier (1743–1794) über die Verbrennung von Stoffen (als Oxidation) eingeleitet wurde.

Ein unscheinbares, 215 Seiten umfassendes Buch in kleinem Format, ohne Abbildungen, stellt das Anleitungsbuch zu Göttings „Chemischem Probir-Cabinet“ dar – mit dem Titel: *Vollständiges chemisches Probir-Cabinet zum Handgebrauche für Scheidekünstler, Aerzte, Mineralogen, Metallurgen, Technologen, Fabrikanten, Oekonomen und Naturliebhaber ... Untersuchungen auf dem nassen Wege. Jena ... 1790.*



Abb. 2.1 Nachbau des *Chemischen Probir-Cabinets* von Götting, Jena 1790. (Institut für Anorganische und Analytische Chemie der TU Clausthal)

Darin beschreibt der Autor den Aufbau und Inhalt von zwei Kästen (s. Abb. 2.1), die sich übereinander stellen lassen. Der untere Kasten war mit einem Glasmörser sowie mit 14 durch Stöpsel verschließbaren Reagenzflaschen versehen, die unter anderem Säuren, Lackmustinktur, Lösung von Ammonium- und Kaliumcarbonat, Calciumhydroxid, Calciumsulfid sowie destilliertes Wasser enthielten. Ein Schubfach mit Reagenzpapieren und einem Glastrichter sowie Gewichten war eingebaut.

Im oberen Kasten waren ein Lötrohr aus Messing, eine kleine Waage, ein Pistill und 21 Reagenzgläser mit Salzen und auch Lösungen zur qualitativen Analyse untergebracht. Mit insgesamt 35 Reagenzien war Götting in der Lage, zum Beispiel in Mineralwässern oder auch im Wein zahlreiche Stoffe – auch unter dem Gesichtspunkt der Verfälschung nachzuweisen. Viele seiner Nachweise sind auch heute noch Bestandteil der klassischen qualitativ-chemischen Analyse, so zum Beispiel die Fällung von Calciumionen mit Oxalsäure oder die Sulfidfällungen von Schwermetallionen.

Johann Friedrich Götting (1753–1809) war einer der ersten deutschen Professoren, der für die Oxidationstheorie (nach Lavoisier) eintrat. Er war bei dem Apotheker Johann Christian Wiegand (1732–1800) in Langensalza in die Lehre gegangen, trat 1775 in die Hofapotheke in Weimar ein und wurde nach Studien in Göttingen und der Promotion in Jena zum Dr. phil. – gefördert durch Goethe – und 1789 zum Professor für Chemie, Pharmazie und Technologie an der Universität Jena ernannt.

Göttings Anleitungsbuch zum „Chemischen Probir-Cabinet“ wird auch als erstes Hochschullehrbuch der qualitativen Analyse bezeichnet. In ihm wird erstmals die Blindprobe als wichtiger Teil der qualitativen Analyse – und damit die Reinheit von Chemikalien als Voraussetzung – beschrieben. 1888 sollte diese Forderung durch die Veröffentlichung *Die Prüfung der chemischen Reagentien* durch Carl Krauch zu einem Markenzeichen der Fa. Merck in der Darmstadt – *garantiert rein* – werden (s. Abschn. 3.3). Alle Anleitungen bei Götting sind so abgefasst, dass sie sich auch heute noch nachvollziehen lassen. Anstelle der später üblichen *Reagenzgläser*, die auch immer noch (und richtiger) als *Probiergläser* bezeichnet werden, verwendete Götting Weingläser für die Durchführung der Reaktionen. Gläser waren damals noch keine Massenartikel, sondern mussten für den jeweiligen Zweck angefertigt werden.

Chemische Experimente waren nach Götting auch ohne ein großes Laboratorium möglich; sie sollten mithilfe der Experimentierkästen auch als „nützliche Unterhaltung“ dienen. Von den nach Angaben von Götting offensichtlich weit verbreiteten Experimentierkästen konnte jedoch bisher kein Exemplar ausfindig gemacht werden – auch nicht in Jena oder Weimar. Ebenso wenig kennen wir ein Porträt von Götting. Der erste Analytiker der Universität Jena war stets bemüht, die Chemie auch als eine populäre Wissenschaft zu vertreten. In seinem Werk *Der physisch-chemische Hausfreund* von 1804 lesen wird dazu:

Man hat sich bisher nicht ohne erwünschten Erfolg bemüht, für mehrere Zweige der Naturwissenschaften ein allgemeines Interesse zu erwecken, nur von seiten der Chemie ist hier noch nicht viel geschehen.



Abb. 2.2 Julius Adolph Stöckhardt.

1802 veröffentlichte Götting als Fortführung seiner Anleitung ein weiteres Buch mit dem Titel *Praktische Anleitung zur prüfenden und zerlegenden Chemie*. Darin schrieb er auch über sein „Probir-Cabinet“:

Seit der Herausgabe dieser Schrift habe ich nun eine nicht unbeträchtliche Anzahl solcher Probir-Cabinette an in- und ausländische Chemiker zu versenden Gelegenheit gehabt, und noch immer laufen Bestellungen ein, ungeachtet auch andere etwas Ähnliches einzurichten versucht haben.

(Auszüge aus: Schwedt 2013a – mit zahlreichen Abbildungen, Beispielen für historische Experimente und ausführlichen Literaturangaben)

In der Mitte des 19. Jahrhunderts begann eine neue Entwicklung mit dem sehr erfolgreichen Buch *Die Schule der Chemie oder Erster Unterricht in der Chemie, verständlich durch einfache chemische Versuche. Zum Schulgebrauch und zur Selbstbelehrung, insbesondere für angehende Apotheker, Landwirte, Gewerbetreibende etc.* von Julius Adolph Stöckhardt (1809–1886) ab 1846–1881 in 19 Auflagen erschienen (Abb. 2.2).

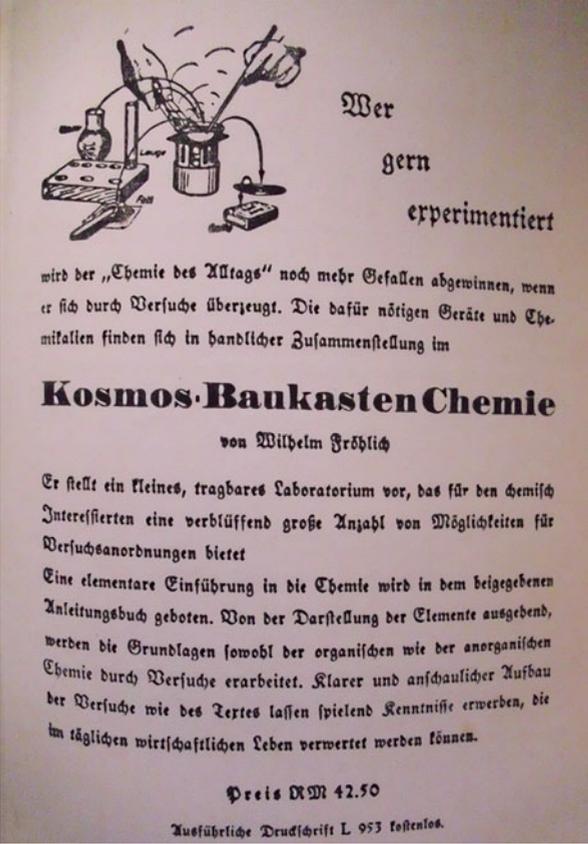
Julius Adolph Stöckhardt erlernte den Beruf des Apothekers (1824–1828 in Liebenwerda) und studierte dann Pharmazie und Naturwissenschaften an der Universität in Berlin. Nach der chemisch-pharmazeutischen Staatsprüfung 1833 wurde er – wie übrigens auch Theodor Fontane – „Apotheker erster Klasse in Preußen“. Nach Studienreisen durch deutsche und westeuropäische Länder arbeitete er ab 1835 im Laboratorium der Mineralwasserfabrik von Friedrich Adolph August Struve (1781–1840) in Dresden. 1837 promovierte er mit einer in lateinischer Sprache abgefassten Arbeit über die Methoden des naturwissenschaftlichen Unterrichts an der Universität Leipzig. 1838 wurde er Lehrer für Naturwissenschaften an der Königlichen Gewerbeschule in Chemnitz und 1847 wurde er an die Akademie für Forst- und Landwirte in Tharandt berufen, wo er den Lehrstuhl für Agrikulturchemie und landwirtschaftliche Technologie erhielt.

Sein Leitsatz in seiner *Schule der Chemie* (Vorrede zur 1. Auflage, Chemnitz, im Mai 1846) lautete: „Die Chemie ist, abgesehen von ihrer Nützlichkeit, die niemand bestreiten wird, eine so schöne Wissenschaft.“

In der Mitte des 19. Jahrhunderts gab es kaum noch chemische Experimentierkästen, sodass Stöckhardt in seinen Büchern jeweils im Anhang ein „Verzeichniß der chemischen Geräthschaften, welche zur Anstellung der in der *Schule der Chemie* angegebenen Experimente nothwendig sind“ anführte. Als Bezugsquellen werden von ihm Firmen in Leipzig, Berlin, Tharandt und Braunschweig genannt – und für eine „Sammlung chemischer Präparate“ die noch heute bestehende *Löwen-Apotheke zu Freiberg in Sachsen*, die „über 100 Chemikalien, alle charakteristischen Salze und Elemente vertretend“ und „mit den erforderlichen Glühfläschchen in eleganten Kästchen abgegeben“ würden.

Stöckhardt nannte in seiner „Vorrede zur ersten Auflage“ auch die wichtigsten Voraussetzungen an die Versuche, die noch heute ihre Gültigkeit haben:

1. Die Experimente müssen einfach und gefahrlos sein, damit der Anfänger in den Stand gesetzt werde, sie nach der gegebenen Beschreibung anzustellen und zu wiederholen ...
2. Die Experimente müssen die Basis, das Fachwerk bilden für die Theorie. Der Anfänger soll daran beobachten, reflectiren, urtheilen lernen, er



Wer
gern
experimentiert

wird der „Chemie des Alltags“ noch mehr Gefallen abgewinnen, wenn er sich durch Versuche überzeugt. Die dafür nötigen Geräte und Chemikalien finden sich in handlicher Zusammenstellung im

Kosmos-Baukasten Chemie
von Wilhelm Fröhlich

Er stellt ein kleines, tragbares Laboratorium vor, das für den Gemisch Interessierten eine verblüffend große Anzahl von Möglichkeiten für Versuchsanordnungen bietet

Eine elementare Einführung in die Chemie wird in dem beigegebenen Anleitungsbuch geboten. Von der Darstellung der Elemente ausgehend, werden die Grundlagen sowohl der organischen wie der anorganischen Chemie durch Versuche erarbeitet. Klarer und anschaulicher Aufbau der Versuche wie des Textes lassen spielend Kenntnisse erwerben, die im täglichen wirtschaftlichen Leben verwertet werden können.

Preis RM 42.50

Ausführliche Druckschrift L 953 kostenfrei.

Abb. 2.3 Werbung Kosmos Baukasten Chemie (Römpf, 1949).

soll aus ihnen die allgemeinen chemischen Beziehungen und Wahrheiten selbst entwickeln, selbst nacherfinden, und sich auf diese Weise mit der manuellen Fähigkeit zugleich ein geistiges Eigentum durch eigene Tätigkeit erwerben ...

3. Die Experimente müssen vorzüglich mit bekannten Körpern angestellt werden und bekannte Erscheinungen erklären ...

4. Die Experimente müssen in natürlicher Reihenfolge vom Bekannten zum Unbekannten aufsteigen. Bei der Unzahl von chemischen Elementen und Verbindungen ist es unerlässlich, eine Sonderung der minder wichtigen von den wichtigeren eintreten zu lassen und dem Anfänger nur die ausführlich darzubieten ...

Mit dem Schweizer Lehrer Wilhelm Fröhlich (1892–1969) beginnt eine neue Entwicklung – vom Chemiebaukasten zum Lehrspielzeug. Er war von 1916–1958 als Fachlehrer für Chemie, Physik und Zeichnen in Kreuzlingen tätig. 1920 begann er für seinen Unterricht Schülerversuche zu entwickeln und besuchte den Kosmos-Verlag in Stuttgart, mit dem er eine Zusammenarbeit zur Entwicklung von Materialien und Geräten für Experimentierkästen vereinbarte. Der Franckh-Kosmos-Verlag war bereits 1822 gegründet worden, die Kosmos-Gesellschaft der Naturfreunde entstand 1904, die Lehrmittelabteilung Anfang 1920. Die ersten Experimentierkästen waren der Radiomann, Techniks, der All-Chemist, Optikus und Elektromann. Der Erfolg mit diesen Experimentierkästen war so groß, dass sie bald weltweit vertrieben und auf der Pariser Weltausstellung 1938 mit einer Goldmedaille ausgezeichnet wurden. Wilhelm Fröhlich wurde 1957 für sei-

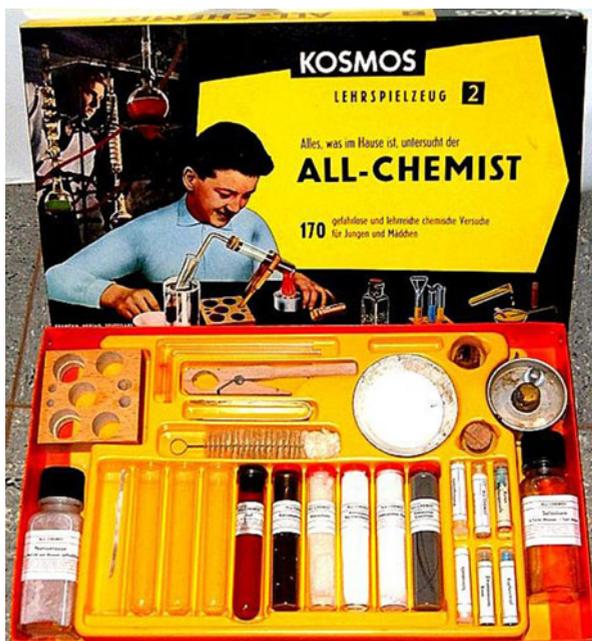


Abb. 2.4 Experimentierkasten All-Chemist als Lehrspielzeug vor 1960.

ne Verdienste um die Entwicklung der Experimentierkästen von der Universität Bern mit der Ehrendoktorwürde ausgezeichnet (ausführlich in Schwedt 2013a; Abb. 2.3).

Der Autor der ersten Kosmos-Experimentierkästen war der Schweizer Lehrer Wilhelm Fröhlich (1892–1969). Nach dem Zweiten Weltkrieg erschien der All-Chemist, mit dem auch der Autor seine ersten chemischen Experimente durchführte (Abb. 2.4).

In den darauf folgenden 50 Jahren wurden auch spezielle Experimentierkästen entwickelt – auf Dauer bestehen geblieben sind aber vor allem die Grundausrüstungen für chemische Experimente, die heute unter den Bezeichnungen Kosmos Chemie-Labor C 1000 bis C 3000 auf dem Markt sind. Für die in diesem Buch beschriebenen Versuche eignet sich vor allem das Chemie-Labor C 2000.

In ihm sind folgende Chemikalien enthalten, die auch zu den folgenden Experimenten verwendet werden können: Lackmuspulver, Natriumhydrogensulfat, Natriumcarbonat, Kaliumhexacyanoferrat(II), Kaliumhexacyanoferrat(III), Calciumhydroxid, Ammoniumchlorid, Kaliumpermanganatgemisch, Schwefel, Kupfersulfat, Magnesiumband.

Im Zusammenhang mit diesen Chemikalien werden auch einige der Versuche aus der Anleitung von Kurt Waselowsky vorgestellt.

3

Für *Hobbychemiker* – Beispiele aus der qualitativen Analyse

3.1 Säuren oder Basen

Zur Feststellung der Eigenschaften von Säuren und Basen spielen Indikatoren sowohl aus dem Bereich pflanzlicher Farbstoffe (s. auch in Kapitel 7 und 8) als auch synthetischer organischer Substanzen eine wichtige Rolle für die qualitative Analyse.

Zu den historischen und klassischen Säure-Base-Farbstoffindikatoren aus dem Pflanzenreich zählt *Lackmus*.

Der blaue Farbstoff kommt in verschiedenen Flechten vor und lässt sich daraus gewinnen – u. a. *Variolaria* (Blätterflechten), *Rocella* (Flechten auf Küstenflächen) und *Lecanora* (Krustenflechten). Hauptbestandteil ist ein Hydroxy-2-phenazinon-Chromophor, aus dem der polymere Farbstoff aufgebaut ist – in einfachster Form liegt er im Orcin vor (Abb. 3.1).

Bei pH-Wert ab/unter 4,5 ist er rot, bei pH-Werten ab/über 8,3 blau.

Als chemisches Reagenz soll Lackmus schon um 1300 n. Chr. von dem Arzt und Alchemisten Arnoldus de Villanova (1240–1311) verwendet worden sein. Erste systematische Untersuchungen zur Verwendung als Säure-Base-Indikator stammen von dem englischen Naturforscher Robert Boyle (1627–1691), in seinen Arbeiten *Experimenta et considerationes de coloribus*, 1663 publiziert. Im Versuch XXXVI berichtete er über die Lackmustinktur (Lackmus: Turnosol) und zitiert in diesem Zusammenhang den Apotheker John Parkinson (1567–1650), Vorsteher der damals berühmten Botanischen Gärten von Hampton Court im Südwesten Londons.

Lackmus wird aus den genannten Flechten durch Vergären (in Gegenwart von Ammoniumcarbonat, Kaliumcarbonat, Kalk und Wasser) gewonnen. Der Name stammt aus dem Niederländischen von *Lakmoes* (aus *leken*: tropfen + *moes*: grünes Gemüse, Mus; man ließ bei der Herstellung den Saft abtropfen) oder von *Lacca Musica* (Malerlack), gewonnen aus der Flechte *Rocella fuciformis*.

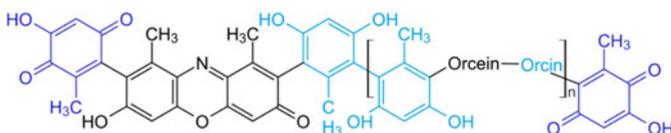


Abb. 3.1 Struktur des Lackmusfarbstoffs (mit Orcin-Rest).

Im *Chemischen Probir-Cabinet* von Götting wird sowohl die *Lackmustinktur* als auch das *Lackmuspapier* in seiner Anwendung beschrieben.

In der in der Einleitung ebenfalls vorgestellten *Schule der Chemie* von Stöckhardt wird auch die Herstellung von Tinktur und Papier ausführlich behandelt.

Zitiert sei hier die Herstellung blauer und roter Lackmuspapiere (Ausgabe 1858):

Von der erhaltenen Lackmusauflösung (Tinctur) gießt man einen Theil in eine Tasse und ziehe Streifen von feinem Fließpapier oder auch von Briefpapier ein oder einige Male hindurch, bis dieselben eine deutlich blaue Farbe angenommen haben. Die getrockneten Streifen werden unter dem Namen *blaues Lackmus-* oder *Probirpapier* in einer Schachtel aufbewahrt; sie werden durch Essig, Citronensaft und alle sauren Flüssigkeiten roth, und man erkennt dadurch, ob eine Flüssigkeit *sauer* sei (sauer reagire) oder nicht.

Mit diesem in der Originalschreibweise zitierten Text wird bereits die Anregung zu einer Versuchsreihe – nämlich zur Entdeckung *sauer reagierender Flüssigkeiten*, d. h. in Wasser gelöster chemischer Substanzen, vermittelt, die weiter unten aufgegriffen wird.

In einem weiteren Versuch wird die Herstellung von *rotem Lackmuspapier* beschrieben:

Ein anderer Theil der Lackmustinctur wird vorsichtig mit soviel Citronensaft versetzt, daß die blaue Farbe deutlich roth erscheint, und dann gleichfalls zum Färben von Papier verwendet. Das *rothe Probirpapier* dient zur Erkennung der den Säuren entgegengesetzten alkalischen oder basischen Körpern, welche dasselbe wieder blau machen, wie man leicht sehen kann, wenn man es in Kalkwasser oder angefeuchtete Asche hält.

Auch hier vermittelt der Text erste Anwendungsbeispiele.

Das Naturprodukt *Lackmus* enthält neben dem Farbstoff weitere Bestandteile, die zum Teil durch Filtration abgetrennt werden können – dazu schrieb bereits Stöckhardt u. a.:

Ein Loth [ab 1856 in Preußen: 1 Lot = 1/30 Pfund = 16,7 g] käuflicher *Lackmus* wird in einem Fläschchen mit 6 Loth Wasser übergossen und so lange an einen warmen Ort gestellt, bis die Flüssigkeit eine dunkelblaue Farbe angenommen hat. Lackmus besteht aus einem blauen Farbstoff, der in Wasser löslich ist und daher von diesem ausgezogen wird; außerdem enthält der Lackmus aber auch erdige Theile, welche unlöslich sind und als Schlamm zurückbleiben. Man könnte diese beiden Stoffe zwar auch (...) durch Absetzen und Abgießen von einander trennen, dies läßt sich aber auch, und zwar schneller, durch *Filtriren* bewirken ...

Und so beginnt dieses erste Experiment auch mit dem Lösen und Filtrieren: