

Anmerkung

¹ Die didaktische Verwertung des Springbrunnen-Versuchs wird hier ebenso wie in allen anderen zitierten Lehrwerken durch seine Platzierung im jeweiligen Lehrgang bestimmt (vgl. dazu Online-Ergänzung 2).

Literatur:

- [1 a] Homepage „Experimentalchemie“: Download unter: <http://www.experimentalchemie.de/versuch-095.htm>
- [1 b] Akademie für Lehrerfortbildung und Personalentwicklung, Akademiebericht Nr. 475, Chemie? – Aber sicher! Experimente kennen und können, 2. Aufl. (2012)
- [2 a] G. Latzel, Der Springbrunnenversuch im neuen Gewand. PdN-ChiS 1/49. Jg. (2000)
- [2 b] G. Latzel, Der Ethin-Springbrunnenversuch. PdN-Chemie 35 (4), 32 (1986)
- [3] J. Bieber, E. Halberstadt, T. Wälfertmann, Chemie für Mädchen, Verlag Moritz Diesterweg, Frankfurt 1955, 2. Auflage, S. 23
- [4] W. Botsch, E. Höfling, J. Mauch, Chemie in Versuch, Theorie und Übung, Verlag Moritz Diesterweg – Otto Salle, Frankfurt 1977, S. 80

- [5] M. Tausch, M. von Wachtendonk, Chemie 2000+, C. C. Buchners Verlag, Bamberg 2010, S. 170
- [6 a] Homepage von Prof. Blume; download unter http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/11_01.htm
- [6 b] G. Baars, Grundkenntnisse Chemie, hep-Verlag, Bern 2008, S. 144
- [7] H. Schmidkunz, W. Rentzsch; Chemische Freihandversuche Bd. 1, Aulis-Verlag, 2011 S. 249
- [8] G. Hauschild, E. Heinze, G. Meyendorf, Chemie-Schülerexperimente 1 – Anorganische Chemie, Volk und Wissen Verlag, Berlin 1992
- [9] Chemie fürs Leben – Zitronensaft und „Rohrfrei“, Prof. Dr. A. Flint; Dr. J. Freienberg; Universität Rostock S. 38 f; download unter: <http://www.chemie1.uni-rostock.de/didaktik/pdf/Zitronensaft%20und%20Rohrfrei%20I.pdf>
- [10] V. Obendrauf, Experimente mit Gasen im Minimalmaßstab ChiuZ Jg. 30 (1996), S. 118-125
- [11 a] Homepage von P. Schwarz; Ammoniak-Springbrunnen, download unter <http://www.micreol.de/was7.html>

- [11 b] Homepage von P. Schwarz; Chlorwasserstoff-Springbrunnen, download unter <http://www.micreol.de/was4.html>
- [12] Häusler, Rampf, Reichelt, Experimente für den Chemieunterricht, Oldenbourg Schulbuchverlag, München, 2. Auflage, 1995, S. 112 f
- [13] R. Pauli, Projektions-Chemie, Lehrmittelbau Prof. Dr. Maey, Bonn 1978, S. 57
- [14] N.-H. Zhou, Experimente mit der wellplate 6, Naturwissenschaft im Unterricht Chemie, 15. Jg. (2004), Nr. 81, S. 20 f
- [15] R. Full, W. Ruf, Chemische Experimente im kleinen Maßstab, Akademiebericht 426, 2007, S. 71
- [16] K. Freytag, V. Scharf, E. Thomas, Handbuch des Chemieunterrichts (Sekundarbereich I) Band 4/I Säuren – Basen/Laugen, Aulis-Verlag Deubner, Köln 2008, S. 106 ff

Anschrift der Verfasser

StD Waltraud Habelitz-Tkotz, StR Dr. Jan Hörnig, Emil-von-Behring-Gymnasium, Buckenhofer Straße 5, 91080 Spardorf, E-Mail: habelitz-tkotz@online.de und jan.hoernig@gmx.de

Ammoniak-Synthese und Ammoniak-Springbrunnen

Gefährdungspotenzial und Versuchsaufbauten

B.-H. Brand und Th. Grofe

Viktor Obendrauf gewidmet

Stichwörter: Gefährdungspotenzial, Ammoniak-Springbrunnen, Medizintechnik, Magnettafelsysteme

1 Einführung

In den letzten Jahren hat sich die Verwendung medizintechnischer Produkte bei der Durchführung von chemischen Experimenten immer stärker durchgesetzt. Diese bieten neben minimalen Kosten, großer Flexibilität und Minimierung von Gefährdungen eine Fülle von Vorteilen. Sie können hervorragend mit dem üblichen Laborgerät kombiniert werden, dieses mitunter ganz ersetzen und bieten sich sowohl bei der Durchführung von Schülerübungen als auch bei der Vorführung von Demonstrationsexperimenten an. Der Einsatz unter Verwendung von Magneten und Federklammern, farbigen Hintergründen und einer Video-Kamera an gro-

ßen sowie kleinen Magnettafeln führt zu einem Variantenreichtum, der chemische Experimente optimiert: Der Mix macht's.

2 Gefährdungen beim Experimentieren

Der Sicherheitsaspekt nahm in der Vergangenheit einen anderen Stellenwert ein als heute. Die derzeitige Gefährdungsbeurteilung gewährleistet die gute Beachtung von Gefahren im Umgang mit Gefahrstoffen, fordert jedoch vom Experimentierenden stellenweise einen übertriebenen Verwaltungsaufwand, sodass mitunter auf die Durchführung von Experimenten leider ganz verzichtet wird.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf „Heimexperimente“. [1, S. 12]

„Chemische Experimente sollen nie in bewohnten Räumen ausgeführt werden. Unangenehm riechende und zerstörend wirkende Dämpfe und Gase sind bei che-

mischen Arbeiten nicht immer zu vermeiden, und nur zu bald dürften Angehörige und Nachbarschaft mit dem jungen Chemiker zu unliebsamen Meinungsverschiedenheiten gelangen, die ihm sehr bald alle Freude am Experimentieren verleiden.“

2.1 Darstellung von Ammoniak (Salmiakgeist) – historische Vorschrift (Abb. 1)

Vgl. auch Beitrag von W. Habelitz-Tkotz und J. Hörnig in diesem Heft

Gebrannter Kalk wird durch Besprengen mit Wasser zu einem trockenen Pulver gelöscht (Vorsicht, dass hierbei die Augen nicht von umherfliegenden Kalkteilchen getroffen werden!), hiervon 100 g mit 50 g Salmiak in eine Kochflasche gebracht und so viel Wasser unter Umschütteln zugegeben, dass ein dünner Brei entsteht. Die Kochflasche ist mit Trichtertröhre und rechtwinklig gebogenem Gasableitungsrohr versehen

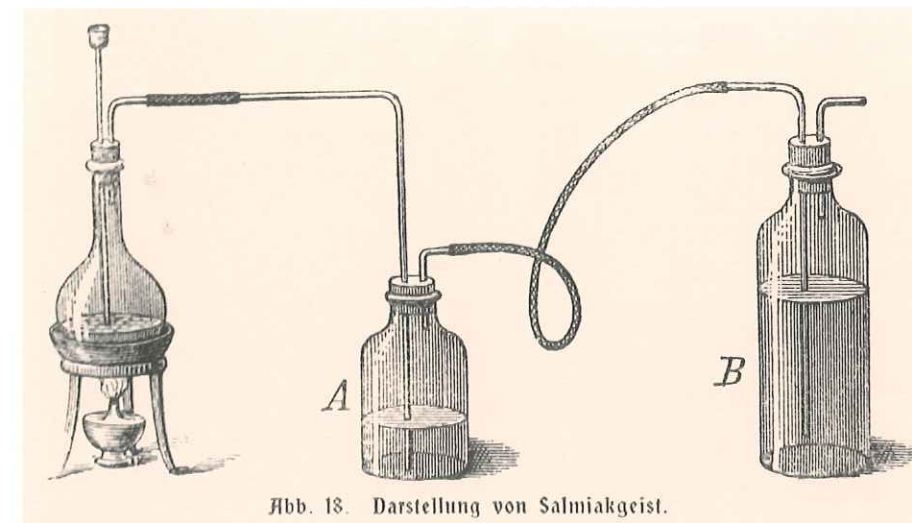


Abb. 1: Darstellung von Ammoniak [1]

und steht mit den Wasch- und Absorptionsflaschen A und B durch Stücke Kautschukschlauch in Verbindung. Die Waschflasche A darf nur sehr wenig Wasser enthalten, da sonst ein großer Teil des Ammoniaks schon hier absorbiert würde. Man erwärme zunächst recht mäßig und bald wird man an dem klappernden Geräusch in dem Wasser der beiden Flaschen bemerken, dass die Absorption des Ammoniaks vor sich geht.

Da Ammoniak in Wasser äußerst leicht löslich ist, so kann man es auch nicht über Wasser auffangen, man muss also entweder Quecksilber als Sperrflüssigkeit anwenden oder einfacher, man leitet es durch ein Rohr in eine trockene Flasche, welche mit der Mündung nach unten in einem Stativ befestigt ist. Die Luft in der Flasche wird verdrängt und man erkennt dies daran, dass ein brennender Span, an die Mündung der Flasche gehalten, sofort erlischt.

2.2 Darstellung von Ammoniak – Medtech-Variante

Gefährdungsbeurteilung siehe Online-Ergänzung

Geräte: Gasentwickler aus medizintechnischen Geräten (s. Abb. 2), 6 Spritzen (z. B. 20 mL) mit Kombistopfen

Chemikalien: Natriumhydroxid-Plättchen (ätzend, C, GHS 05), konz. Ammoniumchlorid-Lösung (GHS 07); Kupfersulfat-Pentahydrat (gesundheitsschädlich, Xn, GHS 07) (GHS 09) im Gemisch mit gekörnter Aktivkohle als Absorptionsmittel für Ammoniak

Durchführung: Man füllt in das Reagenzglas mit seitlichem Ansatz einige Natriumhydroxid-Plättchen. Tropfenweise wird die Ammoniumchlorid-Lösung zugegeben. Der Dreiwegehahn ist so geschaltet, dass die zunächst verdrängte Luft in das

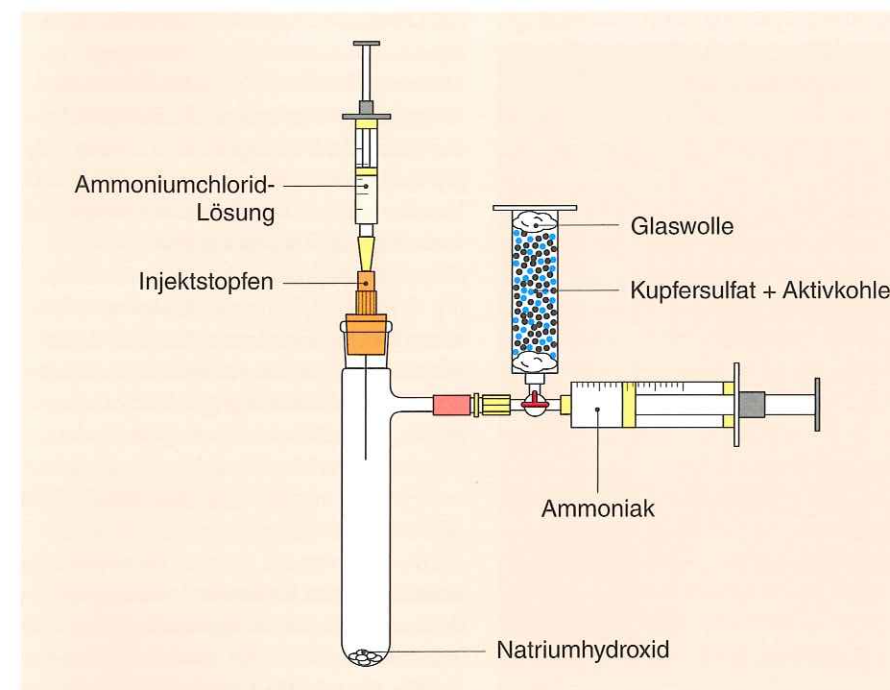


Abb. 2: Ammoniak-Synthese [2]

Absorptionsröhrchen entweichen kann. Erst dann wird durch Drehen des Hahnes das Ammoniak mit der Spritze aufgefangen. Diese wird dann abgenommen (Dreiwegehahnstellung ändern) und mit einem Kombistopfen verschlossen. Es werden insgesamt 6 Spritzen auf diese Art gefüllt.

Der Vergleich der beiden Versuchsvarianten zeigt deutlich, wie mit einfachen Mitteln aus dem Medtech-Bereich das Prinzip der Stoffminimierung anzuwenden ist. Die leicht zu realisierende „geschlossene“ Apparatur reduziert durch Verwendung geeigneter Absorptionsröhrchen potenzielle Gefährdungen und ermöglicht erst so Experimente außerhalb des Abzuges und die Durchführung in Schülerübungen.

3 Apparaturen

Ein Vergleich der Apparaturen und der Versuchsdurchführungen am Beispiel verschiedener Springbrunnenversuche soll



Abb. 3: Absorption von Ammoniak [1]

die Tendenz von unhandlichen, unübersichtlichen und komplexen Versuchsaufbauten zu möglichst einfachen und übersichtlichen, dazu sicheren und schülerübungsgeeigneten Materialien und Anordnungen verdeutlichen.

3.1 Absorption von Ammoniak – historische Variante [1, S. 40]

Man fülle, wie oben beschrieben, eine größere Flasche mit Ammoniakgas, verschließe sie sofort mit einem gut schließenden Stopfen, in dessen Durchbohrung ein längeres Glasrohr steckt, das in eine oben zugeschmolzene Spitze endet. Dieses Spitzrohr steht, wie es Abb. 19 zeigt, in einem mit Wasser gefüllten Becherglas. Wird nun die Spitze unter Wasser abgebrochen, so steigt letzteres zunächst langsam in dem Rohr in die Höhe, sehr bald geht die Absorption des Ammoniaks rascher vor sich, und das Wasser springt in Gestalt einer Fontäne empor.

• Noch auffällender wird die Erscheinung, wenn man dem Wasser etwas Phenolphthalein in

alkoholischer Lösung zugefügt. Der Wasserstrahl ist dann prächtig rot gefärbt.

3.2 Ammoniak-Springbrunnen – Medtech-Varianten [2], [3]

Gefährdungsbeurteilung siehe Online-Ergänzung

3.2 a) Schülerübungsvarianten, übliche Durchführung auf dem Tisch (Abb. 4)

Geräte: Kunststoffwanne (z. B. Tiefkühlbox, 0,75 L); Spritze 20 mL mit Ammoniak(g) (reizend Xi, GHS 01) (GHS 06) (GHS 05) (GHS 09) gefüllt

Chemikalien: Wasser; ethanolische Thymolphthalein-Lösung

Durchführung: Man füllt die Kunststoffwanne mit Wasser und gibt Thymolphthalein als Indikator hinzu. Unter Wasser getaucht wird die Spritze geöffnet. Gleichzeitig hält man den Stempel fest in seiner Position. Man zieht einen Tropfen Wasser in die Spritze.

Beobachtungen: In der Spritze entsteht ein Unterdruck, der das Wasser in den Innenraum zieht. Die Spritze füllt sich (fast) vollständig mit Wasser. Die Lösung färbt sich blau.

Auswertung: In dem Wassertropfen löst sich fast das gesamte Gas. Dadurch entsteht der Unterdruck. Es bildet sich Ammoniakwasser, das den Indikator blau färbt. $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow (\text{NH}_4)^+(\text{aq}) + (\text{OH})^-(\text{aq})$

Wenn die Schüler den Stempel festhalten, werden sie den entstehenden Unterdruck spüren. Alternativ kann der Stempel der Spritze mit Hilfe eines Nagels fixiert werden.

3.2 b) Varianten an der Magnet-/Weißwandtafel

Weitere Varianten bestehen in der Verwendung von zwei miteinander über einen

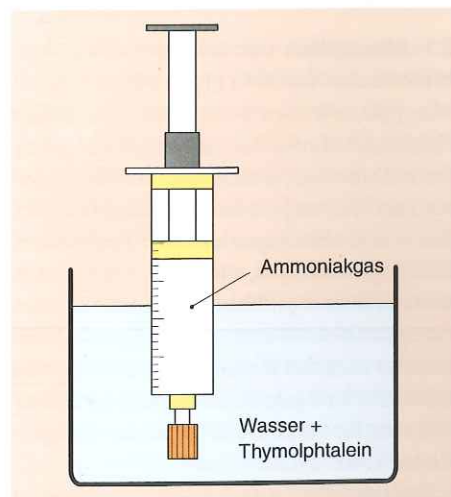


Abb. 4: Springbrunnenversuch mit Ammoniak [2]

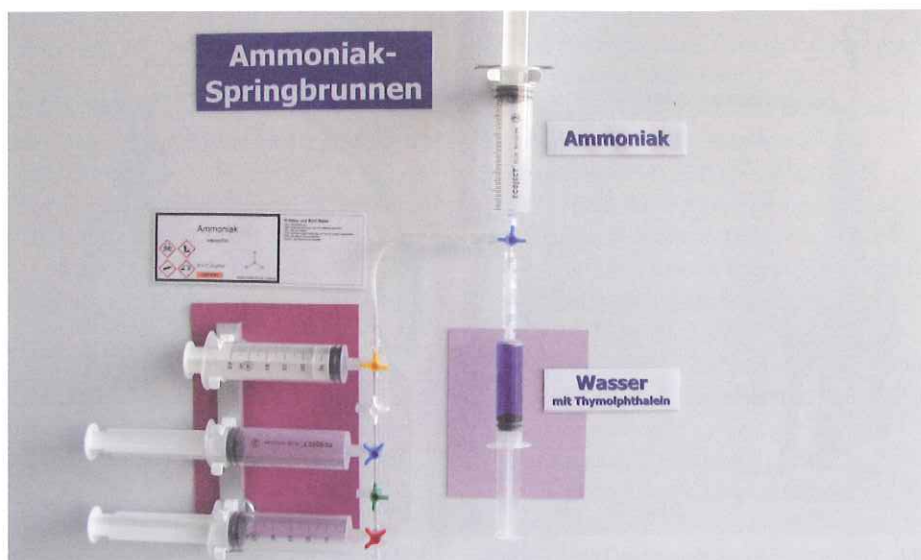


Abb. 5: Ammoniak-Springbrunnen, Medtech-Variante

Dreiwegehahn (und gegebenenfalls einen Female-female-Adapter) verbundenen Spritzen [3]. Diese Anordnungen bieten den Vorteil, dass der Versuch auf einfache Weise mehrfach wiederholt werden kann und so die extrem große „Löslichkeit“ von Ammoniak in Wasser deutlich wird.

Die Varianten an der Magnet-/Weißwandtafel eignen sich sowohl für Demonstrationsexperimente als auch – bei Verwendung kleinerer Tafeln und passender Halterungen – für Schülerübungen. Die Technik führt zu einer deutlich besseren Sichtbarkeit, Übersichtlichkeit und Ästhetik des Aufbaus. [4]

Geräte und Chemikalien: Spritze 20 mL mit Bohrung und Nagel zur Fixierung des Kolbens, Spritze 10 mL, Dreiwegehahn (und Female-female-Adapter), Mehrere (z. B. sechs) 20-mL-Spritzen mit Ammoniak gefüllt, Heidelberger Verlängerung (15 cm) Durchführung: Die 10-mL-Spritze wird mit 10 mL Wasser gefüllt, das mit ein paar Tropfen Thymolphthalein versetzt wurde. Der Apparat wird aufgebaut und erfolgt entsprechend der Abbildung 5. Die 20-mL-Spritze wird mit Ammoniak gefüllt und deren Kolben mit Hilfe des Nagels fixiert.

Dann werden über den Dreiwegehahn (und den Female-female-Verbinder) die beiden Spritzen miteinander verbunden. Wenige Milliliter des Wassers werden in die mit Ammoniak gefüllte Spritze gedrückt. Das Wasser sprudelt heftig in das Innere und färbt sich blau. Nach dem Entfernen des Nagels bleibt nur ein kleiner Gasrest übrig, der Kolben sinkt fast bis auf die Wasser-Oberfläche.

Zur Wiederholung des Experiments wird das Ammoniakwasser in die kleine Spritze zurück gedrückt. Anschließend füllt man über den Dreiwegehahn aus der

ersten Vorratsspritze, die an der Hahnenbank sitzt, die 20-mL-Spritze erneut mit Ammoniak, fixiert den Kolben und wiederholt das Experiment.

Die Wiederholung ist bei Verwendung einer Hahnenbank mit fünf Spritzen fünf Mal möglich. Theoretisch lassen sich mehr als 300 Wiederholungen durchführen.

Hinweise:

- 1) In 10 mL Wasser „lösen“ sich bei 20 °C ca. 7600 mL Ammoniakgas!
- 2) Wenn das Experiment als Demonstrationsversuch durchgeführt werden soll, können auch größere Spritzen (60-mL-Spritzen für das Ammoniak, 20-mL-Spritze für das mit Thymolphthalein versetzte Wasser) verwendet werden. ■

Literatur

- [1] Chemisches Experimentierbuch für die Jugend – Taschenbuch Nr. 25, herausgegeben von der Redaktion des Guten Kameraden; Union Deutsche Verlagsanstalt; Stuttgart, Berlin, Leipzig; 8. Auflage 1921
- [2] B.-H. Brand, Low-cost Experimente, Versuche mit medizintechnischen Geräten. www.bhbrand.de/downloads/lowcost-skript27506.pdf (letzter Zugriff: 10. 12. 2012)
- [3] G. von Borstel, Chemie mit medizintechnischem Zubehör, Experimente mit ChemZ, Handbuch zu den Versuchen, Version 2, S. 32 (2012). www.lncu.de (letzter Zugriff: 13. 12. 2012)
- [4] Th. Grofe, B. Beyer-Evensen, Chemische Experimente an Magnettafeln – Eine faszinierende Technik mit vielen Vorteilen. PdN-ChiS 59 (4), S. 16–18 (2010)

Anschriften der Verfasser

Dr. Bernd-H. Brand, Sachsenstraße 7, 32257 Bünde, E-Mail: BH_Brand@t-online.de
Theodor Grofe, Im Westerfelde 6A, 21391 Repenstedt, E-Mail: th.grofe@t-online.de

Vor- und Nachteile einiger Experimente mit Alkalimetallen

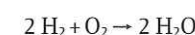
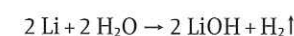
N. Hantschel

In diesem Beitrag wird gezeigt, wie altbekannte Versuche mit Alkalimetallen in vereinfachten Varianten schneller, sicherer und kostengünstiger durchgeführt werden können. Dabei geht nichts von der Faszination der Versuche mit diesen außergewöhnlichen Metallen verloren.

Stichwörter: Alkalimetalle, Reaktion mit Wasser, Flammenfärbung

1 Sieblöffel oder Pinzette?

Es war einmal ein Sieblöffel ... Ja, wahrscheinlich rostet er in jeder chemischen Sammlung in einer Schublade vor sich hin und hat letztendlich ausgedient! „Warum?“ wird sich ein erfahrener Chemiker fragen. Schließlich verfügt das Demonstrationsexperiment: „Lithium reagiert mit Wasser im Sieblöffel mit der anschließenden Knallgasprobe“ über eine relativ hohe Erfolgsquote. Durch die Reaktion des Lithiums mit Wasser entsteht Wasserstoff, der im vollständig mit Wasser gefüllten Reagenzglas aufgefangen wird und im Zuge der Knallgasprobe mit dem Luftsauerstoff reagiert. Beide Reaktionen verlaufen exotherm.



Bei genauer Betrachtung wird jedoch klar, dass prinzipiell mindestens eine Luftblase im Sieblöffel unter Wasser gedrückt wird. Demnach befindet sich im Reagenzglas neben dem Wasser schon rasch ein Knallgasgemisch, das bereits beim Aufheben explodieren kann.

Dieses Experiment darf übrigens keinesfalls mit Natrium oder Kalium durchgeführt werden.

„Bei diesem Versuch kommt es immer wieder zu heftigen, unerwarteten Explosionen, ... Über die Ursache dieser manchmal recht folgenschweren Unfälle gibt es nur Vermutungen, aber bisher keine gesicherten Erklärungen.“ [1]

„Weshalb dennoch auf altbewährte Experimente verzichten? Bei mir ist noch nie etwas passiert!“ denken unter Umständen auch jetzt einige Leser, wie ich selbst vor einigen Jahren. Die Alternativen sind manchmal jedoch weniger umständlich und ebenso effektiv.

Viel einfacher und ohne die bedenklichen Gefahren gelingt der Versuch mittels Pinzette: Die detaillierte Anleitung des Experiments finden Sie im Akademiebericht Dillingen Nr. 475: „Chemie? – Aber sicher!“ (2. Auflage) S. 07–21).

Das ca. stecknadelkopfgroße Lithiumstück muss nicht erst in den Sieblöffel überführt werden. (Da spart man auch die sachgerechte Entsorgung der am Löffel anhaftenden Metallreste sowie die anschließende Reinigung). Das Alkalimetall wird einfach mit der Pinzette unter die Reagenzglasöffnung des vollständig mit Wasser gefüllten Reagenzglases gehalten, die wesentlich exakter anvisiert wird. Man kann das Lithium dann loslassen. Es reagiert auf der Wasseroberfläche im Reagenzglas. Gibt man einige Tropfen Phenolphthaleinlösung in das Wasser, so wird durch die Rosafärbung die Entstehung einer Lauge angezeigt. Im Reagenzglas befindet sich nach der Reaktion ausschließlich reiner Wasserstoff, der mit-

tels Knallgasprobe nachgewiesen werden kann. Ausprobieren lohnt sich!

Zur Reaktion von Lithium und Natrium mit Wasser eignen sich des Weiteren folgende Experimente:

In einer möglichst großen Petrischale aus Glas, die zu ¼ mit Wasser und einigen Tropfen Phenolphthaleinlösung sowie etwas Spülmittel gefüllt wird, kann die Reaktion von Lithium oder Natrium mit Wasser in der Projektion mittels Overheadprojektor eindrucksvoll gezeigt werden. Die Petrischale wird mit einem Glasdeckel verschlossen.

Die Alkalimetalle zeigen mit Wasser eine heftige Reaktion. Lithium schwimmt zischend hin und her, ohne dabei zu schmelzen. Die Reaktion verläuft langsamer als bei Natrium, das zu einer Kugel schmilzt. Während der Reaktionen entstehen hinter dem umher gleitenden Metallstückchen himbeerrosafarbene Schlieren.

Der Farbumschlag des Phenolphthaleins von Farblos nach Himbeerrosa zeigt,

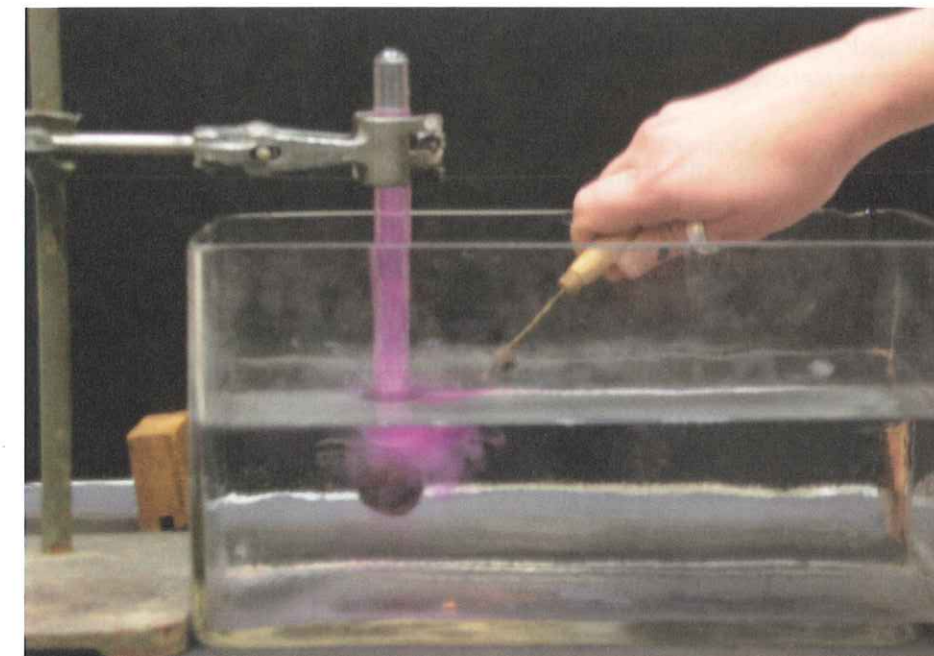


Abb. 1: Sieblöffel mit Alkalimetall unter Wasser