

NWW-Projekt im Schuljahr 2002/03

Fächerverbindende Aspekte und zeitsparende Low-Cost-Experimente zur Geschichte der Feuererzeugung aus naturwissenschaftlich-chemischer Sicht

Prof. Dr. Viktor Obendrauf

Einer umfangreichen Studie zufolge wünscht sich die Mehrheit der Chemielehrkräfte an Österreichs Schulen viel mehr Unterstützung für ihre Arbeit in Form von zeit- bzw. materialsparenden „Rezepten“ für den Experimentalunterricht [1]. Diese auch in [2] konkret deponierte Forderung ist verständlich: Die Schere zwischen dem, was die Lernenden tatsächlich an chemisch relevanten Inhalten in der spärlich bemessenen Unterrichtszeit verstehend aufzunehmen bereit sind und dem, was in unserer technisierten Welt als lebensweltlich aktuelle Basiskompetenzen zur Disposition steht, wird immer größer. Mit zeitsparenden und kontextiv-sinnstiftenden Versuchen kann man hier etwas gegensteuern. Da es interessanterweise auch in der internationalen chemiedidaktischen Literatur keine umfassende Aufarbeitung des anthropologisch und wissenschaftsgeschichtlich fundamentalen Themas „Feuererzeugung als chemisches Geschehen“ gegeben hat, wurden deshalb in einem zeitlich breit angelegten NWW-Projekt die wichtigsten Aspekte zur Geschichte des Feuermachens aus naturwissenschaftlicher Sicht recherchiert, für fächerverbindende Projekte in Schulen vorbereitet und mit einfachen Low-Cost-Modellexperimenten ergänzt. Um eine entsprechende Breitenwirkung dieser Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sicher zu stellen, wurden die Ergebnisse den mittlerweile rund 2600 Abonnenten der Zeitschrift „Chemie&Schule“ in Form von mehreren Publikationen [3-5] zugänglich gemacht.

In den zitierten Beiträgen werden neben einer fachwissenschaftlich zusammenfassenden Darstellung der chemisch-physikalischen bzw. kulturhistorischen Basisinformationen insgesamt **mehr als 40 speziell zur Thematik entwickelte und erprobte Experimente** so detailliert beschrieben, dass sie nach entsprechendem Selbststudium auch von fachfremd in der Sekundarstufe I unterrichtenden Kolleginnen machbar sind. Zur sinnvollen Verdeutlichung dieser Intentionen sollen in dieser allgemeinen Projektbeschreibung zwei dieser Experimente konkret skizziert werden:

Das eine Experiment modelliert die Funkenbildung beim Schlagen von Pyrit (Markasit) mit dem Feuerstein (Silex) - Utensilien wie sie seit mindestens 10.000 Jahren belegt sind und z.B. bei der Ausrüstung des „Ötztal-Mannes“ auch gefunden wurden. Modellhaft kann das funkensprühende Abbrennen von mineralischem Pyrit-Pulver in reinem Sauerstoff dargestellt werden, wobei aus technischen, Zeit- und Kostengründen der Mikroscale-Maßstab sehr hilfreich ist.

Material: Pyrit (aus dem Mineralienhandel), feine Eisenfeile, Papier, 10/70mm-Minireagenzglas, Wäscheklammer aus Holz als Reagenzglashalter, Mikrobrenner, 20ml-Spritze mit Kanüle (abgestumpft), gefüllt mit reinem Sauerstoff.

Durchführung: Der kristalline Pyrit wird an einer unscheinbaren Stelle abgefeilt. Einige Milligramm vom so gewonnenen schwarzen Pulver werden auf einem Papier gesammelt, in das Minireagenzglas transferiert und mittels Mikro-Brenner kräftig erhitzt. Gleichzeitig düst man aus einer 20ml-Spritze (mit Kanüle) reinen Sauerstoff auf das stark erhitzte Material. Das vorgelegte Sulfid reagiert mit starker Funkenbildung zum Oxid. Im Reagenzglas, das dabei zerstört wird, bildet sich letztlich rotes Eisen-III-oxid.

Hinweis: Verschiedene Basiskonzepte der Chemie (Gleichungssymbolik, Redox-Reaktionen, Energiekonzept etc.) können bei diesem Modellversuch diskutiert werden.



Die funkensprühende Oxidation von erhitztem Pyrit-Abrieb in reinem Sauerstoff modelliert das historische Feuerschlagen aus pyritischen Erzen mit Silex (Flint): Die Funken beim Feuerschlagen entstehen durch sehr kleine, vom Flint (Feuerstein) abgeschlagene Partikel, die durch die zugeführte Aktivierungsenergie an der Luft verbrennen.

Beim zweiten, exemplarisch für diese Projektbeschreibung ausgewählten Versuch handelt es sich um die Veranschaulichung der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Stoffen ("like dissolves like") im Zusammenhang mit Feuerzeuggas und Feuerzeugbenzin: Ein neuer **Springbrunnenversuch** wurde entwickelt und evaluiert, bei dem im Unterschied zu den traditionellen wässrigen Ansätzen mit HCl, SO₂ oder NH₃ tatsächlich nur die verwandtschaftlichen physikalischen Eigenschaften von Stoff und Lösungsmittel wirksam werden, ohne dabei von einer chemischen Reaktion überlagert zu sein.

Material: Dose Feuerzeuggas, PVC-Schlauch (4 mm Innendurchmesser), Länge ca. 15 cm, Adapter f. Dosenventil, 3 Reagenzgläser Fiolax 16/160, Reagenzglasständer, Weichgummistopfen Verneret 18D mit Kanüle 1,2/40 mm durchbohrt (Spitze anschließend gekappt), 20ml-Spritze m. Gummidichtung (z.B. ONCE, mit Siliconöl leichtgängig gemacht), Becherglas 50 ml, Feuerzeugbenzin (Zippo o. dgl.).

Durchführung: Ein Reagenzglas wird durch Luftverdrängung mit Feuerzeuggas vollständig gefüllt. Der PVC-Schlauch soll beim Überströmen des Gases aus der Vorratsdose ganz auf den Boden des Reagenzglases reichen. Das gefüllte Reagenzglas wird mit dem Weichgummistopfen (mit integrierter Kanüle) verschlossen. Aus dem Becherglas saugt man nun 20 ml Feuerzeugbenzin (!) in die 20ml-Spritze. Zur Demonstration des Springbrunnens mit unpolaren Stoffen hält man das Reagenzglas mit dem aufgesetzten Stopfen nach unten, schließt die gefüllte Spritze an die Kanüle und düst zum Starten der Reaktion ca. 1-2 ml Benzin mitten in den Gasraum. Sofort bildet sich ein massiver Unterdruck und der Rest des Benzins wird aus der Spritze spontan ins Reagenzglas gesaugt. Die Selbsttätigkeit des Mini-Springbrunnens lässt sich am einfachsten mobil und zweifelsfrei demonstrieren, wenn man die Apparatur nur mit zwei Fingern am Kanülenansatz hält.

Hinweis: Die Löslichkeit von gasförmigen Kohlenwasserstoffen in Feuerzeugbenzin ist offensichtlich so gut, dass der Versuch mit weiteren gasgefüllten Reagenzgläsern mehrfach wiederholt werden kann, ohne dass das verwendete Siedegrenzenbenzin gewechselt werden muss! Die Regel „Similia similibus solvuntur“ kann an diesem Beispiel somit mit zwei Alltagschemikalien eindrucksvoll demonstriert werden. Der erstmals beschriebene „Feuerzeuggas-Springbrunnenversuch“ funktioniert mit Siedegrenzenbenzin (Feuerzeugbenzin) als Lösemittel deshalb so gut, weil die enthaltenen Komponenten wie Octan, Isooctan, Nonan selbst einen relativ niedrigen Dampfdruck besitzen.

Die Durchführung des Springbrunnenversuchs im Mikroscale-Maßstab ist an dieser Stelle aus Gründen der Sicherheit und Materialersparnis methodisch sinnvoll. Die kleine Benzin-Fontäne im Reagenzglas kann bei Bedarf direkt bei den Lernenden in verschiedenen „Ecken“ des Klassenraumes rasch und quasi auf „Knopfdruck“ wiederholt werden, weshalb dieser Microscale-Reagenzglasversuch auch ohne technische Visualisierungshilfen als Demonstrationsexperiment angelegt sein kann. Durch die Wiederholung des Versuchs wird auch an einem konkreten Beispiel verdeutlicht, dass physikalisch-chemische Gesetzmäßigkeiten unter reproduzierbaren Bedingungen tatsächlich zu reproduzierbaren Phänomenen führen. Ein Anfärben des KW bringt hingegen keine entscheidenden Vorteile für die Präsentation; aus dem Alltag als farblos bekannt, soll Feuerzeugbenzin auch farblos bleiben. Die geringen Mengen an anfallendem Benzin-Butan-Gemischen stellen kein Entsorgungsproblem dar, weil damit weiterführende Reaktionen z. B. mit Benzin als Lösemittel oder als Brennstoff machbar sind.



Der **Feuerzeuggas-Springbrunnen** mit Feuerzeugbenzin als Lösungsmittel funktioniert mehrmals hintereinander ohne das Lösemittel erneuern zu müssen.

[1] Viktor OBENDRAUF, Was wünschen sich Österreichs Chemie-LehrerInnen? *Chem.Sch.(Salzbg.)* **15** (2000). Nr. 1, S. 2-7

[2] Thomas STERN, Einschätzungen zum Naturwissenschaftsunterricht durch Experten. In: 3. Zwischenbericht Teil 2 zum Projekt IMST: Beiträge zur Analyse der Gesamtsituation des österreichischen Mathematik- und Naturwissenschaftsunterrichts in der Oberstufe, IFF, Klagenfurt 1999

[3] Viktor OBENDRAUF, Mit Köpfchen und Reibfläche – Microscale-Experimente mit Zündhölzern, *Chem.Sch.(Salzbg.)* **17** (2002). Nr. 3, S. 14-23

[4] Viktor OBENDRAUF, Von der Zunderbüchse zum Kult-Zippo – Historische und chemiedidaktische Aspekte zum Thema Feuerzeug (Teil 1), *Chem.Sch.(Salzbg.)* **18** (2003). Nr. 1, S. 11-22

[5] Viktor OBENDRAUF, Vom Einweg-BIC® zum Jet Flame Lighter – Historische und chemiedidaktische Aspekte zum Thema Feuerzeug (Teil 2), *Chem.Sch.(Salzbg.)* **18** (2003). Nr. 2, S. 10-23