



Entwicklung einer App zur Visualisierung von Säure- und Basenstärke für die Sekundarstufe II

Rita Elisabeth Krebs^{1,2,*}, Anja Lembens¹

¹ Universität Wien, Österreichisches Kompetenzzentrum für Didaktik der Chemie, Porzellangasse 4/2, 1090 Wien, Österreich

² HTBLuVA Wiener Neustadt, Dr.-Eckener-Gasse 2, 2700 Wiener Neustadt, Österreich

*Email Korrespondenzautor:in: rita.krebs@univie.ac.at

Abstract: Simulationen und interaktive Bildschirmexperimente (IBE) eignen sich für die Darstellung einfacher und komplexer Versuche sowie die Visualisierung der Teilchenebene. Sie haben sich in den letzten Jahren auch pandemiebedingt als eine leicht durchführbare sowie teilweise unverzichtbare Alternative zu Schüler:innenversuchen herauskristallisiert. Sie können im ortsungebundenen Unterricht oder als alternative Darstellungen von Reaktionen eingesetzt werden, die zu gefährlich oder zu aufwendig wären oder Phänomene darstellen, die mit bloßem Auge nicht zu beobachten sind. Der hier vorgestellte App-Prototyp kombiniert Aspekte des interaktiven Bildschirmexperiments und einer Simulation, indem er sowohl eine Versuchsdurchführung zum Thema Säure-/Basenstärke als auch eine Modellierung der Teilchenebene beinhaltet. Das Thema Acidität bzw. Basizität wurde aufgrund der vielen bekannten alternativen Vorstellungen zum Thema für die Erstellung der Lernumgebung gewählt. Die Integration einer ‚Lupe‘ [1] eröffnet den Schüler:innen eine Modellierung der Teilchenebene, welche die Eigenschaften von wässrigen Lösungen starker und schwacher Säuren und Basen genauer erklärt. Die Lernumgebung wurde im Rahmen einer Kooperation mit einer höheren technischen Lehranstalt für Informatik (HTL Wr. Neustadt) entwickelt, und kann als Smartphone-App (iOS, Android) oder als WebApp eingesetzt werden. In einem ersten Evaluationsschritt wurden Rückmeldungen von ausgewählten Chemielehrkräften und -didaktiker:innen eingeholt ($N=3$), in die im Beitrag kurze Einblicke gegeben werden.

Keywords: Appentwicklung, Säurestärke/Basenstärke, Simulationen/Bildschirmexperimente

1. Einleitung

Ansätze zum Unterrichten des Themas „Säure-Base-Reaktionen“ entwickeln hat eine langjährige Tradition in der Chemiedidaktik, insbesondere aufgrund seiner historischen Bedeutung in der Fachwissenschaft [2,3,4]. Es existieren zahlreiche Unterrichtskonzepte zu verschiedenen makroskopischen Eigenschaften von Stoffen, die wir als „Säuren“ und „Basen“ bezeichnen, sowie jene, die Säure-Base-Reaktionen auf der submikroskopischen Ebene näher beleuchten oder auf der symbolischen Ebene modellhaft darstellen (z.B. [5]). Zumeist fokussieren diese Unterrichtskonzepte jedoch auf eine hands-on Herangehensweise durch die Lehrperson und/oder die Schüler:innen.

Simulationen und interaktive Bildschirmexperimente (IBEs) stellen eine nützliche Ergänzung im Chemieunterricht dar, um komplexe Themen zu erarbeiten. Der Vorteil von Simulationen ist es, dass sie Teilchenmodelle miteinbeziehen oder einen computeranimierten Einblick ins Chemielabor bieten können [5,6]. IBEs hingegen basieren in der Regel auf Fotos von realen Experimenten und bieten somit die Möglichkeit, diesen Versuch mehrmals ohne Materialaufwand zu wiederholen [7]. Im Zuge der hier vorgestellten Prototypentwicklung wurden die Vorteile dieser beiden Arten von Visualisierungen genutzt, um auf Grundlage der bestehenden PhET Simulation eines relativ einfachen Versuchs [1,8] und eines Becherglasmodells [9] eine App zu erstellen. In Kooperation mit Schüler:innen der HTL Wr. Neustadt wurde eine App entwickelt, die Nutzer:innen zeigt, welche wässrigen Lösungen von starken und schwachen Säuren und Basen elektrisch leitfähig sind und welche nicht. Mittels ‚Lupe‘ wird ein Blick auf ein Modell der Teilchenebene ermöglicht.

2. App-Design

Die zentralen Elemente der App stellen einen digitalisierten Versuch (Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit einer Lösung mittels LED) in Kombination mit einer ‚Teilchenlupe‘ dar. Die App soll einen Einblick in die Zusammensetzung verschiedener wässriger Lösungen (destilliertes Wasser, Essig, Leitungswasser, Magensaft und Abflussreiniger mit Natronlauge) ermöglichen. Im Prototyp der App haben wir uns gegen die Verwendung der Lösung einer schwachen Base entschieden, da im Haushalt hauptsächlich Salzlösungen wie die von Natriumhydrogencarbonat vorrätig sind. Aufgrund der im gelösten Zustand frei beweglichen Ionen sind diese Lösungen jedoch bei gleicher Konzentration leitfähiger als Essig. Dies ist folglich ein Aspekt der Lernumgebung, den wir in Zukunft überarbeiten wollen.

2.1 Versuchsaufbau

Beim Öffnen der App können Nutzer:innen in einem ersten Schritt das interaktive Bildschirmexperiment selbst aufbauen, indem sie die einzelnen Materialien durch Klicken in einer sinnvollen Reihenfolge (z. B. Becherglas vor Spritzflasche mit Wasser, um das Becherglas zu füllen) auswählen. Durch die Zugabe von destilliertem Wasser wird der Stromkreis geschlossen, aber die LED leuchtet nicht auf, da destilliertes Wasser den Strom nicht ausreichend leitet (Abb. 1). In einem zweiten Schritt wählt man eine wässrige Lösung aus, um das Becherglas zu füllen (Tafelessig, Magensaft, Leitungswasser und Abflussreiniger). Je nach zugegebener Lösung leuchtet die LED schwach (Tafelessig, Leitungswasser) oder stark (Magensaft, Abflussreiniger), abhängig von der Menge der vorhandenen Ionen bzw. Ladungsträger.



Die Änderung der Leitfähigkeit ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass

- destilliertes Wasser weitgehend frei von Ionen ist (vgl. Autoprotolyse von Wasser),
- Tafelessig die wässrige Lösung von Essigsäure, einer schwachen Säure, darstellt und daher eine geringe Menge an Ionen enthält,
- Leitungswasser größtenteils aus Wassermolekülen besteht, aber auch Spuren von Ionen wie Hydroxid- und Oxonium-Ionen enthält,
- Magensaft größtenteils aus Salzsäure besteht, deren Bestandteile zu einem überwiegenden Teil Ionen sind, und
- Abflussreiniger vor allem aus Natronlauge besteht, was bedeutet, dass er eine große Menge an Hydroxid- und Natrium-Ionen enthält.

Für eine bessere Zugänglichkeit des Prototyps wurde der Versuchsaufbau für konstanten Druck und konstante Temperatur konstruiert.

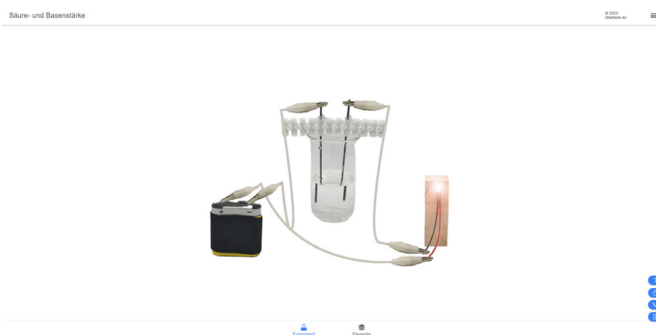


Abb. 1: Die Leitfähigkeit einer wässrigen Lösung von Abflussreiniger kann untersucht werden, basierend auf [1]

Außerdem weisen alle in der App herstellbaren Lösungen dieselbe Konzentration auf bzw. die Konzentration der zugegebenen Lösungen kann nicht verändert werden. Dies wird aber im Rahmen der Prototypenüberarbeitung noch verändert.

2.2 „Teilchenlupe“

Für die Teilchenlupe wurde ein dynamisches Teilchenmodell gewählt, welches die Bewegung der Ionen zu den jeweils ungleichnamig geladenen Elektroden abbildet.

3. Zusammenfassung und Ausblick

Zusammengefasst wurde in dem Beitrag eine App vorgestellt, die zum Erarbeiten eines Bezugs zwischen der Leitfähigkeit einer wässrigen sauren oder basischen Lösung und deren molekularer Zusammensetzung entwickelt wurde. Zur Evaluierung wurde diese bereits drei Chemielehrkräften und -didaktiker:innen vorgelegt, um erste Rückmeldungen zu erhalten. Im Expert:innenrating wurde einheitlich empfohlen, Scaffolds und Anleitungen anzubieten, die die Nutzer:innen durch die App führen; diese sollen in einem ersten Überarbeitungsschritt eingeführt werden. Dazu gehört z. B. das Ersetzen von Fehlermeldungen mit klaren Hinweisen, welche Maßnahmen gesetzt werden sollen und das Einfügen von Reaktionsgleichungen.

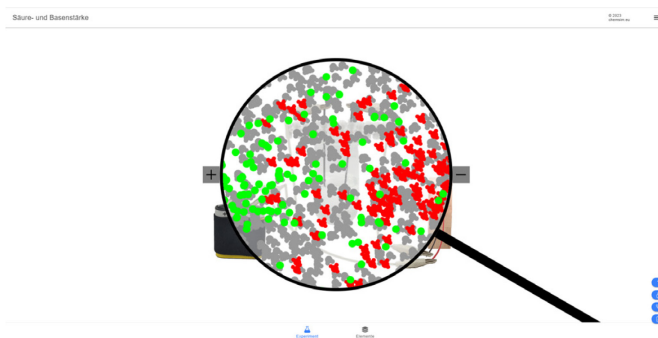


Abb. 2: Die ‚Teilchenlupe‘, die die wässrige Lösung „Magensaft“ auf der Teilchenebene als Oxoniumionen (rot), Chloridionen (grün) und Wassermolekülen (grau) darstellt.

Unter der Bedingung, dass die Nutzung zugänglich gestaltet wird, kann die App eine nützliche Unterstützung für das Unterrichten des Themas in der Sekundarstufe II darstellen. Insgesamt könnte die App eine nützliche Unterstützung für das Unterrichten des Themas in der Sekundarstufe II darstellen, es mangelt ihr jedoch noch an Bedienungsfreundlichkeit. Nach einer Überarbeitung auf Basis der Rückmeldung ist eine größere Evaluierung mit Studierenden geplant. Dabei können nicht nur handlungsorientierte Aspekte untersucht werden, sondern auch lernpsychologische Variablen wie beispielsweise der Cognitive Load einbezogen werden. Zudem sollen die Features der App erweitert werden. Im Haushalt sind üblicherweise nur schwache Basen wie Salzlösungen von Natriumhydrogencarbonat vorrätig. Bei diesen Lösungen liegt ein Sonderfall vor, denn durch die im gelösten Zustand frei beweglichen Ionen sind sie leitfähiger als die Lösung einer vergleichbaren schwachen Säure. Die Lösung einer schwachen Base soll in Zukunft trotzdem integriert werden. Entweder wird auf den Sonderfall aufmerksam gemacht oder es wird eine Lösung mit weniger Alltagsbezug gewählt.

4. Grenzen

- [1] K. Lancaster, C. Malley, B. Gruneich, P. Loeblein, E. B. Moore, R. Parson, K. Perkins (2021): Acid-base solutions. https://phet.colorado.edu/sims/html/acid-base-solutions/latest/acid-base-solutions_en.html
- [2] C. Reiners (1997): Vom stofflichen Prinzip über prinzipiell Stoffliches zum mathematischen Formalismus - am Beispiel der Entwicklung von Säure-Base-Konzepten. *Mitteilungen, Gesellschaft Deutscher Chemiker / Fachgruppe Geschichte der Chemie* 13, 135–146.
- [3] R. E. Krebs, E. Hofer (2022): Von den „scharfen Wässern“ zu den „harten Säuren“ – ein Streifzug durch die Geschichte der Säure-Base-Modelle. *Plus Lucis* 3, 8–11.
- [4] Jiménez-Liso, M. R., López-Banet, L., Dillon, J. (2020): Changing How We Teach Acid-Base Chemistry: A Proposal Grounded in Studies of the History and Nature of Science Education. *Science & Education*, 29, 1291-1315, DOI: [10.1007/s11191-020-00142-6](https://doi.org/10.1007/s11191-020-00142-6)
- [5] PhET (2023): <https://phet.colorado.edu/de/> (18.09.2023)
- [6] RSC (2023): <https://virtual.edu.rsc.org/> (18.09.2023)
- [7] J. KIRSTEIN, V. NORDMEIER (2007): Multimedia representation of experiments in physics. *Eur. J. Phys.*, 28 (3), 115-126, DOI: [10.1088/0143-0807/28/3/S11](https://doi.org/10.1088/0143-0807/28/3/S11)
- [8] S. W. Watson, A. V. Dubrovskiy, M. L. Peters (2020): Increasing chemistry students' knowledge, confidence, and conceptual understanding of pH using a collaborative computer pH simulation. *CERP*, 21 (2), 528–535, DOI: [10.1039/C9RP00235A](https://doi.org/10.1039/C9RP00235A)
- [9] H.-D. Barke (2015): Brönsted-Säuren und Brönsted-Basen. *Chemie & Schule* 30 (1), 10–15.