

## **Eine digitale Lernumgebung zur Förderung von BNE-Lernprozessen im Chemieunterricht**

### **Einleitung**

Um die nachhaltige Entwicklung der Welt voranzutreiben und kommende Generationen für zukunftsfähiges Denken und Handeln zu befähigen, ist es notwendig, Lehr- und Lernmaterialien zu entwickeln, die das Bildungskonzept BNE (Bildung für nachhaltige Entwicklung) langfristig in die Bildungslandschaft implementieren. Charakteristisch für die Auswahl von BNE-Themen ist eine Verknüpfung von aktuellen gesellschaftsrelevanten und fachwissenschaftlichen Themen, die mehrdimensional betrachtet werden und eine Vernetzung von fachlichem und überfachlichem Wissen schaffen, welche die eigenverantwortlichen und partizipativen Lernprozesse von Schüler\*innen anregt (Schreiber & Siege, 2016).

Der Chemieunterricht bietet vielfältige Möglichkeiten, dem Thema BNE angemessen zu begegnen (u.a. Linkwitz, Belova & Eilks, 2021; Zowada et al., 2019; Bohrmann-Linde & Tausch, 2019).

Eine der wichtigsten und größten Herausforderungen unserer Zeit stellt der Klimawandel dar. Als Mittel zur Einhaltung der Klimaziele werden alternativen Antriebstechniken, wie der Elektromobilität, eine große Bedeutung beigemessen. Das Wissen über Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Antriebstechniken sowie ihre Herausforderungen und Chancen müssen deshalb auch im Chemieunterricht vermittelt werden (u.a. BMU, 2019; MSB NRW, 2019a; MSB NRW, 2019b).

### **Zielsetzung und Aufbau der digitalen Lernumgebung**

Bisher werden BNE-Lernprozesse weitestgehend mit analogen Medien gefördert. Inhalte im Bereich BNE sind durch ihre Mehrdimensionalität jedoch sehr komplex, sodass Schüler\*innen besondere Unterstützung bei der Wissensvermittlung benötigen, um die Thematik angemessen verstehen und am fachwissenschaftlichen Diskurs teilhaben zu können. Ziel des Projekts ist daher die Entwicklung einer motivierenden digitalen Lernumgebung für heterogene Lerngruppen, die ein differenziertes, selbstgesteuertes und aktives Lernen der Schüler\*innen in ihrem eigenen Lerntempo ermöglicht, den kommunikativen Austausch der Schüler\*innen untereinander stärkt und das Potential digitaler Medien zur Veranschaulichung komplexer Fachinhalte nutzt, um auf diese Weise neue Lernwege im Bereich BNE zu eröffnen.

Mit Blick auf dieses Ziel wird eine Lernumgebung entwickelt, die die gegenwärtigen didaktischen und medienpädagogischen Gestaltungskriterien (vgl. Mayer, 2014; Sweller, 2010; Puentedura, 2006) berücksichtigt und mit dem Programm Microsoft PowerPoint umgesetzt wird. Im Sinne eines „Click and Point“ Adventures klicken sich die Schüler\*innen über Buttons selbstständig durch die Lernumgebung. Neben der digitalen Wissensvermittlung werden auch Experimente, die an Experimentierstationen analog durchgeführt werden, in die gesamte Lernumgebung eingebaut, um die Funktion der Antriebstechniken für die Schüler\*innen erfahrbar zu machen.

Als **Kontext** wird der Kauf eines neuen Familienautos gewählt. Auf vier Etagen eines Autohauses werden vier verschiedene Automodelle mit unterschiedlichen Antriebstechniken vorgestellt: **Brennstoffzelle, Verbrennungsmotor, Lithium-Ionen-Akku** und **Solarzelle**.

Um der Mehrdimensionalität des Themas gerecht zu werden, erhalten die Schüler\*innen über jeweils Informationen zu verschiedenen Dimensionen: **Aufbau und Funktion, Fakten-Check, Gewinnung der Rohstoffe** und **Experimente** (vgl. Abb.1). In diesem Sinne werden zu jeden Automodell ökologische, ökonomische, soziale und ethische Faktoren aufgegriffen.



Abb. 1: Elemente der digitalen Lernumgebung

Da sich die Schüler\*innen mit Hilfe ihres Endgeräts selbständig durch die Lernumgebung steuern können, ist ihnen die Wahl der Reihenfolge zur Bearbeitung der vier Antriebstechniken grundsätzlich selbst überlassen. Nachdem sich die Schüler\*innen mit allen vier Antriebstechniken digital und experimentell auseinandergesetzt haben, werden sie dazu aufgefordert, sich für eines der Automobile zu entscheiden und diese **Entscheidung im Sinne einer nachhaltigen Zukunft zu treffen** und auch schriftlich **zu begründen**. Im Anschluss daran erfolgt eine Gruppendiskussion über die Vor- und Nachteile der jeweiligen Antriebstechniken. Da es keine richtige oder falsche Lösung gibt, geht es insbesondere darum, bei den Schüler\*innen ein Bewusstsein dafür zu schaffen, dass jede Entscheidung unter Beachtung multiperspektivischer Aspekte getroffen werden sollte.

Als **Differenzierungsmaßnahmen** werden selbsterstellte Animationen, Videos, Bilder und Grafiken eingesetzt, die wiederholt angesehen werden können. Fachbegriffe werden separat erklärt. Auch für die Durchführung und Auswertung der Experimente werden Differenzierungsmaßnahmen in Form von gestuften Lernhilfen eingesetzt. Reaktionsgleichungen sowie anspruchsvolle weiterführende Informationen können von den Schüler\*innen vertiefend und bei Bedarf genutzt werden.

### Pilotierung der digitalen Lernumgebung

Um erste Aussagen über die grundsätzliche Umsetzbarkeit der gleichzeitig digitalen und experimentellen Lernumgebung im Kontext Schule bzw. Chemieunterricht („usability“) machen zu können, wird diese mit 28 Schüler\*innen einer Oberstufe eines Kölner Gymnasiums erprobt und bewusst offen im Hinblick auf Chancen und Herausforderungen der gesamten Lernumgebung evaluiert (vgl. Abb.2)



Abb. 2: Schritte der Untersuchung

### Ergebnisse der Pilotierung

Erste Ergebnisse aus der Umsetzung der digitalen Lernumgebung werden in Tabelle 1 dargestellt.

Tab. 1: Auszug aus der inhaltsanalytischen Auswertung des halbstrukturierten Fragebogens, der teilnehmenden Beobachtung und der Dokumentenanalyse

<b>K1 Technik:</b> PowerPoint – Fehlerrobustheit, Steuerung
<i>Chance:</i> PowerPoint und Steuerung grundsätzlich bekannt <i>Herausforderung:</i> S*S wollen sich schnell durch die Lernumgebung „klicken“; Probleme bei der Nutzung der Hyperlinkstrukturen mit iPads
<b>K2 Experimente:</b> räumliche Gegebenheiten, Zeit, Angemessenheit des Schwierigkeitsgrads
<i>Chance:</i> Experimente spiegeln den fachlichen Inhalt angemessen wider; S*S motiviert das eigenständige Experimentieren <i>Herausforderung:</i> Probleme bei der Umsetzung der Experimente (u.a. Platzmangel, Ausstattung); S*S lesen Versuchsanleitungen nicht genau durch
<b>K3 Inhalt:</b> Angemessenheit, Darstellung, Umfang
<i>Chance:</i> Fachinhalt wird als angemessen herausfordernd wahrgenommen; Darbietung unterschiedlicher Informationen (Mehrdimensionalität) wird als besonders positiv hervorgehoben <i>Herausforderung:</i> S*S wünschen sich z.T. weitere Zusatzinformationen (u.a. fachlich zu Reaktionen, zur Produktion oder zu den zu erwarteten Preisentwicklungen und/oder Zulassungsbeschränkungen)
<b>K4 Entscheidung:</b> Wahl der Antriebstechnik
S*S erfassen zwar die Informationen aus der Lernumgebung und wägen verschiedene Argumente bei der Entscheidungshilfe ab, begründen ihre Kaufentscheidung aber mit wenigen Argumenten (v.a. Nutzung erneuerbarer Energien, lokal emissionsfrei / umweltfreundlicher, Reichweite und Preis) → Alle Schüler*innen entscheiden sich für ein Automodell, das lokal emissionsfrei ist.

Die ersten Ergebnisse zeigen, dass eine Kombination aus Wissensvermittlung im Bereich BNE mit Hilfe digitaler Medien auf der einen Seite und praktischen und eigenständigem Experimentieren auf der anderen Seite BNE-Lernprozesse bei Schüler\*innen fördern kann. Insbesondere die Darbietung der digitalen Informationen in Form von Animationen, Videos und Bildern wird als sehr anschaulich und positiv wahrgenommen („Anschauliche Erklärungen und gute Experimente“ [S2]; „Mir hat es gefallen, dass man die Informationen digital hatte und einem zu jedem Thema Informationen zur Verfügung gestellt wurden“ [S7]) und vermag so einen Beitrag zu leisten, Schüler\*innen komplexe BNE-Themen und -Inhalte zugänglich zu machen. Gleichzeitig hat sich gezeigt, dass im Sinne der Differenzierung noch stärker, d.h. individueller auf die Bedürfnisse und Wünsche der Schüler\*innen eingegangen werden muss: Während sich einige Schüler\*innen noch weitere vertiefende Informationen gewünscht haben, hätten andere Schüler\*innen gerade beim selbstständigen Experimentieren und bei den chemisch-fachlichen Inhalten zusätzliche Hilfestellungen benötigt.

#### **Fazit und Ausblick**

Auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse soll der Blick nun verstärkt auf die Einsatzmöglichkeiten digitaler Medien zur Differenzierung im Chemieunterricht gelenkt werden. Dabei soll untersucht werden, an welchen Schlüsselstellen im Chemieunterricht Differenzierungsmaßnahmen notwendig sind und wie diese konkret mit Hilfe digitaler Medien umgesetzt werden, um die Erschließung weiterer Themenfelder im Kontext BNE für heterogene Lerngruppen zu ermöglichen.

## Literatur

- Bohrmann-Linde & Tausch, M. (2019). Nachhaltige Chemie mit Licht – Experimentelle Zugänge in digitalen Medien. *Chemkon*, 28 (4), 147-154.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (2019). Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/974430/1679914/e01d6bd855f09bf05cf7498e06d0a3ff/2019-10-09-klima-massnahmen-data.pdf?download=1> (10.06.2021).
- Linkwitz, M., Belova, N. & Eilks, I. (2021). Grüne und nachhaltige Chemie bereits im Chemieunterricht der SI? - Das Projekt "Cosmetics go green". *Chemie konkret*, 28, 155-161.
- Mayer, R. E. (2014). *The cambridge handbook of multimedia learning* (2. Aufl.). Cambridge handbooks in psychology. New York: Cambridge University Press.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. Weinheim Basel: Beltz Verlag.
- Ministerium für Schule und Bildung NRW (MSB NRW) (2019a). Leitlinie Bildung für nachhaltige Entwicklung. Verfügbar unter: [https://www.schulministerium.nrw/sites/default/files/documents/Leitlinie\\_BNE.pdf](https://www.schulministerium.nrw/sites/default/files/documents/Leitlinie_BNE.pdf) (10.06.2021)
- Ministerium für Schule und Bildung NRW (MSB NRW) (2019b). Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen – Chemie. Verfügbar unter: [https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/198/g9\\_ch\\_klp\\_%203415\\_2019\\_06\\_23.pdf](https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/198/g9_ch_klp_%203415_2019_06_23.pdf) (10.06.2021)
- Puentedura R. (2006). Transformation, Technology, and Education. Verfügbar unter: [http://hippasus.com/rpweblog/archives/2020/01/SAMR\\_A\\_ResearchPerspective.pdf](http://hippasus.com/rpweblog/archives/2020/01/SAMR_A_ResearchPerspective.pdf) (01.08.2020)
- Schreiber, J. R., & Siege, H. (2016). *Orientierungsrahmen für den Lernbereich: Globale Entwicklung* (2. Akt. und erweit. Aufl.). Berlin: Heenemann.
- Sweller, J. (2010). Element Interactivity and Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. *Educational Psychology Review*, 22 (2), 123–138.
- Zowada, C., Zuin, V., Frerichs, N. & Eilks, I. (2019). Glyphosat und grüne Pestizide - Nachhaltige Chemie und Nachhaltigkeitsbewertung im Chemieunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 30 (172), 38-431.