

Chemistry for Future

Planspiele zu grüner und nachhaltiger Chemie in
fachwissenschaftlichen Seminaren im Chemie-Lehramtsstudium

Pascal Liedtke, Leon Richter & Nastja Riemer

Die *Fridays-for-future*-Bewegung engagiert sich seit 2018 für schnelle Maßnahmen für einen effektiven Klimaschutz. Schülerinnen und Schüler sind diejenigen, die hauptsächlich regelmäßig dafür demonstrieren und inzwischen auch bei uns studieren. Es sind auch die Chemie-Lehramtsstudierenden, welche den hochaktuellen und extrem relevanten Themenkomplex rund um Klimaschutz und Nachhaltigkeit an die nächsten Schüler*innen-Generationen weitervermitteln werden (Linkwitz & Eilks, 2019).

Im aktuellen Curriculum des Lehramtsstudienganges Chemie an der Universität Potsdam wird das Thema Nachhaltigkeit allerdings erst spät und nicht sehr ausführlich behandelt. Gerade der *Fridays-for-future*-Generation fehlt es aber in den ersten vier Semestern ihres Studiums, welche primär den fachwissenschaftlichen Anteilen der Lehrkräftebildung Chemie gewidmet werden, an alltagsbezogener und nachhaltiger Chemie. Zudem erhalten Studierende im Lehramt Chemie bisher kaum Gelegenheiten, ihre Fachkenntnisse in Diskussionen oder Debatten anzuwenden. Durch ihre besondere Vorbildwirkung sollten gerade Lehrkräfte das Argumentieren rund um gesellschaftsrelevante Aspekte der Chemie beherrschen.

Mit Planspielen zu Nachhaltigkeit und Klimaschutz können in fachwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen im Lehramtsstudiengang Chemie zielgruppenspezifische Lerngelegenheiten geschaffen werden, welche die Diskussion chemischer Fragestellungen ermöglichen und zudem überfachliche Kompetenzen fördern.

1. Die Relevanz von Nachhaltigkeit in der Lehrkräftebildung Chemie

In den letzten Jahrzehnten ist das Thema Nachhaltigkeit immer bedeutsamer geworden. Die Vereinten Nationen haben 2015 in ihrer Agenda 2030 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals, SDGs) formuliert (UN, 2015). Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) soll dabei einen wichtigen Beitrag zur Erreichung

der SDGs leisten. „Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) umfasst alle Aktivitäten, die sich als transformative Bildung an dem Leitbild der nachhaltigen Entwicklung orientieren. Sie führt verschiedene Bildungstraditionen und unterschiedliche Handlungsschwerpunkte zusammen, wie Umweltbildung, Globales Lernen, Verbraucherbildung etc.“ (KMK, 2016, S. 31) Die Kultusministerkonferenz (KMK, 2016) hat die BNE in der Neufassung des Orientierungsrahmens für den Lernbereich Globale Entwicklung verankert. Dieser stellt eine strukturelle Hilfestellung für die fachübergreifende bzw. fächerverbindende Integration von BNE in den schulischen Unterricht dar. Schließlich gehört BNE laut UNESCO MGIEP (2019) zum Kern eines jeden Faches. Es sollen also bestehende Inhalte aller Fächer in Kontexte nachhaltiger Entwicklung eingebettet werden. Lehrkräfte gehören zu den wichtigsten Multiplikatoren, um einen Bildungswandel und das Lernen für nachhaltige Entwicklung zu fördern (UNESCO, 2014). BNE im naturwissenschaftlichen Unterricht kann für Lehrkräfte eine Herausforderung darstellen. Zugleich sollte auch die Chance für das Verständnis der Fächer durch Kontextualisierung und Lebensweltbezug und für die Entwicklung der Schülerinnen und Schüler zu mündigen Bürger*innen gesehen werden. Um BNE in der Schule zu implementieren, zu fördern bzw. um darauf vorbereitet zu sein, benötigen Lehrkräfte spezifische Kompetenzen und Kenntnisse bzw. müssen diese entwickeln (UNESCO, 2017). Zur Unterstützung angehender Lehrkräfte bei der Bewältigung dieser Herausforderung ist die Integration von BNE in das Lehramtsstudium nicht nur sinnvoll, sondern zwingend notwendig. Dadurch könnten auch die überfachlichen Kompetenzen der Lehramtsstudierenden verbessert werden.

BNE hat bereits Eingang in die Rahmenlehrpläne (RLP) der Länder gefunden (KMK, 2016). Der brandenburgische RLP Chemie bietet hierfür geeignete Kontexte, wie z. B. „Dicke Luft – Luftverschmutzung“ (LISUM, 2015, S. 33) oder „Düngemittel und Sprengstoffe“ (LISUM, 2021, S. 43). In der Chemie bieten sich viele Möglichkeiten, nachhaltige und globale Themen in den Unterricht einzuarbeiten, bspw. aus den relevanten Themenbereichen Grüne, Nachhaltige oder Kreislauf-Chemie. Diese beinhalten wichtige Konzepte für den modernen Lebensstil, aktuelle Forschungsrichtungen und die globale Industrie (Mutlu & Barner, 2022) und sind daher auch für die Lehrerbildung im Fach Chemie von hoher Relevanz.

2. Planspiele in der Hochschullehre

Planspiele sind als Methoden vor allem aus den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften bekannt, wenngleich sie eher zurückhaltend in der Bildung eingesetzt werden (Rappenglück, 2017). Sie sind Simulations- und Entscheidungsverfahren (z. B. Verhandlungsspiele, Computersimulationen etc.), die meist an Lebensrealitäten angelehnt sind und gesellschaftsrelevante Probleme darstellen und sich durch zugeschnittene Rollen mit jeweils interpretationsfreien Interessen von Rollenspielen unterscheiden (Gebhard et al., 2017; Rappenglück, 2017; Frech et al., 2022). Rappenglück (2017) identifiziert in Planspielen wiederkehrende Elemente: den spielerischen Faktor, den Plan sowie die Regeln, Darstellen und Durchführen eines Szenarios und die Übernahme

sowie Repräsentation einer Rolle. Ziel ist es, das vorhandene Problem aus den rollenspezifischen Interessen innerhalb des Spiels zu einem breit akzeptierten und gewinnbringenden Kompromiss zu bringen. Dazu bestehen Planspiele meist aus drei Phasen: der Einführungs-, der Durchführungs- und der Reflexions- bzw. Evaluationsphase.

Planspiele können fachübergreifende Verbindungen herstellen und Wechselwirkungen von Problemen untersuchen sowie darstellen (Gebhard et al., 2017). Die Komplexität des Themas wird auf den Kenntnisstand der Lernenden angepasst und durch eine Rollenverteilung angemessen reduziert. Im Mittelpunkt eines Planspiels steht die Entwicklung und die Repräsentanz von Argumenten und Lösungsvorschlägen in dem jeweiligen Kontext. In Bezug auf die Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife (KMK, 2020), bieten Planspiele eine Methode, die im besonderen Maß die chemische Sach-, Kommunikations- und Bewertungskompetenz fördern kann. Zudem werden durch Planspiele überfachliche Kompetenzen (Boer, 2014; Fitzke, 2019), wie z. B. die Sozialkompetenz (bspw. Kommunikationsfähigkeit) oder die personale Kompetenz (z. B. Ordentlichkeit, Verantwortungsfähigkeit) gefördert. Planspiele dienen der Praxisorientierung der Hochschullehre, die vor dem Hintergrund nachhaltiger Themen mit fachwissenschaftlichen Inhalten der Chemie stärker verknüpft werden kann (Ulrich, 2021).

3. Planspiele zu Nachhaltigkeit in der Chemie

Vor dem Hintergrund der BNE resp. der SDGs wurden Planspiele für die fachwissenschaftlichen Seminare für das Lehramt konzipiert und in Kontexte der Nachhaltigen Chemie eingebettet. Es wurden Themen gewählt, die im Diskurs der Nachhaltigkeit relevant sind und gleichzeitig in die jeweiligen Modulinhalte integriert werden können. Für die Seminare zur Allgemeinen, Anorganischen und Physikalischen Chemie für Lehramt wurden folgende Planspielthemen als geeignet identifiziert: ‚Zukunft der Energieversorgung‘, ‚Gefahren der Stickstoffdüngung/Möglichkeiten zur klimafreundlichen Düngung‘ und ‚Synthese von Chemikalien aus CO₂‘. Im Folgenden wird exemplarisch die Konzeption und Umsetzung des Planspiels zur Stickstoffproblematik ausführlicher dargestellt.

3.1 Planspielidee

Zu jedem der oben genannten Planspielthemen wurde eine Frage formuliert, die es im Planspielkontext multiperspektivisch zu diskutieren gilt. Im für die Anorganische Chemie konzipierten Planspiel, welches einen Fachdialog zwischen Expertinnen und Experten des Umweltministeriums darstellt, lautet diese: ‚Gefahren der Stickstoffdüngung für das Ökosystem – Wie gelingt uns die Transformation zu einer bedarfsgerechten und klimafreundlichen Düngung?‘, denn eine übermäßige Stickstoffdüngung schadet Mensch, Tier und Natur. Ohne Reduzierung der Stickstoffeinträge können viele Ziele der SDGs nicht erreicht werden, wie z. B. SDG 3: Gesundheit und Wohlergehen (Kathrin et al., 2021). Im Dialog der verschiedenen Akteurinnen und Akteure

werden die vielschichtigen Probleme hinsichtlich des Stickstoffkreislaufs dargestellt, analysiert und Handlungsempfehlungen gegeben.

3.2 Ablauf und Rollen

Die Erarbeitungsphase des Planspiels beginnt eine Woche vor dem Seminar und findet nicht in der 90-minütigen Seminarzeit statt. Die Studierenden erhalten Informationen zu Planspielen und deren Relevanz, eine Einladung zum Fachdialog und je eine Rollenkarte (je nach Gruppengröße nehmen auch mehrere Studierende dieselbe Rolle ein). Die selbstständige bzw. teamgestützte Bearbeitung der Aufgaben auf den Rollenkarten bereitet die Studierenden auf ihre Rolle vor, indem sie sich Hintergrundwissen anhand der vorgegebenen Materialien aneignen, und fördert die Personalkompetenz, z. B. in Bezug auf Selbstständigkeit. Die dozierende Person übernimmt die Moderation des Dialogs, da sie die differenzierten Argumente kennt und den Argumentationen aus dieser Position folgen kann.

Die Durchführungsphase ist durch eine geltende Tagesordnung fest geregelt und sieht eine Einführung durch die Moderationsleitung (vertreten durch die Lehrenden), ein kurzes prägnantes Statement der anwesenden Vertreter*innen, eine Erörterung der Folgen der derzeitigen Stickstoffdüngung und eine Erörterung sowie Abstimmung möglicher Handlungsempfehlungen durch die Vertreter*innen in Form einer Fachdiskussion vor. Die moderierende Person navigiert dabei die Studierenden durch das Planspiel. Sie führt sie in das Setting ein, lässt die Positionen ihr Eingangsstatement formulieren und ihre Kurzpräsentation halten. Die Moderation kann die Diskussion lenken und vorantreiben sowie Kompromisse und Handlungsempfehlungen anregen. Die Studierenden als Vertreter*innen kommunizieren und diskutieren ihre erworbenen Sachinhalte und trainieren somit ihre Kommunikationsfähigkeit, welche Ausdruck der Sozialkompetenz ist. Die einzunehmenden Rollen (Politiker*innen, Vertreter*innen des Umweltbundesamtes, Wirtschaftsvertreter*innen, Vertreter*innen aus der Landwirtschaft, Organiker*innen, Botaniker*innen, Lebensmittelchemiker*innen und Vertreter*innen von *Fridays for future*) bilden die Vielfalt der Problematik weitestgehend ab. Die Themen Luftschadstoffemissionen und Treibhausgase werden dabei aus zeitlichen Gründen weniger behandelt als die Themenkomplexe Nitratreinträge im Grundwasser und in Oberflächengewässer, Ernährungsverhalten und Ernährungssicherheit sowie Einflüsse auf das Landökosystem.

Um die Problematik des Nitratreintrages in das Grundwasser zu verdeutlichen, wird von den Lebensmittelchemiker*innen während der Durchführungsphase direkt im Seminarraum ein Veranschaulichungsexperiment durchgeführt. Das Experiment in Anlehnung an Lüsse et al. (2021) verdeutlicht, dass Nitrat-Ionen im Vergleich zu Ammonium-Ionen in einem Sandgemisch, welches verschiedene Bodenschichten simuliert, kaum adsorbiert werden. Die gewonnenen Erkenntnisse können vor dem Hintergrund des Stickstoffkreislaufes diskutiert werden. Die Lebensmittelchemiker*innen kennen zudem die Gefahren des Konsums nitrathaltiger Lebensmittel. Die Position Lebensmittelchemiker*in erhält auf der Rollenkarte den eindeutigen Auf-

trag, sich auf der Grundlage der zur Verfügung gestellten rollen- und fachspezifischen Informationen für Maßnahmen zur Verbesserung der Lebensmittelqualität einzusetzen. Weiterhin finden sich neben derartigen Aufträgen auf jeder Rollenkarte Aufgaben, durch deren Bearbeitung ein adäquates Hintergrundwissen erworben wird, damit die Diskussion untereinander kontrovers geführt werden kann. Jede Rolle erhält abschließend die Aufgabe ein Statement und wesentliche Aspekte bzgl. der Folgen der derzeitigen Stickstoffdüngung in einer kurzen digitalen Präsentation zusammenzufassen, welche dann zu Beginn der Diskussion gezeigt wird.

Am Ende der Diskussion, die den Erkenntnisgewinn ermöglicht, werden von den Akteurinnen und Akteuren Handlungsempfehlungen klar formuliert, indem sie auf die Diskussionsbeiträge eingehen und Kompromisse schließen. Abschließende Statements der Studierenden und ein digitales Quiz zu fachwissenschaftlichen Aspekten des Planspiels dienen der Ergebnissicherung. Ein erfolgreicher Abschluss des Planspiels erfordert zudem die Einhaltung der wiederkehrenden Elemente nach Rappenglück (2017) und das Engagement aller Beteiligten.

3.3 Rückmeldungen aus der Planspiel-Evaluation

In einer abschließenden Reflexionsphase bearbeiteten die Studierenden einen digitalen Feedbackfragebogen. Dieser besteht aus einer Selbsteinschätzung der Studierenden zu den Inhalten und einer Evaluation der Konzeption und Umsetzung des durchgeführten Planspiels. Es wurden die Vorbereitungs- und Durchführungsphase evaluiert und eine Selbsteinschätzung in Bezug auf die durch das Planspiel geförderten überfachlichen Kompetenzen erbeten. Mithilfe der Evaluation konnten bereits Abläufe und Rollen angepasst werden. Die Studierenden bewerteten es als äußerst positiv, dass im Rahmen von Planspielen nun vermehrt Aufgaben zum Thema Nachhaltigkeit im Lehramtsstudium Chemie bearbeitet werden und schätzten die gesellschaftliche Relevanz der Thematik als sehr hoch ein. Zudem verzeichneten sie einen hohen Lernzuwachs in den Bereichen Verantwortungsbereitschaft, Teamfähigkeit und Kommunikationsfähigkeit.

Zusätzlich konnten im Rahmen des Planspiels theoretische Kenntnisse, die in der zugehörigen Vorlesung erworben wurden, wie z. B. die Chemie der verschiedenen Verbindungen des Stickstoffs oder der Stickstoffkreislauf, angewendet und somit vertieft werden. Dadurch konnte auf das übliche Übungsblatt verzichtet werden, welches ansonsten stets in Vorbereitung auf eine Seminarsitzung im Vorfeld zu bearbeiten wäre. Die Substitution eines solchen Übungsblattes durch die Behandlung der Vorlesungsinhalte im Rahmen des Planspiels wurde von den Studierenden als äußerst gewinnbringend empfunden. Verpflichtende Mehrarbeit für die Studierenden gibt es damit nicht. Nicht alle Positionen behandeln in der Vorbereitungsphase alle vorlesungsrelevanten Inhalte in den Planspielaufgaben, weshalb das fachwissenschaftliche Quiz alle relevanten Inhalte umfasst. Zusätzliches Übungsmaterial zur Thematik inkl. Musterlösung wird über den Moodle-Kurs bereitgestellt.

Für das Planspiel eignet sich eine Raumgestaltung, die den Blickkontakt der Akteurinnen und Akteure untereinander ermöglicht und die Authentizität einer echten Diskussionsrunde herstellt. Aus den Erfahrungen der ersten Umsetzungen sollte eine stärkere zeitliche Strukturierung und Beschränkung der einzelnen Beiträge der Studierenden vorgenommen werden, um die Diskussionszeit am Ende zu maximieren und die Diskussionsqualität zu stärken.

4. Resümee

Insgesamt wurden bereits drei verschiedene Planspiele entwickelt und erprobt. Nach einer finalen Optimierung auf Grundlage der Studierendenrückmeldungen sollen diese Planspiele, welche unseren Studierenden als gute Anregung zur Auseinandersetzung mit der Thematik Nachhaltigkeit in der Schule dienen und zudem das Bewusstsein für die Relevanz des Faches Chemie stärken, dauerhaft in den entsprechenden Lehrveranstaltungen implementiert werden.

Mit dem Einsatz von Planspielen in fachwissenschaftlichen Seminaren im Lehramtsstudium Chemie ist es uns gelungen, gleich doppelt wertvolle Lernsituationen zu schaffen, denn zuvor erworbenes theoretisches Wissen aus den Vorlesungen lässt sich mit Themen rund um Nachhaltigkeit in einem Planspiel praktisch verknüpfen. Diese professionsorientierte Gestaltung von fachwissenschaftlichen Seminarsitzungen wurde als äußerst profitabel eingeschätzt und überfachliche Kompetenzen konnten mit den Planspielen nachweislich gefördert werden.

Danksagung: Die Planspiele wurden im Rahmen des Projekts CHEMISTRY FOR FUTURE entwickelt, das vom Zentrum für Qualitätsentwicklung in Lehre und Studium der Universität Potsdam im Rahmen der ‚Innovative Lehrprojekte‘ gefördert wurde. Wir sind für die Unterstützung sehr dankbar. Weiterhin bedanken wir uns bei Jonas Faust für seine Beteiligung an der Planspielentwicklung.

Literatur

- Boer, H. de. (2014). Bildung sozialer, emotionaler und kommunikativer Kompetenzen – ein komplexer Prozess. In C. Rohlf, M. Harring & C. Palentien (Hrsg.), *Kompetenz-Bildung* (S. 23–38). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Fitzke, C. (2019). *Förderung überfachlicher Kompetenzen an Hochschulen: Neurowissenschaftliche Erkenntnisse in der Studienberatung nutzen*. Springer.
- Frech, S., Kalb, J. & Tempel, K. U. (Hrsg.). (2022). *Europa in der Schule: Perspektiven eines modernen Europaunterrichts*. Wochenschau Verlag.
- Frank, K.A., Schmidt, L.-K. & Syrhe, J.-A. (2021). *Strategien zur Stickstoffreduktion im Rahmen der Ziele für nachhaltige Entwicklung*. Deutsche Umwelthilfe e. V. https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Naturschutz/Stickstoff/DUH_Broschu%CC%88re_Strategien-zur-Stickstoffreduktion_RZdigital_12.05.21.pdf
- Gebhard, U., Höttecke, D. & Rehm, M. (2017). *Pädagogik der Naturwissenschaften*. Springer VS.

- KMK. (Hrsg.) (2016). *Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung* (2. aktual. u. erw. Aufl.). Cornelsen.
- KMK. (2020). *Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020*. Carl Link Verlag.
- Linkwitz, M. & Eilks, I. (2019). Green Chemistry in der Schule. *Chemie in unserer Zeit*, 53(6), 412–420.
- LISUM. (2015). *Teil C Chemie Jahrgangsstufen 7–10*. SenBJF, MBJS.
- LISUM. (2021). *Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe Teil C Chemie*. SenBJF, MBJS.
- Lüsse, M., Brockhage, F., Pietzner, V. & Beeken, M. (2021). Nachhaltige Unterrichtsvorschläge zur Stickstoffproblematik. *Chemie in unserer Zeit*, 55(3), 186–191.
- Mutlu, H. & Barner, L. (2022). Getting the terms right: green, sustainable, or circular chemistry? *Macromolecular Chemistry and Physics*, 223(13), 2200111.
- Rappenglück, S. (2017). Planspiele in der Praxis der politischen Bildung: Entwicklung, Durchführung, Varianten und Trends. In A. Petrik & S. Rappenglück (Hrsg.), *Politik und Bildung: Band 81. Handbuch Planspiele in der politischen Bildung* (S. 17–34). Wochenschau Verlag.
- Ulrich, I. (2021). Hochschuldidaktik für praxisorientierte Hochschullehre. In C. Hattula, J. Hilgers-Sekowsky & G. Schuster (Hrsg.), *Praxisorientierte Hochschullehre* (S. 1–12). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- UN. (2015). *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations.
- UNESCO. (2014). *Roadmap zur Umsetzung des Weltaktionsprogramms „Bildung für nachhaltige Entwicklung“*. Deutsche UNESCO-Kommission e. V.
- UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: learning objectives*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444_eng
- UNESCO MGIEP. (Hrsg.) (2019). *Schulbücher für nachhaltige Entwicklung. Handbuch für die Verankerung von Bildung für Nachhaltige Entwicklung*. https://www.globaleslernen.de/sites/default/files/files/pages/handbuch_verankerung_bne_schulbuechern_mgiep_bf.pdf



Onlinematerial

Pacal Liedtke, Universität Potsdam
 pascal.liedtke@uni-potsdam.de

Leon Richter, Universität Potsdam
 leon.richter@uni-potsdam.de

Nastja Riemer, Universität Potsdam, Karl-Liebknecht-Straße 24-25, 14476 Potsdam
 nastja.riemer@uni-potsdam.de
<https://orcid.org/0009-0006-9836-6546>