

Design Thinking im Chemieunterricht - Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Implementierung

Neue Herausforderungen an die Schule

In der heutigen global vernetzten – sogenannten – VUCA-Welt (vgl. Fadel, Bialik & Trilling, 2017) stehen Informationen aus verschiedensten Fachdisziplinen in fast unbegrenzter Fülle und unterschiedlichster Qualität zur Verfügung. Volatilität (volatility, Unbeständigkeit) und geringe Vorhersehbarkeit bzw. nicht abzuschätzende Auswirkungen (uncertainty) sind dabei die Folge der immer komplexer werdenden Welt (complexity). Aufgrund unterschiedlicher individueller und gesellschaftlicher Bedürfnisse kommt es zu einer Vielzahl an sich widersprechenden, oft mehrdeutigen Handlungsmöglichkeiten (ambiguity).

Damit Schüler:innen mit diesen Unwägbarkeiten zurechtkommen, sollten agile Unterrichtskonzepte in die Schule integriert werden, die insbesondere die Fähigkeiten Kreativität, kritisches Denken, Kollaboration und Kommunikation – die 4 Ks – fördern (ebd., S. 118 ff.).

Design Thinking als Lösungsansatz

Agile Konzepte, die aus dem Unternehmensbereich bereits Eingang in die Schule gefunden haben, sind z.B. Scrum, Kanban oder Design Thinking (Kantereit, 2021). Für einen experimentellen Unterricht, indem ein „neues“ Produkt entwickelt werden soll, stellt besonders Design Thinking einen interessanten Ansatz dar.

Design Thinking ist ein innovatives Konzept, das an der Stanford University entwickelt wurde, um Unternehmen zu unterstützen kreative Lösungsideen zu komplexen Fragestellungen in einem multidisziplinären Team zu finden. Eine einheitliche Definition lässt sich in der Literatur nicht finden und ist nach Johansson-Sköldberg, Woodilla und Cetinkaya (2013, S. 131) auch nicht sinnvoll. Allen Ansätzen gemeinsam ist, dass die Bedürfnisse der Nutzer im Mittelpunkt stehen (vgl. z.B. Plattner & Meinel, 2009). Ziel des gesamten Prozesses ist immer eine Balance zwischen drei konkurrierenden Aspekten – der Wirtschaftlichkeit, den Nutzerbedürfnissen und der Machbarkeit – bei der Verwirklichung der Lösung einzuregulieren (Grots & Pratschke, 2009). Dabei werden verschiedene Phasen durchlaufen, wobei auf diese stets wieder zurückgegriffen werden kann (iteratives Vorgehen) und so mögliche Fehler konstruktiv genutzt werden können. Dabei wechseln sich divergente mit konvergenten Phasen ab. Die Entwicklung von Prototypen fördert die Weiterentwicklung von Ideen. Grundlegende Voraussetzungen zur erfolgreichen Durchführung sind eine offene Haltung gegenüber neuen Ideen (Wolthaus & Gröger, 2021).

Design Thinking im Chemieunterricht

Bislang wird Design Thinking hauptsächlich in Projektkursen und gesellschaftswissenschaftlichen oder sprachlichen Fächern umgesetzt (vgl. Feldhaus, Primavera & Kleible, 2018). Dabei werden oft auch nur einzelne Schritte des gesamten Design Thinking-Prozesses genutzt (ebd.), sodass die Funktion bzw. der Sinn dieses Ansatzes den Jugendlichen schwerer zu vermitteln sein könnte. Um möglichst viele Schüler:innen zu erreichen, sollten weitestgehend alle Fächer – unter Anbindung an die Lehrpläne – beteiligt werden. Förderschwerpunkt des von uns entwickelten Konzeptes für den Chemieunterricht ist die Förderung der Kreativität, um den Jungen und Mädchen ein positiveres Image von Chemie zu vermitteln, denn für die meisten von ihnen erscheint Chemieunterricht wohl eher starr und wenig kreativ. Eine zu starke Lenkung führt nach Gräber und Kleuker (1998) jedoch zu einer negativen Einstellung zum Fach.

Unter Berücksichtigung der oben genannten Anforderungen – angelehnt an ähnliche Konzepte (vgl. ebd.) – wurde ein Ablaufprozess aus sechs Phasen entwickelt, anschließend erprobt und evaluiert. Neuartig an diesem Ansatz sind z.B., dass die komplexe Problemstellung vom Bereich der Nachhaltigkeit mit seinen ökologischen, sozialen und ökonomischen Folgen ausgeht und die Lösungsansätze mithilfe nachwachsender Rohstoffe selbstständig von den Schüler:innen gefunden werden können. Damit ist gleichzeitig die experimentelle Phase so gestaltet, dass die Schülerteams viele verschiedene, individuelle Versuchsansätze entwickeln können. Nachdem die Schüler:innen sich im Team auf eine Lösungsidee geeinigt haben, wird diese erprobt, indem ein erster Prototyp hergestellt wird. Dieser kann anhand von Kriterien, die einem der Aspekte Machbarkeit, Wirtschaftlichkeit oder Bedürfnisse der Nutzer zugeordnet werden können, bewertet werden. Die Integration dieser Bewertungsphase stellt ein besonderes Merkmal unseres Ansatzes dar. Den Abschluss bildet die Präsentation des eigenen Prototyps im Unterricht (vgl. Wolthaus & Gröger, 2021).

Rahmenbedingungen der Implementation

Aus bisherigen Forschungsergebnissen und Studien wurden mögliche Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Integration abgeleitet, die es in der eigenen Studie zu überprüfen galt. So sollte z.B. ein modularer Aufbau in Form von drei aufeinanderfolgenden Modulen nach den Studien von Wrigley und Straker (2017) vielversprechend sein. Diese wurden in den Klassenstufen 11, 12 und 13 in zwei Parallelkursen (ca. 40 Schüler:innen) einer Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Dabei erstreckte sich die Unterrichtsreihe auf jeweils zehn Stunden. Nach Taheri, Unterholzer, Hölzle und Meinel (2016) soll bereits in kurzen Workshops das kreative Selbstvertrauen – gemäß Rauth, Köppen, Jobst und Meinel (2010) dem obersten Ziel von Design Thinking – der Teilnehmer:innen gefördert werden können. Folgt man dabei Jobst, Köppen, Lindberg, Moritz, Rhinow und Meinel (2012), so wird dieses mit der Selbstwirksamkeitserwartung nach Bandura (1977) gleichgesetzt.

Forschungsansatz und Methoden

Passend zum modularen Aufbau der Umsetzung des Konzeptes wurde der Design-Based Research-Ansatz gewählt und Leitlinien formuliert (vgl. Plomp, 2013), um mögliche Verbesserungen direkt in den folgenden Modulen einbauen und testen zu können. Die sich an den von Plomp und Niewen (2010) orientierte übergeordnete Forschungsfrage lautet:

- Unterstützen die abgeleiteten Rahmenbedingungen die Implementierung von Design Thinking in den Chemieunterricht?

Bevor Aussagen zu den Rahmenbedingungen getroffen werden können, musste zunächst in einer Pilotstudie ein Datenerhebungsinstrument gefunden werden, das den Unterricht abbildet. Dazu erstellten Beobachter:innen Protokolle, die mit den Texten in den Lerntagebüchern der Schülerteams auf Übereinstimmung untersucht wurden. In einem nächsten Schritt sollte mithilfe der qualitativen Inhaltsanalyse der Tagebücher untersucht werden, ob die Lernenden Design Thinking umsetzen, indem sie alle Phasen durchlaufen und dabei Design Thinking-Prinzipien wie iteratives Vorgehen nutzen. Dabei wurde eine bessere Umsetzung durch höhere Gesamtcodierungen der Phasen und die vermehrte Anwendung von Design Thinking-Kompetenzen operationalisiert. Diese wiederum können verschiedene Ursachen wie besseres Zeitmanagement, gute Teamzusammenarbeit, höheres Interesse an der Problemstellung oder bessere Methodenkenntnisse haben.

Die neu integrierte Bewertungsphase soll mithilfe der von Eggert und Bögeholz (2006) für Nachhaltigkeitsthemen erstellten Aspekte evaluiert werden und die Kreativität wird in den Tagebüchern mit den Subcodes Originalität, Flexibilität und Anzahl an Ideen codiert.

Neben diesen Möglichkeiten der Beurteilung des Konzeptes wurden zusätzlich quantitative Erhebungen herangezogen. So wurden mit bereits etablierten Fragebögen die Konstrukte

Selbstwirksamkeitserwartung und Image im Fach Chemie jeweils vor und nach der Intervention erhoben (vgl. Spitzer, 2017; Weßnig, 2013; Jerusalem & Schwarzer, 1999).

Ergebnisse

Die Pilotstudie zeigte die Eignung der von den Schülern:innen geführten Lerntagebücher als Datenerhebungsinstrument. Die nächsten Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Lernenden alle Phasen des Design Thinkings durchlaufen und Design Thinking-Prinzipien wie iteratives Vorgehen und Visualisieren anwenden. Die Gesamtcodierungen der Phasen und die Design Thinking-Kompetenzen waren in Modul 3 am höchsten, was für den modularen Aufbau spricht, wobei leistungsschwache Jungen und Mädchen mehr profitierten als leistungsstarke. Die Anzahl der von den Schülerteams gefundenen Lösungsideen (Abb. 1) nahm im Laufe der Module zu, wobei dieses einen Teilaspekt der Kreativität – neben der Flexibilität und Originalität – darstellt (vgl. Guilford, 1950). In weiteren Forschungen könnten Methoden zur Förderung weiterer Teilaspekte der Kreativität integriert und evaluiert werden. Bei der neu integrierten Bewertungsphase zeigten die Jungen und Mädchen im Laufe der Module eine Zunahme ihrer Bewertungskompetenz in allen Aspekten.

Die Auswertung der Fragebögen zur Selbstwirksamkeitserwartung weist auf eine ähnliche Mittelwertsdifferenz in allen drei Modulen hin (Abb. 2), wobei diese bei den Frauen jeweils unter denen der Männer liegt (vgl. Schumacher, Klaiberg & Brähler, 2001; Hinz, Schumacher, Albani, Schmid und Brähler, 2006). Cronbachs α dieser Studien weisen einen ähnlichen Wert auf wie die in anderen Forschungen (ebd.) und zeigen damit eine gute interne Konsistenz auf. Mithilfe der Durchführung gepaarter t-Tests ergab sich für Modul 3 dieser Studie ein statistisch signifikanter Unterschied für die Mittelwerte der Selbstwirksamkeitserwartung vor und nach der Intervention, $t(16) = 2.24$, $p = .020$. Der Mittelwert der Bewertung der Selbstwirksamkeitserwartung war vor der Intervention $M = 28.00$ ($SD = 3.48$) und hat eine Zunahme auf $M = 29.41$ ($SD = 3.95$) nach der Intervention gezeigt.

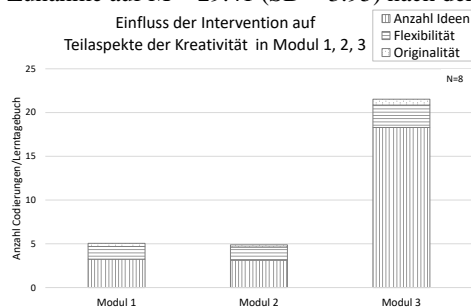


Abb. 1: Kreativität

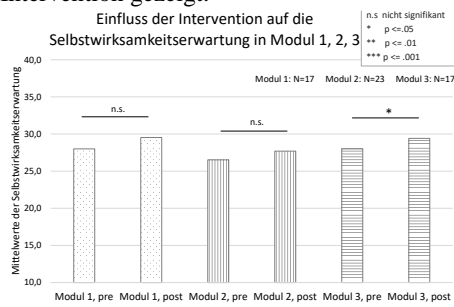


Abb. 2: Selbstwirksamkeitserwartung

Weitere Ergebnisse sind z.B., dass sich das Image Chemie in Modul 3 verbesserte und dass die Schülergruppen Teambildungsphasen durchliefen.

Fazit

Es kann festgehalten werden, dass – unter der Annahme der Gleichsetzung des kreativen Selbstvertrauens mit der Selbstwirksamkeitserwartung – das oberste Ziel des Design Thinkings erreicht wurde. Weiterhin lässt sich feststellen, dass mit dem für den Chemieunterricht entwickelten Design Thinking-Konzept es offenbar gelungen ist, einen Teilaspekt der Kreativität und die Bewertungskompetenz der Schüler:innen zu fördern und das Image des Faches Chemie positiv zu verändern. Mit der Einführung der Bewertungsphase gibt es nun ein Konzept, welches Design Thinking im Unterricht vollständig vermittelt. Bewährt haben sich damit die abgeleiteten Rahmenbedingungen, wobei insbesondere leistungsschwache Schüler:innen von dem strukturierten, modularen Aufbau profitierten.

Literatur

- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), S. 191-215.
- Eggert, S. & Bögeholz, S. (2006). Göttinger Modell der Bewertungskompetenz-Teilkompetenz "bewerten, Entscheiden und Reflektieren" für Gestaltungsaufgaben Nachhaltiger Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, 177-197.
- Fadel, C. Bialik, M. & Trilling, B. (2017). Die vier Dimensionen der Bildung. ZLL21 Zentralstelle für Lernen und Lehrern im 21. Jahrhundert e.V.
- Feldhaus, L. Primavera, J. & Kleible, A. (2018). HOPP FOUNDATION for Computer Literacy & Informatics gGmbH, hopp-foundation.de [zuletzt abgerufen am 08.07.2021]
- Gräber, W. & Kleuker, U. (1998). Erläuterungen zu Modul8: Entwicklung von Aufgaben für die Kooperation von Schülern (BLK-Modellversuch zur "Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts").
<http://sinus-transfer.uni-bayreuth.de/fileadmin/MaterialienBT/modul8.zip> [zuletzt abgerufen am 30.07.2020]
- Grots, A. & Pratschke, M (2009). Design Thinking – Kreativität als Methode. *Marketing Rev St. Gallen*2, S.18-23.
- Guilford, J. P. (1950). *Creativity: American Psychologist*, 5, S 444-454, <https://doi.org/10.1037/h0063487>
- Hinz, A., Schumacher, J., Albani, C., Schmid, G., & Brähler, E. (2006). Bevölkerungrepräsentative Normierung der Skala zur Allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung. *Diagnostica*, 52(1), S. 26-32.
- Jerusalem, M. & Schwarzer, R. (1999). Skala zur allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung. Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen. Dokumentation der psychometrischen Verfahren im Rahmen der Wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs Selbstwirksame Schulen. Berlin: Freie Universität Berlin.
- Jobst, B., Köppen, E., Lindberg, T., Moritz, J., Rhinow, H. & Meinel, C. (2012). The faith-factor in design thinking: Creative confidence through education at the design thinking schools Potsdam and Stanford?. In *Design thinking research* (pp. 35-46). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Johannson-Sköldberg, U., Woodilla, J. & Çentikaya, M. (2013). Design Thinking: Past, Present and Possible Futures. *Creativity and Innovation Management*, 22(2), S. 121-146.
- Kantereit, T. (2021). Agilität und Bildung (Eds. Kantereit, T.), Visual Ink Publishing, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/> [zuletzt abgerufen am 10.01.2021]
- Plattner, H. & Meinel, C. (2009). Design Thinking – Innovation lernen – Ideenwelt öffnen. *miWirtschaftsbuch: Finanzbuch Verlag GmbH*.
- Plomp, T. (2013). Educational design research: An introduction. *Educational design research*, S. 11-50.
- Plomp, T., & Nieveen, N. M. (2010). An introduction to educational design research: Proceedings of the seminar conducted at the East China Normal University, Shanghai (PR China), November 23-26, 2007. Stichting Leerplan Ontwikkeling (SLO), S. 19.
- Rauth, I., Köppen, E. Jobst, B. & Meinel, C. (2010). Design thinking: An educational model towards creative confidence. In *DS 66-2: Proceedings of the 1st international conference on design creativity (ICDC 2010)*. https://www.designsociety.org/publication/30267/design_thinking_an_educational_model_towards_creative_confidence [zuletzt abgerufen am 28.07.2020]
- Schumacher, J., Klaiberg, A. & Brähler, E. (2001). Bevölkerungrepräsentative Normierung der Skala zur Allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung. http://userpage.fuberlin.de/~health/swe_norm. Pdf [zuletzt abgerufen am 05.05.2019]
- Spitzer, P. (2017). Untersuchungen zur Berufsorientierung als Baustein eines relevanten Chemieunterrichts im Vergleich zwischen Mittel- und Oberstufe sowie Darstellung des Chem-Trucking-Projektes als daraus abgeleitete Interventionsmaßnahme für den Chemieunterricht.
- Taheri, M., Unterholzer, T. Hölzle, K. & Meinel, C. (2016). An educational perspective on design thinking learning outcomes. In *ISPIM Innovation Symposium* (p.1). The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM).
- Weßnigk, S. (2013). Kooperatives Arbeiten an industrienahen außerschulischen Lernorten. Dissertation. Christian-Albrechts-Universität Kiel.
- Wolthaus, P. & Gröger, M. (2021). Design Thinking im Chemieunterricht: Innovationen aus der Natur. *Chemie in unserer Zeit*, 3, 1-8, <https://doi.org/10.1002/ciuz.202000077>
- Wrigley, C. & Straker, K. (2017). Design thinking pedagogy: The educational design ladder. *Innovations in Education and Teaching International*, 54(4), S. 374-385.