

Carolin Flerlage¹
Stefanie Lenzer¹
Jannik Lossjew¹
Dominik Diermann²
Jenna Koenen²
Ilka Parchmann¹
Sascha Bernholt¹

¹IPN Kiel
²TU München

Individuelle Lernverläufe im Chemieunterricht aufzeigen

Formative Diagnostik als Schlüssel zu individueller Förderung

Der Chemieunterricht stellt Lehrkräfte vor die anspruchsvolle Aufgabe, chemische Vorgänge auf verschiedenen Repräsentationsebenen zu vermitteln und dabei die individuellen Vorstellungen der Schüler*innen zu berücksichtigen. In diesem Zusammenhang spielt die frühzeitige Identifizierung von Lernschwierigkeiten eine entscheidende Rolle, da sie die Grundlage für gezielte individuelle Lernunterstützung bildet (Bernholt et al., 2020; Kubsch et al., 2022) und eine adaptive Gestaltung des Chemieunterrichts erst ermöglicht (Dumont, 2019). Besonders wichtig ist hierbei die formative Diagnostik, deren Ziel es ist, den Lernfortschritt und die Bedürfnisse der Lernenden im Unterrichtsprozess aufzuzeigen, anstatt den Lernerfolg am Ende summativ zu bewerten (Klieme & Warwas, 2011).

Es gibt viele Möglichkeiten formative Diagnostik anzuwenden und konzeptuell zu verstehen (vgl. Schütze et al., 2018). Neben strukturierten Tests und Quizfragen bieten sich beispielsweise Unterrichts- und Gruppengespräche, Peer-Feedback, Präsentationen und ähnliche Aktivitäten zur Lernstandskontrolle an (Köller, 2005; Schütze et al., 2018). Trotz vielfältiger Möglichkeiten sind in der Praxis Unterrichtsgespräche oft vorherrschend, da sie einfach umzusetzen sind. Allerdings liefern sie meist ein verzerrtes Bild der Lernstände und Lernprozesse der Lernenden. Denn zurückhaltende Schüler*innen kommen kaum zu Wort und sind dadurch unterrepräsentiert. Somit fehlen insbesondere Informationen zum Leistungsstand der „schweigenden Masse“ sowie die zeitlichen Lernverläufe, was einen vollständigen Überblick über die individuellen Lernstände erschwert. Formative Diagnostik soll dabei nicht der Benotung dienen, sondern vielmehr eine Orientierung an individuellen Bezugsnormen fördern, eine positive Fehlerkultur unterstützen (vgl. Nachtigall et al., 2020), die kognitiven und motivationalen Lernvoraussetzungen verbessern und die Selbstwirksamkeit der Lernenden stärken (Ochsen et al., 2023). In Papierform erfordert formative Diagnostik, z.B. in Form von Tests, jedoch die zeitaufwendige Korrektur durch die Lehrkraft, was den unmittelbaren Nutzen für den Unterrichtsalltag einschränkt, da Ergebnisse zeitversetzt vorliegen.

Das Potenzial von digital-gestützter Diagnose im Chemieunterricht

Die Digitalisierung bietet die Möglichkeit, neue unterstützende Technologien einzusetzen, um die Lernstände von Schüler*innen in Echtzeit zu erfassen, zu analysieren und sowohl für eine direkte Rückmeldung an die Lernenden als auch für die Anpassung des Unterrichts zu nutzen (Blossfeld et al., 2018; Faber et al., 2017). Dadurch kann die Digitalisierung von Aufgaben eine transformative Anwendung von Bildungstechnologien fördern (vgl. SAMR-Modell, Puentedura, 2013; Hamilton et al., 2016). Lehrkräfte können durch eine automatisierte Auswertung schon während der Unterrichtszeit wertvolle diagnostische Informationen

erhalten, unmittelbares Feedback geben und ihre Unterrichtsgestaltung gezielt anpassen (Faber et al., 2017). Somit wird das digitale formative Assessment perspektivisch zu einem vielversprechenden Element zur Unterstützung und professionellen Umsetzung von adaptivem Unterricht.

Allerdings reicht die bloße Verfügbarkeit einer digitalen Technologie zur formativen Echtzeit-Diagnostik nicht aus, um einen qualitativ hochwertigen und zielgerichteten Einsatz im Unterricht sicherzustellen. Einerseits erfordert die Erstellung und Auswahl geeigneter Aufgaben zur Leistungsdiagnostik ein hohes Maß an fachlicher und fachdidaktischer Expertise von den Lehrkräften (Südkamp et al., 2012). Andererseits muss Unterricht mit digitalen Medien sorgsam geplant und orchestriert werden (Dillenbourg, 2013; Scheiter, 2021). Aus diesem Grund gehen wir davon aus, dass es für Lehrkräftefortbildungen essentiell ist, exemplarische Unterrichtseinheiten und Anwendungsszenarien bereitzustellen und zu diskutieren. Auf diese Weise können die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten digitaler formativer Assessments erkannt und im Sinne eines didaktischen Methodenkoffers als Inspiration für mehr Individualisierung genutzt werden.

Konzeption des Fortbildungsmoduls „Digital-gestützte Diagnose“

Um das aufgezeigte Desiderat zu adressieren, wird im Rahmen des Teilprojekts DigiProMIN Chemie (s. Lenzer & Feser, in diesem Band) die Fortbildung „Digital-gestützte Diagnose“ als Teil eines modularen Fortbildungskonzepts entwickelt und erprobt. Diese Fortbildung bietet den Lehrkräften die Möglichkeit, die Einsatzpotenziale und Formate der digital-gestützten formativen Diagnostik kennenzulernen, gemeinsam zu diskutieren und selbst digital-gestützte Diagnoseformate zu erstellen. Dabei steht das Ziel im Fokus, die Lernverläufe der Schüler*innen sichtbar zu machen, damit die teilnehmenden Lehrkräfte ihren Chemieunterricht stärker adaptiv gestalten können.

Außerdem spielt die Praxisrelevanz eine große Rolle. So basiert das Modul auf einer exemplarischen Unterrichtssequenz zum Thema Reaktionsgeschwindigkeit, die in der Lernplattform Moodle implementiert ist (Lossjew & Bernholt, 2023).

Im folgenden GeoGebra-Applet findest Du bereits einen Funktionsgraphen, der die Abnahme der Säurekonzentration (der wässrigen Zitronensäure-Lösung) im zeitlichen Verlauf darstellt (c in [mmol/l] und t in [s]).

Bestimme die momentane Reaktionsgeschwindigkeit zu den Zeitpunkten (a) $t = 20$ s und (b) $t = 100$ s.

Notiere hier den Wert der momentanen Reaktionsgeschwindigkeit zum Zeitpunkt $t = 20$ s (bitte den Betrag angeben).

Antwort:

Prüfen

Modelliere auf Grundlage des kennengelernten Kollisionsmodells vergleichend die submikroskopischen Konstellationen zu den Zeitpunkten $t = 20$ s, $t = 100$ s sowie einen dritten Zeitpunkt deiner Wahl.

Einstellungen

Farbe

Größe

Strichbreite

3,5

Abb. 1: Screenshots einer geschlossenen (links) und offenen Aufgabe (rechts) aus dem eingesetzten Moodle-Kurs zum Thema Reaktionsgeschwindigkeit.

Diese Unterrichtssequenz bietet verschiedene geschlossene (z.B. Multiple Choice, Drag-and-Drop, numerische Eingabe) und offene Aufgabenformate (z.B. Freitext, Freizeichnen), die sich zur formativen Diagnose eignen (s. Abb. 1)¹. Die Lehrkräfte erhalten so nicht nur einen direkten Einblick in die Einsatzmöglichkeiten digitaler Medien, sondern können die vorgestellten Methoden und Formate hinsichtlich der Passung zum Lernziel reflektieren und diskutieren. Gleichzeitig wird im Sinne des didaktischen Doppeldeckers ein Moodle-Kurs eingesetzt, um die teilnehmenden Lehrkräfte im Fortbildungsverlauf durch die Input- und Arbeitsphasen zu leiten und relevante Materialien bereitzustellen.

Die dreistündige Präsenz-Fortbildung ist in zwei Teile gegliedert. Zunächst erfolgt ein Austausch über die bisher von den Lehrkräften eingesetzten Diagnoseformate. Diese Reflexionsphase dient als Ausgangspunkt, um die Unterschiede zwischen summativer und formativer Diagnostik zu klären und die besonderen Herausforderungen der formativen Diagnostik zu diskutieren. Anhand der bereitgestellten Beispielsequenz wird anschließend gemeinsam überlegt, welche Aufgabenformate und Zeitpunkte für eine formative Diagnostik besonders geeignet sind. Diese Diskussion erfolgt aus fachlicher, fachdidaktischer und technischer Perspektive, um die Lehrkräfte für die verschiedenen Dimensionen der digital-gestützten Diagnose zu sensibilisieren.

Im zweiten Teil der Fortbildung steht die praxisorientierte Arbeit im Vordergrund. Die Teilnehmer*innen adaptieren die vorhandenen Diagnoseformate aus der Beispielsequenz und entwickeln eigene formative Aufgaben. Dabei geht es nicht nur um die technische Umsetzung in Moodle, sondern auch um die didaktische Einbettung der Diagnostik in den Unterrichtsverlauf. Die Lehrkräfte lernen, wie sie digitale Medien gewinnbringend einsetzen können, um den Lernprozess ihrer Schüler*innen besser zu verstehen und gezielt zu fördern.

Erste Rückmeldungen von Lehrkräften

Wie alle Module der Fortbildungsreihe wird auch diese Fortbildung durch eine Evaluation begleitet (s. Bernholt et al., in diesem Band). Dabei kommt ein gemeinsamer Fragebogen zum Einsatz, der auf der „Unified Theory of Acceptance and Use of Technology“ (vgl. Šumak & Šorgo, 2016) basiert und modulspezifisch angepasst wurde. In einer ersten Erprobung der Fortbildung berichteten Lehrkräfte im Anschluss eine erhöhte Motivation, sich mit digital-gestützter formativer Diagnostik auseinanderzusetzen. Dieses Feedback ist besonders erfreulich mit Blick auf die unterschiedlichen Lernmanagementsysteme, die an den Schulen eingesetzt wurden, sodass die Übungen in Moodle nicht unmittelbar übertragen werden konnten. Um die Fortbildung auch aus technischer Perspektive besser auf die Praxis der Lehrkräfte abzustimmen, sollte (wenn möglich) das entsprechend genutzte Lernmanagementsystem des jeweiligen Bundeslandes genutzt werden.

Die Fortbildung wird zukünftig in weiteren Bundesländern durchgeführt. Das Konzept und die Inhalte der Fortbildung werden im Sinne eines Design-Based-Research Ansatzes stetig weiterentwickelt und die Bedürfnisse und Wünsche der Lehrkräfte angepasst. Mittelfristig wird angestrebt, die Fortbildung in das Fortbildungsangebot der beteiligten Landesinstitute in Bayern, Brandenburg, Hamburg und Schleswig-Holstein zu implementieren.

¹ Bisher können vor allem geschlossene Aufgabenformate automatisiert ausgewertet werden. Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz könnte jedoch künftig auch die schnelle Auswertung offener Aufgabenformate ermöglichen und direktes Feedback bieten.

Literatur

- Bernholt, S., Höft, L., & Parchmann, I. (2020). Die Entwicklung fachlicher Basiskonzepte im Chemieunterricht–Findet ein kumulativer Aufbau im Kompetenzbereich Fachwissen statt?. *Unterrichtswissenschaft*, 48(1), 35–59.
- Bernholt, S., Diermann, D., Egerer, C., Flerlage, C., Lenzer, S., Banerji, A., Parchmann, I., Koenen, J. (in diesem Band). Von der Fortbildung zur unterrichtlichen Nutzung. In H. van Vorst (Hrsg.), *Lernen, lehren und forschen im Schülerlabor. GDCP, Jahrestagung 2024*. Universität Duisburg-Essen.
- Blossfeld, H.-P., Bos, W., Daniel, H.-D., Hannover, B., Köller, O., Lenzen, D., McElvany, N., Roßbach, H.-G., Seidel, T., Tippelt, R. & Wößmann, L. (2018). *Digitale Souveränität und Bildung. Gutachten*. Münster: Waxmann
- Dillenbourg, P. (2013). Design for classroom orchestration. *Computers and Education*, 69, 485–492. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.04.013>
- Dumont, H. (2019). Neuer Schlauch für alten Wein? Eine konzeptuelle Betrachtung von individueller Förderung im Unterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 22(2), 249–277.
- Faber, J. M., Luyten, H., & Visscher, A. J. (2017). The effects of a digital formative assessment tool on mathematics achievement and student motivation: Results of a randomized ex-periment. *Computers & Education*, 106, 83–96.
- Hamilton, E. R., Rosenberg, J. M., & Akcaoglu, M. (2016). The substitution augmentation modification redefinition (SAMR) model: A critical review and suggestions for its use. *TechTrends*, 60(5), 433-441.
- Lossjew, J. & Bernholt, S. (2023). Von Zahlen zu Erkenntnissen: Analyse reaktionskinetischer Daten im Chemieunterricht mit GeoGebra. *MNU-Journal*, 76(4), 334-341.
- Klieme, E., & Warwas, J. (2011). Konzepte der individuellen Förderung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 57, 805–818.
- Köller, O. (2005). Formative assessment in classrooms: a review of the empirical German literature. In OECD (Ed.), *Formative assessment: Improving learning in secondary classrooms* (pp. 265–279). Paris: OECD.
- Kubsch, M., Czinczel, B., Lossjew, J., Wyrwich, T., Bednorz, D., Bernholt, S., Fiedler, D., Strauss, S., Cress, U., Drachslers, H., Neumann, K. & Rummel, N. (2022). Toward learning progression analytics—Developing learning environments for the automated analysis of learning using evidence centered design. In *Frontiers in Education* (p. 605). Frontiers.
- Lenzer, S., & Feser, M. S. (in diesem Band). PSY3: Lehrkräfteprofessionalisierung im Projektverbund DigiProMIN. In H. van Vorst (Hrsg.), *Lernen, lehren und forschen im Schülerlabor. GDCP, Jahrestagung 2024*. Universität Duisburg-Essen.
- Nachtigall, V., Serova, K., & Rummel, N. (2020). When failure fails to be productive: Probing the effectiveness of productive failure for learning beyond STEM domains. *Instructional Science*, 48(6), 651-697.
- Ochsen, S., Bernholt, A., Grund, S., & Bernholt, S. (2023). Interestingness is in the eye of the beholder—the impact of formative assessment on students’ situational interest in chemistry classrooms. *International Journal of Science Education*, 45(5), 383-404.
- Puentedura, R. R. (2013, May 29). SAMR: Moving from enhancement to transformation [Web log post]. Retrieved from <http://www.hippasus.com/trpweblog/archives/000095.html>
- Schütze, B., Souvignier, E., & Hasselhorn, M. (2018). Stichwort–Formatives Assessment. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 21(4), 697-715.
- Scheiter, K. (2021). Lernen und Lehren mit digitalen Medien: Eine Standortbestimmung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 24(5), 1039–1060. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01047-y>
- Šumak, B., & Šorgo, A. (2016). The acceptance and use of interactive whiteboards among teachers: Differences in UTAUT determinants between pre-and post-adopters. *Computers in Human Behavior*, 64, 602-620.
- Südkamp, A., Kaiser, J. & Möller, J. (2012). Accuracy of teachers’ judgments of students’ academic achievement: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 104(3), 743–762.