

MINT-Unterricht mit digitalen Medien adaptiv gestalten

**Richard Schulte*, Jasmin Moser⁺, Elisa Held[°], Linda von Sobbe[°], Ulrike Franke[^],
Anneke Schmidt[^], Walther Paravicini*, Jan-Philipp Burde⁻, Andreas Lachner[^]**

*AG Mathematik und ihre Didaktik, Eberhard-Karls-Universität Tübingen,

⁺Lehrstuhl für Gymnasialpädagogik sowie Lehr- und Lernforschung, Universität Zürich,

[°]Deutsches Institut für Erwachsenenbildung – Leibniz-Zentrum für Lebenslanges Lernen, Bonn,

[^]Tübingen Center for Digital Education, Eberhard-Karls-Universität Tübingen,

⁻AG Didaktik der Physik, Eberhard-Karls-Universität Tübingen

richard.schulte@uni-tuebingen.de

Kurzfassung

Der Umgang mit Heterogenität im Klassenzimmer stellt Lehrkräfte vor didaktische und pädagogische Herausforderungen. Adaptive Unterrichtsansätze gelten in diesem Zusammenhang als vielversprechende Möglichkeit im produktiven Umgang mit den unterschiedlichen (Lern-)Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler. Die Umsetzung adaptiven Unterrichts erfordert dabei besondere Kompetenzen von den Lehrkräften, die in entsprechenden Fortbildungen gefördert werden können. Zudem unterstützt die Entwicklung fachdidaktischer Unterrichtskonzepte und -materialien die Lehrkräfte bei der Umsetzung adaptiven Fachunterrichts. Der Beitrag zeigt anhand zweier Beispiele, wie die Umsetzung entsprechender Fortbildungsangebote und die Entwicklung adaptiver Unterrichtsmaterialien gelingen können. Dazu werden der Moodle-Selbstlernkurs „Adaptiver digital-gestützter Unterricht“ sowie adaptive Unterrichtsmaterialien für den Optik-Anfangsunterricht im Fach Physik vorgestellt. Der Selbstlernkurs und die Materialien sind im Verbundprojekt MINT-ProNeD als Teil des Kompetenzzentrums MINT im Kompetenzverbund lernen:digital entwickelt worden.

1. Einleitung

Schülerinnen und Schüler bringen ganz unterschiedliche (Lern-)Voraussetzungen in den Unterricht mit. Nicht nur leistungsbezogene Unterschiede, wie kognitive Fähigkeiten, fachliches Vorwissen, individuelle Interessen und motivationale Differenzen, sondern auch soziokulturelle Faktoren, wie beispielsweise das Geschlecht oder die Bildungsnähe des Elternhauses, tragen zur Heterogenität der Schülerinnen und Schüler bei und beeinflussen das Lernen im Unterricht (Bohl, 2023). Lehrkräfte stehen dadurch vor zahlreichen Herausforderungen (Budde, 2017; Trautmann & Wischer, 2011). In einer Untersuchung der Robert Bosch Stiftung (2024) gab rund ein Drittel der befragten Lehrkräfte an, die Heterogenität in den Klassen als eine der größten Herausforderungen wahrzunehmen. Zudem zeigt die Studie, dass rund „[d]ie Hälfte der Lehrkräfte [...] aktuell mit heterogenen Lernvoraussetzungen überfordert“ ist (Robert Bosch Stiftung, 2024, S. 30).

Für den Umgang mit der Heterogenität im Klassenzimmer bedarf es daher geeigneter Unterrichtsstrategien, die eine gezielte Förderung der Schülerinnen und Schüler durch bestmögliche Lerngelegenheiten ermöglichen und sich gleichzeitig als praxistauglich für die Lehrkräfte erweisen. Idealerweise sollten Lehrkräfte den individuellen (Lern-)Voraussetzungen gerecht werden, indem sie allen Schülerinnen und Schülern ein passgenaues Lernangebot bereitstellen, das auf die persönlichen Bedarfe zugeschnitten ist.

Solche individualisierten Unterrichtsansätze (Bohl, 2023) würden es zwar ermöglichen, der Heterogenität der Schülerinnen und Schüler optimal zu begegnen, jedoch ist die Zusammenstellung der individuellen Lernarrangements zeitaufwendig und im Unterrichtsalltag der meisten Lehrkräfte kaum realisierbar. Bei adaptiven Unterrichtsansätzen (Corno, 2008; Sibley et al., 2023) werden daher gezielt Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den (Lern-)Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler diagnostiziert und entsprechend differenzierte Lernangebote bereitgestellt. Diese können von den Schülerinnen und Schülern anschließend auch gemeinsam in Lerngruppen mit je unterschiedlichem Lernstandniveau bearbeitet werden. Adaptiver Unterricht gilt daher als vielversprechender Ansatz im Umgang mit Heterogenität und als praxistauglicher im Vergleich zu individualisiertem Unterricht. Er kann sich zudem nachweislich positiv auf den Lernerfolg der – insbesondere leistungsschwächeren – Schülerinnen und Schüler auswirken (Sibley et al., 2024).

Die Planung und Umsetzung adaptiven Unterrichts erfordert vielfältige professionelle Kompetenzen seitens der Lehrkräfte, wie diagnostische Kompetenzen sowie fachspezifische Kompetenzen in Hinblick auf Differenzierungs- und individuelle Unterstützungsmöglichkeiten (u. a. Vock & Gronostaj, 2017). Dadurch besteht oftmals ein Bedarf zur gezielten Förderung dieser professionellen Kompetenzen, was unter anderem durch entsprechende Fortbildungen

gelingen kann (Vock & Gronostaj, 2017). Außerdem sind fachdidaktisch aufbereitete Unterrichtsmaterialien notwendig, die von Lehrkräften direkt im adaptiven Unterricht genutzt werden können und zugleich als Good-Practice-Beispiele für die Entwicklung eigener Unterrichtsmaterialien dienen.

Dieser Beitrag geht zunächst detailliert auf die Grundlagen des adaptiven Unterrichtens ein und beschreibt anschließend ein Projekt, in dem unter anderem Lehrkräftefortbildungen entwickelt und durchgeführt sowie Unterrichtsentwicklungs- und -beratungskonzepte in Form von Professionellen Lerngemeinschaften (Bonsen & Rolff, 2006) umgesetzt werden. Als Beispiele für die entstandenen Fortbildungsangebote werden ein fächerübergreifender Moodle-Selbstlernkurs für Lehrkräfte zum adaptiven Unterrichten sowie adaptive Unterrichtsmaterialien für den Optik-Anfangsunterricht im Fach Physik vorgestellt.

2. Adaptiver Unterricht

Adaptiver Unterricht ist durch die drei Phasen der „formativen Diagnose“, der „Makroadaption“ und der „Mikroadaption“ gekennzeichnet (Corno, 2008; Franke & Schulte, 2025; Sibley et al., 2023). Dabei werden die (Lern-)Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler im Rahmen der formativen Diagnose kontinuierlich erhoben. Hierbei steht nicht der Leistungsstand am Ende einer Lerneinheit im Fokus, wie bei einer summativen Diagnose (z. B. in Form einer Klausur), sondern das jeweils aktuelle Wissen der Schülerinnen und Schüler. Die Ergebnisse der formativen Diagnose helfen der Lehrkraft, ihre Einschätzungen zum Lernstand ihrer Schülerinnen und Schüler anhand objektiver Daten zu ergänzen oder zu korrigieren (Ohl & Mehren, 2016; Schrader, 2013). Die Informationen, die über die formative Diagnose zur Verfügung stehen, bilden auch die Basis für die daran anschließenden Adaptionen der Unterrichtsgestaltung.

Wie in Abbildung 1 dargestellt, kann dies auf der Ebene der Makroadaption und Mikroadaption stattfinden. Bei der Makroadaption erfolgt auf Basis der Ergebnisse der formativen Diagnose eine Einteilung

der Schülerinnen und Schüler in Lerngruppen, in denen Lernaufgaben auf unterschiedlichen Lernstandniveaus bearbeitet werden. Dabei kann die Bearbeitung der Aufgaben auch in Gruppenlernsettings erfolgen, wobei sich die Gruppen entweder homogen oder heterogen zusammensetzen. In homogenen Lerngruppen lernen Schülerinnen und Schüler mit etwa gleichem Lernstand oder ähnlichem Vorwissen zusammen, wohingegen in heterogenen Lerngruppen Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichem Vorwissen gemeinsam lernen. Sowohl bei homogenen als auch bei heterogenen Lerngruppen ist eine optimale Passung der bereitgestellten Lernaufgaben zu den (Lern-)Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler bedeutend für den Lernerfolg der Lerngruppe (Franke & Schulte, 2025; Sibley et al., 2023). Die Lernaufgaben sollten daher weder über- noch unterfordernd, sondern schrittweise an die nächsthöhere Lernstufe angepasst sein (Sibley et al., 2023; Vygotsky, 1978). Lehrkräfte haben auf der Ebene der Makroadaption verschiedene Möglichkeiten, das Lernen in den Lerngruppen adaptiv zu gestalten. Beispielsweise können sie die Art der Lernaufgaben derart anpassen, dass Schülerinnen und Schüler mit noch geringerem Vorwissen Lernaufgaben erhalten, anhand derer grundlegende Konzepte erneut erläutert und vertieft werden sollen. Schülerinnen und Schüler mit mehr Vorwissen profitieren eher von Lernaufgaben, die gezielt Problemlöseprozesse anregen oder kognitive Konflikte initiieren (Corno, 2008; Franke & Schulte, 2025). Auch mit einer an die Lerngruppen angepassten Art der Instruktion kann auf die unterschiedlichen Bedürfnisse der Lerngruppen eingegangen werden. Für Schülerinnen und Schüler mit geringem Vorwissen eignet sich häufig ein stärker angeleiteter oder modellierter Input, für Schülerinnen und Schüler mit hohem Vorwissen hingegen eher ein offener, moderierender Instruktionsstil (Franke & Schulte, 2025; Kalyuga et al., 2003). Zudem kann die Lehrkraft flexibel die Zeit für die Bearbeitung der Lernaufgaben an die unterschiedlichen Bedarfe der Lerngruppe anpassen. Die Phase der Makroadaption schließt mit der Zusammenführung der Ergebnisse im

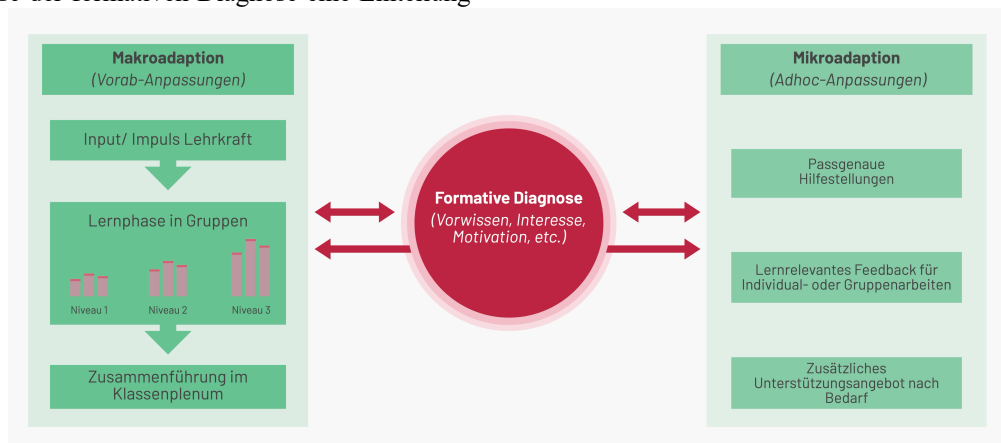


Abb. 1: Die drei Phasen des adaptiven Unterrichts in Anlehnung an Sibley et al. (2023) (Abbildung aus Franke & Schulte, 2025, unter CC BY-NC-SA 4.0-Lizenz)

Klassenplenum ab, bei der die Bearbeitungen der unterschiedlichen Aufgaben in den Lerngruppen vorgestellt und diskutiert werden. Die spezifischen Stärken der unterschiedlichen Lerngruppen werden somit in das gemeinsame Lernen integriert, sodass die Lernstände der Schülerinnen und Schüler nicht weiter divergieren und der Lernfortschritt der gesamten Klasse unterstützt wird (Sibley et al., 2023).

Bei der Mikroadaptation gibt die Lehrkraft gezielte Unterstützungsmaßnahmen auf Lerngruppenebene sowie auf individueller Ebene (Franke & Schulte, 2025). Ein zentraler Aspekt der Mikroadaptation ist das Feedbackgeben durch die Lehrkraft. Das Feedback der Lehrkraft sollte dabei eine möglichst lern- und motivationsförderliche Wirkung auf die Schülerinnen und Schüler haben. Das heißt, die Rückmeldung sollte über ein einfaches Lob hinausgehen und lernrelevante Informationen enthalten.

Kern einer effektiven adaptiven Unterrichtsgestaltung ist schließlich das Zusammenspiel der drei Phasen der formativen Diagnose, der Makroadaptation und der Mikroadaptation. In Abbildung 1 ist dieses Zusammenspiel durch die roten Pfeile symbolisiert: Die formative Diagnose steht im Zentrum der adaptiven Unterrichtsgestaltung. Die Ergebnisse der formativen Diagnose bilden einerseits die Grundlage für die Bildung der Lerngruppen und die Erstellung von Lernaufgaben und -materialien für diese Lerngruppen auf der Ebene der Makroadaptation (linker, kurzer Doppelpfeil) und andererseits sind sie Ausgangspunkt für gezielte, individuelle Hilfestellungen und Feedback auf der Ebene der Mikroadaptation (rechter, kurzer Doppelpfeil). Eine formative Diagnose kann auch auf der Makroadaptationsebene (z. B. durch Unterrichtsbeobachtungen) erfolgen, um anschließend Maßnahmen auf der Mikroadaptationsebene vorzunehmen – und umgekehrt (durchgängige rote Pfeile) (Sibley et al., 2023).

Digitale Medien können bei der Gestaltung und Durchführung von adaptivem Unterricht helfen. Umfrage-Tools für digitale Quizze können beispielsweise bei der Umsetzung der formativen Diagnose eine effektive Unterstützung bieten. Die formative Diagnose kann somit auch asynchron stattfinden, etwa als Hausaufgabe für die Schülerinnen und Schüler zur Vorbereitung auf die nächste Unterrichtsstunde. Digitale Lernplattformen können bei der Makroadaptation hilfreich sein, lernstanddifferenzierte Aufgaben oder spezifische Lernpfade für verschiedene Lerngruppen bereitzustellen. Interaktive Modellierungsvideos bieten zudem die Möglichkeit, Schülerinnen und Schüler in den Lerngruppen zu unterstützen. Individuelle Hilfestellungen während der Mikroadaptation können durch H5P-Elemente (<https://h5p.org>) integriert in Lernplattformen umgesetzt werden. Außerdem können KI-basierte digitale Tutoren den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler unterstützen (Franke & Schulte, 2025; Sibley et al., 2023).

Die Umsetzung eines digital-gestützten adaptiven Unterrichts ist dabei keineswegs trivial. Das Verbundprojekt MINT-ProNeD verfolgt daher das Ziel, Lehrkräfte auf die kompetente adaptive Unterrichtsgestaltung unter Einsatz digitaler Medien vorzubereiten.

3. Das Verbundprojekt MINT-ProNeD

Das Verbundprojekt „MINT-ProNeD – Professionelle Netzwerke zur Förderung adaptiver, prozessbezogener, digital-gestützter Innovationen im MINT-Bereich“ (<https://mint-proned.de>) ist Teil des bundesweiten Kompetenzverbund lernen:digital (<https://lernen.digital/>) und zielt auf die Entwicklung eines integrativen Gesamtkonzepts für die Lehrkräftefortbildung ab. Dazu werden an verschiedenen Standorten in Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Bayern forschungsbasierte Fortbildungs- und Beratungskonzepte entwickelt und innovative Cutting-Edge Technologien für den (zukünftigen) MINT-Unterricht erprobt. Integraler Bestandteil der Arbeit im Verbundprojekt ist der multidirektionale Dialog zwischen Wissenschaft und Praxis. So erfolgen die Entwicklung und Durchführung der wissenschaftsbasierten Fortbildungen in enger Zusammenarbeit mit erfahrenen Fortbildenden der Landesinstitute. In Professionellen Lerngemeinschaften (Bonsen & Rolff, 2006) entwickeln Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler außerdem zusammen mit MINT-Lehrkräften Unterrichtsmaterialien, die als Good-Practice-Beispiele im eigenen Unterricht eingesetzt werden können. Ein Beispiel hierfür aus dem Physikunterricht wird detailliert in Kapitel 5 beschrieben.

Um eine gemeinsame Basis für die fächerspezifischen Fortbildungen zu legen, die in den verschiedenen MINT-ProNeD Teilprojekten entstehen, wurde ein Online-Selbstlernkurs entwickelt, in dem sich Lehrkräfte mit den Grundlagen adaptiven Unterrichts vertraut machen können. Dieser wird im Folgenden vorgestellt.

4. Der Selbstlernkurs „Adaptiver digital-gestützter Unterricht“

Der standort- und fächerübergreifende Online-Selbstlernkurs „Adaptiver digital-gestützter Unterricht“ rahmt die in MINT-ProNeD entstandenen Fortbildungsangebote und führt adaptiven Unterricht mit seinen drei Phasen der formativen Diagnose, der Makroadaptation und der Mikroadaptation als vielversprechende Möglichkeit zum Umgang mit den Herausforderungen der Heterogenität im Klassenzimmer ein. Er ist als Vorschaltelement in den Fortbildungen sowie als „Stand-Alone-Kurs“ nutzbar. Damit die Nachhaltigkeit auch über den Projektkontext hinaus gewährleistet ist, ist der Selbstlernkurs als Moodle-basierte Open Educational Ressource (OER) weiterverwendbar und adaptierbar konzipiert. Somit ist er nicht nur als Endprodukt für Lehrkräfte rezipierbar, sondern hat auch Multiplikator:innen als Zielgruppe, die ihn für ihre Fortbildungen nutzen und an ihre

spezifischen Bedarfe anpassen können. Um als Vorschaltetelement für die Fortbildungen im Verbundprojekt MINT-ProNeD zu fungieren, ist der Selbstlernkurs in einem zeitlichen Rahmen von circa 45 Minuten bearbeitbar. Gleichzeitig ist er durch seine modulare Struktur flexibel von den Lehrkräften nutzbar, sodass sowohl ein schnelleres Bearbeiten als auch ein längeres Verweilen und Auseinandersetzen mit den Inhalten möglich sind. Die Module sind dabei als didaktischer Doppeldecker konzipiert: Basierend auf einer formativen Eingangsdiagnose, in der die Lehrkräfte zu ihren Interessen und ihren Vorkenntnissen befragt werden, werden Empfehlungen für inhaltliche Lernpfade, die als makroadaptives Element dienen, gegeben. Die Lernpfade enthalten Vertiefungstexte zu den drei Phasen adaptiven Unterrichtens – formative Diagnose, Makro- und Mikroadaptation. Eine Retrieval-Practice-Einheit bietet die Möglichkeit, die erlernten Inhalte zu festigen. Dabei erhalten die Lehrkräfte Feedback auf ihre Antworten, wodurch auch ein mikroadaptives Element im Selbstlernkurs umgesetzt ist. Um den Transfer in die Praxis zu fördern, werden zudem Unterrichtspläne aus verschiedenen MINT-Fächern zur Verfügung gestellt, die von den Lehrkräften als Word-Datei und damit bearbeitbar heruntergeladen werden können.

Drei professionell produzierte Videos rahmen die Module des Selbstlernkurses: Neben einem Einstiegsvideo, das der Relevanzinduktion unter anderem anhand eines Interviewausschnitts mit einer Mathematik-Lehrkraft dient, gibt das zweite Video einen Überblick über die drei zentralen Phasen adaptiven Unterrichtens, während das dritte Video vollständig aus Interviewsequenzen mit der Mathematik-Lehrkraft aus Video 1 besteht, die über ihre Erfahrungen mit und Umsetzungen von adaptivem digital-gestütztem Unterricht berichtet. Damit stellt sie eine durchgängige Bezugsperson für die teilnehmenden Lehrkräfte dar. Die Videos haben jeweils eine Länge von ca. drei bis vier Minuten.

Damit liegt der inhaltliche Schwerpunkt des Selbstlernkurses auf der Einführung des Modells adaptiven Unterrichtens (s. Abbildung 1) und wird dabei angereichert von Beispielen, wie eine (digital-gestützte) Umsetzung gelingen kann. So behält der Kurs seine Aktualität, da der Fokus nicht auf spezifischen digitalen Medien liegt, deren langfristige Verwendbarkeit nicht garantiert ist. In Bezug auf den Einsatz digitaler Medien im Unterricht wird vielmehr die Funktion digitaler Medien im Kontext von adaptivem Unterrichten betont, sodass Lehrkräfte befähigt werden, das Gelernte auf andere digitale Medien zu übertragen bzw. mithilfe von anderen digitalen Medien umzusetzen. Die Unterrichtspläne, gedrehten Videosequenzen und Beispiele in den Vertiefungstexten sind zwar MINT-spezifisch, jedoch sind die Inhalte weitgehend fachunabhängig und daher auch leicht auf andere Fächer übertragbar.

Im Folgenden werden die einzelnen Module des Selbstlernkurses und ihre inhaltliche Gestaltung vorgestellt.

4.1. Modul 1: Einstieg



Abb. 2: Szene aus dem Einstiegsvideo in Modul 1 (eigene Darstellung)

Das erste Modul des Selbstlernkurses wird durch ein Einstiegsvideo (s. Abbildung 2) eröffnet, das gezielt an die berufliche Lebenswelt der Lehrkräfte anknüpft. Unter dem Titel „Blick ins Klassenzimmer“ wird der (digital gestützte) Unterricht einer Mathematiklehrkraft an einer Reutlinger Gemeinschaftsschule gezeigt. Die Lehrkraft schildert zentrale Herausforderungen ihres Schulalltags und thematisiert dabei insbesondere den Umgang mit den heterogenen (Lern-)Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler. Im Zentrum steht die Frage, wie Unterricht so gestaltet werden kann, dass er den unterschiedlichen Bedarfen der Schülerinnen und Schüler gerecht wird. Zum Abschluss des Videos wird das Konzept des adaptiven Unterrichtens als Möglichkeit des konstruktiven Umgangs mit der Heterogenität der Schülerinnen und Schüler angedeutet und damit zum weiteren inhaltlichen Aufbau des Kurses übergeleitet.

Der problemorientierte Einstieg, der auf realen beruflichen Erfahrungen basiert, knüpft unmittelbar an die unterrichtspraktischen Erfahrungen der Lehrkräfte an und bietet dadurch ein hohes Identifikationspotenzial. Zugleich arbeitet er die Relevanz für die Auseinandersetzung mit dem Themenfeld Heterogenität und den Inhalten des Selbstlernkurses heraus. Um die Eingangsvoraussetzungen der teilnehmenden Lehrkräfte zu berücksichtigen, wird im Anschluss an das Eingangsvideo eine selbsteinschätzungs-basierte Eingangsdiagnose zum Vorwissen zu adaptivem Unterricht durchgeführt. Auf Grundlage der Angaben erhalten die Lehrkräfte Empfehlungen für weiterführende inhaltliche Lernpfade im nächsten Modul.

4.2. Modul 2: Inhaltlicher Überblick

Das zweite Modul widmet sich der inhaltlichen Wissensvermittlung: In einem Erklärvideo (s. Abbildung 3) werden die Kernaspekte des Modells zum adaptiven Unterricht nach Sibley et al. (2023) sowie deren Zusammenhänge herausgearbeitet. Die Verwendung animierter Visualisierungen dient dabei der Veranschaulichung und trägt dazu bei, dass sich die Lehrkräfte in dem circa 4-minütigen Video einen

fundierten Überblick über die theoretischen Grundlagen adaptiven Unterrichts verschaffen können.

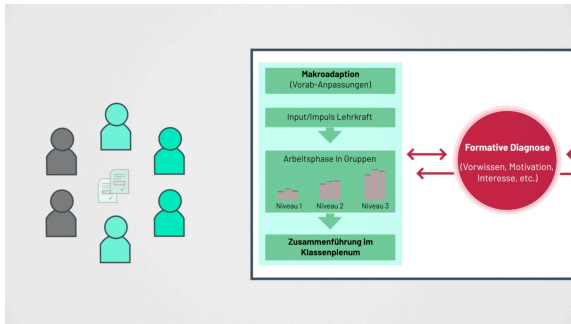
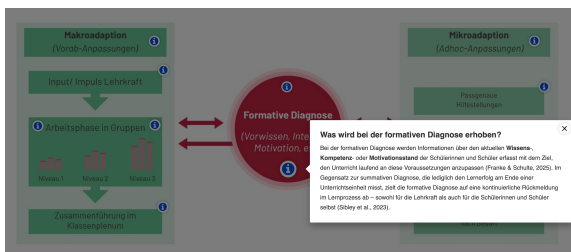


Abb. 3: Szene aus dem Erklärvideo in Modul 2 (eigene Darstellung)

Dabei werden die Relevanz der formativen Diagnose zur Feststellung der (Lern-)Voraussetzungen in der Klasse betont sowie Unterschiede zwischen formativer Diagnose, die der Lernbegleitung dient, und summativer Diagnose, die zur Leistungsbeurteilung verwendet wird, thematisiert. Im Video wird anschließend auf die Bedeutung der Diagnoseergebnisse für die makroadaptive Unterrichtsvorbereitung und die Einteilung der Schülerinnen und Schüler in lernstand-differenzierte Gruppen eingegangen. Besonders wird hierbei die Zusammenführung der Ergebnisse aus den Lerngruppen im Klassenplenum betont, die am Ende der Gruppenphase stattfindet. Abschließend wird thematisiert, wie die Lehrkraft die Schülerinnen und Schüler durch Mikroadaptation, wie Lernhilfen und lernförderliches Feedback, während des Unterrichts zusätzlich unterstützen kann.



bereitgestellt werden. Die Materialien sollen neben einem Verlaufsplan zur Unterrichtsstunde unter anderem auch Arbeitsblätter für die Gruppenarbeitsphase beinhalten und als Word-Dateien zum Download bereitstehen. Dies ermöglicht es nicht nur, die Beispiele im eigenen Unterricht zu erproben, sondern erlaubt auch Anpassungen an die eigene Lerngruppe. Derzeit beinhaltet das Modul die Materialien aus der Mathematikstunde, von der die Lehrkraft im dritten Video berichtet, sowie ein Beispiel aus dem Fach „Gesundheit mit Fokus Chemische Prozesse“ am beruflichen Gymnasium. Weitere Beispiele zur Umsetzung in anderen Unterrichtsfächern sollen während der verbleibenden Projektlaufzeit unter anderem durch die MINT-ProNeD Teilprojekte ergänzt werden.

Der Selbstlernkurs ist über die Moodle-Plattform des Zentrums für Schulqualität und Lehrerbildung Baden-Württemberg (ZSL) verfügbar (MINT-ProNeD, 2025b). Zudem wird eine Kopie des Kurses Ende September 2025 über das Zentrale Open Educational Resources Repositorium der Hochschulen in Baden-Württemberg (ZOERR; MINT-ProNeD, 2025a) zum Download angeboten. Dies ermöglicht es, den Kurs auf Moodle-Plattformen anderer Bildungseinrichtungen zu implementieren und bei Bedarf Anpassungen am Aufbau oder an den Inhalten vorzunehmen.

5. Die Professionelle Lerngemeinschaft „Adaptive Unterrichtsmaterialien für den Optikunterricht“

Im Rahmen einer Kooperation mit dem Zentrum für Schulqualität und Lehrerbildung Baden-Württemberg (ZSL) wurden über einen Zeitraum von mehreren Monaten ko-konstruktiv digitale Unterrichtsmaterialien mit H5P für den Optik-Anfangsunterricht entwickelt. Bei dieser professionellen Lerngemeinschaft (PLG; Bensen & Rolff, 2006) fand ein kontinuierlicher, enger Austausch zwischen der Physikdidaktik der Universität Tübingen und einem Fortbildner für das Unterrichtsfach Physik statt, wodurch die Forschungs- und Praxisperspektive auf den Physikunterricht gewinnbringend kombiniert werden konnten. Zu Beginn stand ein Austausch über die Ziele für die anstehende Kooperation. So sollten aus der Zusammenarbeit konkrete, innovative Unterrichtsmaterialien hervorgehen, die Lehrkräfte bei der Umsetzung adaptiven Unterrichts unterstützen können. Die Materialien sollten außerdem öffentlich zugänglich und einfach weiterverwendbar sein. Durch die enge Zusammenarbeit mit dem Fortbildner des ZSL war es möglich, die entstandenen Materialien direkt im Unterricht zu pilotieren, um sie anschließend zu überarbeiten und zu optimieren. Durch dieses iterative Vorgehen entstanden erprobte, direkt im Unterricht einsetzbare, digitale Unterrichtsmaterialien, die am Ende der Kooperation auch weiteren Multiplikator:innen vorgestellt wurden.

Inhaltlich sind im Rahmen der PLG mehrere interaktive Versuchsanleitungen und niveaudifferenzierte, digitale Aufgaben zu den Themen Schatten,

Reflexionsgesetz und Spiegelbilder entstanden. Die Materialien enthalten insgesamt sechs H5P-Dateien zu einer Optikeinheit, die die oben genannten Themen beinhaltet. Tabelle 1 zeigt die entstandenen Materialien für die jeweiligen Unterrichtsstunden.

Stundenthema	Versuchs-anleitung (H5P)	Übungen (H5P)	Verzweigte Übungen (H5P)	Begleitendes AB (H5P)
Schatten mit 1 Lichtquelle	x		x	x
Schatten mit 2 Lichtquellen	x	x		x
Reflexion	x			x
Spiegelbilder			x	

Tab. 1: Übersicht über die entstandenen H5P-Module und begleitenden Materialien (eigene Darstellung)

Neben den H5P-Dateien wurden außerdem begleitende Arbeitsblätter und Umsetzungsvorschläge für eine mögliche Gestaltung des Unterrichts mit den H5P-Dateien erstellt. Die so entwickelten digitalen Lernmaterialien können vielseitig für die Gestaltung adaptiven Unterrichts genutzt werden, da sie sowohl Elemente der Makroadaption als auch der Mikro-adaption umsetzen. Für die Umsetzung der Makroadaption bieten sich die Materialien an, da sie teilweise niveaudifferenzierte Lernpfade mit Grundlagenaufgaben und Vertiefungsaufgaben enthalten. H5P erlaubt es, mit dem Aufgabentyp „verzweigte Aufgabe“, individuelle Lernpfade für die Lernenden zu erstellen. Somit können die Schülerinnen und Schüler im Anschluss an eine formative Diagnose durch die Lehrkraft, welche das Vorwissen der einzelnen Schülerinnen und Schüler zu den Themen der folgenden Übungen erfasst, in zwei niveaudifferenzierte Gruppen eingeteilt werden, wobei die Lernenden entweder die Grundlagenaufgaben oder die fortgeschrittenen Aufgaben bearbeiten. Eine weitere Möglichkeit für die Differenzierung zwischen verschiedenen Gruppen mit demselben H5P-Modul ist, die Lernenden selbstständig entscheiden zu lassen, ob sie die einfacheren oder schwereren Aufgaben bearbeiten. Hier findet die formative Diagnose über eine Selbsteinschätzung der Lernenden statt. Auch eine Kombination ist denkbar, wobei einige Schülerinnen und Schüler nach der Bearbeitung der Grundlagenaufgaben mit den Vertiefungen fortfahren und andere Lernende auf Grundlage des Feedbacks zu ihrer Bearbeitung der Grundlagenaufgaben diese anschließend noch einmal bearbeiten und dabei besonders auf zuvor aufgetretene Fehler achten. Bei diesem Einsatzszenario bilden die Übungsaufgaben selbst die Grundlage zur formativen Diagnose. Durch die Rückmeldung innerhalb der H5P-Übungen an die Schülerinnen und Schüler, wie viele Aufgaben sie korrekt lösen konnten und welche individuellen Schwierigkeiten aufgetreten sind, erhalten die Lernenden somit direkt ein Feedback zu ihrem Lernstand und entscheiden auf Grundlage dieser formativen Diagnose selbstständig über ihr weiteres Vorgehen. Die Übung zu „Licht und Schatten“ mit einer Lichtquelle weist

genau diese verzweigte Struktur auf. Abbildung 6 zeigt die Nutzeransicht bei der Bearbeitung einer Übung.

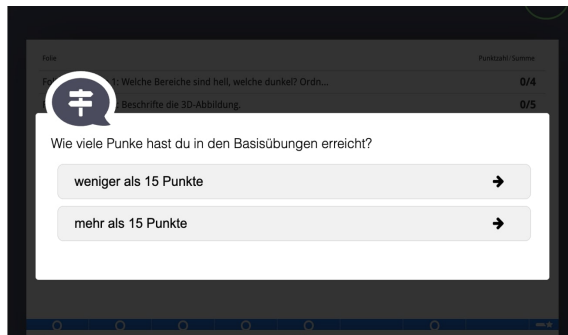


Abb. 6: Ausschnitt aus den Übungen zu „Licht und Schatten“ mit Auswahl der Verzweigungsoption (eigene Darstellung)

Neben Elementen der Makroadaption finden sich auch Elemente der Mikroadaption in den H5P-Materialien. Diese werden dadurch umgesetzt, dass die Lernenden durch die interaktiven digitalen Materialien fortlaufend Feedback zu den von ihnen bearbeiteten Aufgaben erhalten. Darüber hinaus beinhalten die H5P-Dateien Lernhilfen in Form von zunächst verdeckten Hinweisen, die durch die Lernenden genutzt werden können, wenn sie Schwierigkeiten bei der Bearbeitung der Aufgaben haben. Einen solchen Hinweis zeigt Abbildung 7.

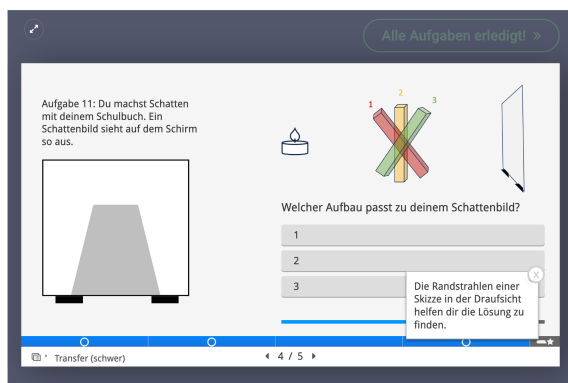


Abb. 7: Ausschnitt aus den Übungen zu „Licht und Schatten“ mit einblendender Hilfestellung (eigene Darstellung)

Das Feedback zu allen Übungsaufgaben sowie Aufgaben zu den interaktiven Versuchsanleitungen wurde bei der Erstellung der Materialien so formuliert, dass es über ein einfaches „Richtig“ bzw. „Falsch“ hinausgeht, damit die Lernenden für ihren Lernprozess hilfreiche Rückmeldungen erhalten (s. Abbildung 8). Bei der Formulierung des Feedbacks wurde vor allem auf die Berücksichtigung gängiger Schüler:innenvorstellungen eingegangen. Bei ausgewählten Aufgaben gibt das Feedback bei einer Falschantwort nicht direkt die Lösung vor, sondern enthält Hinweise zur Aufgabenbearbeitung, sodass die Lernenden die Aufgabe mithilfe der Hinweise wiederholen und versuchen können, diese richtig zu beantworten. Bei anderen Aufgaben wird ein

gängiges „Richtig“-„Falsch“-Feedback durch die Angabe eines möglichen Lösungsweges ergänzt.

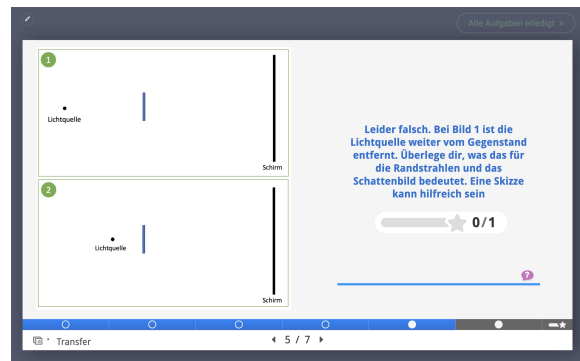


Abb. 8: Feedback im Rahmen einer Aufgabe zu „Licht und Schatten“ (eigene Darstellung)

Sowohl die Übungen als auch die interaktiven Versuchsanleitungen enthalten neben automatischem Feedback bei Bedarf aufrufbare Hilfestellungen als eine Form der Mikroadaption. Hierdurch wird es den Schülerinnen und Schülern ermöglicht, die Versuche und Aufgaben trotz unterschiedlicher Vorkenntnisse bzw. unterschiedlichem Konzeptverständnis eigenständig zu bearbeiten.

Die im Rahmen der PLG entstandenen Materialien stehen als OER kostenfrei zur Verfügung (MINT-ProNeD, 2025a). Die H5P-Dateien können von den Lehrkräften auch in die schuleigene Moodle-Plattform eingebaut oder über LumiEducation (<https://lumi.education/de/>) wiederverwendet und bearbeitet werden. Dadurch hostet die Lehrkraft den H5P-Inhalt selbst, was ihr neben der Möglichkeit, die Inhalte an die eigenen Bedürfnisse anzupassen, auch erlaubt, Einsicht in die Bearbeitungsergebnisse einzelner Schülerinnen und Schüler zu erhalten.

6. Fazit

Die hier beschriebenen konkreten Beispiele aus dem Projekt MINT-ProNeD zeigen auf, wie zentrale Herausforderungen im Umgang mit Heterogenität im MINT-Unterricht adressiert werden können. Der modular aufgebaute Selbstlernkurs stellt beispielsweise nicht nur eine Einführung in die Prinzipien des adaptiven Unterrichts dar, sondern bietet durch interaktive Elemente, videobasierte Fallbeispiele und praxisorientierte Aufgabenformate ein hohes Maß an Unterrichtsnähe. Die im Rahmen einer PLG ko-konstruktiv erarbeiteten adaptiven Unterrichtsmaterialien für den Optik-Anfangsunterricht auf Basis von H5P-Modulen zeigen exemplarisch, wie differenzierte Lernpfade, interaktive Rückmeldungen und gezielte Hilfestellungen mit Hilfe von digitalen Medien realisiert werden können. Durch die Bereitstellung der Materialien als OER über Plattformen wie ZOERR können sie auch nach dem Projektende noch genutzt, angepasst und weiterentwickelt werden. Insgesamt zeigen die im Projekt entwickelten Fortbildungsangebote und Unterrichtsmaterialien, dass adaptiver digital-gestützter Unterricht ein vielversprechender Weg ist,

um unterschiedlichen Lernvoraussetzungen im Rahmen eines zukunftsorientierten MINT-Unterrichts gerecht zu werden.

7. Literatur

- Bohl, T. (2023). Umgang mit Heterogenität im Unterricht: Forschungsbefunde und didaktische Implikationen. In T. Bohl, J. Budde, & M. Rieger-Ladich (Hrsg.), *Umgang mit Heterogenität in Schule und Unterricht: Grundlagentheoretische Beiträge, empirische Befunde und didaktische Reflexionen* (2. Aufl., S. 263–279). Julius Klinkhardt.
<https://doi.org/10.36198/9783838559667>
- Budde, J. (2017). Heterogenität: Entstehung, Begriff, Abgrenzung. In T. Bohl, J. Budde, & M. Rieger-Ladich (Hrsg.), *Umgang mit Heterogenität in Schule und Unterricht: Grundlagentheoretische Beiträge, empirische Befunde und didaktische Reflexionen* (S. 15–30). Julius Klinkhardt.
- Bonsen, M., & Rolff, H.-G. (2006). Professionelle Lerngemeinschaften von Lehrerinnen und Lehrern. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(2), 167–84.
<https://doi.org/10.25656/01:4451>
- Corno, L. (2008). On teaching adaptively. *Educational Psychologist*, 43(3), 161–173.
<https://doi.org/10.1080/00461520802178466>
- Franke, U., & Schulte, R. (2025). *Adaptiver, digital gestützter Unterricht: Wie kann der Umgang mit Heterogenität im Klassenzimmer erfolgreich gestaltet werden?* schule-mal-digital.de.
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. *Educational Psychologist*, 38(1), 23–31.
https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_4
- MINT-ProNeD (2025a). MINT-ProNeD: Adaptiver Unterricht mit digitalen Medien [Repository]. In *Zentrales Open Educational Resources Repositorium der Hochschulen in Baden-Württemberg ZOERR*. Abgerufen am 31. Mai 2025 von <https://tinyurl.com/mryyfu8t>
- MINT-ProNeD (2025b). Moodle-Selbstlernkurs „Adaptiver digital-gestützter Unterricht“ [Online-Kurs]. In *Zentrum für Schulqualität und Lehrerbildung Baden-Württemberg*. Moodle Lehrerfortbildung-BW. Abgerufen am 31. Mai 2025 von <https://moodle.lehrerfortbildung-bw.de/course/view.php?id=5860>
- Ohl, U., & Mehren, M. (2016). Diagnose – Grundlage gezielter Förderung im Geographieunterricht. *Geographie aktuell und Schule*, 38(224), 4–13.
- Robert Bosch Stiftung (2024). *Deutsches Schulbarometer: Befragung Lehrkräfte. Ergebnisse zur aktuellen Lage an allgemein- und berufsbildenden Schulen*. Robert Bosch Stiftung.
- Schrader, F.-W. (2013). Diagnostische Kompetenz von Lehrpersonen. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 31(2), 154–165.
<https://doi.org/10.25656/01:13843>
- Sibley, L., Fabian, A., Plicht, C., Wettke, C., Backfisch, I., Bohl, T., & Lachner, A. (2023). Gestaltung adaptiver Lernumgebungen mit Hilfe digitaler Medien: Ein Werkstattbericht aus dem Tübinger Entwicklungs- und Forschungsprojekt „DiA:GO“. *Lehren & Lernen*, 49(3), 29–33.
- Sibley, L., Lachner, A., Plicht, C., Fabian, A., Backfisch, I., Scheiter, K., & Bohl, T. (2024). Feasibility of adaptive teaching with technology: Which implementation conditions matter? *Computers and Education*, 219, 105108.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105108>
- Trautmann, M., & Wischer, B. (2011). *Heterogenität in der Schule: Eine kritische Einführung*. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
<https://doi.org/10.1007/978-3-531-92893-7>
- Vock, M., & Gronostaj, A. (2017). *Umgang mit Heterogenität in Schule und Unterricht*. Friedrich-Ebert-Stiftung, Abteilung Studienförderung.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher mental processes*. Harvard University Press.

Danksagung

Unser herzlicher Dank gilt Dr. Christine Plicht für ihre Unterstützung bei der Videoproduktion für den Selbstlernkurs und die Möglichkeit, dafür eine Unterrichtsstunde im Fach Mathematik begleiten zu dürfen. Robin Roth danken wir herzlich für die engagierte und konstruktive Zusammenarbeit im Rahmen der Professionellen Lerngemeinschaft, durch die praxisnahe digitale Unterrichtsmaterialien zur Optik entstanden sind.

Hinweis

Die vorliegende Veröffentlichung ist im Rahmen des BMBF-geförderten Verbundprojekts MINT-ProNeD als Teil des Kompetenzzentrums MINT im Kompetenzverbund lernen:digital entstanden.

Der Kompetenzverbund lernen:digital wird finanziert durch die Europäische Union – NextGenerationEU und gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung. Weitere Informationen finden Sie unter <https://lernen.digital>. Die geäußerten Ansichten und Meinungen sind ausschließlich die der Autor/innen und spiegeln nicht unbedingt die Ansichten der Europäischen Union, Europäischen Kommission oder des Bundesministeriums für Bildung und Forschung wider. Weder Europäische Union, Europäische Kommission noch das Bundesministerium für Bildung und Forschung können für die geäußerten Ansichten und Meinungen verantwortlich gemacht werden.