

CARINA MUR-SPIEGL, JENNIFER DACHAUER,
MANUEL PETRUJ, RITA E. KREBS

KI und Sprachbildung im MINT-Unterricht.

Einblicke in die Entwicklung von sprachbildenden Unterrichtsmaterialien zum Thema „Kunststoffe“ mit Unterstützung von Large Language Models

Abstract

Linguistically responsive teaching requires the combination of language and subject teaching, which calls for either dual expertise or close cooperation within the teaching staff. Organisational hurdles often prevent this, which is why language aspects are neglected in subject lessons. Artificial intelligence (AI) can provide support here, for example by creating semi-authentic texts that combine technical and linguistic requirements and are adapted to different learning levels. This article presents a STEM teaching unit on the topic of plastics for the third grade middle school (ISCED level 2) that was developed as part of a BMBWF¹ project. The materials were created using generative AI, evaluated in terms of design-based research and positively received in the two evaluation rounds focussing first on learners' grasp of the content and then on the potential of the AI-supported materials to promote subject and language learning.

Key words

Sprachbildung, Künstliche Intelligenz, Unterrichtsmaterialentwicklung

1. Einleitung

Sprachbildender Unterricht stellt Lehrpersonen vor hohe Anforderungen, da er sowohl fundiertes Fachwissen als auch ein tiefes Verständnis für Spracherwerb und -lernen erfordert. Gleichzeitig sind der Unterrichtsalltag und die Unterrichtsplanung oft von organisatorischen Einschränkungen und Ressourcenknappheit geprägt (Tajmel, 2017). Lehrkräfte sehen sich ohnehin mit zahlreichen Zusatzaufgaben konfrontiert, was es erschwert, Sprachbildung im Fachunterricht konsequent umzusetzen (Riebling, 2013). Dabei zeigt sich ihre Notwendigkeit besonders deutlich, da eine wachsende Zahl von Schülerinnen und Schülern dem

¹ Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung

Fachunterricht aufgrund sprachlicher Barrieren nicht folgen kann. Die Ergebnisse internationaler Vergleichsstudien wie PISA verdeutlichen Aufholbedarf sowohl in der Lesekompetenz als auch in der naturwissenschaftlichen Grundbildung (OECD, 2023; Toferer, Lang & Salchegger, 2023). Sprachliche Förderung und durchgängige Sprachbildung sind daher von zentraler Bedeutung, um allen Lernenden die Teilhabe am Unterricht und langfristig auch an der Gesellschaft zu ermöglichen (Becker-Mrotzek & Roth, 2017; Butler & Goschler, 2019). Diese Problematik zeigt sich besonders deutlich im Unterrichtsfach MINT, das eine komplexe Verzahnung der einzelnen Fachdisziplinen und damit verbundenen Fachsprachen erfordert. Dies verlangt von den Lehrpersonen eine besonders hohe Kompetenz in Bezug auf die sprachliche Förderung der Schülerinnen und Schüler (Münch-Manková, 2021).

Künstliche Intelligenz (KI) und vor allem Large Language Models (LLMs) können hier einen vielversprechenden Ansatz bieten. Sie helfen dabei, fachliche und sprachliche Anforderungen bei der Erstellung von Unterrichtsmaterialien zu berücksichtigen, Materialien individuell an die Lernvoraussetzungen anzupassen und gezielte sprachliche Unterstützungsmaßnahmen (Scaffolds) zu entwickeln (Szabó & Szoke, 2024).

Im Rahmen eines Design-Based-Research-Projekts zu MINT² wird eine Einheit zum Thema „Kunststoffe“ entwickelt und iterativ überarbeitet, um zu untersuchen, inwiefern KI zur Sprachbildung und Förderung von Fachkompetenz im MINT-Unterricht beitragen kann. Zu diesem Zweck wird mit dem KI-Chatbot Microsoft Copilot ein Interview generiert, welches sowohl fachliche als auch sprachliche Aspekte für den Unterricht aufbereitet. Der vorliegende Artikel beleuchtet zunächst die Grundlagen sprachbildenden Unterrichts im MINT-Unterricht, erläutert die Funktionsweise und das Potenzial von KI und Prompt Engineering sowie den Ansatz von Design-Based Research. Anschließend wird ein konkretes Unterrichtsbeispiel vorgestellt, bevor ein Fazit Einblicke in die laufende Evaluation des Unterrichtsbeispiels und einen Ausblick gibt.

2. Sprachbildender Unterricht und MINT

Die Ergebnisse der PISA-Studie (OECD, 2023; Toferer et al., 2023) und ähnlicher Testungen sorgen seit Jahren für Diskussionen. In vielen Bereichen bleiben die Schülerinnen und Schüler, besonders in Bezug auf naturwissenschaftliche Fächer und die Lesekompetenz, hinter den Erwartungen und zeigen im Jahr 2022 im

² Im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF) werden seit 2022 von IMST (Innovationen machen Schulen Top!) Unterrichtsmaterialien fürs Schulfach MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) an MINT-Mittelschulen gesichtet, weiterentwickelt und neu konzipiert. Am Projekt sind rund 30 Expertinnen und Experten aus Mittelschulen, Pädagogischen Hochschulen und Universitäten beteiligt. Ziel ist es, qualitativ hochwertige Lehr- und Lernmaterialien bereitzustellen, die dem Lehrplan sowie den Anforderungen des Schulversuchs entsprechen. Das Projekt läuft vom Schuljahr 2022/23 bis 2026/27 und begleitet die Umsetzung der neuen MINT-Lehrpläne. Weitere Informationen sowie die Materialpakete finden Sie auf der Projekthomepage: <https://www.imst.ac.at/mint-unterrichtsmaterial/>

Vergleich zu vorangegangenen Testungen eine Verschlechterung um vier Punkte, was jedoch keinen signifikanten Abfall darstellt (Toferer et al., 2023). Ein Faktor, der unter anderem als Grund für die Ergebnisse herangezogen wird, sind die sprachlichen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler.

Für das Verständnis dieser sprachlichen Schwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern ist es wichtig zu berücksichtigen, dass es verschiedene, für den schulischen Kontext relevante, sprachliche Varietäten gibt. In den folgenden Ausführungen sind besonders die Alltagssprache, Bildungssprache und Fachsprache relevant. Erstere ist die Sprache des privaten, zwanglosen Kommunizierens (Hoffmann, 2019), die Bildungssprache hingegen folgt bestimmten Regeln und lässt sich durch die Verwendung spezifischer Redemittel definieren. Hierzu zählen unter anderem die Verwendung des Passivs, Komposita, Funktionswörter wie Partikel, Pronomen, Konjunktionen sowie bestimmte Verbkonstruktionen (Drumm, 2017; Gogolin & Roth, 2007; Quehl & Trapp, 2020; Schmölder-Eibinger, 2008). Fachsprache wird zur Kommunikation in spezifischen Sach- bzw. Fachgebieten herangezogen (Kniffka & Neuer, 2008). In der Fachsprache haben bestimmte Worte eine festgelegte, von der üblichen in der Alltagssprache verstandenen Bedeutung abweichende Definition (Kniffka & Neuer, 2008).

Die Bildungssprache und Fachsprachen sind jene sprachlichen Register, die allgemein im Unterricht für Unterrichtsgespräche und Lehrmaterialien verwendet werden und die Voraussetzung für erfolgreiche Teilhabe sind. Sie unterscheiden sich generell von der Alltagssprache lexikalisch, syntaktisch und diskursiv (z.B. in der Verwendung von Versuchsprotokollen in den Naturwissenschaften im Vergleich zu Kochrezepten im Alltag; Wildemann & Fornol, 2023). Sprachliche Schwierigkeiten äußern sich deutlich im Fachunterricht, wo die Schülerinnen und Schüler nicht nur mit der für eine Schule typischen Bildungssprache, sondern auch zusätzlich mit Fachvokabular und fachspezifischen Textformaten konfrontiert werden, die bestimmte sprachliche Kompetenzen voraussetzen (Wildemann & Fornol, 2023). Dies trifft besonders auf naturwissenschaftliche Unterrichtsfächer zu, was dazu führt, dass Schülerinnen und Schüler weniger Interesse für diese Fächer zeigen und in der weiteren Folge seltener Berufe in den MINT-Disziplinen ergreifen (Jahnke-Klein & Busse, 2019).

Es wird deutlich, dass Sprache für alle Schülerinnen und Schüler als Schlüssel für einen erfolgreichen Fachunterricht gesehen werden muss (Leisen, 2017; Schmölder-Eibinger, Dorner-Pau, Telsnig & Helten-Pacher, 2013). Das spezifische sprachliche Wissen sollten Schülerinnen und Schüler im jeweiligen Fachunterricht erlernen und nicht im allgemeinen Deutschunterricht (Isselbacher-Giese, Witzmann, Königs & Besuch, 2018), da so ein Rahmen geschaffen werden kann, in dem Schülerinnen und Schüler die Sprache direkt erleben und einsetzen können (Dirks & Engelen, 2018). Lehrpersonen müssen in ihren Fächern die spezifische Fachsprache daher als notwendigen Unterrichtsinhalt sehen und entsprechende Anpassungen an die Art und Weise des Unterrichtens vornehmen. So kann sichergestellt werden, dass auch Schülerinnen und Schüler, die von ihren Eltern keine Unterstützung bekommen

können, Bildungschancen haben (Tajmel, 2010). Dieser bewusste Umgang mit Sprache wird im Konzept des sprachsensiblen Unterrichts umgesetzt (Becker-Mrotzek & Roth, 2017).

Im sprachbildenden Unterricht wird häufig sprachsensibel vorgegangen. Diese Sprachsensibilität beschreibt Unterricht, der „die Sprache bewusst als Mittel des Denkens und Kommunizierens einsetz[t], um fachliches und sprachliches Lernen zu verknüpfen“ (Woerfel & Giesau, 2018, S. 1). Die Schülerinnen und Schüler werden im Unterricht gezielt angeleitet, um eine sprachliche Handlungsfähigkeit zu erreichen (Riebling, 2013). Im Rahmen verschiedener Forschungsvorhaben wurden Kriterien und Merkmale des sprachsensiblen Unterrichts definiert. Pineker-Fischer (2017) hat diese auf die folgenden Merkmale zusammengefasst:

- Formulierung von sprachlichen und fachlichen Lernzielen
- Wechsel der Darstellungsformen
- Sprachhandlungen bzw. Diskursfunktionen
- Unterrichtsgespräch und -interaktion
- Förderung der vier Teilfertigkeiten (Lesen, Schreiben, Sprechen, Hören)
- Gleichgewicht zwischen Herausforderung und Unterstützung
- Methoden-Werkzeuge als Unterstützungsmöglichkeit
- Sprachstandserhebung und Bewertung sprachlicher Aspekte

Die Umsetzung dieser Merkmale kann vielfältig geschehen, wobei Schreiben auf besondere Weise für die Thematisierung sprachlicher Weiterbildung geeignet ist. Dabei können die Schülerinnen und Schüler sich gleichzeitig auf den Zugewinn der inhaltlichen als auch sprachlichen Kompetenzen fokussieren (Schmölzer-Eibinger, 2013). Beim Schreiben reduziert sich zudem der Zeitdruck, der bei einer mündlichen Kommunikation herrscht. So haben die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, die eigenen Gedanken und vorliegenden Konzepte zu ordnen und zu überdenken, in einen Zusammenhang zu bringen, zu gliedern, sprachbewusst zu verbalisieren und abschließend reflektiert damit zu argumentieren (Dirks & Engelen, 2018). Die Schülerinnen und Schüler können bei diesem Prozess erkennen, ob Wissenslücken bestehen, und diese durch verschiedene, von der Lehrperson angebotene, Mittel schließen (Pertzel & Schütte, 2016). Eines dieser Mittel kann das sogenannte „Scaffolding“ sein (Tajmel & Hägi-Mead, 2017; Wildemann & Fornol, 2023).

Scaffolding kann als „eine spezielle, zeitlich begrenzte Unterstützung, die Lernenden dabei hilft, sich neue Inhalte, Konzepte und Fähigkeiten auf sprachlicher und fachlicher Ebene zu erschließen“ definiert werden (Pineker-Fischer, 2017, S. 84). Das Scaffolding kann beispielsweise beim Neuerwerb komplexer fachlicher Inhalte eingesetzt werden, um zu verhindern, dass die Schülerinnen und Schüler durch die neuen fach- und bildungssprachlichen Begriffe zu stark gefordert werden (Riebling, 2013).

Viele Lehrpersonen erkennen die Notwendigkeit der sprachlichen Unterstützung von Schülerinnen und Schülern, sehen aber Schwierigkeiten bei der Umsetzung. Dies gilt

besonders im neuen Unterrichtsfach MINT, das eine komplexe Verzahnung der einzelnen Fachdisziplinen und damit Fachsprachen erfordert. Im Rahmen der Lehramtsausbildung wurden viele Lehrpersonen unzureichend auf die vorliegenden Herausforderungen vorbereitet und verfügen nicht über die notwendigen methodisch-didaktischen Strategien, um Schülerinnen und Schüler im Spracherwerb unterstützen zu können (Schmölzer-Eibinger et al., 2013). Hier können große Sprachmodelle einen wichtigen Teil zur Unterstützung der Lehrpersonen leisten, beispielsweise bei der Erstellung von Scaffolds oder der Adaption von Sprache für den Fachunterricht auf Wort-, Satz- und Textebene.

3. Die Potenziale generativer KI und LLMs in der Sprachbildung

Ein zunehmend relevantes Werkzeug in Bildungskontexten ist generative KI, die darauf trainiert ist, neue, originelle Inhalte wie Texte, Bilder, Musik, Audio und Videos zu erzeugen. Eine Form von generativer KI, die sich auf textbasierte Inhalte spezialisiert, sind große Sprachmodelle (Large Language Models, LLMs), die natürliche Spracheingaben analysieren und verarbeiten (Natural Language Processing, NLP), um daraus menschenähnliche Texte zu erstellen. Bei Sprachmodellen werden dazu Wortkombinationen auf Grundlage von Trainingsdaten und Wahrscheinlichkeiten vorhergesagt, um die Ziele der Nutzerinnen und Nutzer umzusetzen (Park & Choo, 2024; Povey, 2024). Die Potenziale für Lehrpersonen bei der Erstellung von Unterrichtsplanungen, Aufgabenstellungen und Materialien liegen dabei auf der Hand und stellen eine Möglichkeit dar, komplexe Inhalte an die Anforderungen von Lernendengruppen mit von hoher Diversität geprägten kulturellen Hintergründen, Wissensständen, Interessen, Lernstilen, Fähigkeiten und Begabungen anzupassen und spezifische Differenzierungen durchzuführen (Addala, Baghel, Kirtani, Anand & Shah, 2024; Bahr, Manzocco, Schuster & Wacker, 2024; Cain, 2024; Küchemann, Steinert, Kuhn, Avila & Ruzika, 2024). Im vorliegenden Forschungsprojekt wurden diese Anwendungsmöglichkeiten von LLMs beispielhaft zur Materialerstellung im MINT-Unterricht genutzt. Das in Kapitel 5 näher beschriebene semi-authentische³ Interview wurde für die Unterrichtsziele mit Microsoft Copilot generiert und durch die Autorinnen und Autoren manuell angepasst. Während ein solches Vorgehen in Verbindung mit einer kritischen Überprüfung der Ergebnisse einen essenziellen Arbeitsschritt in der Anwendung generativer KI durch Lehrende darstellt, zeigt dieses Kapitel, wie durch gezieltes Prompt Engineering – also den Einsatz von Techniken, um die Ausgabe von LLMs zu präzisieren und zu optimieren – vertiefend auf die sprachlichen und inhaltlichen Anforderungen der Lernenden eingegangen werden kann, ohne zeitaufwendige Nachbearbeitungen hervorzurufen. Die

³ Während authentische Materialien unverfälschte Texte darstellen, die unmittelbar im Unterricht eingesetzt werden, handelt es sich bei semi-authentischen Materialien um Texte, die zwar formal den Eindruck erwecken, aus einem nativen Kontext zu stammen, deren Inhalte aber zum Teil konstruiert oder für den Unterricht bearbeitet wurden (Cools & Sercu, 2006).

Grundlage zur Arbeit mit LLMs und generativer KI ist dabei der Prompt, eine Eingabe in Form eines Textes, mit dem Anwenderinnen und Anwender durch Anweisungen oder Fragen das KI-Modell steuern. Während dies die einfachste Form des Prompting – die Bereitstellung des Arbeitsauftrages – ist, stellt Prompt Engineering die Disziplin dar, mit der die Ausgabe durch gezielte textuelle Ergänzungen gesteuert und präzisiert wird. Dies setzt nicht nur das Wissen über Möglichkeiten und Grenzen bestimmter KI-Modelle voraus, sondern stellt auch einen iterativen und explorativen Prozess dar, mit dem optimale Prompts für bestimmte Ziele erschaffen und auf verschiedene Kontexte angewendet werden (Amatriain, 2024).

Naturwissenschaftlicher Unterricht erfordert oft, dass Schülerinnen und Schüler abstrakte Konzepte verstehen und auf reale Situationen übertragen. Dies hat zu einem Paradigma der Kontextorientierung geführt, das lebensnahes Lernen in den Mittelpunkt der Vermittlung stellt, aber gleichzeitig sprachliche Barrieren schafft und Schülerinnen und Schülern häufig den Zugang zu Wissen erschwert (Jahnke-Klein & Busse, 2019). Die Fachsprache unterscheidet sich oft stark von der Alltagssprache, wodurch Verständigungsprobleme entstehen und Lernende nicht in ihren Lebenswelten abgeholt werden (Jahnke-Klein & Busse, 2019). Zudem erfordert der naturwissenschaftliche Unterricht logisches Denken und Problemlösefähigkeiten, die häufig durch abstrakte Erklärungen vermittelt werden (Addala et al., 2024; Cao, Ding, Lee, Jiao, Lin & Zhai, 2023).

Vor allem Sprachmodelle, die auf linguistische Aufgaben spezialisiert sind, können im Prozess der Unterrichtsvorbereitung dabei helfen, sprachliche Herausforderungen im MINT-Unterricht zu bewältigen, indem sie multimodale Kontexte schaffen. Lehrkräfte können gezielt Materialien generieren, die sowohl präzise Fachbegriffe als auch alltagssprachliche Erklärungen enthalten, um Schülerinnen und Schüler an ihrem aktuellen Wissens- und Sprachstand abzuholen und ihre Motivation zu fördern (Lerchbaumer, 2024). Durch die Überführung komplexer Konzepte in Narrative oder interaktive Szenarien helfen LLMs zusätzlich dabei, wissenschaftliche Inhalte verständlicher zu vermitteln und vielfältige Lernaktivitäten zu initiieren. So können abstrakte Themen durch bekannte oder leichter verarbeitbare Repräsentationen ergänzt werden, um deren Interpretation zu erleichtern (Cao et al., 2023; Küchemann, Dengel & Kuhn, 2021; Leifheit, Loefflad, Belschner, Beuttler, Winkelmann, Meurers & Holz, 2024). Auch andere Modelle der generativen KI können zur Erschaffung von didaktisiertem Bild-, Audio- und Videomaterial eingesetzt werden – der vorliegende Artikel beschränkt sich dennoch auf die linguistische Ebene textgenerierender Modelle und deren Anwendungsmöglichkeiten.

Die Erstellung angepasster Lernmaterialien erfolgt durch gezieltes Prompt Engineering, bei dem Lehrpersonen das LLM mit spezifischen Eingaben steuern. Dazu gilt es für sie zu verstehen, dass KI keine Suchmaschine für fertige Antworten ist und erst ein Gefühl für die Einsatzmöglichkeiten und Grenzen des verwendeten Modells entwickelt werden muss. Mollick (2024) betont in diesem Zusammenhang die Mentalität des Good-enough Prompting, die Hemmschwellen abbauen, einen

experimentellen Zugang fördern und vor allem im eigenen Fach- und Arbeitsbereich Potenziale und Grenzen des angewandten Modells aufdecken soll. Er vergleicht die Arbeit mit einem zuvor nicht verwendeten Sprachmodell mit der Einarbeitung einer neuen geduldigen Kollegin oder eines geduldigen Kollegen: Klare Aufträge und definierte Kontexte sind notwendig, während das eigene Fachwissen zur Überprüfung von Ergebnissen – der erwarteten Leistung der Mitarbeitenden – herangezogen wird. Durch den fortlaufenden Einsatz der unterstützenden ‚Arbeitskraft‘ und die Analyse der Ausgaben lernen Anwenderinnen und Anwender die Kompetenz des Modells kennen und können so den Nutzen evaluieren.

Ergänzend zu dieser Annäherung an Good-enough Prompting können im Sinne des Prompt Engineering verschiedene erprobte Methoden genutzt werden, um den Output zu optimieren und naturwissenschaftliche Phänomene korrekt darzustellen, während Halluzinationen – die sich in falschen, erfundenen oder irreführenden, aber dennoch plausibel und überzeugend dargestellten, Informationen äußern (Dictionary.com, o.D.) – verringert, aber nie vollständig ausgeschlossen (Jones, 2025) werden:

- **Few-Shot-Prompting:** Bereitstellung von qualitativen Beispielen, die das Modell lehren, wie es die Aufgabe zu erfüllen hat (Brown et al., 2020). So könnten zielgruppenadäquate Interviews aus anderen Quellen angehängt werden, um den didaktischen Mehrwert zu fördern.
- **Chain-of-Thought-Prompting:** Die KI wird angewiesen, die Aufgabe in logischen Zwischenschritten zu lösen (Wei et al., 2022). Sie könnte z.B. den PET-Flaschen-Produktionsprozess (siehe Unterrichtsbeispiel) schrittweise erklären – beginnend mit dem Rohstoff, über den Erwärmungsprozess und die Formgebung bis hin zur abschließenden Kühlung. Jeder Schritt wird dabei an die Regeln der Zielsprache angepasst.
- **Generated-Knowledge-Prompting:** Schrittweise Erstellung bzw. Zuführung von Teilinformationen, auf die bei späteren Antworten zugegriffen wird (Liu et al., 2022). Die KI könnte zunächst eine Liste mit den wichtigsten Eigenschaften von PET erstellen, bevor sie diese Informationen zur Formulierung eines Interviews nutzt. Für relevanten und authentisch wirkenden MINT-Unterricht sollten Prompts vor allem immer Kontext, Vorwissen, Rollen und Ziele klar definieren. Im Sinne der Sprachbildung bedeutet dies unter anderem auch Sprachniveau, Formalität, Begriffe aus dem Fachgebiet, aber auch regionale Kontexte zu berücksichtigen (Breitenberger, 2024; Chan et al., 2025; OpenAI, o.D.; Povey, 2024). Je präziser diese Definitionen im Verfassen eines Prompts sind, desto zielgerichteter ist auch das Ergebnis. Park und Choo (2024) stellen dazu die ‚IDEA‘-Strategie für effektives Prompt Engineering vor, die vier zentrale Aspekte umfasst: essenzielle Komponenten (PARTS), klare Formulierungen (CLEAR), Evaluation und Anpassung. PARTS

definiert Rolle, Ziel, Zielgruppe, Thematik und Struktur eines Prompts, während CLEAR eine präzise, logische und eingrenzende Sprache fordert. Nach der ersten Ausgabe lassen sich Schlüsselwörter, Kontexte und Beispiele überprüfen und gezielt anpassen. Während komplexe Prompts detaillierte Antworten liefern, steigt mit ihnen aber auch das Risiko von Fehlinterpretationen durch die KI. Einfachere Prompts sind hingegen leichter zu verarbeiten, führen jedoch oft zu generischen Ergebnissen (Cain, 2024).

4. Design-Based Research als methodischer Rahmen für das Projekt

Die in diesem Artikel vorgestellte Unterrichtseinheit ist Teil einer modular aufgebauten Lernumgebung, die basierend auf dem Ansatz des Design-Based Research (DBR) entwickelt wurde (Bakker, 2018; The Design-Based Research Collective, 2003). DBR zeichnet sich durch die enge Verzahnung zwischen empirischer Forschung und praktischen Interventionen im Forschungsfeld aus. Dabei entsteht ein Wechselspiel zwischen der Entwicklung von Lernumgebungen und der Erkenntnisgewinnung über Lernprozesse innerhalb dieser Lernumgebungen. Diese Erkenntnisgewinnung trägt wiederum zur Weiterentwicklung von Theorien über das Lernen in spezifischen Lernsettings bei (Wilhelm & Hopf, 2014). Dieses Wechselspiel spiegelt sich auch in der Bezeichnung von DBR wider. Zum einen ist die Lernumgebung in einen Forschungsbereich eingebettet und basiert auf dem aktuellen Stand der Forschung in diesem Bereich („research based“). Zum anderen steht die Erkenntnisgewinnung, um Aussagen über das Lernen zu treffen, in direktem Zusammenhang mit der entwickelten Lernumgebung („design based“) (Bakker, 2018).

Der enge Zusammenhang zwischen Forschung und Entwicklung bewirkt, dass im DBR-Prozess mehrere aufeinander aufbauende, iterative Zyklen durchlaufen werden. Diese Zyklen sind charakteristisch für DBR. Zunächst werden Voraussagen und Annahmen über das Lernen getroffen, um darauf basierend eine Lernumgebung zu gestalten. Gleichzeitig wird der Einsatz dieser Lernumgebung reflektiert und evaluiert, wodurch neue Erkenntnisse über das Lernen gewonnen werden. Diese Erkenntnisse dienen wiederum als Grundlage für die Weiterentwicklung der Lernumgebung. DBR ermöglicht es dadurch, sowohl Erkenntnisse über das Lernen zu gewinnen, als auch entsprechende Lern- und Unterstützungsangebote zu entwickeln (Anderson & Shattuck, 2012; Haagen-Schützenhöfer & Hopf, 2020). Dabei ist es wesentlich, dass die gewonnenen Erkenntnisse auch in anderen Bereichen anwendbar sind und einen Transfercharakter besitzen. Es müssen also verallgemeinerbare Aussagen getroffen werden können (Bakker, 2018; The Design-Based Research Collective, 2003).

Die in diesem Artikel vorgestellte Unterrichtseinheit, als Teil einer umfassenderen Lernumgebung, ist in das Forschungsfeld der MINT-Didaktik (Kollosche & Schmölzer, 2024) eingebettet. Der Entwicklung der einzelnen Unterrichtseinheiten liegt das Kompetenzmodell Naturwissenschaftlich-Technisches-Handeln (Gut & Tardent, 2023) zugrunde. Um sicherzustellen, dass in der Entwicklung der

Lernumgebung sowohl fachdidaktische als auch fachliche Aspekte aller MINT-Disziplinen berücksichtigt werden, wurde die Lernumgebung in einem interdisziplinären Team entwickelt, das sowohl Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker als auch Lehrpersonen aus den Bereichen der Naturwissenschaften, der Mathematik, Sprache sowie aus Technik und Design vereint. Diese interdisziplinäre Zusammenarbeit ermöglichte bereits in der ersten Entwicklungsphase mehrere Entwicklungszyklen gemäß DBR. In einem nächsten Schritt wurde die in diesem Artikel vorgestellte Unterrichtseinheit im Unterricht einer an der Materialentwicklung beteiligten Lehrperson eingesetzt, reflektiert und evaluiert. Dadurch wurde eine Weiterentwicklung in einem weiteren Zyklus ermöglicht. Um die Eignung dieser Lernumgebung für die Zielgruppe, Schülerinnen und Schüler der 7. Schulstufe an MINT-Mittelschulen, zu testen, wird eine Evaluierung an mehreren unterschiedlichen MINT-Mittelschulen mit unterschiedlichem sozio-ökonomischen Status durchgeführt, wodurch auch der Transfercharakter sichergestellt wird.

5. Hinter den Kulissen: Ein Interview in der PET-Flaschenfabrik eröffnet kreative Unterrichtszugänge

Die hier vorgestellte Unterrichtseinheit ist Teil der modular aufgebauten Lernumgebung ‚Wie kommt Kunststoff in die Welt?‘ (Mur-Spiegel, Dachauer, Krebs, Tschauko, Hausegger & Schwarzer, 2024), die aufbauend auf früherer Entwicklungsforschung zu diesem Thema (Abels, Koliander & Radinger, 2016) im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung [BMBWF] über IMST entwickelt wurde. Ziel dieser Lernumgebung ist es, Schülerinnen und Schülern Wissen über die Herstellung, Verwendung und das Recycling von Kunststoffen zu vermitteln. Sie sollen ausgewählte Stoffeigenschaften kennenlernen und Strategien von Greenwashing ent- bzw. aufdecken, um so einen verantwortungsbewussten Umgang mit Kunststoffen zu entwickeln.

Die in diesem Artikel behandelte Unterrichtseinheit beschäftigt sich mit der Verarbeitung von Polyethylenterephthalat (PET) zu Kunststoffflaschen in einer PET-Flaschenfabrik (Dachauer, 2025). Ziel dieser Einheit ist es, dass Lernende anhand der Herstellung von PET-Flaschen „überfachliches MINT-Wissen [...] erwerben und Antworten auch klar (fach-)sprachlich artikulieren“ (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung [BMBWF], 2022, S. 6) können. Dabei sollen Schülerinnen und Schüler „naturwissenschaftliche Phänomene, gesellschaftliche Fragen und informatische, technische Anwendungen erweitert zusammendenken und verstehen.“ (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung [BMBWF], 2022, S. 6)

Die Unterrichtsreihe beginnt mit der Präsentation eines Blogbeitrags, welcher die Frage nach der Herkunft und Herstellung von Kunststoffflaschen aufwirft. Abbildung 1 zeigt diesen Blogbeitrag:

Hey Leute,
ich hätte eine Frage an die Community: Bei uns in der Schule gibt es einen
Getränkeautomaten. Ich habe mir jetzt schon öfter eine Limo in einer Plastikflasche aus
diesem Automaten gekauft. Auf den Flaschen ist zu lesen, dass sie zu einem Großteil aus
recycelten Kunststoffen hergestellt wurden. Aber woraus werden diese Flaschen eigentlich
hergestellt? Wie werden Kunststoffe recycelt?
Schreibt mal hier in die Kommentare. LG Alex

Abbildung 1: Blogbeitrag zur Herstellung von Kunststoffflaschen (Mur-Spiegel et al., 2024)

Anschließend erarbeiten die Schülerinnen und Schüler die Grundlagen zur Herstellung petrochemischer Kunststoffe auf Erdölbasis und erwerben Wissen über biobasierte und biologisch abbaubare Kunststoffe.

In der letzten Einheit dieser Unterrichtsreihe arbeiten die Schülerinnen und Schüler mit einem schriftlichen Interview, das in einer PET-Flaschenfabrik spielt. Zunächst wird das Interview im Plenum gelesen und Unklarheiten werden durch die Lehrperson geklärt. In einem weiteren Schritt stellen die Lernenden die Inhalte dieses Interviews in einem kreativen, sprachlichen Beitrag (z.B. Podcast, Videoclip) dar. Diese Beiträge können im Anschluss im Klassenverband präsentiert werden. Am Ende der Unterrichtsreihe formulieren die Schülerinnen und Schüler einzeln schriftliche Antworten auf den Blogbeitrag, indem sie die aufgeworfenen Fragen fachlich begründet beantworten.

Für die Erstellung des Interviews wurde Microsoft Copilot genutzt, da es einfache, anschauliche und alltagsnahe Erklärungen liefert. Fachbegriffe werden gezielt eingeführt und es wird eine klare sprachliche Struktur verfolgt, geprägt durch kurze Sätze sowie inhaltliche Wiederholungen zur Verständnissicherung. Zusätzlich steht Microsoft Copilot allen Lehrpersonen im Rahmen von Microsoft Office 365 Education kostenlos zur Verfügung, wodurch ein niederschwelliger Zugang für sie ermöglicht wird. Dabei wurde für die erste Version des Interviews der folgende Prompt eingegeben:

Bitte schreibe ein für Kinder verständliches Interview zwischen einer oder einem Reporter:in und einer oder einem Mitarbeiter:in in einer PET-Flaschen Fabrik. Der oder die Mitarbeiter:in erklärt, wie aus dem PET-Granulat eine Flasche hergestellt wird. Die Kinder sollen dieses Interview dann lesen und verstehen, wie eine PET-Flasche aus Granulat erzeugt wird.

Tabelle 1 stellt einen Ausschnitt des über Microsoft Copilot erstellten Interviews im Vergleich zur überarbeiteten Version dar. Änderungen sind farbig hervorgehoben. Die Namen der am Interview beteiligten Personen wurden auf geschlechtsneutrale Namen geändert, um möglichst viele Schülerinnen und Schüler anzusprechen. Diese Änderungen wurden in Blau markiert. Auch die Anrede, hervorgehoben in Orange, wurde angepasst, um sie interessanter zu gestalten. Eine Textstelle, die in Grün markiert ist, wurde hinzugefügt, um den Interviewverlauf aufzulockern.

<p>Reporter: Hallo, liebe Kinder! Heute sind wir in einer PET-Flaschenfabrik und haben die Gelegenheit, mit Herrn Müller zu sprechen, der hier arbeitet. Er wird uns erklären, wie aus PET-Granulat diese coolen Flaschen gemacht werden. Hallo, Herr Müller!</p> <p>Herr Müller: Hallo! Schön, hier zu sein und euch alles zu zeigen.</p> <p>Reporter: Super! Also, fangen wir an. Was ist überhaupt dieses PET-Granulat?</p> <p>Herr Müller: Ganz einfach! PET steht für Polyethylenterephthalat. Das ist ein Material, das zu kleinen Kügelchen, den Granulaten, verarbeitet wird. Diese Granulate sind unsere Ausgangsmaterialien.</p> <p>Reporter: Ah, verstehe. Wie werden dann die Granulate zu einer Flasche?</p> <p>Herr Müller: Zuerst werden die Granulate in große Maschinen gefüllt, die wie riesige Schmelztöpfe aussehen. Dort werden sie richtig heiß geschmolzen. [....]</p>	<p>Flo: Hallo, ihr neugierigen Forscherinnen und Forscher. Heute sind wir in einer PET-Flaschenfabrik und haben die Gelegenheit, mit Charlie zu sprechen, die hier arbeitet. Sie wird uns erklären, wie aus PET-Granulat Plastikflaschen gemacht werden. Hallo, Charlie!</p> <p>Charlie: Hallo. Schön, hier zu sein und euch alles zu zeigen!</p> <p>Flo: Super. Also fangen wir an. Was ist überhaupt dieses PET-Granulat?</p> <p>Charlie: Ganz einfach! PET steht für Polyethylenterephthalat. Der Name ist schon ein ganz guter Zungenbrecher. Polyethylenterephthalat ist ein Material, das zu kleinen Kügelchen, den Granulaten, verarbeitet wird. Diese Granulate sind unsere Ausgangsmaterialien.</p> <p>Flo: Ah, verstehe. Wie werden dann die Granulate zu einer Flasche?</p> <p>Charlie: Zuerst werden die Granulate in große Maschinen gefüllt, die wie riesige Schmelztöpfe aussehen. Dort werden sie richtig heiß geschmolzen. [....]</p>
---	--

Tabelle 1: Vergleich des Interviews erstellt über Microsoft Copilot (links) und der überarbeiteten Version (rechts)

Im Rahmen des Forschungsprojekts, in dessen Kontext die hier vorgestellten Unterrichtsmaterialien für das neue Unterrichtsfach MINT an MINT-Mittelschulen entwickelt wurden, ist die folgende Struktur vorgesehen: Die Materialien werden jeweils ein Schuljahr im Vorhinein konzipiert, sodass sie zum Zeitpunkt des Eintritts des Schulversuchs in die entsprechende Schulstufe bereits einsatzbereit sind. Im darauffolgenden Schuljahr erfolgt dann eine Evaluation und Weiterentwicklung dieser Materialien. Um bereits vor dem offiziellen Einsatz erste Erkenntnisse zur Praxistauglichkeit zu gewinnen und das Unterrichtsmaterial gewinnbringend zu überarbeiten, wurden ausgewählte Teile des Materials vorab in einzelnen Schulklassen erprobt. Das hier beschriebene Interview wurde von einer Lehrperson durchgeführt, die aktiv an der Materialentwicklung beteiligt war. Es fand im Rahmen des Chemieunterrichts der 8. Schulstufe einer Allgemeinbildenden Höheren Schule statt. Obwohl die Materialien grundsätzlich für die 7. Schulstufe konzipiert wurden, erschien die 8. Schulstufe für eine erste Testung in Bezug auf die Praxistauglichkeit des Materials besonders geeignet, da hier Schülerinnen und Schüler erstmals mit dem Fach Chemie in Berührung kommen – eine Situation, die annähernd mit den Bedingungen im MINT-Unterricht der 7. Schulstufe vergleichbar ist. In dieser

Unterrichtseinheit gestalteten die Lernenden Podcasts und Videoclips, in denen das Interview nachgespielt wurde.⁴ Die didaktische Grundidee hinter der Erstellung von Podcasts und Videoclips besteht darin, das Fachlernen gezielt zu fördern, indem die Schülerinnen und Schüler sich aktiv und eigenständig mit dem Herstellungsprozess einer PET-Flasche auseinandersetzen. Dabei üben sie nicht nur das Verstehen technischer Abläufe, sondern auch das Erklären dieser Prozesse – ein wichtiger Schritt zum Erwerb und zur Anwendung fachlicher sowie fachsprachlicher Kompetenzen. In der einfachsten Umsetzung greifen die Lernenden auf den vorgefertigten Interviewleitfaden zurück, der sie strukturiert durch die Erstellung ihres Beitrags führt. Anspruchsvollere Varianten bieten jedoch vielfältige Möglichkeiten zur Differenzierung: So können die Schülerinnen und Schüler den Herstellungsprozess in eigenen Worten erläutern oder durch eigene alltagsnahe und anschauliche Vergleiche ergänzen. Diese eigenständige Auseinandersetzung kann dazu führen, dass weiterführende Fragen entstehen, die in einer abschließenden Reflexionsphase nach der Erstellung der Beiträge aufgegriffen und vertieft werden. Auch eine eigenständige Recherche sowie die Integration eigener Fragen in das Interviewformat sind denkbar. In diesem Fall sollte jedoch mehr Zeit für die Planung und Umsetzung eingeplant werden. Darüber hinaus unterstützt die Arbeit an den digitalen Beiträgen die Lernenden in der Entwicklung persönlicher Kompetenzen im Bereich der informatischen Bildung. Diese Arbeit fördert somit neben fachlichem Lernen auch fächerübergreifendes Arbeiten im Sinne einer ganzheitlichen MINT-Bildung.

Die von den Schülerinnen und Schülern gestalteten Podcasts und Videoclips bieten vielfältige Einsatzmöglichkeiten: So können ausgewählte Beiträge im Klassenverband präsentiert werden und als Ausgangspunkt für Diskussionen dienen – etwa zur Vertiefung fachlicher Fragen oder zur kritischen Auseinandersetzung mit der Herstellung und dem Einsatz von Kunststoffen am Beispiel von PET. Zusätzlich können die Lernenden die Beiträge ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler nutzen, um ihr Fachwissen zu reflektieren und zu vertiefen – beispielsweise durch eine gezielte Auseinandersetzung mit dem einführenden Blogbeitrag aus Abbildung 1, auf den sie inhaltlich antworten. Sowohl in der Erstellung der digitalen Beiträge als auch in der Formulierung einer Antwort auf den Blogbeitrag üben sich die Schülerinnen und Schüler in der Unterscheidung zwischen Alltags- und Bildungssprache. Während Lernende im informellen Rahmen – etwa in einem Pausengespräch mit einer Freundin oder einem Freund – überwiegend Alltagssprache verwenden, orientieren sich die sprachlichen Formulierungen im Interview an der Bildungssprache. Gleiches gilt für den Blogbeitrag, auf den sie mit einer fachlich angemessenen Erklärung reagieren sollen. Diese Gegenüberstellung bietet eine wertvolle Gelegenheit, verschiedene Sprachregister bewusst zu reflektieren und gezielt zwischen ihnen zu wechseln.

⁴ Ein Beispiel für einen solchen Podcast finden Interessierte unter diesem Link:
<https://ucloud.univie.ac.at/index.php/s/LfzAqwM8bZdAZac>

Darüber hinaus eignen sich die digitalen Beiträge zur Wissenskommunikation über den Unterricht hinaus: Beispielsweise könnten QR-Codes, die auf die jeweiligen Beiträge verweisen, in einem Schaukasten der Schule ausgestellt werden. Auf diese Weise lassen sich nicht nur andere Lernende, sondern auch interessierte Bürgerinnen und Bürger erreichen.

In der durchgeführten Unterrichtseinheit formulierten die Lernenden im Anschluss an die Erstellung der Podcasts und Videoclips eine Antwort auf die im einführenden Blogbeitrag (Abbildung 1) gestellte Frage zur Herstellung von PET-Flaschen und nehmen dabei Bezug auf das von ihnen durch die Auseinandersetzung mit dem Interview erworbene Fachwissen. Dabei beziehen sie sich auf das Fachwissen, das sie durch die eigenständige Auseinandersetzung mit den Inhalten des Interviews und die Erstellung ihrer Podcasts und Videoclips erworben haben. Im Großteil der Antworten verweisen die Schülerinnen und Schüler darauf, dass PET die Abkürzung für Polyethylenterephthalat ist. Die folgende Aussage zeigt exemplarisch, wie die Herstellung einer PET-Flasche ausgehend von PET von den Schülerinnen und Schülern erklärt wird:

[...] Aus dem PET (Polyethylenterephthalat) werden dann kleine Kügelchen, die Granulate, gemacht. Diese werden geschmolzen und in passende Formen gegossen. Der Boden entsteht durch das Drehen der Form. Der Flaschenhals entsteht, indem man ein Loch in die Flasche schneidet. [...]

Diese Formulierung verdeutlicht, dass Inhalte des Interviews angemessen übernommen wurden. Die in Orange hervorgehobene Passage entspricht inhaltlich der Aussage: „Zuerst werden die Granulate in große Maschinen gefüllt, die wie riesige Schmelztöpfe aussehen. Dort werden sie richtig heiß geschmolzen.“. Der nächste, in Grün markierte Abschnitt ist analog zur Interviewstelle „Die geschmolzenen Granulate werden dann durch eine Art Trichter in Formen gegossen. Diese Formen sind wie riesige Flaschen, nur ohne Boden.“. Die in Blau markierte Stelle spiegelt den Inhalt „Die Formen drehen sich, während die geschmolzene Masse abkühlt. Dadurch bildet sich der Boden, und wir haben jetzt eine Flasche, allerdings noch ohne Öffnung oben.“ wider. Der violett hervorgehobene Satz entspricht der Interviewstelle „Die Flaschen werden zu einer anderen Maschine transportiert, die den oberen Teil abschneidet und die Öffnung formt. Das nennt man den Hals der Flasche.“ Zusätzlich verdeutlicht diese Aussage den gezielten Einsatz von Fachsprache, indem sowohl der Begriff PET als Abkürzung für Polyethylenterephthalat als auch die Bezeichnung Granulate verwendet werden. Gleichzeitig zeigt die folgende Aussage exemplarisch, dass einige Schülerinnen und Schüler den Zusammenhang zwischen PET und Granulaten noch nicht kennen. Diese Passage wurde in Orange hervorgehoben.

[...] Dann werden die Kügelchen zuerst zu Granulat verarbeitet, bevor sie zu PET werden. Danach wird das Granulat in eine Form gegossen, aber es hat noch keinen Boden. Nun wird es umgedreht und der Boden ist da. Für den Hals wird ein Loch hineingesägt. Nun ist die PET-Flasche fertig. Falls du dich fragst, was PET bedeutet, ist okay. PET bedeutet Polyethylenterephthalat. [...]

Basierend auf Aussagen der Lernenden, die Hinweis auf ein mangelndes Verständnis des Zusammenhangs zwischen PET und Granulaten geben, wurde für einen weiteren DBR-Zyklus empfohlen, das Interview und die darin enthaltenen Fachinhalte beim ersten Lesen in der Klasse ausführlicher und detaillierter zu besprechen. Eine andere Möglichkeit, die im Unterricht probiert wurde, ist, ausgewählte Aussagen aus den Blogbeiträgen anonymisiert mit der Klasse zu besprechen, um etwaige Fehlvorstellungen aufzuklären und richtigzustellen. Dabei eröffnen sich auch Anknüpfungspunkte im Sinne des Sprachenlernens: Die Schülerinnen und Schüler werden dazu angeregt, sprachliche Formulierungen aufmerksam zu lesen, kritisch zu hinterfragen und gegebenenfalls präzise umzuformulieren. Besonders im Hinblick auf die Unterscheidung zwischen Alltags- und Bildungssprache sowie die gezielte Verwendung von Fachsprache bietet sich hier eine bedeutende Lerngelegenheit.

Am Ende der gesamten Unterrichtsreihe füllten die Schülerinnen und Schüler einen Fragebogen zur Selbsteinschätzung aus. Fachlich wurde die Aussage „Ich weiß, wie eine PET-Flasche hergestellt wird“ thematisiert, methodisch die Aussage „Ich hatte genügend Zeit für den Video-/Podcast-Dreh zur Herstellung einer PET-Flasche“. Beide Aussagen konnten mit „trifft nicht zu“, „trifft wenig zu“, „trifft eher zu“ oder „trifft sicher zu“ beantwortet werden. 23 von 25 Schülerinnen und Schülern gaben an, zu wissen, wie eine PET-Flasche hergestellt wird (trifft eher zu: 11; trifft sicher zu: 12). 24 von 25 Schülerinnen und Schülern waren mit der zur Verfügung stehenden Zeit zufrieden (trifft eher zu: 7; trifft sicher zu: 17).

Basierend auf den Beobachtungen und Reflexionen der Lehrperson, den Aussagen der Schülerinnen und Schüler im Blogbeitrag und der Selbsteinschätzung wurde die Lernumgebung weiterentwickelt und diese wird nun im größeren Umfang in MINT-Mittelschulen getestet. Aus dieser Erhebung liegen aktuell schriftliche Rückmeldungen von vier Lehrpersonen zur Passung des Materials in den MINT-Unterricht und fachlicher Angemessenheit, dem Anforderungsniveau bzw. der Passung des Materials an ihre Lernenden, der sprachlichen Aspekte des Materials und ihren Einschätzungen zur Verwendung von KI zur Erstellung von Unterrichtsmaterial vor. Für die Lehrpersonen sind Schwerpunkte des MINT-Unterrichts das praktische Arbeiten, beispielsweise in Form von Projekten, weshalb sie das zur Verfügung gestellte Material als eine sinnvolle Erweiterung ihres Unterrichts wahrnahmen. Sie meldeten jedoch rück, dass die Materialien fachlich sehr anspruchsvoll wirken und deshalb das fachliche Begleitmaterial notwendig war. Auch wurde der Hinweis gegeben, dass mehr sprachliche Scaffolds wie eine Fachwortliste eine gute Erweiterung der Unterrichtseinheit darstellen können. Ganz allgemein meldeten die Lehrpersonen zurück, dass sie dem Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) wie ChatGPT zur Erstellung von sprachsensiblen Materialien sehr positiv gegenüberstehen und diese teilweise im Sprachunterricht selbst nutzen.

6. Nutzung der KI zur Erstellung weiterer Unterstützungsmaterialien

Der positiven Haltung der Lehrpersonen folgend, benötigt es Überlegungen zu

gezieltem Prompt Engineering, um die Erstellung sprachbildender Materialien zu fördern und sie dabei zu unterstützen, selbst effektive Prompts zu entwickeln. Ein auf den in Kapitel 3 angeführten Grundsätzen aufbauendes Beispiel für einen optimierten Prompt zur betrachteten Unterrichtseinheit könnte folgendermaßen lauten:

Du bist Autor:in von Unterrichtsmaterial für den Chemieunterricht. Erstelle ein für österreichische Kinder in der 7. Schulstufe (Alter ca. 13 Jahre) gut verständliches Interview. Im Interview spricht ein:e Reporter:in ohne Vorkenntnisse mit einer/einem erfahrenen Mitarbeiter:in einer PET-Flaschen Fabrik. Die/Der Mitarbeiter:in erklärt die einzelnen Schritte, wie aus dem PET-Granulat eine Flasche hergestellt wird. Die/Der Mitarbeiter:in verwendet dabei Fachbegriffe, die sie/er auf Rückfrage der Reporterin oder des Reporters in Alltagssprache erklärt. Die Schüler:innen haben keine Vorkenntnisse über diesen Prozess und sollen nach dem Lesen des Interviews verstehen, wie eine PET-Flasche aus Granulat erzeugt wird.

Bahr et al. (2024) schlagen ergänzend vor, die überarbeiteten Bloom'schen Taxonomiestufen (Krathwohl, 2002) bei der KI-unterstützten Erstellung von (semi-)authentischen Unterrichtsmaterialien zu beachten. Basierend auf dem Ziel Verstehen könnte eine Adaptierung so aussehen:

[...] Die Schüler:innen haben keine Vorkenntnisse über diesen Prozess und sollen nach dem Lesen des Interviews im Sinne der Bloom'schen Taxonomiestufe ‚Verstehen‘ in eigenen Worten erklären können, wie eine PET-Flasche aus Granulat erzeugt wird.

Prompts zur Erstellung sprachbildender Unterrichtsmaterialien sollten auch sprachliche Anforderungen von heterogenen Lernendengruppen berücksichtigen. Dazu gehören gezielt eingesetzte Satzanfänge, Verknüpfungswörter und Fachvokabular sowie die Anpassung der Satzstruktur an unterschiedliche Lernvoraussetzungen, etwa durch kürzere oder einfachere Sätze. Zudem können LLMs kreative Beispiele generieren, etwa zur Veranschaulichung des ersten Newton'schen Gesetzes durch Szenarien wie Eislaufen oder das Schieben eines stehenden Autos (Cao et al., 2023). Eine Ergänzung für einen optimierten Prompt könnte folgendermaßen lauten:

Verwende klare Satzanfänge, Verknüpfungswörter und erkläre Fachworte in Alltagssprache. Gib, wenn möglich, mindestens zwei Beispiele aus unterschiedlichen Kontexten an, die den Prozess veranschaulichen.

LLMs im sprachbildenden MINT-Unterricht können aber auch genutzt werden, um Hilfestellungen bereitzustellen, die über die eigene Fachkompetenz hinausgehen und normalerweise zusätzlichen Vorbereitungsaufwand erfordern (Povey, 2024). Durch Scaffolds lässt sich die Bildungssprache schrittweise aufbauen, indem das Sprachmodell nicht nur authentisch wirkende linguistische Situationen bereitstellt, die den aktuellen sprachlichen Fähigkeiten der Zielgruppe entsprechen und sie gezielt herausfordern, sondern auch ergänzende Wortlisten, Erklärungen und Bildimpulse generiert. Diese können flexibel eingesetzt und an das jeweilige Sprachniveau angepasst werden (Lerchbaumer, 2024). Ein dementsprechender Follow-up-Prompt für diese Aufgabe könnte lauten:

Du bist Expert:in für Sprachbildung im österreichischen Bildungssystem. Erstelle im Sinne des Scaffoldings unterstützende Wortlisten, Erklärungen und Beispiele für Schüler:innen mit unterschiedlichem Sprachstand, darunter auch Lernende mit Rumänisch und Farsi als Erstsprache.

Basierend auf diesem Prompt erzeugt das LLM eine Übersicht wichtiger Fachbegriffe mit Erklärungen und Übersetzungen in die gewünschten Erstsprachen (Abbildung 2), Satzmuster zum Verstehen und Anwenden (Abbildung 3), einen Ablauf in einfachen Schritten als Orientierungshilfe für Schülerinnen und Schüler mit erhöhtem Förderbedarf (Abbildung 4), oder weitere Beispiele mit Bezug zur Lebenswelt der Lernenden (Abbildung 5):

 **1. Wortlisten mit Erklärungen in Alltagssprache**

Fachbegriff	Einfache Erklärung (Deutsch)	Rumänisch	Farsi (فارسی)
PET-Granulat	Kleine Kunststoffkügelchen	granule PET	گرانول PET
erhitzen	warm machen, bis es heiß ist	încălzi	گرم کردن
schmelzen	fest wird flüssig	topi	ذوب شدن
Preform	kleine Vorform der Flasche	preformă	پیش‌فرم
aufblasen	mit Luft größer machen	umfla	باد کردن
Form	eine Hülle, die die Form vorgibt	matriță	قالب

Abbildung 2: Wortlisten mit Erklärungen in einfacher Sprache und Übersetzungen in Rumänisch und Farsi (generiert mit Microsoft Copilot, August 2025)

2. Satzbausteine zur Beschreibung des Prozesses

Diese Satzanfänge helfen Schüler:innen, eigene Erklärungen zu formulieren:

- Zuerst wird das PET-Granulat ...
- Danach folgt der Schritt ...
- Beim Spritzgießen passiert ...
- Die Preform sieht aus wie ...
- Durch das Streckblasen entsteht ...
- Am Ende wird die Flasche ...
- Ein Beispiel dafür ist ...
- Das ist wichtig, weil ...

Abbildung 3: Satzbausteine zum Beschreiben des Prozesses (generiert mit Microsoft Copilot, August 2025)

Wie entsteht eine PET-Flasche? – Schritt für Schritt erklärt

1. Trocknen

- Die kleinen Kunststoffkügelchen (PET-Granulat) werden **getrocknet**.
- Warum? Weil sie Wasser aus der Luft aufgenommen haben – das muss weg, sonst wird die Flasche später schlecht.


2. Schmelzen


- Das trockene Granulat wird **erhitzt**, bis es **weich** und **flüssig** wird – wie zähflüssiger Honig oder Kaugummi.

3. Spritzgießen


- Die heiße Masse wird in eine **kleine Form** gedrückt.
- Es entsteht eine **Preform** – das ist wie ein kleiner, dicker Plastikstab mit Flaschenhals.

Abbildung 4: Erklärung des Ablaufes in einzelnen Schritten und einfacher Sprache (Ausschnitt – generiert mit Microsoft Copilot, August 2025)


 **Beispiel 9: LEGO-Spielzeug**

 **Fachbegriff: Spritzgießen**

Deutsch (Alltagssprache): Flüssiger Kunststoff wird in eine Form gedrückt.
Rumänisch: Turnare prin injectie
Farsi: قالبگیری تزریقی
Arabisch: القولية بالحقن

 **Erklärung:**

LEGO-Steine bestehen aus einem sehr festen Kunststoff. Damit sie genau zusammenpassen, müssen sie sehr präzise hergestellt werden.
Der Kunststoff wird zuerst **geschmolzen**, dann in eine Form **gespritzt** und **abgekühlt**.

 **Alltagssituation:**

Wenn du mit LEGO spielst, kannst du die Steine leicht zusammenstecken. Das funktioniert nur, weil sie genau geformt wurden – durch Spritzgießen.

Abbildung 5: Ergänzende Beispiele zur Veranschaulichung des Prozesses mit Alltagsbezug (generiert mit Microsoft Copilot, August 2025)

7. Fazit und Vorschläge für die Unterrichtspraxis

Die Integration des Konzepts des sprachsensiblen Unterrichts in den Fachunterricht stellt eine zentrale Herausforderung für Lehrkräfte dar (Beese et al., 2017; Leisen, 2017; Tajmel, 2017; Wildemann & Fornol, 2023). Insbesondere im MINT-Unterricht, in dem komplexe Fachbegriffe und abstrakte Konzepte aus mehreren Fachbereichen aufeinandertreffen, kann das Verständnis der Unterrichtsinhalte durch unzureichende sprachliche Kompetenzen eingeschränkt werden (Lembens, Krebs & Taglieber, 2022; Lembens & Krebs, 2023; Tajmel, 2017). Der vorliegende Beitrag zeigt, dass Künstliche Intelligenz eine wertvolle Unterstützung bieten kann, um sowohl fachliche als auch sprachliche Anforderungen, denen Schülerinnen und Schüler im Schulalltag begegnen, bei der Materialgestaltung zu berücksichtigen. Eine essenzielle Grundlage bei der Erstellung von Materialien unter Nutzung von KI ist der gezielte und korrekte Einsatz von Prompts. Diese Prompts müssen sich je nach dem gewünschten Output unterscheiden und die notwendige klare Definition von Kontext, Vorwissen, Rollen und Zielen berücksichtigen. Weitere unbedingt zu berücksichtigende Aspekte sind Sprachniveau, Formalität, Fachbegriffe sowie regionale Kontexte (z.B. Lerchbaumer, 2024). Die Nutzung von KI bei der Erstellung von Unterrichtsmaterialien und die begleitende Forschung befinden sich in einem frühen Stadium (Szabó & Szoke, 2024). Der Erfolg hängt stark von den Fähigkeiten der Lehrpersonen ab, die Prompts gezielt einzusetzen, um passende Inhalte zu generieren und diese Inhalte kritisch zu hinterfragen, anzupassen und gezielt in den Unterricht zu integrieren. Hier setzt der Vorschlag an, dass Lehrkräfte zusätzliche Schulungen im Bereich KI-gestützte Unterrichtsmaterialien und Prompt Engineering erhalten sollten.

Konkret können folgende Ansätze verfolgt werden:

- Interdisziplinäre Zusammenarbeit: Eine enge Kooperation zwischen Fach- und Sprachlehrkräften könnte dazu beitragen, sprachensible Unterrichtsansätze effektiver in den MINT-Unterricht zu integrieren. Dies könnte durch gemeinsame Unterrichtsplanung oder Team-Teaching erfolgen.
- Anpassung an heterogene Lernvoraussetzungen: KI-gestützte Materialien sollten bewusst auf verschiedene Sprachniveaus zugeschnitten werden, um sowohl sprachliche als auch fachliche Zugänglichkeit sicherzustellen (Münch-Manková, Sailer, & Pickal, 2025; Murgia, Pera, Landoni & Huibers, 2023). Dies kann durch den Einsatz von Scaffolding-Techniken, vereinfachten Erklärungen und interaktiven Elementen geschehen.
- Einsatz von KI zur differenzierten Sprachförderung: Lehrkräfte könnten KI nutzen, um Lernmaterialien individuell anzupassen, etwa durch gezielte Wortlisten, visuelle Unterstützung oder interaktive Übungen, die sich an den Sprachstand der Schülerinnen und Schüler anpassen (Münch-Manková et al., 2025)
- Regelmäßige Evaluation und Weiterentwicklung: Die Wirksamkeit von KI-gestützten Materialien sollte kontinuierlich evaluiert werden. Dies kann durch Feedback von Schülerinnen und Schülern und Lehrkräften geschehen, um Materialien gezielt weiterzuentwickeln und den Unterricht an die Bedürfnisse der Lernenden anzupassen.

Zusammenfassend zeigt sich, dass KI ein großes Potenzial für den sprachsensiblen Fachunterricht birgt. Um dieses Potenzial voll auszuschöpfen, ist es jedoch erforderlich, Lehrkräfte gezielt zu schulen, interdisziplinäre Zusammenarbeit zu fördern und die entwickelten Materialien kontinuierlich zu evaluieren. Nur so kann sichergestellt werden, dass KI nicht nur als technisches Hilfsmittel, sondern als wirksames didaktisches Instrument in den Unterricht integriert wird.

Literatur

- Abels, S., Koliander, B., & Radinger, T. (2016). Eigenschaften von Kunststoffen – ein Stationenbetrieb. *Plus Lucis*, 1, 9–18.
- Addala, K., Baghel, K. D. P., Kirtani, C., Anand, A., & Shah, R. R. (2024). Steps are all you need: Rethinking STEM Education with Prompt Engineering. *arXiv*, 1–12. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2412.05023>
- Amatriain, X. (2024). Prompt Design and Engineering: Introduction and Advanced Methods (Version 4). *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2401.14423>
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-Based Research. *Educational Researcher*, 41(1), 16–25. <https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>
- Bahr, T., Manzocco, M., Schuster, D., & Wacker, A. (2024). Textgenerierende KI zur Erleichterung der Arbeit von Lehrpersonen? Ein Vorschlag am Beispiel der

- Aufgabendifferenzierung mithilfe von ChatGPT. *Ludwigsburger Beiträge zur Medienpädagogik*, 24, 1–16. <https://doi.org/10.21240/lbzm/24/07>
- Bakker, A. (2018). *Design Research in Education. A Practical Guide for Early Career Researchers*. Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780203701010>
- Becker-Mrotzek, M., & Roth, H.-J. (Hrsg.). (2017). *Sprachliche Bildung – Grundlagen und Handlungsfelder: Band 1*. (1. Auflage). Waxmann.
- Beese, M., Kleinpaß, A., Krämer, S., Reschke, M., Rzeha, S., & Wiethoff, M. (2017). *Praxishandbuch Sprachbildung Biologie: Sprachsensibel unterrichten – Sprache fördern* (1. Auflage). Ernst Klett Sprachen.
- Breitenberger, S. (2024). Prompt Engineering: Die Kunst, KI-Systeme zu steuern. *#schuleverantworten*, 4(1).
<https://doi.org/10.53349/schuleverantworten.2024.i1.a405>
- Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., Agarwal, S., Herbert-Voss, A., Krueger, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D. M., Wu, J., Winter, C., Hesse, C., Chen, M., Sigler, E., Litwin, M., Gray, S., Chess, B., Clark, J., Berner, C., McCandlish, S., Radford, A., Sutskever, I., & Amodei, D. (2020). Language Models are Few-Shot Learners. *arXiv*, 33, 1877–1901.
<https://doi.org/10.48550/ARXIV.2005.14165>
- Bundesministerium für Bildung. (o. D.). *Lizenzen von Microsoft*. Abgerufen am 03.09.2025 von
https://www.bmb.gv.at/Themen/schule/zrp/dibi/itinf/it_angebote/microsoft.html
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung [BMBWF] (2022). *Lehrplan der Mathematik-Informatik-Naturwissenschaften-Technik Mittelschule (Kurzform MINT-MS) (im Schulversuch)*.
- Butler, M., & Goschler, J. (2019). *Sprachsensibler Fachunterricht*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-27168-8>
- Cain, W. (2024). Prompting Change: Exploring Prompt Engineering in Large Language Model AI and Its Potential to Transform Education. *TechTrends*, 68(1), 47–57. <https://doi.org/10.1007/s11528-023-00896-0>
- Cao, C., Ding, Z., Lee, G.-G., Jiao, J., Lin, J., & Zhai, X. (2023). Elucidating STEM Concepts through Generative AI: A Multi-modal Exploration of Analogical Reasoning. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2308.10454>
- Chan, K. W., Ali, F., Park, J., Sham, K. S. B., Tan, E. Y. T., Chong, F. W. C., Qian, K., & Sze, G. K. (2025). Automatic item generation in various STEM subjects using large language model prompting. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100344>
- Cools, D., & Sercu, L. (2006). Die Beurteilung von Lehrwerken an Hand des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen: Eine empirische Untersuchung von zwei kürzlich erschienenen Lehrwerken für

- Deutsch als Fremdsprache. *Zeitschrift für Interkulturellen Fremdsprachenunterricht*, 11(3), 1–20.
- Dachauer, J. (2025). Wie kommt Kunststoff in die Welt? Das zentrale fachliche Konzept „Stoffe und ihre Teilchen“ unterrichten. *Plus Lucis*, 1, 15–19.
- Dictionary.com. (o. D.). *Hallucination*. Abgerufen am 24.08.2025 von <https://www.dictionary.com/browse/hallucination>
- Dirks, M., & Engelen, S. (2018). Sprachsensibler Biologieunterricht am Gymnasium: Hinweise zum systematischen Kompetenzaufbau im Bereich Kommunikation. In G. Trendel & J. Roß (Hrsg.), *SINUS.NRW: Verständnis fördern – Lernprozesse gestalten: Mathematik und Naturwissenschaften weiterdenken* (S. 151–173). Waxmann.
- Drumm, S. (2017). *Sprachbildung im Biologieunterricht*. De Gruyter Mouton.
- Gogolin, I., & Roth, H.-J. (2007). Bilinguale Grundschule: Ein Beitrag zur Förderung der Mehrsprachigkeit. In T. Anstatt (Hrsg.), *Mehrsprachigkeit bei Kindern und Erwachsenen: Erwerb, Formen, Förderung* (S.31-46). Attempto Verlag.
- Gut, C., & Tardent, J. (Hrsg.). (2023). *Naturwissenschaftlich-technisches Handeln: Kompetenzmodell und praktische Lernaufgaben für die Sekundarstufe I* (1. Auflage). hep verlag.
- Haagen-Schützenhöfer, C., & Hopf, M. (2020). Design-based research as a model for systematic curriculum development: The example of a curriculum for introductory optics. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020152>
- Haider, M., & Lindemann, R. (2023). Migrationshintergrund und Kompetenzen in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaft. In B. Toferer, B. Lang & S. Salchegger (Hrsg.), *PISA 2022. Kompetenzen in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaft am Ende der Pflichtschulzeit im internationalen Vergleich. Institut des Bundes für Qualitätssicherung im österreichischen Schulwesen (IQS)* (S. 80–87). Salzburg.
- Hoffmann, L. (2019). *Alltagssprache*. Abgerufen am 30.04.2025 von https://epub.ub.uni-muenchen.de/61747/1/Hoffmann_Alltagssprache.pdf
- Isselbacher-Giese, A., Witzmann, C., Königs, C., & Besuch, N. (2018). Sprachsensibel werden, sprachbildend unterrichten – Unterricht anders denken. In G. Trendel & J. Roß (Hrsg.), *SINUS.NRW: Verständnis fördern – Lernprozesse gestalten: Mathematik und Naturwissenschaften weiterdenken*. (S. 13-31). Waxmann.
- Jahnke-Klein, S., & Busse, V. (2019). Sprachsensibel unterrichten in den Naturwissenschaften – Kontextorientierung als Lernhilfe oder zusätzliche Barriere? In M. Butler & J. Goschler (Hrsg.), *Sprachsensibler Fachunterricht* (S. 115–140). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-27168-8_5
- Jones, N. (2025). AI hallucinations can't be stopped – But these techniques can limit their damage. *Nature*, 637(8047), 778–780. <https://doi.org/10.1038/d41586-025-00068-5>

- Kniffka, G., & Neuer, B. (2008). Wo geht's hier nach ALDI? – Fachsprachen lernen im kulturell heterogenen Klassenzimmer. In A. Budke (Hrsg.), *Interkulturelles Lernen im Geographieunterricht*. Universitätsverlag Potsdam.
- Kollosche, D., & Schmölzer, B. (2024). Grundlagen einer fächerübergreifenden MINT-Didaktik. *didacticum*, 6, 282–305.
- Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Into Practice*, 41(4), 212–218. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2
- Küchemann, S., Dengel, A., & Kuhn, J. (2021). Künstliche Intelligenz im Lehr-Lernprozess von MINT-Fächern: Vom adaptiven Lernmaterial zur Implementation in die Lehrkräftebildung. *Bildung und Erziehung*, 74(3), 313–330. <https://doi.org/10.13109/buer.2021.74.3.313>
- Küchemann, S., Steinert, S., Kuhn, J., Avila, K., & Ruzika, S. (2024). Large language models – Valuable tools that require a sensitive integration into teaching and learning physics. *The Physics Teacher*, 62(5), 400–402. <https://doi.org/10.1119/5.0212374>
- Leifheit, L., Loefflad, D., Belschner, S., Beuttler, B., Winkelmann, J., Meurers, W. D., & Holz, H. (2024). KI im Unterricht: Entwicklung von Lehrveranstaltungen für Lehramtsstudierende der Sprach- und MINT-Fächer. *Ludwigsburger Beiträge zur Medienpädagogik*, 24, 1–19. <https://doi.org/10.21240/lbzm/24/08>
- Leisen, J. (2017). *Handbuch Fortbildung Sprachförderung im Fach: Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis* (1. Auflage). Ernst Klett Sprachen.
- Lembens, A., & Krebs, R. E. (2023). Analysing and developing linguistically responsive tasks within the framework of the cross-disciplinary Erasmus+ project sensiMINT. *Chemistry Teacher International*. <https://doi.org/10.1515/cti-2022-0041>
- Lembens, A., Krebs, R. E., & Taglieber, J. (2022). sensiMINT – Sprachsensibler Chemie- und Biologieunterricht. *GDCP Tagungsband*, 704–707.
- Lerchbaumer, S. (2024). Sprachsensibles Unterrichten in den Naturwissenschaften: Wie sprachsensibler Unterricht gelingen kann. *R&E-SOURCE*, 11(3), 399–412. <https://doi.org/10.53349/resource.2024.i3.a1310>
- Liu, J., Liu, A., Lu, X., Welleck, S., West, P., Le Bras, R., Choi, Y., & Hajishirzi, H. (2022). Generated Knowledge Prompting for Commonsense Reasoning. In S. Muresan & Association for Computational Linguistics (Hrsg.), *The 60th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics – Proceedings of the conference. Vol. 1: Long papers* (S. 3154–3169). Association for Computational Linguistics, Stroudsburg, PA. Association for Computational Linguistics (ACL).
- Mollick, E. (2024). *Co-intelligence: Living and working with AI*. Portfolio/Penguin.
- Münch-Manková, Z. (2021). Sprachsensibles MINT-Lehramtsstudium. In H. Rösch & N. Bachor-Pfeff (Hrsg.), *Mehrsprachliche Bildung im Lehramtsstudium* (S. 173–190). Schneider Hohengehren.

- Münch-Manková, Z., Sailer, M., & Pickal, A. J. (2025). Lernbooster oder Kreativitätskiller? In L. Baum & G. Günay (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz in DaF/DaZ* (S. 177–194). Frank & Timme.
- Mur-Spiegl, C., Dachauer, J., Krebs, R., Tschauko, O., Hausegger, P., & Schwarzer, M. (2024). *Wie kommt Kunststoff in die Welt?*
<https://www.imst.ac.at/sammlung-der-mint-unterrichtsmaterialien/>
- Murgia, E., Pera, M. S., Landoni, M., & Huibers, T. (2023). Children on ChatGPT Readability in an Educational Context: Myth or Opportunity? In T. Kuflik, St. Kleanthous, J. Neidhardt & M. S. Pera (Hrsg.), *Adjunct Proceedings of the 31st ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization* (S. 311–316). Association for Computing Machinery.
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results Factsheets: Austria (PISA 2022 Results (Volume I and II) – Country Notes)*. https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/austria_69ba01bc-en.html
- OpenAI. (o.D.). *Prompt Engineering. OpenAI Platform*. Abgerufen am 16.02.2025 von <https://platform.openai.com>
- Park, J., & Choo, S. (2024). Generative AI Prompt Engineering for Educators: Practical Strategies. *Journal of Special Education Technology*, 1–7.
<https://doi.org/10.1177/01626434241298954>
- Pertzel, E., & Schütte, A. U. (2016). *Schreiben in Biologie, Geschichte und Mathematik (Klasse 5/6): Schriftlichkeit im sprachsensiblen Fachunterricht*. Waxmann.
- Pineker-Fischer, A. (2017). *Sprach- und Fachlernen im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-16353-2>
- Povey, E. (2024). Context-Specific Materials Development Utilizing LLMs. *International Journal of Education and Social Science Research*, 07(05), 239–264. <https://doi.org/10.37500/IJESSR.2024.7517>
- Quehl, T., & Trapp, U. (2020). *Sprachbildung im Sachunterricht der Grundschule: Mit dem Scaffolding-Konzept unterwegs zur Bildungssprache* (2. Auflage). Waxmann.
- Riebling, L. (2013). *Sprachbildung im naturwissenschaftlichen Unterricht: Eine Studie im Kontext migrationsbedingter sprachlicher Heterogenität* (1. Auflage). Waxmann Verlag GmbH. http://www.content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783830978046
- Schmölzer-Eibinger, S. (2008). Ein 3-Phasen-Modell zur Förderung der Textkompetenz. *Fremdsprache Deutsch*, 39, 28–33.
- Schmölzer-Eibinger, S. (2013). Sprache als Medium des Lernens im Fach. In M. Becker-Mrotzek, K. Schramm, E. Thürmann und H. Vollmer (Hrsg.): *Sprache im Fach, Sprachlichkeit und fachliches Lernen* (S. 26–40). Waxmann.

- Schmölzer-Eibinger, S., Dorner-Pau, M., Telsnig, E., & Helten-Pacher, M.-R. (2013). *Sprachförderung im Fachunterricht in sprachlich heterogenen Klassen* (1. Auflage). Fillibach bei Klett.
- Szabó, F., & Szoke, J. (2024). How does generative AI promote autonomy and inclusivity in language teaching? *ELT Journal*, 78(4), 478–488.
<https://doi.org/10.1093/elt/ccae052>
- Tajmel, T. (2010). DaZ-Förderung im naturwissenschaftlichen Fachunterricht. In B. Ahrenholz (Hrsg.), *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache* (2., durchgesehene und aktualisierte Auflage, S. 167–184). Narr Verlag.
- Tajmel, T. (2017). *Naturwissenschaftliche Bildung in der Migrationsgesellschaft*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-17123-0>
- Tajmel, T., & Hägi-Mead, S. (2017). *Sprachbewusste Unterrichtsplanung: Prinzipien, Methoden und Beispiele für die Umsetzung* (1. Auflage). Waxmann.
- The Design-Based Research Collective. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001005>
- Toferer, B., Lang, B., & Salchegger, S. (Hrsg.). (2023). *PISA 2022. Kompetenzen in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaft am Ende der Pflichtschulzeit im internationalen Vergleich*. Institut des Bundes für Qualitätssicherung im österreichischen Schulwesen (IQS). Salzburg.
<https://doi.org/10.17888/PISA2022-EB>
- Wei, J., Wang, X., Schuurmans, D., Bosma, M., Ichter, B., Xia, F., Chi, E., Le, Q., & Zhou, D. (2022). Chain-of-Thought Prompting Elicits Reasoning in Large Language Models. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2201.11903>
- Wildemann, A., & Fornol, S. L. (2023). *Sprachsensibel unterrichten in der Grundschule: Anregungen für den Deutsch-, Mathematik- und Sachunterricht* (1. Auflage). Klett Kallmeyer.
- Wilhelm, T., & Hopf, M. (2014). Design-Forschung. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der Naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 31–42). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-37827-0>
- Woerfel, T., & Giesau, M. (2018). *Sprachsensibler Unterricht*. Köln: Mercator-Institut für Sprachförderung und Deutsch als Zweitsprache (Basiswissen sprachliche Bildung). https://mercator-institut.uni-koeln.de/sites/mercator/user_upload/PDF/05_Publikationen_und_Material/201124_Basiswissen_SprachsensiblerUnterricht_CC.pdf

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Blogbeitrag zur Herstellung von Kunststoffflaschen (Mur-Spiegel et al., 2024)

Abbildung 2: Wortlisten mit Erklärungen in einfacher Sprache und Übersetzungen in Rumänisch und Farsi (generiert mit Microsoft Copilot, August 2025)

Abbildung 3: Satzbausteine zum Beschreiben des Prozesses (generiert mit Microsoft Copilot, August 2025)

Abbildung 4: Erklärung des Ablaufes in einzelnen Schritten und einfacher Sprache (Ausschnitt – generiert mit Microsoft Copilot, August 2025)

Abbildung 5: Ergänzende Beispiele zur Veranschaulichung des Prozesses mit Alltagsbezug (generiert mit Microsoft Copilot, August 2025)

CARINA MUR-SPIEGL BEd ist studentische Projektmitarbeiterin an der Universität Innsbruck am Institut für Fachdidaktik im Bereich Naturwissenschaften und Mathematik Ihre Forschungsschwerpunkte sind MINT-Didaktik, (sprachbewusste) Materialentwicklung, Gen-AI gestützte Materialentwicklung und kritisches Denken

JENNIFER DACHAUER BEd MEd ist Universitätsassistentin (PraeDoc) und Lehrende am Österreichischen Kompetenzzentrum für Didaktik der Chemie der Universität Wien. Sie ist auch Mitverwendete Lehrerin an der Pädagogischen Hochschule Wien und Lehrerin für Chemie und Mathematik an einer AHS in Niederösterreich. Ihre Arbeits- und Forschungsschwerpunkte sind Naturwissenschaftliches Argumentieren, Naturwissenschaftliche Grundbildung und forschendes Lernen im Chemieunterricht

MANUEL PETRUJ Mag. ist Medienpädagoge an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich. Ihre Arbeits- und Forschungsschwerpunkte sind 21st Century Skills, Diklusion, queere Bildung, Gamification und Game-Based Learning mit Fokus auf die praktische Anwendung, Umsetzung und Kreativität im Unterricht.

RITA ELISABETH KREBS Mag. Dr. BA ist Lehrende und Forscherin am UNESCO-Lehrstuhl „Futures Literacy“ an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich sowie an der Universität Wien. Ihre Arbeits- und Forschungsschwerpunkte sind Anthropozän, Sprachbildung im naturwissenschaftlichen Unterricht, Chemie- und Naturwissenschaftsdidaktik und Nachhaltigkeit.