

44. Jahrgang – Heft 1/2026

## E-Offprint

### Hinweis zum Copyright

Die «Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung» (BzL) sind eine Open-Access-Zeitschrift ohne Embargo-Frist für die einzelnen Artikel.

Die Autorinnen und Autoren sind frei, die in der Zeitschrift «BzL» publizierte Version («version of record», d.h. den hier vorliegenden E-Offprint) unter der Lizenz

[Creative Commons Attribution 4.0 International \(CC BY 4.0\)](#)

über weitere Kanäle (z.B. Repositorien, Plattformen, Websites) öffentlich zugänglich zu machen.



Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung

Organ der Schweizerischen Gesellschaft für Lehrerinnen- und Lehrerbildung (SGL)

Erscheint dreimal jährlich

ISSN 2296-9632

Zitievorschlag: Hoppe, T., Stadler, M., Tuncel, N. & Rieß, W. (2026). Diagnostische Kompetenz in der Bildung für nachhaltige Entwicklung: Herausforderungen und Ansätze für die Lehrpersonenbildung. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 44 (1), 110–139.  
<https://doi.org/10.36950/bzl.44.1.2026.10414>

[www.bzl-online.ch](http://www.bzl-online.ch)

**Editorial**

Markus Wilhelm, Dorothee Brovelli, Christian Brühwiler, Doreen Flick-Holtsch,  
Bruno Leutwyler, Sandra Moroni, Afra Sturm und Markus Weil 3

Gutachterinnen und Gutachter des 43. BzL-Jahrgangs (2025) 6

**Schwerpunkt****Professionelle Kompetenzen für BNE**

**Johanna Weselek, Mandy Singer-Brodowski und Christina Ehras** (De-)Thematisierung von Mensch-Natur-Verhältnissen in Umweltbildung  
und Bildung für nachhaltige Entwicklung 7

**Michel Dängeli und Katharina Kalcsics** Warum müssen, wie wollen  
und wie können wir uns anpassen? Grundzüge einer politischen Nachhaltig-  
keitsbildung in der Lehrer:innenbildung 22

**Federica Valsangiacomo und Julia Niederhauser** Bildung im Kontext  
einer nachhaltigen Entwicklung: Transversale Ansätze in der  
Lehrer:innenbildung 33

**Franziska Heinze** «Weil Haltungen nicht vom Himmel fallen» –  
Individuelle Werthaltungen und Überzeugungen zu BNE: ein Professionali-  
sierungsproblem? 45

**Michelle Hermann, Nadia Lausselet, Stefan Baumann,**  
**Franziska Bertschy und Markus Wilhelm** BNE in der Schweizer  
Lehrpersonenbildung – Stand und Perspektiven 60

**Petra Breitenmoser, Jorrit Holst und Kai Niebert** Von der Kür zur  
Kernaufgabe: Stand und Perspektiven der Bildung für nachhaltige  
Entwicklung in der Schweizer Gymnasialehrpersonenbildung 77

**Antje Goller, Jana Markert und Marco Rieckmann** Verständnisse von  
Bildung für nachhaltige Entwicklung bei Lehrenden in der Lehramtsbildung  
an Hochschulen 96

**Tobias Hoppe, Magdalena Stadler, Nico Tuncel und Werner Rieß**  
Diagnostische Kompetenz in der Bildung für nachhaltige Entwicklung:  
Herausforderungen und Ansätze für die Lehrpersonenbildung 110

## Rubriken

### Buchbesprechungen

- Wampfler, P. (2024). L'école, c'est moi. Schüler:innen im Zentrum eines zeitgemäßen Unterrichts. Bern: hep (Christine Pauli) 140
- Cslovjecsek, M. (2023). Schulmusik für alle? Zur Legitimation des Unterrichtsfachs Musik. Bielefeld: Transcript
- Imthurn, G. (2023). Assessment des Singens in der Sekundarstufe 1. Eine qualitative Interviewstudie. Zürich: LIT (Jürg Huber) 142
- Praetorius, A.-K., Wemmer-Rogh, W., Schreyer, P. & Brinkmann, M. (Hrsg.). (2024). Kognitive Aktivierung unter der Lupe. Bestandsaufnahme und Möglichkeiten der Weiterentwicklung eines prominenten Konstrukt. Münster: Waxmann (Armin Jentsch) 145
- Kesselring, T. (2025). Ethik im Bildungswesen. Bildung zu Selbstbestimmung und Verantwortung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt UTB (Rudolf Tippelt) 148

### Neuerscheinungen

- Zeitschriftenspiegel 150

- 152

## Editorial

Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) ist als zentrale Querschnittsaufgabe der Schule und damit der Lehrpersonenbildung anerkannt. Mit dieser Anerkennung geht jedoch eine grundlegende Herausforderung einher: BNE entfaltet ihre Wirkung nicht primär durch curriculare Vorgaben oder programmatische Leitbilder, sondern durch die professionellen Kompetenzen von Lehrpersonen bzw. von Dozierenden der Lehrpersonenbildung. Das vorliegende Heft rückt daher die Lehrpersonenbildung in den Mittelpunkt und fragt danach, welche Kompetenzen, Haltungen und Wissensbestände Lehrpersonen benötigen, um BNE qualitätsvoll, reflektiert und lernwirksam umzusetzen. Zugleich wird untersucht, wie die Lehrerinnen- und Lehrerbildung institutionell, curricular und didaktisch gestaltet sein muss, um diese Professionalisierungsprozesse zu ermöglichen.

Ein zentraler Schwerpunkt des Hefts liegt auf der kritischen Diskussion von BNE-Kompetenzen. Dabei wird BNE nicht als rein inhaltliches Zusatzthema verstanden, sondern als anspruchsvolle bildungstheoretische und didaktische Aufgabe, die mit Fragen von Normativität, Kontroversität, Komplexität und Ungewissheit verbunden ist. Mehrere Beiträge machen deutlich, dass BNE bestehende professionelle Routinen herausfordert und neue Formen der Reflexion über Wissen, Werte und pädagogisches Handeln erforderlich macht. Vor diesem Hintergrund analysiert das Heft auch den aktuellen Stand der Lehrpersonenbildung in der Schweiz und beleuchtet Fortschritte ebenso wie bestehende Leerstellen.

Einen grundlegenden theoretischen Beitrag leisten **Johanna Weselek, Mandy Singer-Brodowski und Christina Ehras** mit ihrer Auseinandersetzung zur Thematisierung von Mensch-Natur-Verhältnissen. Sie zeigen auf, dass in der Praxis von Umweltbildung und BNE häufig anthropozentrische Perspektiven dominieren, und plädieren für eine stärkere Berücksichtigung postanthropozentrischer Ansätze. Durch die Einbindung umweltethischer, posthumanistischer und neumaterialistischer Perspektiven eröffnen sie neue Reflexionsräume für die Lehrpersonenbildung und verdeutlichen, wie implizite Deutungsmuster kritisch hinterfragt werden können.

Die sich daraus ergebende politische Dimension von Nachhaltigkeit und Bildung wird von **Michel Dängeli und Katharina Kalcsics** aufgegriffen. In ihrem Beitrag entwickeln sie Grundzüge einer politischen Nachhaltigkeitsbildung in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Ausgehend von einer kritischen Auseinandersetzung mit dem Freiheitsverständnis der liberalen Moderne rahmen sie BNE unter dem Leitmotiv der Anpassung und strukturieren diese entlang von System-, Ziel- und Transformationswissen. Ihr Beitrag unterstreicht die Notwendigkeit, BNE stärker gesellschaftswissenschaftlich zu fundieren und als politische Bildungsaufgabe zu verstehen.

Einen systemisch-curricularen Zugang wählen **Federica Valsangiacomo und Julia Niederhauser**. Sie zeigen auf, wie BNE als Querschnittsthema in allen Disziplinen der Lehrerinnen- und Lehrerbildung verankert werden kann, und betonen die Bedeutung bildungswissenschaftlicher Grundlagen für die Förderung überfachlicher Kompetenzen. Anhand eines Unterrichtsbeispiels aus einem Forschungs- und Entwicklungsvorprojekt wird deutlich, wie transversale Ansätze zur Professionalisierung angehender Lehrpersonen beitragen können.

Mit der Frage individueller Werthaltungen und Überzeugungen setzt sich **Franziska Heinze** auseinander. Sie thematisiert die normative Dimension von BNE und zeigt auf, wie Werthaltungen von Lehrpersonen sowohl eine zentrale Ressource als auch ein Professionalisierungsproblem darstellen können. Der Beitrag verdeutlicht, dass die Auseinandersetzung mit Normativität in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung nicht vermieden werden kann, sondern didaktisch und reflexiv gestaltet werden muss.

Einen empirisch fundierten Überblick über den Stand der BNE in der Schweizer Lehrerinnen- und Lehrerbildung mit Fokus auf die Volksschulstufe liefern **Michelle Hermann, Nadia Lausselet, Stefan Baumann, Franziska Bertschy und Markus Wilhelm**. Die Ergebnisse der Bestandsaufnahme von 2023/2024 zeigen sowohl deutliche Fortschritte als auch anhaltende Herausforderungen, insbesondere in bestimmten Ausbildungsstufen und in der systematischen Gestaltung von Lernprogressionen über die gesamte Studiendauer hinweg. Der Beitrag verdeutlicht zudem den Bedarf an vertiefter Professionalisierungsforschung – gerade im internationalen Vergleich.

Die spezifische Situation der Gymnasiallehrpersonenbildung wird von **Petra Breitenmoser, Jorrit Holst und Kai Niebert** analysiert. In ihrem Beitrag zeigen sie, dass BNE in der Ausbildung von Gymnasiallehrpersonen bislang häufig nur punktuell verankert ist. Auf der Grundlage empirischer Befunde skizzieren sie Entwicklungslien im Hinblick darauf, wie BNE stärker mit politischer Bildung, dem Whole School Approach sowie Bewertungs- und Handlungskompetenzen verknüpft werden kann.

Die Perspektive der Hochschullehrenden nehmen **Antje Goller, Jana Markert und Marco Rieckmann** ein. In ihrem Beitrag fassen sie zentrale Befunde zu individuellen Nachhaltigkeits- und BNE-Verständnissen zusammen und vergleichen diese mit den Sichtweisen angehender Lehrpersonen. Die Analyse macht deutlich, dass in beiden Gruppen häufig instrumentelle Zugänge dominieren und politische Dimensionen von BNE vergleichsweise selten explizit thematisiert werden.

Abschliessend widmen sich **Tobias Hoppe, Magdalena Stadler, Nico Tuncel und Werner Rieß** der diagnostischen Kompetenz in der BNE. Sie argumentieren, dass eine qualitätsvolle Förderung nachhaltigkeitsbezogener Lernprozesse auf einer fundierten Diagnose von Lernvoraussetzungen basiere. Der Beitrag analysiert relevante Diagnosegegenstände, beschreibt Anforderungen an Lehrpersonen und zeigt auf, wie

diagnostische Kompetenz durch praxisbasierte Ansätze, etwa den Einsatz von Unterrichtsvignetten, gezielt gefördert werden kann.

In ihrer Gesamtheit verdeutlichen die Beiträge dieses Hefts, dass BNE in der Lehrpersonenbildung eine anspruchsvolle und langfristige Entwicklungsaufgabe darstellt. Sie erfordert die Verbindung von theoretischer Reflexion, empirischer Analyse und konzeptioneller Weiterentwicklung sowie den Mut, etablierte Routinen zu hinterfragen. Das Heft soll dazu beitragen, diese Diskussion weiterzuführen und Impulse für eine Lehrpersonenbildung zu geben, die den Herausforderungen einer nachhaltigen Entwicklung gerecht wird.

**Markus Wilhelm, Dorothee Brovelli, Christian Brühwiler, Doreen Flick-Holtsch, Bruno Leutwyler, Sandra Moroni, Afra Sturm und Markus Weil**

## **Diagnostische Kompetenz in der Bildung für nachhaltige Entwicklung: Herausforderungen und Ansätze für die Lehrpersonenbildung**

**Tobias Hoppe, Magdalena Stadler, Nico Tuncel und Werner Rieß**

**Zusammenfassung** Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) verfolgt das Ziel, allen Lernenden Kompetenzen zur Gestaltung einer nachhaltigen Entwicklung zu vermitteln (Sustainable Development Goal 4). Eine zentrale Voraussetzung hierfür ist auch eine individuelle Förderung, die auf einer zutreffenden Diagnose von Lernvoraussetzungen wie Lernendenvorstellungen, systemischem Denken und umweltbezogenen Einstellungen aufbaut. Diagnostische Kompetenz stellt daher bei der gezielten Unterstützung nachhaltigkeitsbezogener Lernprozesse eine essenzielle Fähigkeit von Lehrkräften dar. Der Beitrag untersucht Konzeptualisierungen diagnostischer Kompetenz im Kontext der BNE, analysiert relevante Diagnosegegenstände und leitet daraus Anforderungen für Lehrpersonen ab. Zudem wird aufgezeigt, wie Facetten diagnostischer Kompetenz durch praxisbasierte Ansätze, insbesondere durch den Einsatz von Unterrichtsvignetten, gefördert werden können. Abschliessend werden Herausforderungen und Forschungsdesiderate im Bereich der BNE-Diagnosekompetenz diskutiert.

**Schlagwörter** diagnostische Kompetenz – Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) – individuelle Förderung – Lernendenvorstellungen – Unterrichtsvignetten

### **Diagnostic skills in Education for Sustainable Development: Challenges and approaches for teacher education**

**Abstract** Education for Sustainable Development (ESD) aims to equip all learners with the competencies needed to promote sustainable development (Sustainable Development Goal 4). A key condition for this is individualised support that is based on an accurate diagnosis of learning prerequisites such as student conceptions, systems thinking, and environmental attitudes. Diagnostic skills are therefore essential for teachers to support sustainability-related learning processes effectively. This paper examines conceptualisations of diagnostic skills in the context of ESD, analyses relevant diagnostic targets, and derives resulting requirements for teachers. Furthermore, it highlights how diagnostic skills can be fostered through practice-oriented approaches, particularly the use of classroom vignettes. Finally, challenges and research gaps in the field of ESD-related diagnostic skills are discussed.

**Keywords** diagnostic skills – Education for Sustainable Development (ESD) – individualised student support – student conceptions – classroom vignettes

## 1 Einleitung

Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) hat das Ziel, allen Lernenden Kompetenzen zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung zu vermitteln (SDG 4: Sustainable Development Goal 4 – «Inklusive, gleichberechtigte und hochwertige Bildung gewährleisten und Möglichkeiten des lebenslangen Lernens für alle fördern», UNRIC, 2024). Um eine zielführende Förderung aller Lernenden zu erreichen, sollten die individuellen lernrelevanten Voraussetzungen berücksichtigt werden (Hardy, Meschede & Mannel, 2022). Lehrpersonen können Lernprozesse jedoch nur dann gezielt unterstützen – etwa durch passgenaues Feedback – wenn sie die Lernvoraussetzungen ihrer Schülerinnen und Schüler (z.B. bestimmte Fehlvorstellungen) zutreffend diagnostizieren können (Schoenfeld, 2011). Diagnostisches Urteilen durch Lehrende bildet somit eine wesentliche Grundlage für die individuelle Förderung der Lernenden. Angesichts der Relevanz diagnostischer Urteile für den Lernerfolg überrascht es nicht, dass Diagnosekompetenzen als Kernkompetenzen von Lehrenden betrachtet und seit einigen Jahren intensiv erforscht werden (Heitzmann et al., 2019; Herppich, Praetorius, Förster et al., 2017; Loibl, Leuders & Dörfler, 2020). Vor diesem Hintergrund stellt sich mit Blick auf die BNE die Frage, welche besonderen Anforderungen sich für die diagnostische Kompetenz von Lehrpersonen im spezifischen Kontext der BNE ergeben und wie diese Kompetenz gezielt gefördert werden kann. Diese Fragestellung bildet die leitende Perspektive des vorliegenden Beitrags.

Dieser Beitrag gibt zunächst einen Überblick über zentrale Konzeptualisierungen diagnostischer Kompetenz bei Lehrpersonen und deren Bedeutung für die individuelle Förderung von Lernenden im Bereich der BNE. Darauf aufbauend wird analysiert, welche besonderen Anforderungen BNE-spezifische Diagnosegegenstände an die diagnostische Kompetenz von Lehrkräften stellen und welche Schlussfolgerungen sich daraus für die Professionalisierung und die Förderung diagnostischer Kompetenz ziehen lassen. Im Fokus der Überlegungen stehen drei Aspekte, die als wichtige Lernvoraussetzungen und Lernstände in der BNE gelten können (Scheunpflug & Costa, 2025):

- 1) umwelt- und nachhaltigkeitsbezogene Vorstellungen von Lernenden;
- 2) umwelt- und nachhaltigkeitsbezogene Einstellungen von Lernenden;
- 3) systemisches Denken als Beispiel für eine BNE-relevante übergreifende Kompetenz.

Diese drei Diagnosegegenstände bilden eine Grundlage für die Untersuchung der Leitfrage nach den besonderen Anforderungen an die diagnostische Kompetenz von Lehrpersonen in der BNE. Abschliessend wird diskutiert, wie diagnostische Kompetenz von Lehrpersonen im Bereich der BNE gefördert werden kann. Dabei wird zunächst die Förderung von BNE-Diagnosekompetenz durch den Einsatz von Unterrichtsvignetten thematisiert. Anschliessend wird auf allgemeine Ansätze zur Vermittlung praxisorientierten Wissens in der Lehrkräftebildung eingegangen, wobei jeweils Bezüge zur BNE hergestellt werden.

## 2 Diagnostische Kompetenz von Lehrpersonen

Diagnostische Kompetenz ermöglicht es Lehrpersonen, die Lernvoraussetzungen, Lernstände und Lernverläufe ihrer Schülerinnen und Schüler fundiert einzuschätzen. Diagnostische Urteile sind essenziell für eine individuelle Förderung, da Lehrkräfte nur auf das pädagogisch reagieren können, was sie wahrnehmen und interpretieren (Schoenfeld, 2011). Ein Beispiel für eine pädagogische Reaktion ist das gezielte Feedback zu individuellen Lernfortschritten, das den weiteren Lernprozess der Schülerinnen und Schüler unterstützt. Somit stellt die diagnostische Kompetenz eine zentrale Voraussetzung für differenzierenden Unterricht dar (Wagner, 2025). Im Folgenden wird die diagnostische Kompetenz von Lehrpersonen in drei Schritten entfaltet: Abschnitt 2.1 erläutert zunächst grundlegende Definitionen und Formen formativer Diagnostik im Unterricht. Abschnitt 2.2 vertieft diese Perspektive, indem theoretische Modelle und empirische Befunde zur Erforschung diagnostischer Kompetenz im Kontext formativen Assessments vorgestellt werden. Abschnitt 2.3 richtet den Fokus schliesslich auf das unterrichtsbegleitende Diagnostizieren – eine für die BNE besonders bedeutsame Form diagnostischen Handelns, die angesichts der häufig offenen und dialogischen Unterrichtsformate in diesem Bereich zentral, aber zugleich mit besonderen Anforderungen an die Lehrpersonen verbunden ist.

### 2.1 Was versteht man unter diagnostischer Kompetenz?

Diagnostische Kompetenz von Lehrpersonen zeigt sich vor allem in der konkreten Gestaltung diagnostischer Handlungen im Unterricht: Ob durch gezielte Diagnosegespräche oder spontane On-the-fly-Einschätzungen – Lehrkräfte müssen Lernstände erkennen, um fördernd darauf reagieren zu können (Schoenfeld, 2011). Dieser Abschnitt stellt dar, wie sich diese unterschiedlichen Handlungsformen in der Praxis ausprägen und welche Anforderungen sie an Lehrpersonen stellen, insbesondere im Kontext der BNE.

Nach Schrader (2010, S. 102) wird diagnostische Kompetenz allgemein als «Fähigkeit eines Urteilens, Personen zutreffend zu beurteilen» definiert. In der pädagogischen Diagnostik umfasst diagnostische Kompetenz den Prozess des Einschätzens lernrelevanter Merkmale von Schülerinnen und Schülern (Herppich, Praetorius, Hetmanek et al., 2017). Ein zentrales Unterscheidungsmerkmal diagnostischer Prozesse ist ihr Ziel: Während summative Diagnostik primär der abschliessenden Leistungsbewertung dient, steht bei formativer Diagnostik die Unterstützung des weiteren Lernprozesses im Vordergrund (Herppich, Wittwer, Nückles & Renkl, 2014). Da sich der vorliegende Beitrag mit der Rolle der diagnostischen Kompetenz für die individuelle Förderung im Bereich der BNE befasst, wird hier die formative Diagnostik in den Fokus genommen.

Formative Diagnostik kann nach Shavelson et al. (2008) unterschiedlich stark formalisiert sein:

- *Stark formalisiert*: Hierbei sind diagnostische Aufgaben fest in das Curriculum integriert, um Lernfortschritte zu bestimmten Zeitpunkten systematisch zu erfassen («embedded-in-curriculum»). Diese Form bietet Lehrpersonen eine hohe Planbarkeit.
- *Geplant, aber weniger formell*: Lehrkräfte überlegen sich bereits in der Unterrichtsvorbereitung gezielte Diagnosefragen, die sie während des Unterrichts einsetzen («planned-for-interaction»).
- *Spontan und wenig planbar*: Diagnostische Urteile entstehen direkt im Unterrichtsgeschehen, etwa wenn eine Lehrkraft während einer Gruppenarbeit eine Lernendenäußerung mithört («on-the-fly»).

Besonders in einem BNE-Unterricht, der offene, partizipative und dialogische Formate nutzt, sind Lehrkräfte gefordert, Äußerungen zu komplexen Themen spontan zu erfassen und einzuordnen (Rieckmann, 2018; Rieß & Mischo, 2008). Insofern nimmt gerade diese spontane, situative, eher informelle Diagnostik im Kontext der BNE eine Schlüsselrolle ein – weshalb sie in Abschnitt 2.3 gesondert aufgegriffen wird.

## 2.2 Forschung zu diagnostischer Kompetenz in der Lehrpersonenbildung

Seit einigen Jahren befassen sich verschiedene Forschungsgruppen mit der Untersuchung und der Förderung der diagnostischen Kompetenz von Lehrpersonen (insbesondere die Forschungsgruppen COSIMA, DiaKom und NeDiKo). Einige Studien legen den Fokus auf die Urteilsgenauigkeit – das heißt die Übereinstimmung zwischen den Einschätzungen von Lehrpersonen und dem tatsächlichen Vorhandensein bestimmter Merkmale bei den Lernenden (Südkamp, Kaiser & Möller, 2012). Dieser Aspekt bezieht sich auf die Ergebnisqualität diagnostischer Urteile und stellt damit eine wichtige, aber nur eine Dimension diagnostischer Kompetenz dar (Loibl et al., 2020). Ergänzend dazu fokussiert die Prozessperspektive darauf, wie diagnostische Urteile entstehen, das heißt darauf, welche kognitiven und handlungsbezogenen Schritte Lehrpersonen im Diagnoseprozess durchlaufen. Um besser zu verstehen, wie diagnostische Urteile entstehen und wie diagnostische Kompetenz gezielt gefördert werden kann, erscheint es folglich vielversprechend, auch die zugrunde liegenden Diagnoseprozesse zu untersuchen (Leuders, Loibl, Sommerhoff, Herppich & Praetorius, 2022). Dabei wird die Perspektive der Urteilsgenauigkeit in vielen dieser Ansätze integriert, um Zusammenhänge zwischen Diagnoseprozess und Ergebnisqualität empirisch zu erfassen (z.B. Rieu, Leuders & Loibl, 2022).

Diagnoseprozesse umfassen sowohl kognitive Prozesse der Informationsverarbeitung (z.B. Wahrnehmen und Interpretieren) als auch äußere Lehraktivitäten wie das Stellen gezielter Diagnosefragen (Leuders et al., 2022). Rahmenmodelle diagnostischer Kompetenz von Lehrkräften legen hier unterschiedliche Schwerpunkte. So betont beispielsweise das DiaKom-Modell die zentrale Rolle kognitiver Prozesse bei der Entstehung

diagnostischer Urteile (Loibl et al., 2020). Das diagnostische Urteilen wird als komplexer Informationsverarbeitungsprozess verstanden, bei dem Lehrpersonen auf der Basis von verfügbarem Professionswissen und weiteren eigenen Personeneigenschaften lernrelevante Informationen über Schülerinnen und Schüler wahrnehmen, diese interpretieren und Entscheidungen treffen. Die Inhalte und übergreifenden Fertigkeiten in der BNE sind so vielfältig, dass Lehrkräfte in vielen Unterrichtssituationen kaum auf spezifisches diagnoserelevantes Professionswissen zurückgreifen können. Daher ist es sinnvoll, nicht nur die Prozesse der diagnostischen Urteilsbildung als informationsverarbeitenden Prozess zu fokussieren, sondern gezielt auch die Fertigkeiten des diagnostischen Handelns in den Blick zu nehmen, beispielsweise die Durchführung von Diagnosegesprächen (Leuders et al., 2022). Solche Fertigkeiten ermöglichen es Lehrkräften, das eigene Verständnis des Denkens der Schülerinnen und Schüler zu erweitern. An diese Überlegungen knüpft das Prozessmodell von Herppich, Praetorius, Hetmanek et al. (2017; vgl. auch Herppich, Praetorius, Förster et al., 2017) an, das ebenfalls die Urteilsbildung beschreibt, den Fokus jedoch um den Aspekt diagnostischer Handlungen wie Hypothesenbildung und das gezielte Sammeln von Informationen ergänzt. Dieses theoretische Modell bietet Anknüpfungspunkte, die es ermöglichen, Anforderungen an Lehrpersonen im BNE-Kontext zu verstehen, etwa wie komplexe inhaltliche oder auch affektiv-motivationale Dimensionen im Zusammenhang mit Nachhaltigkeitsthemen diagnostisch erfasst werden können. Hoppe, Seidel, Renkl und Rieß (2025) konnten beispielsweise zeigen, dass komplexe Denk- und Begründungsprozesse von Lernenden mithilfe strukturierter Praxisrepräsentationen wie Video- oder Textvignetten diagnostisch zugänglich gemacht werden können. Dabei hängt der notwendige Umfang diagnostischer Auseinandersetzung – etwa Gelegenheiten zum Üben des Diagnostizierens – von der Komplexität des zu erfassenden Lernendendenkens ab.

Die Qualität diagnostischer Urteile bestimmt massgeblich das weitere diagnostische und pädagogische Handeln von Lehrpersonen (Schoenfeld, 2011). Sie wird potenziell sowohl durch situative Aspekte als auch durch individuelle Merkmale der Lehrpersonen beeinflusst (Loibl et al., 2020). Die Forschung zu diagnostischer Kompetenz stellt dabei ein sich dynamisch entwickelndes Feld dar; insbesondere zu situativen Einflüssen auf diagnostische Prozesse liegen bislang erst vereinzelte empirische Befunde vor. Zu den situativen Aspekten gehören kontextuelle Bedingungen wie die Art der Aufgabenstellung oder Zeitdruck im Unterricht (Loibl et al., 2020). So konnten Rieu et al. (2022) zeigen, dass diagnostische Urteile unter Zeitdruck anfälliger für Verzerrungen sind. Darüber hinaus spielen auch individuelle Merkmale der diagnostizierenden Lehrpersonen eine Rolle. Dazu zählen sowohl relativ stabile Eigenschaften («traits») wie Professionswissen, Überzeugungen und Motivation als auch situationsabhängige Faktoren («states») wie Emotionen, Mindsets oder Stress (Loibl et al., 2020). Becker, Spinath, Ditzen und Dörfler (2020) zeigten beispielsweise, dass Stress kognitive Kapazitäten bindet, wodurch zentrale Diagnoseprozesse wie Wahrnehmen und Interpretieren beeinträchtigt werden können.

Eine besondere Rolle für die Qualität diagnostischer Urteile spielt das Professionswissen von Lehrkräften. Beispielsweise konnten Mack, Gnas, Vock und Preckel (2023) bei Lehrpersonen fachspezifische Unterschiede in der Genauigkeit diagnostischer Urteile nachweisen. Daraus lässt sich schliessen, dass das Professionswissen eine zentrale Voraussetzung für zuverlässige und valide Urteile von Lehrkräften ist. Diagnoserelevantes Professionswissen umfasst sowohl Fachwissen (z.B. Wissen über den Treibhauseffekt) als auch fachdidaktisches Wissen (z.B. Wissen über typische Fehlvorstellungen von Lernenden zu diesem Thema) (Baumert & Kunter, 2006). Fehlvorstellungen stellen dabei einen zentralen Aspekt fachdidaktischen Wissens dar, da sie den Ausgangspunkt für Lernprozesse bilden und Rückschlüsse auf die Denkstrukturen der Lernenden erlauben (Loewenberg Ball, Thames & Phelps, 2008). In verschiedenen Studien konnte gezeigt werden, dass neben Fachwissen insbesondere das Wissen über typische Lernendenvorstellungen zu den unterrichteten Themen ein kategoriengleitetes Diagnostizieren ermöglicht und so die Güte diagnostischer Urteile von Lehrkräften deutlich erhöht (Hoppe, Renkl & Rieß, 2020; Ostermann, Leuders & Philipp, 2019). Dieses Zusammenspiel von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen ist auch für die BNE zentral, da Lehrkräfte hier Inhalte aus unterschiedlichen Disziplinen miteinander verknüpfen und Lernendenvorstellungen zu komplexen ökologischen, ökonomischen und sozialen Systemzusammenhängen verstehen müssen.

### 2.3 Unterrichtsbegleitende Diagnostik

Unterrichtsbegleitende, informelle Diagnostik stellt in der BNE eine besonders zentrale und zugleich herausfordernde Form diagnostischen Handelns dar. In der BNE kommen häufig offene, dialogische und partizipative Unterrichtsformate zum Einsatz, die spontane Äusserungen von Lernenden begünstigen (Rieckmann, 2018). Für Lehrpersonen bedeutet dies, dass sie während des Unterrichtsgeschehens kontinuierlich Informationen über Denkweisen, Einstellungen oder Vorstellungen der Lernenden erfassen und deuten müssen (Heitzmann et al., 2019). Damit gewinnt die Fähigkeit zum spontanen, unterrichtsbegleitenden Diagnostizieren («on-the-fly») eine besondere Bedeutung – sowohl für die Gestaltung lernförderlicher Situationen als auch als zentrale Kompetenz, die Lehrkräfte angesichts der situativen und zeitkritischen Anforderungen unterrichtsbegleitender Diagnostik im Rahmen ihrer Professionalisierung erwerben und weiterentwickeln müssen.

Im Unterricht können wichtige Lernvoraussetzungen wie Lernendenvorstellungen oder Einstellungen der Lernenden nicht direkt beobachtet werden (Schecker & Duit, 2018). Stattdessen müssen diese Merkmale aus den verbalen und nonverbalen Äusserungen der Lernenden erschlossen werden. Da dieses Erschliessen nicht mit absoluter Sicherheit und Präzision erfolgen kann, sollten Diagnosen über Vorstellungen, Einstellungen und Denkweisen der Lernenden stets als vorläufige Hypothesen betrachtet werden (Heitzmann et al., 2019). Diese Hypothesen können durch Fehlschlüsse seitens der diagnostizierenden Lehrperson beeinflusst sein (Loibl et al., 2020). Entsprechend ist es wichtig, dass Lehrpersonen ihre Hypothesen validieren, in der Regel mithilfe

von Rückfragen an die betreffende Schülerin oder den betreffenden Schüler (van Es & Sherin, 2021). Ein Beispiel: Eine Schülerin äussert, dass sie den Treibhauseffekt auf eine stärkere Sonneneinstrahlung zurückführt. Diese Vorstellung entspricht einem häufig dokumentierten Fehlkonzept (Schubatzky, Haagen-Schützenhofer, Wackermann, Wöhlke & Wildbichler, 2024). Um sicherzustellen, dass diese Einschätzung korrekt ist, könnte die Lehrperson Rückfragen stellen, um ihre Diagnose zu validieren und gegebenenfalls zu erweitern (z.B. «Kannst du genauer erklären, warum du denkst, dass der Treibhauseffekt mit einer stärkeren Sonneneinstrahlung zusammenhängt?»).

Im laufenden Unterricht weisen insbesondere mündliche Äusserungen der Lernenden auf deren zugrunde liegende Lernvoraussetzungen hin (Glogger-Frey & Herppich, 2017). Das unterrichtsbegleitende Diagnostizieren von Vorstellungen, Einstellungen und Denkweisen der Lernenden kann als ein kontinuierlicher Prozess des Filterns relevanter Informationen verstanden werden (Heitzmann et al., 2019). Dieser Prozess lässt sich als Wahrnehmung und Interpretation von Informationen beschreiben (Blömeke, Gustafsson & Shavelson, 2015). Unter «Wahrnehmung» versteht man die Selektion von Äusserungen, die als potenziell relevant für das Verständnis der zugrunde liegenden Lernvoraussetzungen erscheinen (Blomberg, Stürmer & Seidel, 2011). Die Interpretation bezieht sich darauf, wie Lehrkräfte diese wahrgenommenen Äusserungen im Hinblick auf die dahinterliegenden Vorstellungen, Einstellungen und Denkweisen der Lernenden deuten. Diese Form des unterrichtsbegleitenden Diagnostizierens wird in der Literatur zur Lehrpersonenprofessionalisierung auch als «teacher noticing» oder «professionelle Unterrichtswahrnehmung» bezeichnet (Stürmer & Seidel, 2017; van Es & Sherin, 2021).

Die Anforderungen an das Diagnostizieren von Lernvoraussetzungen im Unterricht unterscheiden sich von denen, die bei der Auswertung schriftlicher Arbeiten gestellt werden. Lehrpersonen müssen schnell und präzise reagieren, da das Diagnostizieren unmittelbar und oft unter Zeitdruck stattfindet. In Situationen, in denen Lehrpersonen weniger unter Druck stehen – etwa bei der Auswertung schriftlicher Arbeiten – erfordert das Diagnostizieren weniger Spontaneität und bietet mehr Raum für reflektiertes Vorgehen. Vor diesem Hintergrund liegt der Fokus des vorliegenden Beitrags auf der Förderung des unterrichtsbegleitenden Diagnostizierens, da insbesondere die Fähigkeit gefragt ist, Lernvoraussetzungen unmittelbar zu erkennen, um im Unterricht flexibel darauf reagieren zu können (Shavelson et al., 2008). Für die weitere Betrachtung ergibt sich daraus, dass die unterschiedlichen Diagnoseformen und Diagnosebedingungen spezifische Anforderungen an Lehrpersonen in der BNE stellen, die im nächsten Abschnitt anhand konkreter Diagnosegegenstände näher beleuchtet werden.

### 3 Diagnosegegenstände in der BNE

Lehrpersonen gelingt das Diagnostizieren von Lernvoraussetzungen insbesondere dann, wenn sie über spezifisches Wissen zu relevanten Diagnosegegenständen verfügen (Ostermann et al., 2019). Daher ist es von grosser Bedeutung, Diagnosegegenstände zu identifizieren und zu beschreiben, die im Kontext der BNE besonders relevant für das Lernen der Schülerinnen und Schüler sind. Diese Diagnosegegenstände lassen sich aus Konzeptualisierungen von Nachhaltigkeitskompetenz (Waltner, Rieß & Mischo, 2019) ableiten und sollten im Zentrum der Förderung von BNE-Diagnosekompetenz stehen. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund wichtig, dass diagnostische Kompetenz tendenziell domänen spezifisch angeeignet wird, das heisst bezogen auf spezifische Fachinhalte und Themenbereiche (z.B. Hoppe, Renkl & Rieß, 2020; Kolovou, Nau mann, Hochweber & Praetorius, 2021; Mack et al., 2023). Empirische Befunde deuten darauf hin, dass Lehrpersonen Schwierigkeiten haben, diagnostische Fertigkeiten zwischen unterschiedlichen Themenfeldern zu transferieren, sodass diagnostisches Wissen stark an inhaltliche Kontexte gebunden bleibt (vgl. dazu auch Levin, Hammer & Coffey, 2009). Für Lehrpersonen in der BNE bedeutet dies, dass sie insbesondere vor der Herausforderung stehen, ihre diagnostische Kompetenz auf vielfältige, interdisziplinär verknüpfte Themen anzuwenden und ihr diagnostisches Handeln entsprechend flexibel anzupassen, um nachhaltigkeitsrelevante Lernprozesse gezielt zu unterstützen.

Zu den BNE-spezifischen Diagnosegegenständen können insbesondere nachhaltigkeitsrelevante Lernendenvorstellungen als Aspekte des Vorwissens, umwelt- und nachhaltigkeitsbezogene Einstellungen sowie übergreifende Fertigkeiten wie systemisches Denken gezählt werden (Scheunpflug & Costa, 2025). Sowohl fachlich nicht tragfähige nachhaltigkeitsrelevante Lernendenvorstellungen als auch negative Einstellungen erschweren die Entwicklung nachhaltigkeitsförderlicher Denk- und Handlungsweisen (z.B. Olsson, Gericke & Chang Rundgren, 2016). Ein unzureichendes systemisches Denken kann unter anderem dazu führen, dass die aus nachhaltigkeitsbedeutsamen Handlungen erwachsenden Nebenfolgen und langfristigen Folgen bei Entscheidungen nicht ausreichend mitbedacht werden. Diese Diagnosegegenstände unterscheiden sich hinsichtlich ihrer inhaltlichen, affektiv-motivationalen und strukturellen Dimensionen – und stellen damit sehr unterschiedliche Anforderungen an die diagnostische Kompetenz von Lehrkräften. Für Lehrpersonen bedeutet dies, dass sie je nach Diagnosegegenstand unterschiedliche Hinweisreize wahrnehmen, interpretieren und in ihre Urteilsbildung integrieren müssen, um Lernvoraussetzungen im Sinne nachhaltiger Entwicklung angemessen einschätzen zu können (Loibl et al., 2020).

Im Hinblick auf das Diagnostizieren von nachhaltigkeitsrelevanten Vorstellungen, Einstellungen und übergreifenden Fertigkeiten von Lernenden wie etwa dem systemischen Denken stellt sich die Frage, welche Hinweisreize in den Äusserungen der Lernenden diagnostisch relevant sind. Diese müssen von den Lehrkräften wahrgenommen und interpretiert werden, damit sie zu akkuraten diagnostischen Urteilen gelangen (Hoppe,

Renkl, Seidel, Rettig & Rieß, 2020). In den folgenden Abschnitten werden exemplarisch nachhaltigkeitsbezogene Vorstellungen, Einstellungen und Denkweisen von Lernenden beschrieben und analysiert. Zudem werden die Anforderungen diskutiert, die sich aus den spezifischen Eigenschaften dieser Diagnosegegenstände für die diagnostische Urteilsbildung und das diagnostische Handeln von Lehrpersonen ergeben. Darauf aufbauend werden Überlegungen dazu angestellt, wie Lehrkräfte im Unterricht Informationen zu den unterschiedlichen Lernvoraussetzungen ihrer Schülerinnen und Schüler erfassen können. Damit wird der Frage nachgegangen, welche besonderen Anforderungen diese Diagnosegegenstände an die diagnostische Kompetenz von Lehrkräften in der BNE stellen und wie dies in der Lehrpersonenbildung berücksichtigt werden kann.

### **3.1 Lernendenvorstellungen als Diagnosegegenstand in der BNE**

Die bereits vorhandenen Vorstellungen von Lernenden zu Phänomenen, Prinzipien und Begriffen werden in den Fachdidaktiken mit weitgehender konzeptueller Überschneidung als Fehlkonzepte, Präkonzepte oder Lernenden- bzw. Alltagsvorstellungen bezeichnet (Schecker & Duit, 2018). Im Folgenden wird der Begriff «Lernendenvorstellungen» verwendet. Dabei handelt es sich um subjektive gedankliche Konstruktionen, die häufig den Alltagserfahrungen der Lernenden entstammen und den wissenschaftlich gültigen Perspektiven oft nicht oder nur teilweise entsprechen (Gropengießer & Marohn, 2018). Da neue Lerninhalte auf der Grundlage von Vorwissen verarbeitet werden, haben Lernendenvorstellungen eine grundlegende Bedeutung für das Lehren und Lernen (Taber, 2017). Angemessene diagnostische Urteile über Lernendenvorstellungen, die an den Denkweisen und subjektiven Vorstellungen der Lernenden ansetzen, ermöglichen es Lehrpersonen, im Unterricht an diese Vorstellungen anzuknüpfen und diese weiterzuentwickeln. Für Lehrpersonen in der BNE besteht eine zentrale diagnostische Anforderung darin, solche Lernendenvorstellungen zu erkennen, die auf komplexe ökologische, ökonomische oder soziale Zusammenhänge bezogen sind – und diese im Unterrichtsverlauf gezielt zu adressieren.

Lernendenvorstellungen sind seit vielen Jahrzehnten Gegenstand empirischer Untersuchungen, insbesondere zu natur- und gesellschaftswissenschaftlichen Themen (z.B. Häußler, 1998). Auch zu Themen, die für eine BNE besonders relevant sind, existieren einige Studien. Dazu zählen beispielsweise Untersuchungen zu Lernendenvorstellungen über Stoffkreisläufe. Baisch (2009) untersuchte die Konzepte von Lernenden in der Grundschule und konnte zeigen, dass die Lernenden vor allem sinnlich wahrnehmbare Veränderungen des Aussehens und der Struktur von Stoffen beschrieben. Humus oder Erde wurden häufig als Endprodukt der Zersetzung betrachtet. Als Ursachen für die Zersetzungprozesse nannten die befragten Schülerinnen und Schüler biologische Faktoren wie die Zersetzung durch makroskopisch sichtbare Organismen, beispielsweise den Regenwurm. Es fiel den Lernenden jedoch schwer, verschiedene Faktoren miteinander zu verknüpfen und ein zirkuläres Verständnis von Zersetzungprozessen zu entwickeln. Auch frühere Erhebungen zu Lernendenvorstellungen bei

Stoffkreisläufen zeigen ähnliche Ergebnisse (Helldén, 1995; Leach, Driver, Scott & Wood-Robinson, 1996). Weitere BNE-relevante Studien beschäftigen sich beispielsweise mit Lernendenvorstellungen zum Treibhauseffekt (Schubatzky et al., 2024), zu den Ursachen und Folgen des globalen Klimawandels (Schuler, 2011) sowie zu Strategien der Klimawandeindämmung und Anpassung an den Klimawandel (Bofferding & Kloser, 2015).

Lernendenvorstellungen unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich ihrer Inhalte, sondern auch hinsichtlich der Komplexität ihrer gedanklichen Konstruktion (Gropengießer & Marohn, 2018). Bei der Analyse von Lernendenvorstellungen unterscheidet Gropengießer (2006) beispielsweise zwischen Begriffen, Konzepten und Denkfiguren. Ein Begriff ist die einfachste Form einer Vorstellung und bezieht sich auf Vorgänge, Dinge oder allgemeine Referenten (Chi, Slotta & de Leeuw, 1994). Begriffe werden durch Wörter oder Termini ausgedrückt (Gropengießer & Marohn, 2018). Wenn ein Begriff mit einem oder mehreren anderen Begriffen in Beziehung gesetzt wird, dann kann die Vorstellung als Konzept bezeichnet werden. Konzepte beziehen sich auf spezifische Sachverhalte und lassen sich durch eine einzelne Aussage oder einen Satz formulieren (Gropengießer & Marohn, 2018). Denkfiguren repräsentieren besonders komplexe Vorstellungen, da hier verschiedene Konzepte miteinander in Beziehung gesetzt werden. Denkfiguren lassen sich als Grundsatz ausdrücken (Gropengießer, 1997). Beispielhaft für die verschiedenen Komplexitätsebenen von Lernendenvorstellungen können die Unterscheidungen nach Trauschke und Gropengießer (2014) im Bereich der Thermodynamik betrachtet werden, die auch für das Verständnis des Treibhauseffekts von Bedeutung sind: «Lichtenergie» und «Wärmeenergie» stellen beispielsweise Lernendenvorstellungen in Form von Begriffen dar. Die Aussage «Lichtenergie wird in Wärmeenergie umgewandelt» gilt als Konzept, während der Grundsatz «Viele Energieformen sind ineinander umwandelbar» eine Denkfigur repräsentiert.

Unterschiedliche Lernendenvorstellungen stellen je nach inhaltlicher Ausprägung und Komplexität unterschiedliche Anforderungen an die diagnostische Urteilsbildung, das heißt an das Wahrnehmen und das Interpretieren der Äußerungen der Lernenden durch die Lehrkräfte. Für das Beispiel ökologischer Fehlvorstellungen konnte gezeigt werden, dass weniger komplexe Konzepte in vielen Fällen einfacher zu diagnostizieren sind als komplexere Denkfiguren (Hoppe, Renkl & Rieß, 2020). Dies lässt sich darauf zurückführen, dass weniger komplexe Konzepte häufig explizit geäußert werden, während die Diagnostik komplexerer Denkfiguren die Integration mehrerer, teilweise impliziter Indikatoren erfordert (Hoppe, Renkl & Rieß, 2020). Darüber hinaus hat sich in verschiedenen Studien gezeigt, dass Diagnosekompetenzen inhalts- bzw. domänen spezifisch erworben werden (Hoppe et al., 2025; Kolovou et al., 2021; Mack et al., 2023). Lehrkräfte müssen daher beim Diagnostizieren auf spezifisches fachwissenschaftliches und fachdidaktisches Wissen zurückgreifen können, um die Äußerungen der Lernenden hinsichtlich der dahinterliegenden Vorstellungen angemessen zu interpretieren. Damit wird deutlich: Die Diagnostik von Lernendenvorstellungen in der BNE verlangt

nicht nur ein breites interdisziplinäres Professionswissen, sondern auch die Fähigkeit, wahrgenommene Lernendenäußerungen vor dem Hintergrund dieses Professionswissens angemessen zu verarbeiten.

### **3.2 Einstellungen als Diagnosegegenstand in der BNE**

Im Hinblick auf die Leitfrage des vorliegenden Beitrags, welche Anforderungen sich für die diagnostische Kompetenz von Lehrpersonen in der BNE ergeben, werden im Folgenden Einstellungen als zentraler Diagnosegegenstand analysiert. Der Begriff der Einstellungen bezeichnet psychologische Tendenzen der Bewertung von Gegenständen, Personen oder auch abstrakteren Ideen – den Einstellungsobjekten (Albarracín & Shavitt, 2018; Eagly & Chaiken, 1993). Einstellungen sind latente, das heißt nicht direkt beobachtbare Merkmale, die sich über längere Zeiträume hinweg sowie gegenüber Beeinflussungsversuchen als eher stabil erweisen (Albarracín & Shavitt, 2018). Sie stehen in Wechselbeziehung zu den Überzeugungen, den Affekten und dem Verhalten von Individuen (Fabrigar, MacDonald & Wegener, 2014), woraus sich ihre Bedeutung für die Bildungsforschung und die Bildungspraxis ergibt: Einerseits kann die Einstellung einer Person daraus abgeleitet werden, was sie denkt, was sie fühlt oder wie sie sich verhält. Andererseits prägt die Einstellung einer Person ihr Denken und Fühlen wie auch ihr Verhalten.

Die besondere Bedeutung von Einstellungen in der BNE im Vergleich zu anderen Schulfächern begründet sich ebenfalls in den Inhalten und Zielen von BNE. Diese gehen über die blosse Wissensvermittlung hinaus und umfassen in höherem Masse verhaltensrelevante Merkmale und Werte (Biasutti & Frate, 2017; Olsson et al., 2016; Shephard, 2016). Dies lässt sich sowohl politischen Dokumenten als auch konzeptionellen Arbeiten der Bildungsforschung im Bereich der BNE entnehmen (Waltner et al., 2019). Beispielsweise fordert die Agenda 21 in Kapitel 36.3 einen «Einstellungswandel», um Nachhaltigkeitsprobleme bearbeiten zu können; Bildung erhält dabei eine essenzielle Rolle (UN, 1992). Auch neuere politische Dokumente wie die BNE-Roadmap der UNESCO bezeichnen die Vermittlung von wissenschaftlichen Erkenntnissen über Umweltfragen im Rahmen von BNE als unzureichend und betonen die zusätzliche Bedeutung der Ausbildung von Fähigkeiten, Werten und Einstellungen, «die uns alle in die Lage versetzen, fundierte Entscheidungen zu treffen und in dringlichen Fragen auf lokaler, nationaler und globaler Ebene individuell und kollektiv zu handeln» (UNESCO, 2021, S. 8). Bildungswissenschaftliche Arbeiten zu Nachhaltigkeitskompetenzen wie das Konzept der Gestaltungskompetenz von de Haan (2008) oder die Schlüsselkompetenzen nach Wiek, Withycombe und Redman (2011) oder Rieckmann (2013) legen einen besonderen Fokus auf Bewertungsprozesse vor dem Hintergrund normativer Setzungen. Diese unterscheiden sich deutlich von den vorwiegend kognitiven Facetten in Bildungsstandards bzw. Kompetenzformulierungen anderer Fächer (z.B. Deutsche Gesellschaft für Geographie, 2020; National Research Council, 2012; OECD, 2017; Sumfleth et al., 2019).

Abgesehen von der expliziten Betonung von Einstellungen als Ziel von BNE in zentralen Referenzdokumenten des Bildungsbereichs mangelt es bislang an konkreten Praxisempfehlungen für die schulische Umsetzung: Es bleibt offen, wie Einstellungen im Unterricht thematisiert und wie sie diagnostiziert werden können. Eine Annäherung an die Frage der Diagnostizierbarkeit bietet die Forschung. In empirischen Studien werden Nachhaltigkeitseinstellungen und verwandte Merkmale häufig mit standardisierten Instrumenten gemessen. Der Fragebogen des Greenpeace-Nachhaltigkeitsbarometers (Michelsen, Grunenberg & Rode, 2012) erfasst beispielsweise Affekte, normative Orientierungen und Haltungen sowie die damit verbundene Tendenz, nicht nachhaltige Entwicklungen als negativ zu bewerten. Solche Ansätze wie auch andere Instrumente (z.B. «Attitudes toward Sustainable Development scale», Biasutti & Frate, 2017; «Eco-centric and Anthropocentric Attitudes toward the Sustainable Development [EAATSD] scale», Kopnina, 2017; «sustainable development values scale», Shepherd, Kuskova & Patzelt, 2009; «sustainability consciousness», Olsson et al., 2016; «sustainability competencies», Waltner et al., 2019) basieren auf Selbsteinschätzungen der Befragten hinsichtlich ihrer Übereinstimmung mit Aussagen zu nachhaltigkeitsrelevanten Phänomenen und Problemen. Diese umfassen sowohl kognitive (z.B. «Die Menschen sollten mehr opfern, um die wirtschaftlichen Unterschiede zwischen den Bevölkerungsgruppen zu verringern») als auch affektive (z.B. «Das Aussterben vieler Tier- und Pflanzenarten macht mich traurig») Items. Dabei werden die drei Nachhaltigkeitsdimensionen (Ökologie, Ökonomie, Gesellschaft) wie auch die Spannbreite von egoistischen bzw. utilitaristischen bis hin zu altruistischen bzw. biosphärischen Interessen thematisiert. Letztere begründet sich in traditionellen Modellen von Umwelteinstellungen (z.B. Bogner & Wiseman, 1999; Dunlap, van Liere, Mertig & Jones, 2000; Schultz, 2001), die in der Regel Grundlage für die Messinstrumententwicklung im Bereich der nachhaltigen Entwicklung waren.

Vor dem Hintergrund, dass professionelles Wissen der Lehrkräfte ausschlaggebend für die Qualität ihrer diagnostischen Einschätzungen ist, lohnt sich ein Blick auf Erkenntnisse zur Entwicklung nachhaltigkeitsbezogener Einstellungen und mögliche Einflussfaktoren: Im Verlauf des Jugendalters nehmen affektiv-motivationale Überzeugungen zur nachhaltigen Entwicklung im Vergleich zu früheren Lebensphasen ab (Bucht, Bachner & Spengler, 2024; Olsson et al., 2016; Scharenberg, Waltner, Mischo & Rieß, 2021). Im frühen Erwachsenenalter lassen sich wieder zunehmend positive Nachhaltigkeitseinstellungen nachweisen (Olsson & Gericke, 2016; Rekker, Keijsers, Branje & Meeus, 2015). Diese Erkenntnisse decken sich mit Studien der Umweltpsychologie, die zeigen, dass Einstellungen zur Umwelt im Kindes- und Jugendalter noch veränderlich sind (Otto, Evans, Moon & Kaiser, 2019), während sie sich im Erwachsenenalter als sehr stabil erweisen (Kaiser, Brügger, Hartig, Bogner & Gutscher, 2014).

Darüber hinaus liefern Studien Hinweise darauf, dass verschiedene Eigenschaften der Lehrkräfte sowie schulische und außerschulische Faktoren einen bedeutsamen, aber auch differenzierten Einfluss auf die Entwicklung nachhaltigkeitsrelevanter Merkmale

von Schülerinnen und Schülern haben. Auch wenn die Studienlage zu diesen Einflussfaktoren insgesamt noch dünn ist, zeigen die Ergebnisse von Scharenberg et al. (2021) beispielsweise, dass die Teilnahme von Lehrkräften an BNE-Weiterbildungen, ihr Nachhaltigkeitsbewusstsein und ihre Selbstwirksamkeitserwartungen mit der Entwicklung von Wissen, Einstellungen und Verhaltensintentionen im Bereich nachhaltiger Entwicklung bei den Lernenden zusammenhängen. Bemerkenswert ist dabei, dass die affektiv-motivationalen Überzeugungen und Einstellungen der Lernenden zum Thema «Nachhaltigkeit» am Ende des Schuljahres umso positiver waren, je geringer das Umwelt- und Nachhaltigkeitsbewusstsein ihrer Lehrkräfte ausgeprägt war und je weniger diese an Weiterbildungen zum Thema «BNE» teilgenommen hatten, wobei die Stärke der Effekte im unteren Bereich liegt. Eine vorsichtige Interpretation legt die Vermutung nahe, dass es sich möglicherweise um Reaktionen der Reaktanz handeln könnte (Scharenberg et al., 2021).

Auch der Stellenwert von BNE innerhalb der Schule beeinflusst die Entwicklung des Nachhaltigkeitsbewusstseins, wobei sich dieser Effekt je nach Altersgruppe unterschiedlich ausprägt. So zeigen die Ergebnisse von Olsson et al. (2016), dass Lernende an Schulen mit einer im Schulkonzept verankerten BNE ein signifikant höheres Nachhaltigkeitsbewusstsein aufweisen als Lernende an Schulen ohne eine solche Verankerung. Interessanterweise zeigt sich dieser Zusammenhang in der neunten Klassenstufe umgekehrt. Es sollte jedoch berücksichtigt werden, dass die Einflussmöglichkeiten der Schule begrenzt sind, da ausserschulische Faktoren wie Peers oder soziale Medien ebenfalls einen bedeutsamen Einfluss auf die Einstellungen und Verhaltensabsichten der Schülerinnen und Schüler ausüben (Kollmuss & Agyeman, 2002; Prendergast et al., 2021; Xie & Madni, 2023). Die berichteten Ergebnisse verdeutlichen, dass eine kontinuierliche und differenzierte Reflexion sowie Anpassung des eigenen Unterrichts durch Lehrkräfte sinnvoll sind, um potenziell negative Effekte frühzeitig zu erkennen und gezielt gegenzusteuern.

Dies führt zur Frage nach geeigneten Diagnosemethoden für einstellungsrelevante Merkmale im Rahmen der schulischen BNE. Einstellungen werden in Form von Wertschätzungen gegenüber Einstellungsobjekten sichtbar und können aus kognitiven, affektiven oder behavioralen Reaktionen darauf abgelesen werden (Kaiser, Merten & Wetzel, 2018). Im schulischen Kontext ist es daher grundsätzlich möglich, Nachhaltigkeitseinstellungen auch «on-the-fly» aus Lernendenaussagen oder anderen spontanen Reaktionen auf BNE-Inhalte zu erschliessen. Ein gezieltes individuelles Rückfragen – wie es in der Diagnostik von Lernendenvorstellungen üblich ist – könnte jedoch mit dem Überwältigungsverbot (Stichwort «Beutelsbacher Konsens», Wehling, 2016) kollidieren. Denn dieses führt häufig dazu, dass Lehrkräfte gegenüber affektiv-motivationalen Lernzielen eine gewisse Zurückhaltung zeigen (Overwien, 2016).

Klar ist, dass eine Diagnostik von Einstellungen nicht wie andere schulische Diagnostik für selektive Zwecke (z.B. in Form von Notengebung) betrieben werden darf. Dennoch

sind Informationen über die Ausgangslage in Bezug auf Nachhaltigkeitseinstellungen sowie deren Entwicklungen von fundamentaler Bedeutung für die Unterrichtsplanung und die Unterrichtsentwicklung, um Unterrichtsqualität in der schulischen BNE zu gewährleisten (Thiel, Tarkian, Lankes, Maritzen & Riecke-Baulecke, 2019). Unabhängig von der gewählten Methode gilt dabei: Für ehrliche und aussagekräftige Ergebnisse sind Anonymität und Freiwilligkeit unerlässlich. Shephard (2016) empfiehlt daher, Einstellungen anonym auf Gruppen- bzw. Klassenebene zu erfassen. Dies kann zum Beispiel über geeignete Fragebögen geschehen, die sich an den oben genannten validierten Instrumenten orientieren. Alternativ dazu können auch andere, niedrigschwellige Verfahren wie anonyme Abstimmungen (z.B. Karten oder digitale Tools), schriftliche Reflexionen, soziometrische Verfahren wie das «Meinungsbarometer» (bei dem sich Schülerinnen und Schüler im Raum nach ihrer Zustimmung zu einer Aussage positionieren) oder Gruppendiskussionen eingesetzt werden, sofern die Teilnahme freiwillig ist.

### **3.3 Systemisches Denken als Diagnosegegenstand in der BNE**

Einen weiteren zentralen Diagnosegegenstand stellt das systemische Denken als eine Schlüsselqualifikation im Kontext von BNE dar (Fanta, Bräutigam, Greiff & Rieß, 2017). Diese Fähigkeit ermöglicht es, die vielschichtigen Aspekte, Zusammenhänge und Zielsetzungen einer nachhaltigen Entwicklung umfassender zu erfassen und zu verstehen. Rieß und Mischo (2008, S. 218) definierten systemisches Denken als die Fähigkeit, «komplexe Wirklichkeitsbereiche als Systeme erkennen, beschreiben, modellieren (z.B. strukturieren, organisieren) und erklären zu können. Dazu gehören die Fähigkeiten, Systemelemente und Wechselbeziehungen bestimmen zu können, zeitliche Dimensionen (Dynamiken) zu erfassen, sowie die Fähigkeit, auf Basis der eigenen Modellierungen Erklärungen geben, Prognosen treffen und weiche Technologien entwerfen zu können».

In der empirischen Forschung wurde das systemische Denken bisher auf unterschiedliche Weise erfasst. In Studien der Sekundarstufe sowie im Bereich der Lehrkräftebildung kamen vor allem Leistungstests zum Einsatz, teilweise ergänzt durch computergestützte Modellierungsaufgaben (Bräutigam, 2014). Untersuchungen im Grundschulalter wählten hingegen meist einen breiteren methodischen Zugang, um den unterschiedlichen Facetten des Konstruktts gerecht zu werden. Sommer (2005) kombinierte hierzu Fragebögen, Interviews, Begriffslandkarten und ein interaktives Computerspiel, während Ben-Zvi Assaraf und Orion (2010) auf eine Vielfalt qualitativer Verfahren wie Zeichnungen von Lernenden, Wortassoziationen, Beobachtungen, Interviews und Fragebögen zurückgriffen. Die beschriebenen Erhebungsverfahren haben sich zwar in der Forschung zur Erfassung systemischen Denkens bewährt, müssen jedoch aufgrund der Domänenspezifität des systemischen Denkens stets in fachliche Kontexte eingebettet werden, was ihre Übertragbarkeit auf andere Themenfelder einschränkt (Hoppe, Renkl, Seidel et al., 2020). Für die schulische Praxis bedeutet dies, dass die Diagnose systemischen Denkens nicht losgelöst von konkreten Lerninhalten

erfolgen kann, sondern an domänen spezifischen Vorstellungen und Erfahrungen der Lernenden anknüpfen sollte.

Die in der Forschung eingesetzten Verfahren, wie etwa die von Ben-Zvi Assaraf und Orion (2010) genutzten Wortassoziationen, besitzen auch für Lehrkräfte diagnostischen Wert. Solche spontanen Begriffsverknüpfungen geben Einblick in die individuellen Wissensstrukturen (Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2010). Damit können Wortassoziationen im Sinne von Lernendenvorstellungen zu Systemen Hinweise für fachliches Lernen geben und als Ausgangspunkt zur Förderung systemischen Denkens dienen (Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2010). So setzen beispielsweise Schülerinnen und Schüler ein «System» stark mit einem realen Gegenstand gleich, assoziieren es mit «Ordnung» und verstehen es als «Ganzheit» (Kattmann, 2016). Entsprechend wird das gedankliche Konstrukt «Ökosystem» mit der wahrgenommenen realen Landschaft gleichgesetzt (Jelemenska, 2006).

Kontrastierend kann hier gegenübergestellt werden, dass Systeme vereinfachte Abbilder der Realität sind und daher den Charakter von Modellen besitzen (Stachowiak, 1973). Die künstliche Grenzziehung von Ökosystemen verdeutlicht diesen Kontrast: In der Natur selbst sind solche Abgrenzungen kaum zu finden. Ökosysteme sind offene Systeme, deren Stoffe im Austausch mit der Umgebung stehen und nicht idealtypisch innerhalb der Grenzen des Systems verbleiben. Betrachtet man das Ökosystem «Wattenmeer», so sind die Stoffkreisläufe im System kleiner als der Stoffeintrag und die Stoffausfuhr mit den Gezeiten (Kattmann, 2016). Menschen etablieren Systemgrenzen oft auf der Grundlage unmittelbarer Wahrnehmung, zum Beispiel die Wasserfläche eines Sees oder der Waldrand, aus rein praktischen Gründen oder aus Forschungsgründen. Auch Schülerinnen und Schüler ziehen unwissentlich Systemgrenzen. So äussern sie beispielsweise mit Bezug auf das Klimasystem die Vorstellung, «dass sich das Kohlenstoffdioxid aus der Atmung nahe bei den Pflanzen befindet, wohingegen das Kohlenstoffdioxid aus der Verbrennung weit von den Pflanzen entfernt ist» (Hamann & Asshoff, 2015, S. 217). Die Vorstellung macht deutlich, dass die Schülerinnen und Schüler eine Systemgrenze zwischen einer pflanzennahen und einer pflanzenfernen Atmosphäre ziehen, zwischen denen keine Durchmischung stattfindet.

Die Lernendenvorstellung der Gleichsetzung eines Systems mit «Ganzheit» äussert sich unter anderem in Äusserungen wie «Es ist alles irgendwie ein Ding. Also ein System. Das ist wie beim Menschen, ein Körperteil könnte ohne die anderen nicht überleben» (Jelemenska, 2006, S. 254). Solche und ähnliche Lernendenvorstellungen bieten die Chance, die Brücke zu Relationen zwischen Systemelementen und Systemeigenschaften zu schlagen. Das Auftreten von neuen Eigenschaften im Zusammenspiel der einzelnen Systemelemente bezeichnet man als «Emergenz» (lateinisch «emergere»: «auftauchen») (Egner, Ratter & Dikau Richard, 2008). Es ist ein Kennzeichen komplexer Systeme. Diese Systemeigenschaften entstehen nicht aus der Summe der einzelnen Systemelemente, sondern entwickeln sich erst durch deren spezifisches Zusammen-

spiel. Ein anschauliches Beispiel hierfür ist die Fotosynthese im Chloroplasten: Selbst wenn man alle erforderlichen Bestandteile für diesen Prozess in einem Reagenzglas vereint, findet keine Fotosynthese statt. Dafür ist eine spezifische (An-)Ordnung und Organisation innerhalb des Chloroplasten notwendig. Auch das globale Klimasystem ist ein klassisches Beispiel für Emergenz. Wetterereignisse und Klimaphänomene entstehen aus dem komplexen Zusammenspiel zwischen der Atmosphäre, den Ozeanen, dem Land und der Biosphäre. Kein einzelnes Systemelement kann das gesamte Klima oder spezifische Wetterereignisse vollständig erklären. Selbst in der Überlegung, wie ein nachhaltiges Verkehrssystem zu entwickeln ist, spielt Emergenz eine wichtige Rolle, da erst die gesamtheitliche Betrachtung von Fußgängerinnen und Fußgängern, Radfahrenden, öffentlichen Verkehrsmitteln und individuellem Personenverkehr nachhaltige Mobilität ermöglicht.

Weitere Instrumente, die sich nicht nur zur Förderung (z.B. Anastasiou, Wirngo & Bagos, 2024; Ben-Zvi Assaraf & Knippels, 2022), sondern auch zur Erfassung systemischen Denkens bewährt haben, sind der Einsatz von Concept Maps und Wirkungsdiagrammen (Arndt, 2017; Novak & Gowin, 1984; Yin, Vanides, Ruiz-Primo, Ayala & Shavelson, 2005). Wirkungsdiagramme stellen die Systemelemente und ihre wechselseitigen Wirkungsbeziehungen dar. Dabei markieren die Namen der Systemelemente die Knoten des Graphen und die Wirkungen zwischen ihnen werden durch Pfeile in Wirkungsrichtung dargestellt. Wirkungsdiagramme unterscheiden sich von Concept Maps dadurch, dass ihre Wirkungen bzw. Relationen mit Plus- bzw. Minuszeichen für gleich- bzw. gegensinnige Wirkungen gekennzeichnet werden, während diese Pfeile bei Concept Maps mit sogenannten Propositionen versehen werden (Rieß & Schuler, 2025). Solche grafischen Repräsentationen eines Systems ermöglichen es Lehrkräften, einschätzen zu können, ob Schülerinnen und Schüler mit mehr oder weniger Systemelementen und Relationen operieren, ob sie Rückkopplungen abbilden und ob sie ein Verständnis von Systemeigenschaften wie Emergenz entwickeln (Arndt, 2017). Möchte man Wirkungsdiagramme zur Erfassung systemischen Denkens nutzen, so ist zu bedenken, dass das Fachwissen und die Systemkompetenz bei den Lernenden in der Regel hoch miteinander korrelieren (Booth Sweeney & Sterman, 2007). Anders ausgedrückt: Schülerinnen und Schüler, die über wenig themenbezogenes Wissen verfügen, können auch kein entsprechend komplexes Wirkungsdiagramm modellieren. Für eine Diagnostik systemischen Denkens ist daher zu berücksichtigen, inwiefern die themenspezifischen Inhalte bereits vermittelt und von den Schülerinnen und Schülern vertieft wurden.

Insbesondere im Themenbereich der Ökologie kommen Concept Maps bzw. Wirkungsdiagramme vor dem Hintergrund der Thematisierung von Nahrungsbeziehungen (Nahrungsketten und Nahrungsnetze) zum Einsatz. Hierbei sollen die Schülerinnen und Schüler bestehende Nahrungsbeziehungen analysieren, fehlende trophische Beziehungen zwischen Organismen mit Pfeilen ergänzen und eigenständig neue Nahrungsnetze entwickeln. Zudem sollen sie die Konsequenzen von Populationsveränderungen

einzelner Arten vorhersagen und ihre Überlegungen begründen. Hammann und Asshoff (2015) bieten einen systematischen Überblick über entsprechende Forschungsergebnisse. Diese zeigen ein charakteristisches Muster bei jüngeren Schülerinnen und Schülern bis etwa elf Jahre: Sie tendieren dazu, ökologische Zusammenhänge stark zu vereinfachen. Ihre Betrachtung beschränkt sich meist auf kurze, linear verlaufende Wirkungsketten mit einer einzelnen Richtung. Komplexe Aspekte wie indirekte Wirkungen, wechselseitige Beeinflussungen oder Rückkopplungseffekte werden von ihnen kaum berücksichtigt. Dies führt dazu, dass sie die vielschichtigen Verflechtungen innerhalb eines Ökosystems nicht ausreichend erfassen. Dennoch belegen einige Studien, dass Kinder bereits im Grundschulalter durchaus in der Lage sind, komplexere systemische Beziehungen zu verstehen (Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2010; Bertschy, 2008; Ceresia, 2017; Sommer, 2005). Entsprechende Lernumgebungen, etwa der Einsatz von ausgewählten Systemmodellen wie Vernetzungskreisen, können systemisches Denken bereits in dieser Altersgruppe wirksam fördern (Frey, 2025). Damit gewinnt die diagnostische Kompetenz der Lehrpersonen besondere Bedeutung: Sie müssen die Äusserungen der Lernenden inhaltlich und strukturell deuten, um daraus Rückschlüsse auf deren Verständnis komplexer Zusammenhänge ziehen zu können – eine Fähigkeit, die im Rahmen der Lehrpersonenbildung systematisch aufgebaut werden sollte.

### **3.4 Synthese: Diagnosegegenstände in der BNE**

Die Analyse der drei Diagnosegegenstände – Vorstellungen, Einstellungen und systemisches Denken von Lernenden – verdeutlicht, dass Lehrpersonen in der BNE vielfältige und komplexe Anforderungen an ihre diagnostische Kompetenz bewältigen müssen. Während die Diagnostik von Lernendenvorstellungen ein tiefes fachliches und fachdidaktisches Wissen erfordert, sind bei Einstellungen insbesondere affektiv-motivationale Dimensionen relevant, die es bei den Lernenden zu erfassen gilt. Beim systemischen Denken schliesslich steht das Erfassen komplexer Strukturen und Beziehungen im Vordergrund. Für eine wirksame Förderung diagnostischer Kompetenz in der BNE muss daher berücksichtigt werden, dass sich die diagnostischen Anforderungen je nach Gegenstand erheblich unterscheiden.

## **4 Ansätze zur Förderung diagnostischer Kompetenz in der BNE bei Lehrpersonen**

Nachdem im vorherigen Abschnitt zentrale Herausforderungen und Anforderungen an die diagnostische Kompetenz im BNE-Kontext herausgearbeitet wurden, werden nun Ansätze zur gezielten Förderung dieser Kompetenz bei Lehrpersonen vorgestellt.

Sofern empirisch erhobene Daten beispielsweise über typische BNE-relevante Vorstellungen, Einstellungen oder allgemeine Denkweisen von Lernenden vorliegen, können diese Informationen bei der Unterrichtsplanung berücksichtigt werden. Im Sinne geplanter formativer Assessments können auch – wie in den vorangegangenen Abschnit-

ten dargelegt wurde – in der Lerngruppe schriftliche Informationen über Lernvoraussetzungen eingeholt werden. Wenn schriftliche Produkte von Schülerinnen und Schülern vorliegen (z.B. Concept Maps, Fragebögen), bietet sich die Möglichkeit, ohne unmittelbaren Handlungsdruck diagnostisch zu urteilen. Um auch im laufenden Unterricht individuell fördern zu können, sollten Lehrpersonen außerdem in der Lage sein, in der direkten Interaktion mit den Schülerinnen und Schülern Vorstellungen, Einstellungen oder Denkweisen zutreffend zu diagnostizieren. Diese Form der Diagnostik gilt als besonders anspruchsvoll (Harrison et al., 2018). Neben der allgemeinen Komplexität des Unterrichtsgeschehens stellt insbesondere die Flüchtigkeit der Situation eine Herausforderung für Lehrpersonen dar (z.B. Knievel, Lindmeier & Heinze, 2015). In solchen Momenten müssen diagnostische Urteile spontan und unter Zeitdruck gefällt werden, sodass das verfügbare Professionswissen unmittelbar angewendet werden muss.

Empirische Erhebungen zeigen, dass insbesondere Lehrpersonen mit wenig spezifischer Erfahrung Schwierigkeiten haben, ihr professionsbezogenes Wissen in komplexen Unterrichtssituationen gezielt einzusetzen (Levin et al., 2009). Da der effektive Einsatz von Professionswissen eine zentrale Voraussetzung diagnostischer Kompetenz darstellt, unterstreicht dieser Befund die Notwendigkeit, entsprechende Fähigkeiten gezielt zu fördern – insbesondere die Fähigkeit zum unterrichtsbegleitenden Diagnostizieren. In den folgenden Abschnitten werden aussichtsreiche Ansätze zur Förderung entsprechender Kompetenzfacetten vorgestellt.

#### **4.1 Einsatz von Video- und Textvignetten zur Förderung des unterrichtsbegleitenden Diagnostizierens**

Um das unterrichtsbegleitende Diagnostizieren in der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften zu fördern, sollten Lernbedingungen gewählt werden, die sich in zentralen Facetten der unterrichtlichen Realität annähern, ohne dabei kognitiv zu überfordern. Video- und Textvignetten stellen hierfür geeignete Komplexitätsreduzierte Repräsentationen von Unterrichtspraxis dar (Grossman et al., 2009). Diese unterschiedlichen Medienformate unterscheiden sich in einigen Merkmalen. Videovignetten bilden verschiedene Dimensionen der Unterrichtsrealität authentisch ab, einschließlich situativer Flüchtigkeit und nonverbaler Signale. Dies kann jedoch mit einer erhöhten kognitiven Belastung für die Zuschauenden einhergehen (Leahy & Sweller, 2011). Gleichzeitig gelten Videovignetten als besonders motivierend (Heftner, ten Hagen, Krense, Berthold & Renkl, 2019). Textvignetten hingegen bieten eine weniger authentische Darstellung (Danielson, Shaughnessy & Jay, 2018), ermöglichen jedoch eine sequenzielle Aufnahme von Informationen, was die kognitive Belastung reduzieren kann (Syring et al., 2015). Beide Formate bieten die Möglichkeit, gezielt bestimmte Aspekte des Lehrpersonenhandelns – wie das Diagnostizieren von Lernenvoraussetzungen – zu üben, zu überarbeiten und erneut anzuwenden (Grossman et al., 2009). Zudem können sowohl Video- als auch Textvignetten an die jeweiligen Diagnosegegenstände angepasst werden, indem beispielsweise bestimmte Einstellungen oder Aspekte systemischen Denkens repräsentiert werden (Hoppe, Konnemann, Höger, Renkl & Rieß, 2024). So

erlauben es beide Formate, BNE-spezifische Diagnoseanforderungen gezielt zu üben, etwa das Erkennen typischer Lernendenvorstellungen oder das Interpretieren von Äusserungen mit affektivem Bezug zu Nachhaltigkeitsthemen.

Eine Studie zur Förderung des unterrichtsbegleitenden Diagnostizierens ökologischer Lernendenvorstellungen zeigte, dass sowohl Video- als auch Textvignetten gleichermaßen zur Steigerung der Diagnosefertigkeiten bei Lehramtsstudierenden beitragen konnten (Hoppe et al., 2025; Kramer, König, Kaiser, Ligtvoet & Blömeke, 2017; Schneider et al., 2016). Dies deutet darauf hin, dass durch den Einsatz solcher Formate diagnostische Kompetenzen für unterschiedliche BNE-relevante Diagnosegegenstände aufgebaut werden können. In den durchgeföhrten Diagnosetrainings, die sich an den im DiaKom-Modell beschriebenen Diagnoseprozessen orientieren (Loibl et al., 2020), wurde den Teilnehmenden zunächst Wissen über häufig vorkommende ökologische Fehlvorstellungen vermittelt. Anschliessend erhielten sie die Möglichkeit, dieses Wissen anzuwenden: Ihnen wurden entweder kurze Unterrichtsvideos oder Unterrichtstranskripte präsentiert, in denen Äusserungen von Schülerinnen und Schülern auf spezifische Lernendenvorstellungen hinwiesen. Abbildung 1 zeigt einen Ausschnitt aus einer Textvignette (Unterrichtstranskript), die in der Studie für ein Diagnosetraining verwendet wurde (Hoppe, Renkl & Rieß, 2020). In der Vignette wurden Lernendenäusserungen abgebildet, die auf in der Literatur zahlreich dokumentierte Lernendenvorstellungen bzw. Vorstellungen zur Stoffzersetzung hinweisen (Hammann & Asshoff, 2015). Das Training an den Vignetten (Videos und Transkripte) erfolgte in mehreren Stufen: Zunächst wurden den Studierenden beispielhafte Diagnosen erfahrener Lehrkräfte präsentiert, die sie nachvollziehen sollten. Anschliessend sollten sie mit abnehmender Unterstützung selbst Diagnosen stellen.

[...]	
Nino:	Was hat die Lehrerin gesagt? Was soll'n wir machen?
Merve:	(liest die Aufgabe vor) Jedes Jahr im Herbst verlieren die Bäume ihre Blätter. Was passiert mit diesen Blättern?
Nino:	Ich weiss es nicht.
Alex:	Die werden ... werden die nicht auch zu Erde?
Nino:	Äh, die werden doch immer so trocken, oder?
Merve:	Ja und dann zerfliegen sie ... oder der Wind macht sie weg.
[...]	

Abbildung 1: Unterrichtsvignette zur Repräsentation von Lernendenvorstellungen zu Produkten und Prozessen der Stoffzersetzung (z.B. Zersetzung durch abiotische Faktoren; Klassenstufe 6, Unterrichtsfach Biologie, Schulform: Gesamtschule).

Eine Kontrollgruppe, der lediglich das Wissen über häufig vorkommende ökologische Lernendenvorstellungen vermittelte wurde, die jedoch keine Gelegenheit zur praktischen Anwendung erhielt, zeigte eine signifikant geringere Zunahme der Diagnosefertigkeiten als die Teilnehmenden der Diagnosetrainings. Dies zeigte sich insbesondere daran, dass Lernendenvorstellungen – wie sie in der in Abbildung 1 dargestellten Vignette erkennbar sind – in dem zur Messung diagnostischer Fertigkeiten verwendeten Vignettentest seltener wahrgenommen und als solche erkannt wurden. Zudem wurde deutlich, dass das Diagnostizieren komplexer Lernendenvorstellungen mehr Übungsphasen erforderte als das Diagnostizieren weniger komplexer Lernendenvorstellungen. Ein weiteres zentrales Ergebnis war, dass Diagnosefertigkeiten bei sachbezogenen Diagnosegegenständen inhaltsspezifisch erworben wurden – eine Tendenz, die sich auch in anderen Studien zur diagnostischen Kompetenz zeigte (Mack et al., 2023). Daraus lässt sich ableiten, dass Lehrkräfte in Diagnosetrainings besonders dann profitieren, wenn sie mit einer Vielfalt von inhaltlich unterschiedlichen Diagnosegegenständen konfrontiert werden, um übertragbare Diagnosefertigkeiten zu entwickeln (Hoppe, Renkl & Rieß, 2020).

Der hier geförderte Aspekt diagnostischer Kompetenz war die diagnostische Urteilsbildung, verstanden als ein unterrichtsbegleitendes Wahrnehmen und Interpretieren relevanter Lernendenäusserungen. Dieser Prozess entspricht zentralen Komponenten des DiaKom-Modells (Loibl et al., 2020), das die kognitive Verarbeitung diagnostisch relevanter Informationen – insbesondere das Wahrnehmen und Interpretieren von Lernendenäusserungen – als Grundlage professioneller Urteilsbildung beschreibt.

#### **4.2 Förderung diagnostischen Handelns durch praxisbasiertes Lernen**

Wie in Abschnitt 2.1 erläutert wurde, umfasst diagnostische Kompetenz neben der Urteilsbildung auch das diagnostische Handeln. Aufbauend auf dieser Grundlage stellt sich die Frage, wie diese Facette in der Lehrpersonenbildung gezielt gefördert werden kann. Die Inhalte und die übergreifenden Fertigkeiten in der BNE sind so vielfältig, dass Lehrkräfte in vielen Unterrichtssituationen kaum auf spezifisches diagnoserelevantes Professionswissen zurückgreifen können (Fischer et al., 2022). Daher erscheint es besonders wichtig, praxisbasierte Lerngelegenheiten zu schaffen, in denen Lehrpersonen diagnostisches Handeln gezielt einüben und reflektieren können (Grossman et al., 2009). Dazu gehört insbesondere die Fertigkeit von Lehrpersonen, das Denken der Lernenden sichtbar zu machen – beispielsweise durch gezielte Fragen. Im Kontext der BNE bedeutet dies, dass Lehrkräfte durch gezieltes Nachfragen beispielsweise Lernendenvorstellungen zu ökologischen, ökonomischen oder sozialen Zusammenhängen hervorrufen und so ein tieferes Verständnis nachhaltigkeitsrelevanter Denkweisen gewinnen können. In der Literatur wird dieser Prozess als Elizitieren des Denkens der Schülerinnen und Schüler bezeichnet (Kloser, 2014). Neben dem Elizitieren spielt auch die Validierung diagnostischer Urteile eine wesentliche Rolle: Lehrkräfte sollten in der Lage sein, ihre Diagnosen durch gezielte Rückfragen zu überprüfen (van de Pol, Volman, Oort & Beishuizen, 2014). Gerade in Situationen, in denen kein explizi-

tes Professionswissen über typische Vorstellungen, Einstellungsaspekte oder häufige Denkweisen der Lernenden verfügbar ist, kann ein solches Vorgehen die diagnostische Urteilsbildung unterstützen. Durch gezieltes Nachfragen sowie ergänzende Methoden wie strukturierende Legetechniken, gezielte Aufgabenstellungen oder Visualisierungen (z.B. durch Zeichnungen) können Lehrkräfte ein differenzierteres Verständnis von Lernendenäusserungen entwickeln und somit akkurate Diagnosen stellen (Kattmann, 2016).

Um diese anspruchsvollen diagnostischen Praktiken zu erlernen, haben sich praxisbasierte Lernansätze bewährt (Matsumoto-Royo & Ramírez-Montoya, 2021). Insbesondere im Kontext der BNE erscheint es sinnvoll, gestufte Trainings einzusetzen, um Lehrpersonen schrittweise an die Komplexität unterrichtlicher Diagnoseanforderungen heranzuführen. Grossman et al. (2009) empfehlen, komplexe Lehrpraktiken – wie das Elizitieren, Interpretieren und Nutzen von Lernendendenken für den weiteren Unterricht – in einzelne Komponenten zu zerlegen und schrittweise zu üben. Die Trainingsphasen sollten sich dabei stufenweise der realen Unterrichtspraxis annähern.

Obwohl die Wirksamkeit solcher praxisbasierten Ansätze in der Lehrpersonenbildung allgemein gut belegt ist, liegen für den spezifischen BNE-Kontext unseres Wissens derzeit keine empirischen Nachweise vor. In der Literatur wird jedoch explizit empfohlen, die Erkenntnisse aus der Lehrkräftebildungsforschung in diesem Bereich auf andere Kontexte – wie die BNE – zu übertragen (Grossman & Fraefel, 2024).

Ein möglicher Ablauf für ein praxisbasiertes Diagnosetraining könnte in Anlehnung an den «learning cycle» für den Erwerb von Kernpraktiken im Lehrberuf (McDonald et al., 2013) folgendermassen gestaltet sein:

1. *Analyse von Videos oder Transkripten*: Zunächst analysieren Teilnehmende diagnostisches Lehrpersonenhandeln anhand von Praxisbeispielen.
2. *Simulation in Rollenspielen*: In einer nächsten Phase üben sie das Elizitieren, Interpretieren und Nutzen beispielsweise von Lernendenvorstellungen in simulierten Gesprächssituationen.
3. *Erprobung in realen Unterrichtssituationen*: Schliesslich erhalten sie, sofern möglich, Gelegenheit, diese diagnostischen Praktiken in der Interaktion mit Schülerinnen und Schülern anzuwenden.

Alle diese Lerngelegenheiten zeichnen sich dadurch aus, dass sie Aspekte der Unterrichtspraxis authentisch, aber Komplexitätsreduziert abbilden. Der Authentizitätsgrad steigt mit dem direkten Praxisbezug: Während das Analysieren von Videos noch eine eher beobachtende Tätigkeit ist, ermöglicht ein Rollenspiel eine aktiveren Auseinandersetzung mit diagnostischen Prozessen. Die höchste Authentizität wird durch das direkte Erproben im Unterricht erreicht. Da der praktische Einsatz mit Schülerinnen und Schülern oft nicht umsetzbar ist, kommt der reflexiven Auseinandersetzung mit den eigenen Diagnosen und Handlungen eine besondere Bedeutung zu. Entscheidend

ist, dass Teilnehmende nach der Durchführung diagnostischer Aktivitäten ihr Vorgehen analysieren, Feedback erhalten und dadurch ihre diagnostische Kompetenz gezielt weiterentwickeln (Grossman et al., 2009).

#### **4.3 Synthese: Ansätze zur Förderung diagnostischer Kompetenz in der BNE**

Die beschriebenen Ansätze verdeutlichen, dass die Förderung diagnostischer Kompetenz in der BNE ein Zusammenspiel von Wissenserwerb, situativer Anwendung und Reflexion erfordert. Besonders effektiv erscheinen praxisbasierte Trainingsformate, die Lehrpersonen befähigen, die vielfältigen Lernvoraussetzungen von Schülerinnen und Schülern wahrzunehmen und zu interpretieren, um schliesslich förderorientiertes Handeln umzusetzen.

### **5 Diskussion**

In der folgenden Diskussion wird deutlich, welche Bedeutung die im vorliegenden Beitrag herausgearbeiteten Anforderungen an die diagnostische Kompetenz von Lehrpersonen für die Gestaltung von BNE haben. Angemessene Diagnosen von Lehrpersonen zu Lernvoraussetzungen stellen eine zentrale Voraussetzung für eine individuelle Förderung der Schülerinnen und Schüler und damit einen differenzierenden Unterricht dar. Um allen Schülerinnen und Schülern eine Nachhaltigkeitsbildung zu ermöglichen, erscheint die Förderung von Diagnosekompetenz bei Lehrkräften als grundlegend. In verschiedenen Studien hat sich gezeigt, dass Diagnosekompetenzen tendenziell domänen spezifisch erworben werden (z.B. Mack et al., 2023). Dieser Befund ist für den Bereich der BNE besonders relevant, da BNE interdisziplinär ausgerichtet ist und fächerübergreifend unterrichtet werden soll (Rieß, Misch & Waltner, 2018). Somit kann Professionswissen über Diagnoseinhalte bei Lehrkräften in vielen Fällen nicht vorausgesetzt werden. Vor diesem Hintergrund erscheint für die Praxis eine Verständigung darüber sinnvoll, welches Diagnosewissen in besonderer Weise relevant ist und vermittelt werden sollte. Dies ist insbesondere mit Blick auf sachbezogene Lernendenvorstellungen wichtig. Bei umweltbezogenen Einstellungen und systemischem Denken ist empirisch zu überprüfen, inwiefern Diagnosekompetenz bezogen auf spezifische Kontexte erworben wird. Da Einstellungen und systemisches Denken zwar gegenstandsbezogen sind, es sich aber grundsätzlich um inhaltsübergreifende Konstrukte handelt, kann vermutet werden, dass Transfers diagnostischer Fertigkeiten zwischen Inhaltsbereichen Lehrkräften leichter fallen dürften, als dies bei sachbezogenen Lernendenvorstellungen der Fall ist. Inwiefern diese Vermutung zutreffend ist, sollte durch weitere Forschungsarbeiten geklärt werden.

Im Sinne der Leitfrage zeigt sich, dass die spezifischen Anforderungen der BNE – insbesondere die Vielfalt der Diagnosegegenstände und ihre unterschiedlichen Anforderungsdimensionen – eine zielgerichtete Förderung diagnostischer Kompetenz bei

Lehrkräften erforderlich machen. Dies gilt insbesondere dann, wenn diagnostische Kompetenz bereits zu Beginn der Lehrtätigkeit im Bereich der BNE ausreichend ausgeprägt sein soll, um Lernvoraussetzungen von Anfang an differenziert wahrnehmen und gezielt fördern zu können.

Um diagnostisches Wissen (z.B. Wissen über BNE-relevante Vorstellungen und umweltbezogene Einstellungen von Lernenden) in praxisbasierten Lernumgebungen zu vermitteln, ist es wichtig, dass relevante Wissensaspekte wie beispielsweise empirisch erhobene Lernendenvorstellungen hinsichtlich ihrer Hinweisreize analysiert werden, die von den Lehrpersonen wahrgenommen und interpretiert werden müssen (Hoppe, Renkl, Seidel et al., 2020). Auf der Basis dieser Analysen können praxisnahe Trainingskonzepte entwickelt werden, die durch Annäherungen an die Unterrichtspraxis (z.B. mithilfe von Unterrichtsvignetten) eine gezielte Förderung diagnostischer Kompetenz ermöglichen (Grossman et al., 2009). Für die Aneignung diagnostischer Fertigkeiten erscheinen als Repräsentationen von Unterrichtspraxis sowohl Video- als auch Textformate als geeignet (Schneider et al., 2016). In der Bildung von Lehrpersonen stehen bezogen auf das unterrichtliche Handeln häufig verbale Äußerungen im Fokus. Diese lassen sich sowohl in Form von Videos als auch in Form von Texten gut abbilden. In der BNE spielen auch affektive und behaviorale Voraussetzungen von Lernenden eine entscheidende Rolle (für Lehrpersonen zum Beispiel hinsichtlich der Beurteilung von Einstellungen und Handlungsbereitschaften). Emotionen in Form von Mimik, Gestik etc. und auch Verhalten lassen sich in Videos aufgrund der reichhaltigeren Darstellung besser beobachten als in Texten. Für die Lehrpersonenbildung für nachhaltige Entwicklung ist von Interesse, ob bei der Aneignung von Diagnosefertigkeiten bezogen auf affektive und verhaltensbezogene Lernendenmerkmale ein Vorteil von Videos als Praxisrepräsentation gegenüber Texten besteht. Aus empirischer Perspektive ist diese Fragestellung bislang noch nicht abschließend geklärt.

Die Auswahl und die Analyse von Vorstellungen, Einstellungen und systemischem Denken von Lernenden als Diagnosegegenständen zeigen exemplarisch, welche Facetten im BNE-Kontext besonders relevant sind (Scheunpflug & Costa, 2025). Diese Auswahl im Rahmen des vorliegenden Beitrags ist zentral, aber nicht als abschließend im Kontext der BNE zu verstehen. Abhängig von konkreten BNE-Lernzielen können darüber hinausgehende Aspekte diagnoserelevant sein, beispielsweise weitere affektive Konstrukte wie Klimaangst und Besorgnis (Bouman et al., 2020; Daeninck, Kioupi & Vercammen, 2023) oder die Bereitschaft zur Partizipation (Deimel & Abs, 2024). Grundsätzlich ist zu beachten, dass es zwar bereits empirische Arbeiten zu einzelnen Lernvoraussetzungen – insbesondere zu Vorstellungen und Einstellungen von Lernenden – im BNE-Kontext gibt, der Forschungsstand jedoch in mehrfacher Hinsicht noch lückenhaft ist. Zentrale offene Fragestellungen betreffen unter anderem die systematische Erfassung typischer Lernendenvorstellungen sowie affektiv-motivationaler Merkmale in zentralen BNE-Themenfeldern, die Beschreibung und die Modellierung

typischer Lernverläufe sowie die empirische Validierung geeigneter Diagnoseinstrumente zur Erfassung dieser Merkmale.

Weil für viele Bereiche der BNE kein diagnosterelevantes Professionswissen vorliegt (beispielsweise zu Lernendenvorstellungen oder bestimmten Denkweisen), sind Lehrkräfte immer wieder herausgefordert, im Unterricht zu versuchen, ein akkurate Verständnis der Lernvoraussetzungen ihrer Schülerinnen und Schüler zu gewinnen. Beim Erwerb diagnostischer Kompetenzen sollte deswegen nicht nur das Diagnostizieren anhand von bereits bekannten Kategorien im Fokus stehen, sondern ebenso das diagnostische Handeln (Leuders et al., 2022). Dazu zählen unter anderem das gezielte Stellen von Diagnosefragen, die Bildung von Hypothesen und deren Überprüfung durch Rückfragen. So können Lehrkräfte in die Lage versetzt werden, im Unterricht selbst forschend tätig zu werden, Lernendendenken zu einem Thema zu elizitieren und dieses im Rahmen von Diagnosegesprächen zu interpretieren. Praxisbasierte Lernumgebungen bieten (angehenden) Lehrkräften eine aussichtsreiche Gelegenheit, entsprechende Fertigkeiten zu erwerben. Perspektivisch sollten Lehrkräfte sich zudem damit auseinandersetzen, wie sie digital erfasste oder KI-generierte diagnostische Urteile über Lernendenvoraussetzungen kritisch einschätzen und sinnvoll im Unterricht einsetzen können (Molenaar, 2022). Auch in diesem Kontext können entsprechende Fähigkeiten insbesondere durch praxisorientierte Trainings entwickelt werden, die sowohl den reflektierten Umgang mit Diagnosetools als auch die Integration dieser Ergebnisse in die Unterrichtspraxis fördern.

Insgesamt verdeutlicht die Diskussion, dass die Auseinandersetzung mit den spezifischen Anforderungen und Fördermöglichkeiten diagnostischer Kompetenz eine wesentliche Grundlage für eine gelingende BNE bildet. Da BNE eine interdisziplinäre und fächerübergreifende Ausrichtung hat, sind Lehrkräfte besonders gefordert, Diagnosewissen in verschiedenen Domänen zu erwerben und anzuwenden. Angesichts bestehender Forschungsdesiderate ist es wichtig, praxisnahe Konzepte zur Förderung diagnostischer Kompetenzen weiterzuentwickeln und empirisch zu überprüfen. Nur so kann sichergestellt werden, dass Lehrkräfte in der Lage sind, nachhaltigkeitsbezogene Lernprozesse fundiert zu begleiten und Lernenden eine differenzierte, an ihren individuellen Voraussetzungen orientierte BNE zu ermöglichen.

## Literatur

- Albarracín, D. & Shavitt, S.** (2018). Attitudes and attitude change. *Annual Review of Psychology*, 69, 299–327.
- Anastasiou, D., Wirngó, C. N. & Bagos, P.** (2024). The effectiveness of concept maps on students' achievement in science: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 36 (2), 1–32.
- Arndt, H.** (2017). Einsatz von Wirkungsdiagrammen zur Förderung des systemischen Denkens. In H. Arndt (Hrsg.), *Systemisches Denken im Fachunterricht* (S. 25–34). Erlangen: FAU University Press.
- Baisch, P.** (2009). *Schülervorstellungen zum Stoffkreislauf. Eine Interventionsstudie im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung*. Hamburg: Dr. Kovač.

- Baumert, J. & Kunter, M.** (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9 (4), 469–520.
- Becker, S., Spinath, B., Ditzén, B. & Dörfler, T.** (2020). Der Einfluss von Stress auf Prozesse beim diagnostischen Urteilen – eine Eye Tracking-Studie mit mathematischen Textaufgaben. *Unterrichtswissenschaft*, 48 (4), 531–550.
- Ben-Zvi Assaraf, O. & Knippels, M.** (2022). Lessons learned: Synthesizing approaches that foster understanding of complex biological phenomena. In O. Ben-Zvi Assaraf & M.-C.P.J. Knippels (Hrsg.), *Fostering understanding of complex systems in biology education. Pedagogies, guidelines and insights from classroom-based research* (S. 249–278). Cham: Springer.
- Ben-Zvi Assaraf, O. & Orion, N.** (2010). System thinking skills at the elementary school level. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (5), 540–563.
- Bertschy, F.** (2008). Vernetztes Denken in der Grundschule fördern. *Umweltpsychologie*, 12 (2), 71–90.
- Biasutti, M. & Frate, S.** (2017). A validity and reliability study of the Attitudes toward Sustainable Development scale. *Environmental Education Research*, 23 (2), 214–230.
- Blomberg, G., Stürmer, K. & Seidel, T.** (2011). How pre-service teachers observe teaching on video. Effects of viewers' teaching subjects and the subject of the video. *Teaching and Teacher Education*, 27 (7), 1131–1140.
- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E. & Shavelson, R.J.** (2015). Beyond dichotomies. Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 223 (1), 3–13.
- Bofferding, L. & Kloser, M.** (2015). Middle and high school students' conceptions of climate change mitigation and adaptation strategies. *Environmental Education Research*, 21 (2), 275–294.
- Bogner, F.X. & Wiseman, M.** (1999). Toward measuring adolescent environmental perception. *European Psychologist*, 4 (3), 139–151.
- Booth Sweeney, L. & Sterman, J.** (2007). Thinking about systems: Student and teacher conceptions of natural and social systems. *System Dynamics Review*, 23 (2–3), 285–311.
- Bouman, T., Verschoor, M., Albers, C.J., Böhm, G., Fisher, S.D., Poortinga, W., Whitmarsh, L. & Steg, L.** (2020). When worry about climate change leads to climate action: How values, worry and personal responsibility relate to various climate actions. *Global Environmental Change*, 62, Artikel 102061, 1–19.
- Bräutigam, J.** (2014). *Systemisches Denken im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung. Konstruktion und Validierung eines Messinstruments zur Evaluation einer Unterrichtseinheit* [Dissertation]. Freiburg: Pädagogische Hochschule Freiburg.
- Bucht, C., Bachner, J. & Spengler, S.** (2024). Environmental attitude and affective-motivational beliefs towards sustainability of secondary school children in Germany and their associations with gender, age, school type, socio-economic status and time spent in nature. *PloS One*, 19 (5), Artikel e0296327, 1–15.
- Ceresia, F.** (2017). Sunny Island: An interactive learning environment to promote systems thinking education for primary school students. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 237, 980–985.
- Chi, M.T., Slotta, J.D. & de Leeuw, N.** (1994). From things to processes. A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4 (1), 27–43.
- Daeninek, C., Kioupi, V. & Vercammen, A.** (2023). Climate anxiety, coping strategies and planning for the future in environmental degree students in the UK. *Frontiers in Psychology*, 14, Artikel 1126031, 1–13.
- Danielson, K.A., Shaughnessy, M. & Jay, L.P.** (2018). Use of representations in teacher education. In P. Grossman (Hrsg.), *Teaching core practices in teacher education* (S. 15–34). Cambridge: Harvard Education Press.
- de Haan, G.** (2008). Gestaltungskompetenz als Kompetenzkonzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung. In I. Bormann & G. de Haan (Hrsg.), *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung* (S. 23–43). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Deimel, D. & Abs, J.** (2024). Wahrnehmung von Zukunftsbefordrungen durch Jugendliche: Wissen und Partizipationsbereitschaft bei unterschiedlichen Wahrnehmungsmustern. *Zeitschrift für Soziologie der Erziehung und Sozialisation*, 44 (4), 384–400.
- Deutsche Gesellschaft für Geographie.** (Hrsg.). (2020). *Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss. mit Aufgabenbeispielen* (10., aktualisierte und überarbeitete Auflage). Bonn: Deutsche Gesellschaft für Geographie.

- Dunlap, R. E., van Liere, K. D., Mertig, A. G. & Jones, R. E.** (2000). New trends in measuring environmental attitudes: Measuring endorsement of the new ecological paradigm: A revised NEP scale. *Journal of Social Issues*, 56 (3), 425–442.
- Eagly, A. H. & Chaiken, S.** (1993). *The psychology of attitudes*. Orlando: Harcourt Brace Jovanovich College Publishers.
- Egner, H., Ratter, B. & Dikau Richard.** (2008). *Umwelt als System – System als Umwelt? Systemtheorien auf dem Prüfstand*. München: oekom.
- Fanta, D., Bräutigam, J., Greiff, S. & Rieß, W.** (2017). Entwicklung und Validierung eines Messinstruments zur Erfassung von systemischem Denken bei Lehramtsstudierenden in ökologischen Kontexten. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 23, 241–259.
- Fabrigar, L. R., MacDonald, T. K. & Wegener, D. T.** (2014). The structure of attitudes. In D. Albarracín, B. T. Johnson & M. P. Zanna (Hrsg.), *The handbook of attitudes* (S. 79–124). New York: Psychology Press.
- Fischer, D., King, J., Rieckmann, M., Barth, M., Büsing, A., Hemmer, I. & Lindau-Bank, D.** (2022). Teacher education for sustainable development: A review of an emerging research field. *Journal of Teacher Education*, 73 (5), 509–524.
- Frey, S.** (2025). *Messung und Förderung systemischen Denkens im Kontext Klima(wandel) in der Grundschule* [Dissertation]. Freiburg: Pädagogische Hochschule Freiburg.
- Glogger-Frey, I. & Herppich, S.** (2017). Formative Diagnostik als Teilespekt diagnostischer Kompetenz. In A. Südkamp & A.-K. Praetorius (Hrsg.), *Diagnostische Kompetenz von Lehrkräften. Theoretische und methodische Weiterentwicklungen* (S. 42–45). Münster: Waxmann.
- Gropengießer, H.** (1997). *Didaktische Rekonstruktion des «Sehens». Wissenschaftliche Theorien und die Sicht der Schüler in der Perspektive der Vermittlung* [Dissertation]. Oldenburg: Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.
- Gropengießer, H.** (2006). *Wie man Vorstellungen der Lerner verstehen kann. Lebenswelten, Denkwelten, Sprechwelten* (2., aktualisierte Auflage). Oldenburg: Didaktisches Zentrum.
- Gropengießer, H. & Marohn, A.** (2018). Schülervorstellungen und Conceptual Change. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 49–66). Berlin: Springer Spektrum.
- Grossman, P., Compton, C., Igla, D., Ronfeldt, M., Shahan, E. & Williamson, P.** (2009). Teaching practice: A cross-professional perspective. *Teachers College Record*, 111 (9), 2055–2100.
- Grossman, P. & Fraefel, U.** (2024). Introduction: A cross-national perspective on teaching core practices. In P. Grossman & U. Fraefel (Hrsg.), *Core practices in teacher education. A global perspective* (S. 1–8). Cambridge: Harvard Education Press.
- Hammann, M. & Asshoff, R.** (2015). *Schülervorstellungen im Biologieunterricht. Ursachen für Lernschwierigkeiten* (2. Auflage). Seelze: Klett-Kallmeyer.
- Hardy, I., Meschede, N. & Mannel, S.** (2022). Measuring adaptive teaching in classroom discourse: Effects on student learning in elementary science education. *Frontiers in Education*, 7, Artikel 1041316, 1–14.
- Harrison, C., Constantinou, C. P., Correia, C. F., Grangeat, M., Hähtiöniemi, M., Livitzis, M., Nieminen, P., Papdouris, N., Rached, E., Serret, N., Tiborghien, A. & Viiri, J.** (2018). Assessment on-the-fly: Promoting and collecting evidence of learning through dialogue. In R. Evans & J. Dolin (Hrsg.), *Transforming assessment. Through an interplay between practice research and policy* (S. 83–107). Cham: Springer.
- Häußler, P.** (1998). *Perspektiven für die Unterrichtspraxis. Naturwissenschaftsdidaktische Forschung*. Kiel: IPN.
- Hefter, M. H., ten Hagen, I., Krense, C., Berthold, K. & Renkl, A.** (2019). Effective and efficient acquisition of argumentation knowledge by self-explaining examples. Videos, texts, or graphic novels? *Journal of Educational Psychology*, 111 (8), 1396–140.
- Heitzmann, N., Seidel, T., Opitz, A., Hetmanek, A., Wecker, C., Fischer, M., Ufer, S., Schmidmaier, R., Neuhaus, B., Siebeck, M., Stürmer, K., Obersteiner, A., Reiss, K., Girwidz, R. & Fischer, F.** (2019). Facilitating diagnostic competences in simulations in higher education. A framework and a research agenda. *Frontline Learning Research*, 7 (4), 1–24.

- Helldén, G.** (1995). Environmental education and pupils' conceptions of matter. *Environmental Education Research*, 1 (3), 267–277.
- Herppich, S., Praetorius, A.-K., Förster, N., Glogger-Frey, I., Karst, K., Leutner, D., Behrmann, L., Böhmer, M., Ufer, S., Klug, J., Hetmanek, A., Ohle, A., Böhmer, I., Karing, C., Kaiser, J. & Südkamp, A.** (2017). Teachers' assessment competence. Integrating knowledge-, process-, and product-oriented approaches into a competence-oriented conceptual model. *Teaching and Teacher Education*, 76, 181–193.
- Herppich, S., Praetorius, A.-K., Hetmanek, A., Glogger-Frey, I., Ufer, S., Leutner, D., Behrmann, L., Böhmer, I., Böhmer, M., Förster, N., Kaiser, J., Karing, C., Karst, K., Klug, J., Ohle, A. & Südkamp, A.** (2017). Ein Arbeitsmodell für die empirische Erforschung der diagnostischen Kompetenz von Lehrkräften. In A. Südkamp & A.-K. Praetorius (Hrsg.), *Diagnostische Kompetenz von Lehrkräften. Theoretische und methodische Weiterentwicklungen* (S. 75–93). Münster: Waxmann.
- Herppich, S., Wittwer, J., Nückles, M. & Renkl, A.** (2014). Addressing knowledge deficits in tutoring and the role of teaching experience. Benefits for learning and summative assessment. *Journal of Educational Psychology*, 106 (4), 934–945.
- Hoppe, T., Konnemann, C., Höger, C., Renkl, A. & Rieß, W.** (2024). Development and validation of a text-based instrument measuring teachers' professional vision of student thinking. *Research in Subject-matter Teaching and Learning*, 7 (1), 75–92.
- Hoppe, T., Renkl, A. & Rieß, W.** (2020). Förderung von unterrichtsbegleitendem Diagnostizieren von Schülervorstellungen durch Video- und Textvignetten. *Unterrichtswissenschaft*, 48 (4), 573–597.
- Hoppe, T., Renkl, A., Seidel, T., Rettig, S. & Rieß, W.** (2020). Exploring how teachers diagnose student conceptions about the cycle of matter. *Sustainability*, 12 (10), Artikel 4184, 1–15.
- Hoppe, T., Seidel, T., Renkl, A. & Rieß, W.** (2025). Advancing preservice science teachers' skills to assess student thinking on-the-fly through practice-based learning. *Journal of Teacher Education*, 76 (1), 42–56.
- Jelemenská, P.** (2006). *Biologie verstehen: ökologische Einheiten*. Oldenburg: Didaktisches Zentrum.
- Kaiser, F. G., Brügger, A., Hartig, T., Bogner, F. X. & Gutscher, H.** (2014). Appreciation of nature and appreciation of environmental protection: How stable are these attitudes and which comes first? *European Review of Applied Psychology*, 64 (6), 269–277.
- Kaiser, F. G., Merten, M. & Wetzel, E.** (2018). How do we know we are measuring environmental attitude? Specific objectivity as the formal validation criterion for measures of latent attributes. *Journal of Environmental Psychology*, 55, 139–146.
- Kattmann, U.** (2016). *Schüler besser verstehen. Alltagsvorstellungen im Biologieunterricht*. Hallbergmoos: Aulis.
- Kloser, M.** (2014). Identifying a core set of science teaching practices. A delphi expert panel approach. *Journal of Research in Science Teaching*, 51 (9), 1185–1217.
- Knievel, I., Lindmeier, A. M. & Heinze, A.** (2015). Beyond knowledge. Measuring primary teachers' subject-specific competences in and for teaching mathematics with items based on video vignettes. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13 (2), 309–329.
- Kollmuss, A. & Agyeman, J.** (2002). Mind the gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8 (3), 239–260.
- Kolovou, D., Naumann, A., Hochweber, J. & Praetorius, A.-K.** (2021). Content-specificity of teachers' judgment accuracy regarding students' academic achievement. *Teaching and Teacher Education*, 100, Artikel 103298, 1–13.
- Kopnina, H.** (2017). Testing Ecocentric and Anthropocentric Attitudes toward the Sustainable Development (EAATSD) scale with bachelor students. *Revista Brasileira de Estratégia*, 10 (3), 457–477.
- Kramer, C., König, J., Kaiser, G., Ligvoet, R. & Blömeke, S.** (2017). Der Einsatz von Unterrichtsvideos in der universitären Ausbildung. Zur Wirksamkeit video- und transkriptgestützter Seminare zur Klassenführung auf pädagogisches Wissen und situationsspezifische Fähigkeiten angehender Lehrkräfte. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 20 (S1), 137–164.
- Leach, J., Driver, R., Scott, P. & Wood-Robinson, C.** (1996). Children's ideas about ecology 2. Ideas found in children aged 5–16 about the cycling of matter. *International Journal of Science Education*, 18 (1), 19–34.

- Leahy, W. & Sweller, J.** (2011). Cognitive load theory, modality of presentation and the transient information effect. *Applied Cognitive Psychology*, 25 (6), 943–951.
- Leuders, T., Loibl, K., Sommerhoff, D., Herppich, S. & Praetorius, A.-K.** (2022). Toward an overarching framework for systematizing research perspectives on diagnostic thinking and practice. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 43 (1), 13–38.
- Levin, D. M., Hammer, D. & Coffey, J. E.** (2009). Novice teachers' attention to student thinking. *Journal of Teacher Education*, 60 (2), 142–154.
- Loewenberg Ball, D., Thames, M. H. & Phelps, G.** (2008). Content knowledge for teaching. *Journal of Teacher Education*, 59 (5), 389–407.
- Loibl, K., Leuders, T. & Dörfler, T.** (2020). A framework for explaining teachers' diagnostic judgements by cognitive modeling (DiaCoM). *Teaching and Teacher Education*, 91, Artikel 103059, 1–10.
- Mack, E., Gnas, J., Vock, M. & Preckel, F.** (2023). The domain-specificity of elementary school teachers' judgment accuracy. *Contemporary Educational Psychology*, 72, Artikel 102142, 1–13.
- Matsumoto-Royo, K. & Ramírez-Montoya, M.S.** (2021). Core practices in practice-based teacher education: A systematic literature review of its teaching and assessment process. *Studies in Educational Evaluation*, 70, Artikel 101047, 1–13.
- McDonald, M., Kazemi, E. & Kavanagh, S.S.** (2013). Core practices and pedagogies of teacher education: A call for a common language and collective activity. *Journal of Teacher Education*, 64 (5), 378–386.
- Michelsen, G., Grunenberg, H. & Rode, H.** (2012). *Greenpeace Nachhaltigkeitsbarometer – Was bewegt die Jugend? Ergebnisse der bundesweiten Repräsentativbefragung und einer qualitativen Explorativstudie, Juni – Juli 2011*. Bad Homburg: VAS.
- Molenaar, I.** (2022). Towards hybrid human-AI learning technologies. *European Journal of Education*, 57 (4), 632–645.
- National Research Council.** (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington: The National Academies Press.
- Novak, J. & Gowin, B.** (1984). *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.
- OECD.** (2017). *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematic, financial literacy and collaborative problem solving* (revised edition). Paris: OECD Publishing.
- Olsson, D. & Gericke, N.** (2016). The adolescent dip in students' sustainability consciousness – Implications for education for sustainable development. *The Journal of Environmental Education*, 47 (1), 35–51.
- Olsson, D., Gericke, N. & Chang Rundgren, S.-N.** (2016). The effect of implementation of education for sustainable development in Swedish compulsory schools – Assessing pupils' sustainability consciousness. *Environmental Education Research*, 22 (2), 176–202.
- Ostermann, A., Leuders, T. & Philipp, K.** (2019). Fachbezogene diagnostische Kompetenzen von Lehrkräften – Von Verfahren der Erfassung zu kognitiven Modellen zur Erklärung. In T. Leuders, M. Nückles, S. Mikelskis-Seifert & K. Philipp (Hrsg.), *Pädagogische Professionalität in Mathematik und Naturwissenschaften* (S. 93–116). Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Otto, S., Evans, G.W., Moon, M.J. & Kaiser, F.G.** (2019). The development of children's environmental attitude and behavior. *Global Environmental Change*, 58, Artikel 101947, 1–9.
- Overwien, B.** (2016). Der Beutelsbacher Konsens im Kontext Globalen Lernens und der Bildung für nachhaltige Entwicklung. In B. Widmaier & P. Zorn (Hrsg.), *Brauchen wir den Beutelsbacher Konsens? Eine Debatte der politischen Bildung* (S. 260–268). Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung.
- Prendergast, K., Hayward, B., Aoyagi, M., Burningham, K., Hasan, M. M., Jackson, T., Vimlendu, J., Kuroki, L., Loukianov, A., Mattar, H., Schudel, I., Venn, S. & Yoshida, A.** (2021). Youth attitudes and participation in climate protest: An international cities comparison. *Frontiers in Political Science* special issue: Youth activism in environmental politics. *Frontiers in Political Science*, 3, Artikel 696105, 1–18.
- Rekker, R., Keijzers, L., Branje, S. & Meeus, W.** (2015). Political attitudes in adolescence and emerging adulthood: Developmental changes in mean level, polarization, rank-order stability, and correlates. *Journal of Adolescence*, 41 (1), 136–147.
- Rieckmann, M.** (2013). Schlüsselkompetenzen für Denken und Handeln in der Weltgesellschaft – Ergebnisse eines europäischlateinamerikanischen Experten-Delphis. In B. Overwien (Hrsg.), *Bildung für nachhaltige Entwicklung* (S. 69–88). Barbara Budrich.

- Rieckmann, M.** (2018). Die Bedeutung von Bildung für nachhaltige Entwicklung für das Erreichen der Sustainable Development Goals (SDGs). *Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik*, 41 (2), 4–10.
- Rieß, W. & Mischo, C.** (2008). *Evaluationsbericht «Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) an weiterführenden Schulen in Baden-Württemberg»: Maßnahme Ifd. 15 im Aktionsplan Baden-Württemberg*. Stuttgart: Umweltministerium Baden-Württemberg.
- Rieß, W., Mischo, C. & Waltner, E. M.** (2018). Ziele einer Bildung für nachhaltige Entwicklung in Schule und Hochschule: Auf dem Weg zu empirisch überprüfbaren Kompetenzen. *GAIA*, 27 (3), 298–305.
- Rieß, W. & Schuler, S.** (2025). Klimabildung und systemisches Denken. In D. Höttinger, S. Heinicke, H. Martens, A. Nehring & T. Rabe (Hrsg.), *Handbuch Klimabildung* (S. 447–472). Wiesbaden: Springer VS.
- Rieu, A., Leuders, T. & Loibl, K.** (2022). Teachers' diagnostic judgments on tasks as information processing – The role of pedagogical content knowledge for task diagnosis. *Teaching and Teacher Education*, 111, Artikel 103621, 1–13.
- Scharenberg, K., Waltner, E.-M., Mischo, C. & Rieß, W.** (2021). Development of students' sustainability competencies: Do teachers make a difference? *Sustainability*, 13 (22), Artikel 12594, 1–22.
- Schecker, H. & Duit, R.** (2018). Schülervorstellungen und Physiklernen. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 1–21). Berlin: Springer Spektrum.
- Scheunpflug, A. & Costa, J.** (2025). Bildung für nachhaltige Entwicklung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 1–28.
- Schneider, J., Bohl, T., Kleinknecht, M., Rehm, M., Kuntze, S. & Syring, M.** (2016). Unterricht analysieren und reflektieren mit unterschiedlichen Fallmedien: Ist Video wirklich besser als Text? *Unterrichtswissenschaft*, 44 (4), 474–490.
- Schoenfeld, A. H.** (2011). Noticing matters. A lot. Now what? In M. G. Sherin (Hrsg.), *Mathematics teacher noticing. Seeing through teachers' eyes* (S. 223–238). London: Routledge.
- Schrader, F.-W.** (2010). Diagnostische Kompetenz von Eltern und Lehrern. In D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (4. Auflage, S. 102–108). Weinheim: Beltz.
- Schubatzky, T., Haagen-Schützenhofer, C., Wackermann, R., Wöhlke, C. & Wildbichler, S.** (2024). Navigating the complexities of student understanding: Exploring the coherency of students' conceptions about the greenhouse effect. *Science Education*, 108 (4), 1134–1161.
- Schuler, S.** (2011). *Alltagstheorien zu den Ursachen und Folgen des globalen Klimawandels. Erhebung und Analyse von Schülervorstellungen aus geographiedidaktischer Perspektive*. Bochum: Europäischer Universitätsverlag.
- Schultz, W. P.** (2001). The structure of environmental concern: Concern for self, other people, and the biosphere. *Journal of Environmental Psychology*, 21 (4), 327–339.
- Shavelson, R. J., Yin, Y., Furtak, E. M., Ruiz-Primo, M. A., Ayala, C. C., Young, D. B., Tomita, M. K., Brandon, P. R. & Pottenger, F. M.** (2008). On the role and impact of formative assessment on science inquiry teaching and learning. In J. Coffey, R. Douglas & C. Stearns (Hrsg.), *Assessing science learning: Perspectives from research and practice* (S. 21–36). Richmond: National Science Teaching Association.
- Shephard, K.** (2016). Measuring affective attributes in education for sustainable development. In M. Barth & M. Rieckmann (Hrsg.), *Empirische Forschung zur Bildung für nachhaltige Entwicklung. Themen, Methoden und Trends* (S. 71–88). Opladen: Barbara Budrich.
- Shepherd, D. A., Kuskova, V. & Patzelt, H.** (2009). Measuring the values that underlie sustainable development: The development of a valid scale. *Journal of Economic Psychology*, 30 (2), 246–256.
- Sommer, C.** (2005). *Untersuchung der Systemkompetenz von Grundschülern im Bereich Biologie* [Dissertation]. Kiel: Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- Stachowiak, H.** (1973). *Allgemeine Modelltheorie*. Wien: Springer.
- Stürmer, K. & Seidel, T.** (2017). A standardized approach for measuring teachers' professional vision: The observer research tool. In E. O. Schack, M. H. Fisher & J. A. Wilhelm (Hrsg.), *Teacher noticing. Bridging and broadening perspectives, contexts, and frameworks* (S. 359–380). Cham: Springer.

- Südkamp, A., Kaiser, J. & Möller, J.** (2012). Accuracy of teachers' judgments of students' academic achievement: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology, 104* (3), 743–762.
- Sumfleth, E., Klebbä, N., Kauertz, A., Mayer, J., Fischer, H. E., Walpuski, M. & Wellnitz, N.** (2019). Das Kompetenzstrukturmodell in den naturwissenschaftlichen Fächern. In P. Stanat, S. Schipolowski, N. Mahler, S. Weirich & S. Henschel (Hrsg.), *IQB-Bildungstrend 2018. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I im zweiten Ländervergleich* (S. 36–40). Münster: Waxmann.
- Syring, M., Bohl, T., Kleinknecht, M., Kuntze, S., Rehm, M. & Schneider, J.** (2015). Videos oder Texte in der Lehrerbildung? Effekte unterschiedlicher Medien auf die kognitive Belastung und die motivational-emotionalen Prozesse beim Lernen mit Fällen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 18* (4), 667–685.
- Taber, K. S.** (2017). The nature of student conceptions. In K. S. Taber & B. Akpan (Hrsg.), *Science education. An international course companion* (S. 119–131). Rotterdam: Sense.
- Thiel, F., Tarkian, J., Lankes, E.-M., Maritzen, N. & Riecke-Baulecke, T.** (2019). Einleitung. In F. Thiel, J. Tarkian, E.-M. Lankes, N. Maritzen, T. Riecke-Baulecke & A. Kroupa (Hrsg.), *Datenbasierte Qualitätssicherung und -entwicklung in Schulen. Eine Bestandsaufnahme in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland* (S. 1–7). Wiesbaden: Springer VS.
- Trauschke, M. & Gropengießer, H.** (2014). «Sonnenstrahlung wird in Nahrung umgewandelt». Biologie verstehen: Energie in Ökosystemen. In D. Krüger, P. Schmiemann, A. Möller & A. Dittmer (Hrsg.), *Erkenntnisweg Biologiedidaktik* (S. 9–24). Trier: VBIO.
- UN.** (1992). *Agenda 21*. Rio de Janeiro: United Nations.
- UNESCO.** (2021). *Bildung für nachhaltige Entwicklung. Eine Roadmap*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- UNRIC.** (2024). *SDG 4: Hochwertige Bildung*. Bonn: Regionales Informationszentrum der Vereinten Nationen. <https://unric.org/de/17ziele/sdg-4/>
- van de Pol, J., Volman, M., Oort, F. & Beishuizen, J.** (2014). Teacher scaffolding in small-group work. An intervention study. *Journal of the Learning Sciences, 23* (4), 600–650.
- van Es, E. A. & Sherin, M. G.** (2021). Expanding on prior conceptualizations of teacher noticing. *ZDM – Mathematics Education, 53* (1), 17–27.
- Wagner, L.** (2025). Einflussfaktoren auf die Diagnosekompetenz (angehender) Lehrkräfte – ein systematisches Literaturreview. *Unterrichtswissenschaft, 53* (1), 99–128.
- Waltner, E.-M., Rieß, W. & Mischo, C.** (2019). Development and validation of an instrument for measuring student sustainability competencies. *Sustainability, 11* (6), Artikel 1717, 1–20.
- Wehling, H.-G.** (2016). Konsens à la Beutelsbach? Nachlese zu einem Expertengespräch. Textdokumentation aus dem Jahr 1977. In B. Widmaier & P. Zorn (Hrsg.), *Brauchen wir den Beutelsbacher Konsens? Eine Debatte der politischen Bildung* (S. 19–27). Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung.
- Wiek, A., Withycombe, L. & Redman, C. L.** (2011). Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. *Sustainability Science, 6* (2), 203–218.
- Xie, S. & Madni, G. R.** (2023). Impact of social media on young generation's green consumption behavior through subjective norms and perceived green value. *Sustainability, 15* (4), Artikel 3739, 1–15.
- Yin, Y., Vanides, J., Ruiz-Primo, M.A., Ayala, C.C. & Shavelson, R.J.** (2005). Comparison of two concept-mapping techniques: Implications for scoring, interpretation, and use. *Journal of Research in Science Teaching, 42* (2), 166–184.

## Autoren und Autorin

**Tobias Hoppe**, Dr., Pädagogische Hochschule Freiburg, tobias.hoppe@ph-freiburg.de

**Magdalena Stadler**, M.A., Pädagogische Hochschule Freiburg, magdalena.stadler@ph-freiburg.de

**Nico Tuncel**, M.A., M.Ed., Pädagogische Hochschule Freiburg, nico.tuncel@ph-freiburg.de

**Werner Rieß**, Prof. Dr., Pädagogische Hochschule Freiburg, riess@ph-freiburg.de