

## Artikel erschienen in:

Jolanda Hermanns (Hrsg.)

### PSI-Potsdam

Ergebnisbericht zu den Aktivitäten im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung (2019 – 2023)

(Potsdamer Beiträge zur Lehrkräftebildung und Bildungsforschung ; 3)

2023 – 393 S.

ISBN 978-3-86956-568-2

DOI <https://doi.org/10.25932/publishup-60187>

### Empfohlene Zitation:

Lukas Mientus; Peter Wulff; Anna Nowak; Andreas Borowski: Algorithmen als Dozierende? Akzeptanz von KI-basierten Lernangeboten in der Physik-Lehrkräftebildung, In: Jolanda Hermanns (Hrsg.): PSI-Potsdam. Ergebnisbericht zu den Aktivitäten im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung (2019–2023) (Potsdamer Beiträge zur Lehrkräftebildung und Bildungsforschung 3), Potsdam, Universitätsverlag Potsdam, 2023, S. 117–129.  
DOI <https://doi.org/10.25932/publishup-61640>



Soweit nicht anders gekennzeichnet, ist dieses Werk unter einem Creative-Commons-Lizenzvertrag Namensnennung 4.0 lizenziert. Dies gilt nicht für Zitate und Werke, die aufgrund einer anderen Erlaubnis genutzt werden. Um die Bedingungen der Lizenz einzusehen, folgen Sie bitte dem Hyperlink:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>



# Algorithmen als Dozierende?

## Akzeptanz von KI-basierten Lernangeboten in der Physik-Lehrkräftebildung

Lukas Mientus<sup>1</sup>, Peter Wulff<sup>2</sup>, Anna Nowak<sup>3</sup> & Andreas Borowski<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universität Potsdam,  0000-0001-5344-4770

<sup>2</sup> Pädagogische Hochschule Heidelberg,  0000-0002-5471-7977

<sup>3</sup> Universität Potsdam,  0000-0002-6890-3463

<sup>4</sup> Universität Potsdam,  0000-0002-9502-0420

**ZUSAMMENFASSUNG:** Auf maschinellem Lernen basierende Tools haben schon längst Einzug in unseren Alltag gefunden und so konnten auch in der Lehrkräftebildung erste Anwendungen entwickelt, erprobt und evaluiert werden. Im Teilprojekt Physikdidaktik des Schwerpunktes 2 „Schulpraktische Studien“ wurden auf Basis eines Rahmenmodells für Reflexion (Nowak et al., 2019) automatisierte Analysemethoden (Wulff et al., 2020) entwickelt und fanden Einzug in universitäre fachdidaktische Lehre (Mientus et al., 2021a). Mit dem Projekt konnten Potenziale KI-basierter Unterstützung aufgezeigt und verstetigt sowie spezifische Herausforderungen identifiziert werden. Dieser Beitrag skizziert ausgewählte Anwendungsmöglichkeiten und weiterführende Forschungen unter dem Gesichtspunkt der Akzeptanz computerunterstützter Lehre.

**KEYWORDS:** Reflexion, Feedback, Lehrkräftebildung, KI-Anwendung

**ABSTRACT:** Tools based on machine learning have entered our everyday lives, and so it has been possible to develop, test and evaluate first applications in teacher training. In the physics education research group of the focus project 2 “Practical School Studies”, automated analysis methods were developed (Nowak et al., 2019) on the basis of a reflection-supporting model (Wulff et al., 2020). These analysis methods were then employed in university teacher teaching (Mientus et al., 2021a). With this project, potentials of machine learning-based feedback were explored, and challenges were identified. This article outlines selected applications and further research with regards to the acceptance of computer-supported teaching.

**KEYWORDS:** Reflexion, feedback, teacher training, application of artificial intelligence

## 1 EINLEITUNG

Spätestens seitdem der Chatbot *ChatGPT* in den Medien diskutiert wird, sind Begriffe wie *Künstliche Intelligenz (KI)*, *Machine Learning (ML)* und *computerbasierte Automatisierungen* in aller Munde. Zurecht, denn bereits seit einigen Jahren sind einzelne vortrainierte Anwendungen – beispielsweise in der Medizin – alltägliche Ergänzung menschlicher Professionalität (Kung et al., 2023). So hat auch die induktive Informations- und Wissensextraktion aus Textdaten (einschließlich der gesamten Wikipedia oder des Internets) mit generativen Sprachmodellen wie GPT4 neue Dimensionen erreicht. Allein ChatGPT ist beispielsweise in der Lage einzelne medizinische, pädagogische oder mathematische Prüfungen bereits ohne spezielles Training auf dem Niveau menschlicher Leistungen zu bestehen (Katz et al., 2023). Entsprechend erforschen auch Akteur:innen der Lehrkräftebildung Anwendungsgebiete, Potenziale und Herausforderungen (Kasnecki et al., 2023). Diese müssen jeweils domänenspezifisch und forschungsthemenbezogen exploriert werden.

Im Rahmen des Teilprojekts der Physikdidaktik des Schwerpunktes 2 (Schulpraktische Studien, PSI-Potsdam) haben wir daher große Sprachmodelle (GSM) und maschinelles Lernen sowie deren Produkte wie automatisiertes Feedback dazu eingesetzt, um zahlreiche Anwendungen im Kontext (Physik-)Lehrkräftebildung umzusetzen und deren Akzeptanz und Wirksamkeit zu untersuchen. Dazu haben wir GSM mit Hilfe des maschinellen Lernens trainiert, um automatisiert Studierendenantworten zu kodieren und Feedback zu erstellen (siehe Wulff et al., in diesem Buch). Im Folgenden stellen wir einige Anwendungen exemplarisch vor: (1) ein entwickeltes Begleitkonzept für das Praxissemester Physik sowie (2) ein Workshopangebot für die zweite Phase der Lehrkräftebildung. Aspekte der Akzeptanz und Wirksamkeit werden entsprechend diskutiert.

## 2 REFLEXION UND PROFESSIONELLE ENTWICKLUNG

Im Prozess der Professionalisierung stellen Praxisphasen eine bedeutende Lerngelegenheit für angehende Lehrkräfte dar, um beispielsweise anwendungsorientiertes Professionswissen zu entwickeln und lehrbezogene Erfahrungen zu reflektieren (Brouwer & Korthagen, 2005; Gröschner et al., 2013; Schubarth et al., 2009). Angehende Lehrkräfte sollen in Praxisphasen ihre schulpraktischen Erfahrungen mit dem bereits erworbenen Professionswissen verknüpfen. Mit der professionellen Entwicklung im Referendariat weitet sich der Fokus der Reflexion von eher fachlichen Aspekten zu eher überfachlichen und pädagogischen Aspekten (Maier, 2015). Die Reflexionskompetenz wird hierbei häufig als eine

Schlüsselkategorie zur professionellen Entwicklung angesehen (Korthagen & Kessels, 1999; Sorge et al., 2018; Mientus et al., 2022a). Nach von Aufschnaiter et al. (2019, S. 148) ist „Reflexion [...] ein Prozess des strukturierten Analysierens, in dessen Rahmen zwischen den eigenen Kenntnissen, Fähigkeiten, Einstellungen/Überzeugungen und/oder Bereitschaften und dem eigenen, situationspezifischen Denken und Verhalten [...] eine Beziehung hergestellt wird, mit dem Ziel, die eigenen Kenntnisse, Einstellungen ... und/oder das eigene Denken und Verhalten (weiter-)zuentwickeln.“

Um angeleitet „zwischen den eigenen Kenntnissen, Fähigkeiten, Einstellungen/Überzeugungen und/oder Bereitschaften und dem eigenen, situationspezifischen Denken und Verhalten [...] eine Beziehung her[zu]stellen“ (von Aufschnaiter et al., 2019, S. 148), ist ein strukturiertes, zielgerichtetes Vorgehen wichtig, das bestimmte reflexionsbezogene Denkprozesse bei den angehenden Lehrkräften anregt (Lai & Calandra, 2007). In der Naturwissenschaftsdidaktik wurden spezielle Rahmenmodelle entwickelt, die ein strukturiertes Vorgehen bei der Reflexion ermöglichen (Abels, 2011; Nowak et al., 2019; Sorge et al. 2018). Nowak et al. (2019) haben zur Strukturierung reflexionsbezogener Denkprozesse ein Rahmenmodell für Reflexion adaptiert, das auf dem Konzept des Erfahrungslernens basiert und zentrale Elemente für Reflexionsprozesse identifiziert. Eine Reflexion beinhaltet hierbei (1) strukturelle Elemente der Beschreibung einer (Unterrichts-)Situation, der Bewertung des Verhaltens der Lehrenden und Lernenden sowie der Ableitung von Alternativen und persönlichen Konsequenzen für die eigene professionelle Entwicklung, sowie (2) inhaltliche Elemente, die sich auf Reflexionsauslöser sowie das angewendete Professionswissen beziehen.

Es muss allerdings festgestellt werden, dass solche Rahmenmodelle noch zu selten in der Lehrkräfteausbildung gewinnbringend eingesetzt werden (Poldner et al., 2014; Ullmann, 2019). Oft stellt das Kodieren entsprechender studentischer Reflexionen nach diesen Rahmenmodellen eine Herausforderung dar. Reflexionen müssen gelesen werden und reliabel kodiert werden, sodass den Studierenden ein lernwirksames Feedback dargeboten werden kann. Typische Lehrkräftebildungsprogramme stellt dies vor Ressourcenprobleme, da Dozierende oft viele angehende Lehrkräfte in der Praxis hospitieren. Diese (angehenden) Lehrkräfte wiederum machen in der Schulpraxis zahlreiche Erfahrungen, die reflektiert werden können. Es wäre wünschenswert eine niederschwellige Möglichkeit des Feedbacks zu erhalten, die es angehenden Lehrkräften ermöglicht ihre Reflexionen analysieren zu lassen. Mehr noch, solche niederschweligen Möglichkeiten sollten nicht dadurch verzerrt werden, dass Studierende oft auch von ihren Dozierenden bewertet werden. Eine solche Entkopplung kann dafür sorgen, dass Studierende uneingeschränkter über ihre lehrbezogenen Erfahrungen reflektieren.

### 3 KI-BASIERTE ANALYSE UND ZUGEHÖRIGES FEEDBACK

Mit den Fortschritten im Bereich der KI-Forschung sind zahlreiche neue Möglichkeiten für die Analyse und Rückmeldung zu Reflexionen möglich geworden. Typische KI-basierte Anwendungen beinhalten die Automatisierung eines reliablen Kodierprozesses oder auch die Exploration von Inhalten der Reflexionen, die von Studierenden adressiert werden. Auf Basis einer qualitativen Analyse zum Rahmenmodell für Reflexion nach Nowak et al. (2019) trainierten Wulff et al. (2020)<sup>1</sup> einen Klassifikationsalgorithmus, welcher in der Lage ist, einer schriftlichen Reflexion satzweise die Elemente des Rahmenmodells für Reflexion (Rahmenbedingungen, Beschreibungen, Bewertungen, Alternativen oder Konsequenzen) zuzuordnen. Ausgehend von dieser Analyse gestalteten Mientus et al. (2021a) das teilautomatisierte Feedbackkonzept *ReFeed*, welches Studierende im Praxissemester Physik unterstützen kann, ihre Fähigkeit zur modellgetreuen strukturellen Reflexion zu entwickeln. Weiter konnten Wulff et al. (2022) mit Hilfe dieser KI-basierten Auswerteverfahren inhaltsbezogene Informationen aus den Reflexionstexten extrahieren (näheres unter Wulff et al., in diesem Buch). Im Folgenden werden zwei Projekte dargestellt, die für sowohl Fremd- als auch Selbstreflexionstexte entworfen und evaluiert wurden, um die Automatisierung des reliablen Kodierens nach dem Rahmenmodell für Reflexion in der Praxis der Lehrkräfteausbildung zu nutzen.

### 4 PROJEKT REFEED

Dank der entwickelten Feedbackalgorithmen (Wulff et al., 2021) konnten wir im Projekt ReFeed das strukturelle Feedback computerbasiert realisieren (Lai & Calandra, 2007), sodass Dozierende sich auf inhaltliche Aspekte der Reflexionen konzentrieren konnten. Da sowohl strukturelle als auch inhaltliche Aspekte eine Entwicklung der Reflexionskompetenz bewirken können (Poldner et al., 2014), konnte im Projekt ReFeed ein lernwirksames Feedback gestaltet werden, das die Auswertung des KI-Modells zur Grundlage einer Rückmeldung macht. Lernwirksames Feedback wird unter anderem nach folgendem Feedback-Modell gestaltet (Hattie & Timperley, 2007):

---

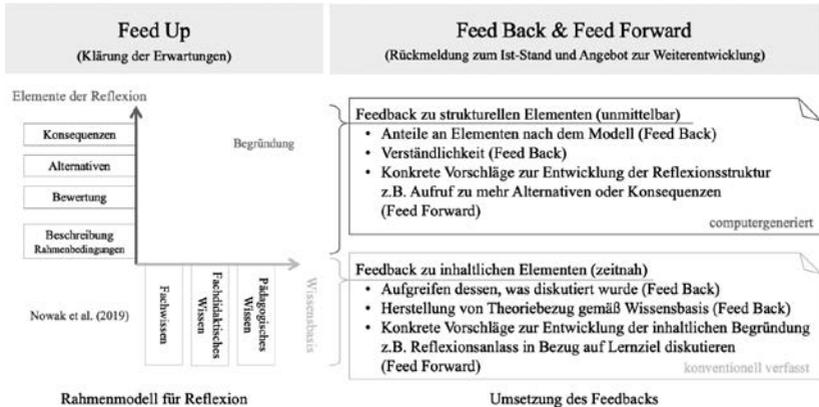
<sup>1</sup> Erste Version der computerbasierten Klassifikation. Weitere Versionen nach Wulff et al. (2022).

1. *Feed Up* als Kommunikation der Erwartungen der Dozierenden
2. *Feed Back* als Rückmeldung zur Umsetzung der Erwartung
3. *Feed Forward* als Hinweis auf einen konkreten nächsten Schritt zur professionellen Entwicklung.

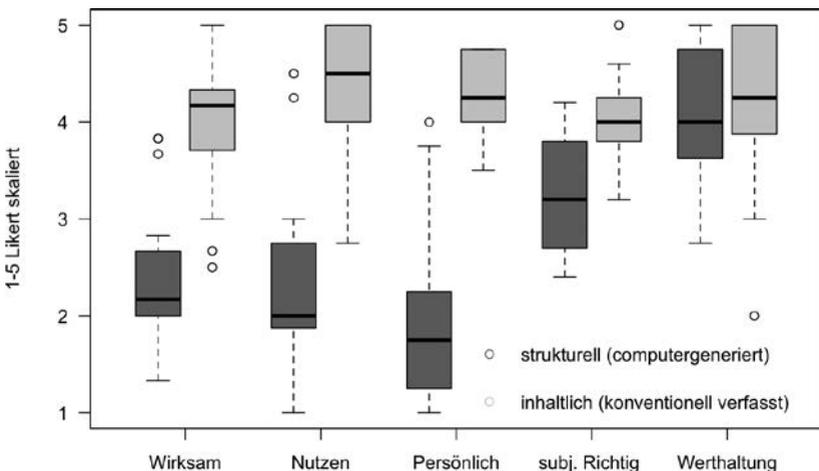
Im Projekt ReFeed erhalten die Studierenden in einem Vorbereitungsseminar eine Instruktion zum Rahmenmodell für Reflexion und lernen, was nach diesem Modell eine vollständige und konsekutive Reflexion ausmacht. Dieser Schritt sollte als *Feed Up* die Erwartungen an eine Reflexion klären. Während der Praxisphase reichen die Studierenden dreimalig eine schriftliche Reflexion zu einer Situation aus dem eigenen Unterricht ein. Nach jeder Einreichung erhalten die Studierenden binnen 24 Stunden ein erstes schriftliches, computergeneriertes Feedback zur Umsetzung der strukturellen Elemente des Reflexionsmodells. Im Feedback werden Prozentwerte angegeben, die Aufschluss darüber geben, in welchem Maße sie jedes Element des Rahmenmodells für Reflexion in ihrem Reflexionstext umgesetzt haben (*Feed Back*). Weiter gibt der computerbasierte Lernalgorithmus konkrete Empfehlungen, sich für weitere Reflexionen stärker auf beispielsweise Alternativen oder Konsequenzen zu fokussieren (*Feed Forward*). Spätestens 14 Tage nach der Einreichung der schriftlichen Selbstreflexion erhalten die Studierenden ein zweites schriftliches Feedback, in welchem Dozierende (unterstützt durch die computerbasierte Analyse) individuelle Reflexionsauslöser identifizieren und in Bezug zu normativen Konzepten (z. B. den Basisdimensionen von Unterricht) wiedergeben (*Feed Back*). Weiter werden Studierende angeregt, das jeweils identifizierte Konzept konkret zu vertiefen, indem beispielsweise Denkanstöße (z. B. Ideen für die Weiterentwicklung), alternative Sichtweisen oder vertiefende Literatur empfohlen werden. Für eine bessere Nachvollziehbarkeit ist das Feedbackkonzept in Abbildung 1 repräsentiert. Weiter findet sich in Mientus et al. (2021a) eine fiktive schriftliche Selbstreflexion sowie ein zugehöriges strukturelles und ein inhaltliches Feedback.

Im Rahmen von ReFeed wurde eine Akzeptanzbefragung nach jedem der beiden Feedbacks durchgeführt. Mittels vier bis sechs Likert-skalierten Items wurden die Skalen zur Selbsteinschätzung der (1) Wirksamkeit, (2) Nützlichkeit, (3) Persönlichkeit, (4) Richtigkeit und (5) Werthaltung für Reflexion nach beiden Feedbacks erhoben. Abbildung 2 veranschaulicht die statistischen Unterschiede und Gemeinsamkeiten des Feedbacks in der Wahrnehmung aus Studierendensicht. Zusammenfassend wird die Werthaltung von Reflexion großgeschrieben. Die Studierenden bewerten inhaltliches Feedback sehr positiv, zudem wird die subjektive Richtigkeit in beiden Feedbackvarianten vergleichbar eingeschätzt. Nichtsdestotrotz wird das strukturelle Feedback signifikant negativer bewertet (Wirksamkeit, Nützlichkeit & Persönlichkeit:  $p < .001$ ). Freitextantworten der Akzeptanzbefragung zufolge sind die Studierenden dankbar für ein zeitnahes

**Abbildung 1** Umsetzung des Feedbacks zu den studentischen Reflexionen nach dem Feed Up als Feed Back & Feed Forward zu strukturellen und inhaltlichen Elementen (Mientus et al., 2021a, S. 161)



**Abbildung 2** Aspekte der Feedbackakzeptanz (Wirksamkeit, Nützlichkeit, Persönlichkeit, subjektive Richtigkeit, Werthaltung) im Vergleich beider Feedback-Formen (5er-Likert-Skalierung) (Mientus et al., 2021b)



erstes Feedback und achten dies, wünschen sich jedoch weiterhin ein schnelles inhaltliches Feedback.

In einer weiteren Untersuchung im Verlauf des Praxissemesters konnte gezeigt werden, dass das strukturelle Feedback einen positiven Einfluss auf die Reflexionsstrukturentwicklung hat und dass dies insbesondere bei Studierenden, welche zu Beginn des Praxissemesters eine schwache Ausprägung der Struktur nach dem Rahmenmodell zeigen, der Fall ist (Mientus et al., 2022b). Aus diesem Grund kann ReFeed als ökonomisch wirksam betrachtet werden. Zusätzlich können auch Übungsgelegenheiten zur Reflexion fremden, videografierten Unterrichtes einen Beitrag zur reflexionsbezogenen Professionalisierung leisten.

## 5 STANDARDISIERTE REFLEXIONSGELEGENHEITEN

Neben der Erfahrung von eigenem Unterricht, für welche die zur Verfügung stehende Zeit in der Lehrkräftebildung allerdings begrenzt ist (Ullmann, 2017), stellen videografierte Unterrichtsstunden an sich eine praktikable Lernmöglichkeit dar, um reflexives Schreiben zu üben. Ziel ist es dabei, dass im Studium erworbene theoretische Wissen und erworbene Konzepte in möglichst spezifischen und authentischen Unterrichtssituationen anzuwenden (Wyss, 2018). Videografierte Unterrichtsstunden können sowohl für Fremd- als auch für Selbstreflexion angehender Lehrkräfte Grundlage sein (Gaudin & Chaliès, 2015). Sie ermöglichen eine Quasi-Teilnahme an realen Unterrichtssituationen und begünstigen so die Verknüpfung von Theorie und Praxis (Krammer & Reusser, 2005; Seidel et al., 2013). Auch für Lehrkräfte im Vorbereitungsdienst sind Videovignetten<sup>2</sup> relevant, da durch sie die stellvertretende Reflexion geübt, lernwirksamer Unterricht wahrgenommen und analysiert werden oder berufsrelevante Kompetenzen erworben werden können (Santagata & Angelici, 2010; Seidel & Stürmer, 2014).

Im Teilprojekt der Physikdidaktik wurde eine Videovignette für die Analyse und Reflexion einer einführenden Unterrichtssituation aus dem Physikunterricht entwickelt. Nachdem an der Vignette konkrete inhaltliche Aspekte untersucht wurden, konnte daraus ein Workshopkonzept abgeleitet und mehrfach eingesetzt werden.

Im Zuge der Analysen von studentischen Fremdrelexionen aus der entworfenen Videovignette war es möglich, eine standardisierte Unterrichtssituation als

---

2 Vignetten im Sinne kleinerer, standardisierter Lerngelegenheiten (Texte, Audiospuren oder Videos) zur konkreten auch hypothetischen Situationen (Planung, Durchführung oder Reflexion von Unterricht)

fixen Kontext in den schriftlichen Reflexionen gezielt inhaltlich zu adressieren. Einhergehend mit der professionellen Entwicklung im Referendariat besonders im Kompetenzbereich des Unterrichts, ist zu erwarten, dass sich eine Reflexion über eher fachliche Aspekte auf eine Reflexion über eher fachübergreifende und pädagogische Aspekte weitet. In Folge der Analyse von  $N = 55$  schriftlichen Fremdrelexionen von angehenden Physiklehrkräften aus dem Studium ( $n = 40$ ) und dem Referendariat ( $n = 15$ ) konnte diese Hypothese für den Bereich der Unterrichtsanalyse und -reflexion unterstützt werden (Mientus et al., im Druck).

Es konnte beobachtet werden, dass die Masterstudierenden in 15 von 28 Kategorien umfangreicher diskutieren als die Referendar:innen, wenngleich den Referendar\*innen in lediglich 8 von 28 Kategorien mehr Segmente zugeordnet werden konnten. Die Mehrformulierungen der Masterstudierenden fokussieren sich hierbei eher auf fachdidaktische Aspekte, während die Mehrformulierungen im Referendariat eher pädagogischen Kategorien zugeordnet werden konnten. Gleichzeitig adressieren die Referendar:innen durchschnittlich signifikant mehr verschiedene Kategorien pro Text. Folglich formulieren die untersuchten Referendar:innen breitere Fremdrelexionen als die Gruppe der Masterstudierenden, gleichzeitig wird jedoch weniger fachspezifisch argumentiert.

## 6 WORKSHOPKONZEPT

Um angehende Physiklehrkräfte im Referendariat darin zu unterstützen, fachliche und fachdidaktische Reflexionsauslöser produktiv diskutieren zu können, wurde auf Basis der Erkenntnisse ein Workshopkonzept entwickelt.

Da das Lernziel die Diskussion von Reflexionsauslösern unter bewusster Verwendung einer Wissensbasis war, wurde für den Workshop folgende Tiefenstruktur gewählt:

1. Anfangs können die Teilnehmenden den Effekt der Inattentional blindness<sup>3</sup> (Kellog, 2007) erfahren, um für die Komplexität der Wahrnehmung von Unterricht sensibilisiert zu werden. Anschließend werden das Rahmenmodell für Reflexion von Nowak et al. (2019) und dazugehörige Leitfragen präsentiert.
2. Daraufhin sehen die Teilnehmenden die Videoignette und fertigen einzeln eine schriftliche Fremdrelexion an. Unter Verwendung eines KI-Modells (Wulff et al., 2022) werden die Texte anschließend unmittelbar anonym nach

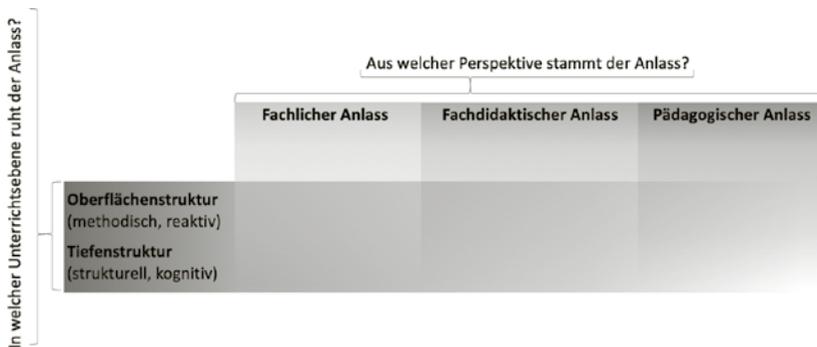
---

3 (engl.) Unaufmerksamkeitsblindheit. Beschreibt das Nicht-Wahrnehmen von Ereignissen außerhalb des Fokussierten.

dem Rahmenmodell für Reflexion von Nowak et al. (2019) analysiert. Dadurch können u. a. sofort die relativen Häufigkeiten eines jeden Elements (Rahmenbedingungen, Beschreibung, Bewertung, Alternativen, Konsequenzen) pro Text bestimmt werden.

3. Zunächst werden dann entlang der Analyse die wichtigsten Merkmale der Diskussion von Reflexionsanlässen unter bewusster Verwendung einer Wissensbasis theoretisch diskutiert.
4. Anschließend werden einzelne Beobachtungen der Teilnehmenden genutzt, um die Diskussion exemplarisch durchzuführen. Als Strukturierungshilfe erhalten die Studierenden die in Abbildung 3 dargestellte Übersicht.
5. Abschließend verorten die Teilnehmenden Reflexionsauslöser aus ihrer eigenen Erlebniswelt in der Abbildung und stellen sie vor, um die Beobachtung unter Bewusstmachung des eigenen Wissens auf den eigenen Unterrichtskontext zu übertragen.

**Abbildung 3** 2×3 Matrix zur Unterstützung der Verortung diskutierter Reflexionsanlässe (Vertikal: In welcher Unterrichtsebene ruht der Anlass? – Oberflächenstruktur oder Tiefenstruktur. Horizontal: Aus welcher Perspektive stammt der Anlass? – Fachlicher, Fachdidaktischer oder Pädagogischer Anlass)



Ein abschließend eingeholtes (anonymes) Feedback ergab überwiegend positive Rückmeldung und zeigte Potenziale zur Weiterentwicklung auf. Neben dem bestehenden Grundinteresse der Teilnehmenden, sich über beobachteten Unterricht auszutauschen, werden beide Rahmenmodelle (Reflexionsmodell und Matrix zur Verortung von Reflexionsanlässen) für wertvoll befunden. Keine\*r der Teilnehmenden gibt an, die Teilnahme am Workshop bereut zu haben, stattdessen sind sich 26 der 34 Befragten ‚absolut sicher‘ und alle übrigen ‚eher sicher‘, in Zukunft bewusster den eigenen Unterricht reflektieren zu können. So kommunizierten einzelne Referendar\*innen:

- ◆ „Was mir alles nicht bewusst ist, ist schon krass. Ich frage mich nur, ob mir diese Bewusstmachung auch im Alltag helfen wird. Auf jeden Fall habe ich jetzt diese Matrix als Foto auf meinem Handy und versuche sie mir mal noch einmal anzusehen, wenn ich mal wieder über ein Problem im Unterricht nachzudenken habe.“ (Bedeutung von theoretischer Rahmung)
- ◆ „Bei fremdem Unterricht erscheint es einfach, Bewertungen vorzunehmen. Wenn man dann aber in der Gruppe diskutiert, wird deutlich, wie viel andere gesehen haben. Das ist dieses Gorilla-Video<sup>4</sup> in live.“ (Bedeutung von Kommunikation und Perspektivwechsel)
- ◆ „Es war schön, sich bei all der Pädagogik, mit der man sich beschäftigen muss, auch mal wieder auf fachliche Aspekte fokussieren zu können.“ (Bedeutung der Fachlichkeit der Lehrkräfteausbildung)

## 7 VERSTETIGUNG UND ZUGÄNGLICHKEIT

Um über den Rahmen von PSI-Potsdam hinaus die im Projekt entstandenen Methoden und Ideen zu verstetigen, konnte das Projekt ARETE.KI ins Leben gerufen werden. Hier können Außenstehende auch ohne explizite informationstechnische Kenntnisse das automatisierte Feedback (wie in ReFeed umgesetzt) zu beliebigen Selbst- und Fremdrelexionstexten erhalten. Aus der aktuellen Forschung heraus soll das Feedbackverfahren weiterentwickelt werden, um (angehenden) Lehrkräften inhaltliches und weiter differenzierteres, wirksames Feedback anbieten zu können. Bei Interesse ist aktuell der Kontakt zu den an ARETE.KI beteiligten Personen zu suchen. Weitere Publikationen, welche beispielsweise auch automatisierte inhaltliche Analyse- und Feedbackverfahren transparent machen werden, sind derzeit durch die Autor:innen dieses Beitrags in Vorbereitung.

### Literaturverzeichnis

- Abels, S. (2011). *LehrerInnen als ‚Reflective Practitioner‘: Reflexionskompetenz für einen demokratieförderlichen Naturwissenschaftsunterricht*. VS Verlag.
- Brouwer, N. & Korthagen, F. (2005). Can teacher education make a difference? *American Educational Research Journal*, 42, 153–224.

---

4 „The Invisible Gorilla“ ist eine exemplarische Darstellung der Inattentional Blindness.

- Gaudin, C. & Chaliès, S. (2015). Video viewing in teacher education and professional development: A literature review. *Educational Research Review*, 16, 41–67.
- Gröschner, A., Schmitt, C. & Seidel, T. (2013). Veränderung subjektiver Kompetenzeinschätzungen von Lehramtsstudierenden im Praxissemester. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 27(1/2), 77–86. <https://doi.org/10.1024/10100652/a000090>
- Hattie, J. & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., ... Kasneci, G. (2023). ChatGPT for Good? On Opportunities and Challenges of Large Language Models for Education. <https://doi.org/10.35542/osf.io/5er8f>
- Katz, D. M., Bommarito, M. J., Gao, S. & Arredondo, P. (2023). GPT-4 Passes the Bar Exam. SSRN. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4389233>
- Korthagen, F. A. & Kessels, J. (1999). Linking Theory and Practice: Changing the Pedagogy of Teacher Education. *Educational Researcher*, 28(4), 4–17.
- Krammer, K. & Reusser, K. (2005). Unterrichtsvideos als Medium der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 23(1), 35–50.
- Kung, T. H.; Cheatham, M.; Medenilla, A.; Sillos, C.; De Leon, L.; Elepaño, C.; Madriaga, M.; Aggabao, R.; Diaz-Candido, G.; Maningo, J. & Tseng, V. (2023). Performance of ChatGPT on USMLE: Potential for AI-assisted medical education using large language models. *PLOS Digit Health* 2(2): e0000198. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000198>
- Lai, G. & Calandra, B. (2007). Using Online Scaffolds to Enhance Preservice Teachers' Reflective Journal Writing: A Qualitative Analysis. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 3(3), 66–81.
- Maier, S. (2015). „Kompetenzen von Lehrkräften“, *Eine empirische Studie zur Entwicklung fachübergreifender Kompetenzeinschätzungen*. Waxmann.
- Mientus, L., Nowak, A., Wulff, P., & Borowski, A. (im Druck). Unterrichtsanalyse und Reflexion – Ableitung eines Workshopangebotes für die zweite und dritte Phase der Lehrkräftebildung. In Mientus, L., Klempin, C., & Nowak, A. (Hrsg.). *Reflexion in der Lehrkräftebildung – empirisch, phasenübergreifend, interdisziplinär*. Potsdamer Beiträge zur Lehrerbildung. Universitätsverlag Potsdam.
- Mientus, L., Hume, A., Wulff, P., Meiners, A., & Borowski, A. (2022a). Modelling STEM Teachers' Pedagogical Content Knowledge in the Framework of the Refined Consensus Model: A Systematic Literature Review. *Education Science*, 12, 385. <https://doi.org/10.3390/educsci12060385>
- Mientus, L., Wulff, P., Nowak, A., & Borowski, A. (2022b). Entwicklung der Strukturiertheit von Reflexionstexten im Praxissemester Physik. In S. Habig (Hrsg.), *Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen*. *Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik*, 48. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP) 2021 (S. 432–435). RWTH Aachen.

- Mientus, L., Wulff, P., Nowak, A., & Borowski, A. (2021a). ReFeed: computerunterstütztes Feedback zu Reflexionstexten – Ein Lehrkonzept zur Förderung der Reflexionskompetenz angehender Physiklehrkräfte an der Universität Potsdam. In: M. Kubsch, S. Sorge, J. Arnold, & N. Graulich (Hrsg.). *Lehrkräftebildung neu gedacht – Ein Praxishandbuch für die Lehre in den Naturwissenschaften und deren Didaktiken* (S. 160–165). Waxmann.
- Mientus, L., Wulff, P., Nowak, A., & Borowski, A. (2021b). Akzeptanz von Studierenden gegenüber Feedback zu Reflexionstexten: Evidenz aus dem Praxissemester Physik. *Posterbeitrag auf der Jahrestagung der DGFE-Sektionstagung Schulpädagogik 2021. Reflexion und Reflexivität in Unterricht, Schule und Lehrer\*innenbildung: Anfragen, Befunde, Modelle und Perspektiven*. Universität Osnabrück.
- Nowak, A., Kempin, M., Kulgemeyer, C. & Borowski, A. (2019). Reflexion von Physikunterricht. In Maurer (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Kiel 2018* (S. 838–841). Universität Regensburg.
- Poldner, E., van der Schaaf, M., Simons, P. R.-J., van Tartwijk, J. & Wijngaards, G. (2014). Assessing student teachers' reflective writing through quantitative content analysis. *European Journal of Teacher Education*, 37(3), 348–373. <https://doi.org/10.1080/02619768.2014.892479>
- Santagata, R. & Angelici, G. (2010). Studying the impact of the lesson analysis framework on pre-service teachers' abilities to reflect on videos of classroom teaching. *Journal of Teacher Education*, 61(4), 339–349.
- Schubarth, W., Speck, K., Seidel, A. & Wendland, M. (2009). Unterrichtskompetenzen bei Referendaren und Studierenden. Empirische Befunde der Potsdamer Studien zur ersten und zweiten Phase der Lehrerausbildung. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand 2 (2009) 2*, 304–323. <https://doi.org/10.25656/01:14705>
- Seidel, T., Blomberg, G. & Renkl, A. (2013). Instructional strategies for using video in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 34(1), 56–65.
- Seidel, T. & Stürmer, K. (2014). Modeling the structure of professional vision in pre-service teachers. *American Educational Research Journal*, 51(4), 739–771.
- Sorge, S., Neumann, I., Neumann, K., Parchmann, I. & Schwanewedel, J. (2018). Was ist denn da passiert? Ein Protokollbogen zur Reflexion von Praxisphasen im Lehr-Lern-Labor, *MNU Journal, Ausgabe 6. 2018*, 420–426.
- Ullmann, T. D. (2019). Automated analysis of reflection in writing: validating machine learning approaches. *International Journal Artificial Intelligence in Education*, 29(2), 217–257.
- Ullmann, T. D. (2017). Reflective writing analytics: empirically determined keywords of written reflection: LAK '17 Proceedings of the Seventh International Learning Analytics & Knowledge Conference. *ACM International Conference Proceeding Series*, 163–167.

- von Aufschnaiter, C., Fraij, A. & Kost, D. (2019). Reflexion und Reflexivität in der Lehrerbildung. *Herausforderung Lehrer\*innenbildung – Zeitschrift zur Konzeption, Gestaltung und Diskussion*, 2(1), 144–159. <https://doi.org/10.4119/UNIBI/hlz-144>
- Wulff, P., Buschhüter, D., Nowak, A., Westphal, A., Becker, L., Robalino, H. et al. (2020). Computer-Based Classification of Preservice Physics Teachers' Written Reflections. *Journal of Science Education and Technology* 30. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09865-1>
- Wulff, P., Buschhüter, D., Westphal, A., Mientus, L., Nowak, A. & Borowski, A. (2022). Bridging the Gap Between Qualitative and Quantitative Assessment in Science Education Research with Machine Learning – A Case for Pretrained Language Models-Based Clustering. *Journal of Science Education and Technology* 31. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-09969-w>
- Wulff, P., Mientus, L., Nowak, A. & Borowski, A. (2021). Stärkung praxisorientierter Hochschullehre durch computerbasierte Rückmeldung zu Reflexionstexten. *die hochschullehre*, 11. <https://doi.org/10.3278/HSL2111W>
- Wulff, P., Mientus, L., Nowak, A. & Borowski, A. (2022). Utilizing a Pretrained Language Model (BERT) to Classify Preservice Physics Teachers' Written Reflections. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00290-6>
- Wulff, P., Westphal, A., Mientus, L., Nowak, A. & Borowski, A. (2023). Enhancing writing analytics in science education research with machine learning and natural language processing – Formative assessment of science and non-science preservice teachers' written reflections. *Frontiers in Education* 7. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.1061461>
- Wyss, C. (2018). Mündliche, kollegiale Reflexion von videografiertem Unterricht. In E. Christof, K. Rosenberger, J. Köhler & C. Wyss (Hrsg.), *Mündliche, schriftliche und theatrale Wege der Praxisreflexion. Beiträge zur Professionalisierung pädagogischen Handelns* (S. 15–49). Hep-Verlag.