

- Heymann, H. W. (1996/<sup>2</sup>2013). *Allgemeinbildung und Mathematik*. Weinheim: Beltz.
- Klieme, E., Pauli, C., & Reusser, K. (Hrsg.) (2006). *Dokumentation der Erhebungs- und Auswertungsinstrumente zur schweizerisch-deutschen Videostudie „Unterrichtsqualität, Lernverhalten und mathematisches Verständnis“*. Teil 3: *Videoanalysen*. Frankfurt a. M.: Materialien zur Bildungsforschung. Band 15.
- Körner, H., Lergenmüller, A., Schmidt, G., & Zaccharias, M. (Hrsg.) (2022, i.V.). *Neue Wege Mathematik 9. Arbeitsbuch für Gymnasien (Ausgabe Nordrhein-Westfalen)*. Braunschweig: Westermann.
- KMK (2015). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife*. Bonn und Berlin: KMK. Verfügbar unter: [www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2012/2012\\_10\\_18-Bildungsstandards-Mathe-Abi.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2012/2012_10_18-Bildungsstandards-Mathe-Abi.pdf)
- Loomis, E. S. (1927). *The Pythagorean Proposition. Its Proofs Analyzed and Classified and Bibliography of Sources For*
- Data of the Four Kinds of Proofs*. Cleveland: Masters and Wardens Association of the 22nd Masonic District of the Most Worshipful Grand Lodge of Free and Accepted Masons of Ohio.
- Loomis, E. S. (<sup>2</sup>1940, Nachdruck 1968). *The Pythagorean Proposition. Its Demonstrations Analyzed and Classified and Bibliography of Sources for Data of the Four Kinds of "Proofs"*. Washington D.C.: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Strick, H. K. (2021, 10. November). *Pythagoras-Kalender*. Spektrum.de. [www.spektrum.de/rezension/buchkritik-zu-der-satz-des-pythagoras-in-365-beweisen/1936339](http://www.spektrum.de/rezension/buchkritik-zu-der-satz-des-pythagoras-in-365-beweisen/1936339)
- Wittenberg, A. I. (1963). *Bildung und Mathematik. Mathematik als exemplarisches Gymnasialfach*. Klett: Stuttgart.
- Dr. Mario Gerwig, Gymnasium Leonhard Basel (CH)  
E-Mail: [mariogerwig@gmail.com](mailto:mariogerwig@gmail.com)

## FALEDIA – Entwicklung, Erprobung und Erforschung einer digitalen, fallbasierten Lernplattform zur Steigerung der Diagnosefähigkeit für die Lehrerbildung Mathematik Primarstufe

Lara Huethorst, Meike Böttcher, Daniel Walter, Christoph Selter, Andreas Bergmann, Andreas Harrer, Tabea Dobbrunz und Lea Reinartz

Im Verbundprojekt FALEDIA wird eine digitale, fallbasierte Lernplattform zur Steigerung der Diagnosefähigkeiten für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung gemeinsam von der Technischen Universität Dortmund, der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster und der Fachhochschule Dortmund entwickelt, erprobt und erforscht. Im Folgenden wird zur Vorstellung des Projekts zunächst auf die zentralen Bereiche der Diagnosefähigkeiten, des fallbasierten Lernens und der digitalen Lernplattformen eingegangen. Daraufhin erfolgt eine Vorstellung der FALEDIA-Plattform und des Forschungsdesigns. Erste Ergebnisse des ersten Zyklus werden vorgestellt, sodass die Ableitung der Überarbeitung der FALEDIA-Plattform erörtert werden kann.

### Theoretischer Hintergrund

Nicht zuletzt durch internationale Vergleichsstudien wie TIMSS (Selter et al. 2016) und PISA (Reiss et al. 2016) aber auch die bundesweite IQB-Ländervergleichsstudie (Stanat et al. 2017) wird ge-

zeigt, dass vor allem die leistungsschwachen Schülerinnen und Schüler keine hinreichende Förderung in Deutschland erhalten. In den unterschiedlichen Untersuchungen zeigt sich über die verschiedenen Zyklen hinweg, dass bei einem Fünftel bis einem Viertel der Lernenden ernsthafte Schwierigkeiten im Fach Mathematik und ein Kompetenzstand, der über mehrere Jahre hinweg hinter dem der Mitlernenden zurückbleibt, vorliegen. Unterschiedliche Forschungen zeigen, dass Lernende, die (noch) kein tragfähiges Operations- oder Stellenwertverständnis entwickelt haben, gravierende Rechenschwierigkeiten im Mathematik aufzeigen (Gaidoschik 2010; Radatz 1990; Selter et al. 2014). Dementsprechend sollte Diagnose und Förderung in der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften eine große Bedeutung zukommen.

### Diagnosefähigkeiten

Die Fähigkeit, die unterschiedlichen Potenziale und Voraussetzungen der einzelnen Lernenden zu erkennen und an diese gezielt anzuschließen, gilt somit als Schlüsselkompetenz, über die jede Lehr-

kraft verfügen sollte (u. a. Schulz 2014). Um eine passgenaue Förderung der Lernenden erreichen zu können, bedarf es einer Diagnose (Prediger & Aufschneider 2017). Zu der Diagnosefähigkeit – welche in der Literatur nicht einheitlich konzeptualisiert ist – einer Lehrkraft zählen das genaue Messen und Deuten der Lernstände der Schülerinnen und Schüler sowie die Ursachenergründung und das Anschließen einer passgenauen Förderung (Hößle et al. 2017). In der Ausbildung von Lehrkräften nimmt die Diagnosefähigkeit somit eine zentrale Rolle ein. Um diagnostische Aktivitäten in der ersten Phase der Lehrerinnen- und Lehrerbildung zu gestalten, bietet fallbasiertes Lernen eine Möglichkeit, den Studierenden das Erleben, Verstehen und Lernen von Kindern exemplarisch zu realisieren (Schneider 2016).

#### *Fallbasiertes Lernen*

„Der Fallarbeit kommt im Rahmen der ersten Phase der Lehrerbildung eine hohe Bedeutung zu, denn sie wird als eine geeignete Methode betrachtet, um Kompetenzen, die für ein professionelles Handeln von Lehrkräften relevant sind, aufzubauen und zu entwickeln“ (Syring et al. 2016, 86). Was als Fall gilt, hängt dabei von unterschiedlichen Faktoren, wie beispielsweise der fachlichen Perspektive oder der Methode, ab (Pieper et al. 2014), die Grundlage bildet aber ein real(istisch)er Fall (Goeze 2010). Es ist somit ein Ausschnitt einer Wirklichkeit, die beispielsweise durch Videovignetten, Transkripte, Audioaufnahmen oder schriftlichen Lösungen von Schülerinnen und Schülern abgebildet wird. Ohne den direkten Handlungsdruck wird die mehrfache Durchdringung der Situation realisiert, was wiederum das Einnehmen unterschiedlicher Perspektiven auf das Geschehene ermöglicht (Krammer et al. 2012). Nicht nur der Mehrdeutigkeit eines Falles, auch der Vielfältigkeit der Einzelfälle lässt sich durch Fallarbeit besser bewältigen, ohne sich in der überfordernden Anzahl individueller Ansätze zu verlieren (Selter et al. 2017). Zudem wird eine Herstellung der Verbindung von Theorie und Praxis durch das Herausstellen der Beziehungen zwischen Allgemeinem und Besonderem ermöglicht (Hebenstreit et al. 2016; Heinzl 2021). Das Fallverstehen sowie die Fallreflexion sind somit sowohl Mittel als auch Lernziel der Fallarbeit (Schneider 2016).

Insgesamt zeigen sich somit zahlreiche Vorzüge der Fallarbeit in der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften, sodass die FALEDIA-Plattform einen Schwerpunkt auf die Arbeit an Fällen legt.

#### *Digitale Lernplattformen*

Es ist hinlänglich bekannt, dass digitale Medien das Lehren und Lernen „nicht a priori besser“ (Kerres 2018, S. 5) machen – dies gilt auch für den Einsatz digitaler Lernplattformen in der ersten Phase

der Grundschullehrkräftebildung im Fach Mathematik. Gleichwohl bieten sie neue Möglichkeiten, wie etwa der vernetzten Darbietung von Repräsentationen (Rink & Walter 2020) oder ein automatisiertes, prozessorientiertes Feedback an die Nutzenden nach der Bearbeitung gestellter Aufgaben (Reinhold 2019). Dadurch erwachsen Möglichkeiten, bestehende Lehr-Lern-Konzepte sinnvoll ergänzen können.

In den letzten Jahren wurden – auch aus der Mathematikdidaktik heraus – verstärkt digitale Lernplattformen entwickelt und evaluiert, um Potenziale digitaler Medien für die Ausbildung von Lehrkräften nutzbar zu machen (u. a. Wildgang-Lang et al. 2020; Codreanu et al. 2020). Im Wesentlichen kann dabei die Gestaltung der auf verfügbaren Lernplattformen implementierten Inhalte in zwei Kategorien eingeteilt werden:

Einerseits sind dies *informierende Ansätze*, die sich vornehmlich auf die Präsentation gut strukturierter Beispiele (auch unter dem Begriff der *worked-examples* bekannt) innerhalb der digitalen Lernplattform fokussieren. Die Nutzenden agieren bei einer informativ ausgerichteten Lernplattform eher rezeptiv. Renkl (2017) konnte belegen, dass sich *worked-examples* auch beim Erlernen mathematischer Konzepte insbesondere in der Eingangsphase positiv auswirken können.

Andererseits sind *Exploration anregende Ansätze* erkennbar. Hierbei agieren die Lernenden – anders als bei informativ ausgerichteten Plattformen – auf der digitalen Lernplattform eigenaktiv. Eine solche Eigenaktivität kann etwa durch das Lösen gestellter Probleme (*problem-based learning*) erfolgen, wie dies im Bereich der tutoriellen Systeme seit vielen Jahren erforscht wird (u. a. Koedinger & Anderson 1997).

Neuere Arbeiten integrieren *informierende Ansätze* und *Exploration anregende Ansätze* und konnten auch hier Leistungsentwicklungen nachweisen (Neubrand et al. 2016). Der positive Einfluss des aktiven Einbezugs der Lernenden konnte auch in großen Kohorten gezeigt werden (Satz & Kienle 2013). Dieser Aspekt spiegelt sich auch in Meta-reviews im Umfeld technologiebasierten Lernens wider (Zwacki-Richter et al. 2018).

#### **Design FALEDIA-Plattform – informativ vs. explorativ**

Aufgrund empirischer Erkenntnisse zur Wirksamkeit sowohl rein informativ als aus rein Exploration anregender Lernplattformen wurden typische grundschulrelevante Inhalte des Arithmetikunterrichts – nämlich *Stellenwertverständnis* und *Operationsverständnis* – entsprechend beider Ansätze aufbereitet. Die erste Version der FALEDIA-Lernplattform bietet daher zwei Zugänge derselben

Tabelle 1. Kompetenzerwartungen an die Studierende

Grundvorstellungen	Darstellungsvernetzung	Aufgabenbeziehungen
	Hintergrundwissen – die Studierenden können ...	
erläutern, welche Alltagsituationen oder Gegenstände zu vorgegebenen Grundvorstellungen passen.	Darstellungswechsel zwischen den verschiedenen Darstellungsformen vollziehen und beschreiben (auch für komplexere Aufgaben).	Aufgabenmerkmalen beschreiben, die die Nutzung von Rechengesetzen (nicht) nahelegen.
	Diagnose – die Studierenden können ...	
geeignete Aufgaben auswählen, um feststellen zu können, inwiefern das jeweilige Kind über die jeweilige Grundvorstellung verfügt.	geeignete Aufgaben auswählen, um feststellen zu können, inwiefern das jeweilige Kind Darstellungen flexibel vernetzt.	geeignete Aufgaben auswählen, um feststellen zu können, inwiefern das jeweilige Kind Aufgabenbeziehungen und Rechengesetze nutzt.

Lerninhalte. Die eine Variante der Seite enthält Elemente, die informativ angelegt ist, die andere Variante regt hingegen zur Exploration an. Gerahmt werden beide Variante von demselben Begleittext. Im Folgenden werden die beiden Varianten kurz vor- und gegenübergestellt.

#### FALEDIA-Konzeption

Die erste Version der FALEDIA-Lernplattform bietet Lernmöglichkeiten für die beiden Themenbereiche Stellenwertverständnis und Operationsverständnis, die jeweils in zwei Teile gegliedert sind, an. Da es für den Aufbau von Diagnosefähigkeit als grundlegend angesehen wird, dass die angehenden Lehrkräfte das notwendige *Hintergrundwissen* erwerben, bildet dies den ersten Teil zum jeweiligen Themenbereich. Ein solides Hintergrundwissen bildet die notwendige Grundlage für die *Diagnose* der Lernenden. Inhalte zur Diagnose werden im zweiten Teil der Lernplattform dargeboten. Für eine zweite Version der Lernplattform wird diagnosegeleitete Förderung als dritter Teil mit einbezogen.

Die FALEDIA-Lernplattform vermittelt im Teil zum Hintergrundwissen zunächst die notwendigen Inhalte zu den drei wichtigsten Aspekten des betrachteten Themas. Für das Operationsverständnis werden die drei Aspekte ‚Grundvorstellungen besitzen‘, ‚Darstellungen vernetzen‘ und ‚Aufgabenbeziehungen nutzen‘ als die wichtigsten Hintergrundfacetten erachtet. Beispiele für die Kompetenzerwartungen, die Studierende bei der Auseinandersetzung mit dem Teil zum Hintergrundwissen der FALEDIA-Plattform erwerben sollen, sind in Tabelle 1 aufgeführt.

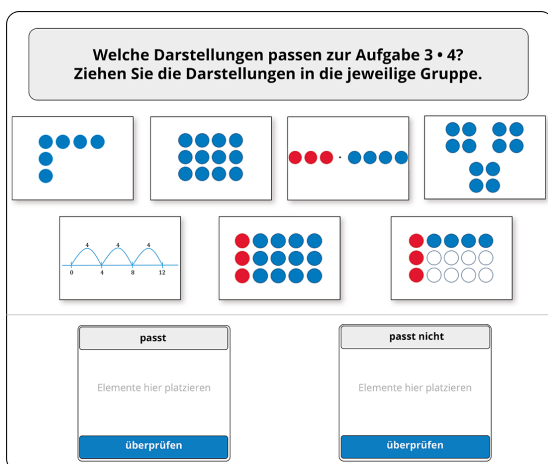
Auf Grundlage der festgelegten Kompetenzen wird auf der FALEDIA-Lernplattform entsprechend das Hintergrundwissen für Studierende der Mathematik Primarstufe und anschließend anhand von Fällen die Diagnose zum Selbststudium angeboten. Im Bereich Diagnose werden zum Beispiel typische Fehler von Lernenden betrachtet oder Kinderdo-

kumente auf Kompetenzen, Schwierigkeiten und Ursachen für auftretende Fehler hin analysiert. Die Umsetzung für die beiden unterschiedlichen Varianten – einerseits mit informativen Elementen, andererseits zur Exploration anregenden Lerngelegenheiten – werden im nächsten Abschnitt beschrieben.

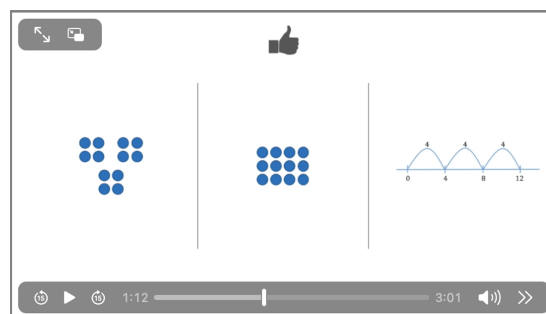
#### FALEDIA-Varianten des ersten Erhebungszyklus

Die Version der FALEDIA-Lernplattform im ersten Erhebungszyklus wird in zwei Varianten angeboten – eine mit ausschließlich informativen Elementen und eine weitere mit überwiegend zur Exploration anregenden Elementen. Um den Vergleich beider Varianten zu ermöglichen, werden die informativen Elemente und die zur Exploration anregenden Elemente jeweils zum gleichen Thema, an der gleichen Stelle eingebunden. Das bedeutet, dass exakt die gleichen Inhalte, wie zum Beispiel das Gruppieren von Aufgabendarstellungen zu einer Multiplikationsaufgabe in passende und nicht passende Repräsentationen, einmal informierend und einmal zu Exploration anregend umgesetzt und auf der jeweiligen Variante angeboten werden, wobei der rahmende Text und sonstige Aufbau der Plattform gleich aussieht. Die Lerninhalte enthalten somit die gleichen Informationen und sollen für die Nutzenden in beiden Varianten gleichermaßen attraktiv sein.

Die nachfolgenden Abbildungen 1a und 1b zeigen ein Beispiel dafür, wie die Umsetzung desselben Inhalts aus den beiden unterschiedlichen Gestaltungsperspektiven aussehen können. In Abbildung 1a wird ein zur Exploration anregendes Beispiel gezeigt. Dabei sollen die Nutzenden selbst aktiv Darstellungen zur Multiplikationsaufgabe  $3 \cdot 4$  gruppieren, wobei sie danach geordnet werden sollen, ob die Darstellungen die Multiplikationsaufgabe  $3 \cdot 4$  repräsentieren oder nicht. Die Konvention besagt, dass der Multiplikator ausdrückt, wie viele Gruppen vorhanden sind (in diesem Fall drei), wäh-



(a) zur Exploration anregendes Lernelement



(b) informatives Lernelement

Abbildung 1. FALEDIA Umsetzungsbeispiel der Varianten

rend der Multiplikand die Anzahl dieser Gruppen (in diesem Fall vier) definiert. In dem zur Exploration anregenden Element, werden die Darstellungen per Drag & Drop den Containern „passt“ und „passt nicht“ zugeordnet und somit von den Studierenden gruppiert. Über den „Überprüfen“-Button können sie ihre Zuordnung jederzeit kontrollieren. Dabei erhalten sie ein lösungsbasiertes Feedback.

In Abbildung 1b ist ein Ausschnitt der Umsetzung des gleichen Inhalts der informativen Version der Lernplattform dargestellt. Die Nutzenden können sich in diesem Fall über ein Video erklären lassen, welche Darstellung zu der Multiplikationsaufgabe  $3 \cdot 4$  passt und welche nicht. Anders als im oben beschriebenen Beispiel, wird sich hier nicht durch aktive Interaktion mit der Plattform der Lerninhalt erarbeitet, sondern durch den informierenden Ansatz angeeignet. In beiden Aufbereitungen wird eine kurze Erklärung gegeben, warum die jeweilige Darstellung entsprechend gruppiert wurde – in dem zur Exploration anregenden Beispiel, wird dies über die Rückmeldungen gewährleistet, während es im informierenden Video besprochen wird. Der Vergleich dieser beiden Beispiele der zur Exploration anregenden und informativen Varianten zeigt, dass beide Varianten den gleichen Lerngegenstand zwar auf unterschiedliche Weise und mit unterschiedlichem Zugang thematisieren, jedoch der gleiche Inhalt damit erlernt werden kann.

Die zur Exploration anregende Variante der FALEDIA-Lernplattform bietet mehrere verschiedene sogenannte „Lernbausteine“. Einer der Lernbausteine ist der in Abbildung 1a gezeigte „Gruppenbaustein“. Mit diesem Lernbaustein werden die Nutzenden dazu aufgefordert, gewisse Elemente verschiedenen Kategorien zuzuordnen, diese Elemente also zu gruppieren. Zwei weitere Beispiele für Lernbausteine, die auf der FALEDIA-

Lernplattform genutzt werden, sind der „Schieberegler“ und der „Sortieren“. Beim Schieberegler wird ein fortlaufender Prozess durch Weiterklicken präsentiert. Dabei wird an bestimmten Entscheidungspunkten dazu aufgefordert, selbst zu bestimmen, wie es weitergeht, also wie der nächste Schritt aussehen muss. Es kann zwischen drei verschiedenen möglichen Alternativen zum weiteren Ablauf gewählt werden, von denen nur eine richtig ist. Mit dem Lernbaustein Sortieren wird dazu aufgefordert Elemente linear anzuordnen und dadurch zu sortieren. Bei allen Lernbausteinen wird den Nutzenden Feedback durch das Klicken auf Überprüfen oder das Anklicken einer der Auswahlmöglichkeiten geboten. Anhand des Feedbacks können die Nutzenden ihre Entscheidung reflektieren. Auch weiterführende Informationen werden angeboten, um sich vertiefend mit dem Lerninhalt auseinanderzusetzen und Erklärungen zu erhalten.

Die informative Variante der FALEDIA-Lernplattform enthält textbasierte und tabellarische Elemente, aber auch informative Videos (wie der Ausschnitt in Abb. 1b zeigt) und Audiodateien sind integriert. Die Informationen, die sich die Nutzenden in den zur Exploration anregenden Lerngelegenheiten erarbeiten oder durch das Feedback erhalten, werden in den informativen Elementen ebenfalls gegeben. Die Lernbausteine beziehungsweise informativen Elemente sind sowohl auf der Seite zum Hintergrundwissen als auch zur Diagnose integriert.

In der folgenden Tabelle 2 wird anhand dreier Beispiele aufgezeigt, wie die Inhalte unterschiedlich informativ beziehungsweise entsprechend zur Exploration anregend umgesetzt sind.

Wie zuvor dargelegt, konnte eine Wirksamkeit beider Zugangsformen herausgestellt werden. Beide Umsetzungen bietet also Lernmöglichkeiten –

Tabelle 2. Beispiele zur Umsetzung der Lernelemente der verschiedenen Varianten im Vergleich

Zur Exploration anregend	Informativ
Gruppieren, ob eine bildliche Repräsentation zu einer bestimmten Aufgabe passt oder nicht	Erklärvideo zur Passung verschiedener bildlicher Repräsentationen zu einer bestimmten Aufgabe
Gruppieren verschiedener situativer Kontexte zu einer (vorher noch unbekannt) multiplikativen Grundvorstellung	Tabellarische Auflistung der multiplikativen Grundvorstellungen werden mit situativen Beispielen verknüpft
Single-Choice-Aufgabe zu einer Audiodatei, in der eine Schülerin ihr Vorgehen bei der Anwendung mathematischer Gesetzmäßigkeiten zum Lösen von Aufgaben erklärt	Audiodatei mit Erläuterungen zu einer Audiodatei, in der eine Schülerin ihr Vorgehen bei der Anwendung mathematischer Gesetzmäßigkeiten zum Lösen von Aufgaben erklärt

je nach konkretem Inhalt und dessen Komplexität können unterschiedliche Zugänge als förderlicher empfunden werden. Es ist bislang noch nicht hinreichend erforscht, inwieweit diese beiden Ansätze im Rahmen der Grundschullehrmatsausbildung im Fach Mathematik zur Steigerung der Diagnosefähigkeiten angehender Lehrkräfte bei unterschiedlichen Inhalten wirksam sein können. Die nachfolgend dargestellte Studie widmet sich daher diesem Forschungsgegenstand.

### Forschungsdesign

Neben der Entwicklung besteht in der Erforschung der FALEDIA-Lernplattform ein zweiter Arbeitsschwerpunkt im Projekt. Die jeweiligen Entwicklungsstände der Lernplattform werden semesterweise untersucht. Nachfolgend werden die Forschungsfragen, das Design sowie erste Forschungsbefunde aus dem ersten Studienzyklus vorgestellt, in dem sowohl eine informative als auch eine Exploration anregende Variante der FALEDIA-Lernplattform zum Einsatz kamen.

#### Forschungsfragen

Die nachfolgenden zwei Forschungsfragen standen im Zentrum des ersten Zyklus:

1. Welche diagnostischen Fähigkeiten zeigen angehende Lehrkräfte vor und nach der Nutzung informativ bzw. Exploration anregend ausgestalteter Varianten der FALEDIA-Plattform?
2. Welche konzeptionellen Merkmale und Gestaltungselemente werden von angehenden Lehrkräften als lernförderlich wahrgenommen?

#### Design der Studie – informativ vs. explorativ

Die entwickelte FALEDIA-Plattform wurde im Rahmen eines Mixed-Methods-Designs untersucht. Um Einblicke in die diagnostischen Fähigkeiten von angehenden Lehrkräften zu gewinnen (Forschungsfrage 1), haben alle Studierenden einer universitären Lehrveranstaltung ( $N = 188$ ) im dritten

oder fünften Semester des Grundschullehrmatsstudiums an zwei schriftlichen Standortbestimmungen teilgenommen und eine der Versionen der FALEDIA-Plattform zum Selbststudium genutzt. Die Erhebungen waren in einem Prä-Post-Design angelegt. Die Eingangs-Standortbestimmung wurde durchgeführt. Danach wurde über die FALEDIA-Lernplattform Hintergrundwissen zum Thema *Operationsverständnis* erarbeitet sowie Fallbeispiele zur Diagnose und Förderung mit Hilfe der FALEDIA-Plattform analysiert. Schließlich wurde die Abschluss-Standortbestimmung durchgeführt. Die angehenden Lehrkräfte wurden im Rahmen der Standortbestimmungen zum einen vor die Aufgabe gestellt, Fehler in der Bearbeitung eines Kindes, das Schwächen im Operationsverständnis aufweist, zu beschreiben sowie mögliche Ursachen zu benennen. Zum anderen sollten sie vorgegebene Aufgaben dahingehend einschätzen, inwiefern diese dafür geeignet sein können, um mehr über die Schwierigkeiten des Kindes zu erfahren.

Gemäß dem derzeitigen Entwicklungszustand der FALEDIA-Lernplattform wurde den Studierenden im Interventionszeitraum für jedes der beiden Themen (*Stellenwertverständnis* und *Operationsverständnis*) nur eine der beiden Varianten angeboten. Die Studierenden erhielten also zu einem Thema Zugang zu der *informativ* ausgerichteten Variante und zum jeweils anderen Thema Zugang zur *Exploration anregenden* Variante. Auf diese Weise bewegen sich die angehenden Lehrkräfte – wenn auch zu unterschiedlichen Themenbereichen – auf beiden Varianten der FALEDIA-Lernplattform und werden in die Lage versetzt, beide Ansätze miteinander zu vergleichen. Wenn Sie bspw. die informativ ausgerichtete Variante zum Thema *Stellenwertverständnis* nutzen, sehen Sie die Exploration anregende Variante zum *Operationsverständnis*. Zwecks Fokussierung wird in diesem Beitrag lediglich von den Befunden zum Thema *Operationsverständnis* berichtet, bei der – wie beschrieben – jeweils eine Hälfte der Kohorte die informative bzw. die Exploration anre-

gende Variante der Lernplattform nutzte. In einem nächsten Schritt wurde in zeitlichem Abstand zur Abschluss-Standortbestimmung, die jeweils alternative Zugangsform für alle Nutzenden freigegeben, sodass der Zugang zu den Informationen je nach Bedarf frei gewählt werden konnte.

Ergänzend zu den Standortbestimmungen wurden leitfadengestützte Interviews mit zufällig ausgewählten angehenden Lehrkräften ( $N = 21$ ) durchgeführt, während sie die FALEDIA-Plattform nutzten. Diese Interviews wurden mit der Zielsetzung geführt, genauere Informationen darüber zu erhalten, welche Elemente der beiden verschiedenen Varianten der FALEDIA-Lernplattform die angehenden Lehrkräfte als lernförderlicher wahrnehmen (Forschungsfrage 2).

#### *Datenauswertung*

Um die Ergebnisse der schriftlichen Standortbestimmungen zu quantifizieren und einen Überblick über mögliche Unterschiede in den Ergebnissen zu erfassen, wurde ein Kategoriensystem – basierend auf einer quantitativen Studie von Brandt (im Druck) – entwickelt. In der Auswertung werden die diagnostischen Teilkompetenzen *Fehler beschreiben*, *Fehlerursachen analysieren* und *Diagnoseaufgaben bewerten* betrachtet. Dabei werden jeweils die drei zentralen inhaltlichen Aspekte des jeweiligen Themas in die Auswertung einbezogen. Die Korrelationen und Signifikanzen wurden mit Anovas berechnet (Forschungsfrage 1). Für die Auswertung der leitfadengestützten Interviews wurden die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2019) angewandt (Forschungsfrage 2).

Die Erkenntnisse der schriftlichen Befragungen sowie der leitfadengestützten Interviews dienen als Grundlage für die Weiterentwicklung der FALEDIA-Lernplattform. Diese ist mit dem Ziel verbunden, passgenauere Unterstützung zur Steigerung der Diagnosefähigkeiten anzubieten und diese zugleich auf die Bedürfnisse angehender Lehrkräfte zuzuschneiden.

#### **Ergebnisse des ersten Zyklus**

Erste Befunde aus dem ersten Erhebungszyklus liegen sowohl für die diagnostischen Fähigkeiten (Forschungsfrage 1) als auch für die Gestaltungselemente (Forschungsfrage 2) der Varianten der FALEDIA-Lernplattform vor. In diesem Beitrag wird ein Ausschnitt der Ergebnisse betrachtet, der zum Inhaltsbereich des Operationsverständnisses erhoben und ausgewertet werden konnte. Dabei wird sich im Folgenden auf den Aspekt der Analyse von Fehlerursachen fokussiert. Anhand eines Vorher-Nachher-Vergleichs der durchgeführten Standortbestimmungen wird untersucht, inwiefern die Studierenden

ihre Leistung nach der Arbeit mit der FALEDIA-Lernplattform verbessern konnten und ob es beispielsweise Unterschiede gibt, je nachdem, mit welcher Variante der Lernplattform sie gearbeitet haben – der Variante mit den informativen oder der Variante mit den zur Exploration anregenden Lernelementen. Außerdem werden qualitative Aussagen aus den Interviews daraufhin betrachtet, ob Kategorien abgeleitet werden können, die darauf schließen lassen, wann ein informierender Zugang und wann ein zur Exploration anregender Zugang von den Studierenden präferiert wird. Daraus werden nachfolgend Ableitungen für die Überarbeitung der FALEDIA-Lernplattform vor dem zweiten Erhebungszyklus getroffen.

#### *Diagnosefähigkeiten*

Aus den Vorher-Nachher-Vergleichen der durchgeführten Standortbestimmungen vor und nach der Auseinandersetzung mit der FALEDIA-Lernplattform, lässt sich grundlegend die folgende Erkenntnis für die Analyse von Fehlerursachen ziehen: Aus den Mittelwerten der in den Eingangs- und Abschluss-Standortbestimmung erzielten Punkte, ergibt sich, dass sich sowohl diejenigen Studierenden verbessert haben, die mit der informierenden Variante der FALEDIA-Lernplattform als auch diejenigen, die mit der zur Exploration anregenden Variante zum Operationsverständnis gearbeitet haben (Tabelle 3).

Anhand der berechneten Anovas kann ein signifikanter Anstieg der Punkte bei der Analyse von Fehlerursachen im Operationsverständnis ausgemacht werden. Die Studierenden haben sich also nach der Auseinandersetzung mit der FALEDIA-Lernplattform signifikant in der erhobenen Standortbestimmung verbessert, im Vergleich zu der Standortbestimmung vor der Auseinandersetzung mit der Lernplattform. Nicht signifikant war hingegen die Veränderung bei Betrachtung, welche der beiden Varianten – diejenige mit informativen oder die mit zur Exploration anregenden Lernelementen – genutzt wurde. Dies lässt den Schluss zu, dass die FALEDIA-Lernplattform den Studierenden helfen könnte, ihre diagnostischen Fähigkeiten im Bereich der Analyse von Fehlerursachen grundsätzlich zu verbessern. Allerdings gibt es keine Hinweise darauf, dass eine Variante der Plattform den Lernerfolg in diesem Bereich signifikant besser steigern kann als die andere Variante. Um zu bestimmen, welche Elemente für welchen Lerninhalt als lernförderlicher angesehen werden, wurden qualitative Interviews durchgeführt.

#### *Gestaltungselemente*

Über die geführten qualitativen Interviews konnte ein detaillierterer Einblick in die subjektiv wahr-

Tabelle 3. Erreichte Punktzahlmittelwerte (Operationsverständnis) aus max. 6 Punkten

	vor FALEDIA	nach FALEDIA	Punktedifferenz
informativ (N = 94)	1,33	1,60	+0,27
zur Exploration anregend (N = 94)	1,32	1,64	+0,32

Tabelle 4. Aussagen von Studierenden und daraus abgeleitete Kategorien

Ein informativer Ansatz wird dann bevorzugt, wenn ...	Ein zur Exploration anregender Ansatz wird bevorzugt, wenn ...
... der mathematische Inhalt als eher schwierig oder neu angesehen wird. „Bei den Videos ist der Mehrwert, wenn ein Aspekt erklärt wird, der mir vorher noch nie aufgefallen ist.“ (Student 1)	... bereits erworbenes Wissen überprüft oder vertieft werden soll. „Das ist eine gute Übung, um mehr Sicherheit zu bekommen, weil man auch selber was machen muss [...], weil man einfach mehr selber denken muss.“ (Studentin 2)
... es sich um einen Erstkontakt mit einem neuen Inhalt handelt.	... Wissen vertieft oder überprüft werden soll.
... eine übersichtliche Darstellung von Inhalten fokussiert wird.	... Kinderlösungen diagnostiziert werden sollen. ... Förderaufgaben ausgewählt werden sollen.

genommenen Lernmöglichkeiten in Gegenüberstellung der beiden Varianten der FALEDIA-Plattform erhoben werden. Die Aussagen daraus können genutzt werden, um zu bestimmen, nach welchen Kriterien entschieden werden sollte, ob eine Lernsituation besser mit einem informativen oder zur Exploration anregenden Lernelement dargeboten wird. Dafür wurden die in den Interviews geäußerten Einschätzungen kategorisiert. Zwei der herausgearbeiteten Kategorien für den Einsatz von informativen und zur Exploration anregenden Elemente, die sich anhand der Aussagen der Studierenden belegen lassen, sind in Tabelle 4 exemplarisch aufgeführt.

Eine Übersicht über die aus den Interviews ermittelten kategorialen Unterschiede und deren Bedeutung für die Überarbeitung der FALEDIA-Lernplattform vor dem zweiten Erhebungszyklus, werden im Folgenden diskutiert.

### Re-Design FALEDIA-Plattform – informativ und explorativ

Zusammenfassend hat sich folglich schlussfolgern – in Einklang mit Saatz und Kienle (2013), die eine Kombination exemplarischen und problembasierenden Lernens als besonders lernförderlich bezeichnen –, dass eine Kombination der beiden Versionen informativ und explorativ zu einer Lernplattform auch im Sinne der Studierenden, die an der Interviewstudie teilnahmen, ist. So lässt sich anhand der Äußerungen der Studierenden erkennen, dass unterschiedliche Anforderungen, je nach Thema oder Phase im Lernprozess, unterschiedliche Aufbereitungen zu favorisieren scheinen. Die Überarbeitung

zu einer gemeinsamen FALEDIA-Plattform, in der sowohl informative als auch zur Exploration anregende Elemente miteinander verbunden werden, folgt dementsprechend den Ergebnissen der Interviews.

Dabei liegt beispielsweise die Bewertung der Komplexität der mathematischen Inhalte im Ermessen der Seitenerstellenden. Da die FALEDIA-Plattform, nachdem sie in eine Lernumgebung für Studierende entwickelt, evaluiert und überarbeitet worden ist, auch für Lehrerinnen und Lehrkräfte zur Weiterbildung bereitgestellt wird, ist dementsprechend nicht immer vorher absehbar, welche Inhalte bereits bekannt sind oder welche als neue Inhalte eingeführt werden. Daher stellt die oben gezeigte Tabelle eine Orientierung dar.

Da eine Einordnung, was als herausfordernd angesehen wird, somit nicht für jede und jeden Nutzen im Vorhinein antizipiert werden kann und individuell variieren wird, sind Hilfestellung auf der Seite integriert worden. Wird beispielsweise in einer Gruppierungsaufgabe dreimal eine falsche Gruppierung vorgenommen, kann auf das informative Element – in diesem Fall eine Tabelle mit der Zuordnung der Beispiele zu den Grundvorstellungen der Multiplikation – bei Bedarf zugegriffen werden. Sollte somit das explorative Element als zu herausfordernd wahrgenommen werden, kann in zahlreichen Fällen das informative Element eingesehen werden. Vor allem bei der Diagnose und eventuell anschließenden Förderaufgaben werden explorative Auseinandersetzungen favorisiert.

Die Erforschung der nun entstandenen fusionierten Plattform auf Basis der ersten Ergebnisse der Befragungen wird im aktuellen Semester stand-



ortübergreifend im gleichen Studiendesign durchgeführt. Die FALEDIA-Plattform zur Förderung der Diagnosefähigkeiten wird aktuell zur allgemeinen Freischaltung vorbereitet. Sollten Sie jetzt schon auf die Plattform zugreifen wollen, melden Sie sich bitte unter [v-faledia@fh-dortmund.de](mailto:v-faledia@fh-dortmund.de) und es werden individuelle Zugangsmöglichkeiten geschaffen. Unter [www.faledia.de](http://www.faledia.de) sind weitere Informationen zum Projekt zu finden.

## Literatur

- Brandt, J. (im Druck). *Erlernen von Diagnose und Förderung im Rahmen einer mathematikdidaktischen Großveranstaltung. Entwicklung und Erforschung einer Lernumgebung*. Springer.
- Codreanu, E., Sommerhoff, D., Huber, S., Ufer, S., & Seidel, T. (2020). Between authenticity and cognitive demand: Finding a balance in designing a video-based simulation in the context of mathematics teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 95, 103146. DOI:10.1016/j.tate.2020.103146
- Gaidoschik, M. (2010). *Wie Kinder rechnen lernen – oder auch nicht*. Peter Lang.
- Goeze, A., Hetfleisch, P., & Schrader, J. (2013). Wirkungen des Lernens mit Videofällen bei Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 16(1), 79–113.
- Hebenstreit, A., Hinrichsen, M., Hummrich, M., & Meier, M. (2016). Einleitung – eine Reflexion zur Fallarbeit in der Erziehungswissenschaft. In Hummrich, M., Hebestreit, A., Hinrichsen, M. & Meier, M. (Hrsg.), *Was ist der Fall? Kasuistik und das Verstehen pädagogischen Handelns* (S. 1–9). Springer.
- Heinzel, F. (2021). Der Fall aus der Perspektive von Schulpädagogik und Lehrer\*innenbildung. Ein Ordnungsversuch – In D. Wittek, T. Rabe & M. Ritter (Hrsg.), *Kasuistik in Forschung und Lehre. Erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Ordnungsversuche* (S. 41–64). Verlag Julius Klinkhardt. DOI:10.25656/01:21561
- Höfle, C., Hußmann, St., Michaelis, J., Niesel, V., & Nührenbörger, N. (2017). Fachdidaktische Perspektiven auf die Entwicklung von Schlüsselkenntnissen einer förderorientierten Diagnostik. In Ch. Selter, S. Hußmann, C. Höfle, Ch. Knipping, K. Lengnink & J. Michaelis (Hrsg.), *Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen*. (S. 19–38). Waxmann.
- Kerres, M. (2018). Bildung in der digitalen Welt – Wir haben die Wahl. [denk-doch-mal.de](http://denk-doch-mal.de), *Online-Magazin für Arbeit-Bildung-Gesellschaft*, Ausgabe 02-18, 1–7.
- Koedinger, K. R., & Anderson, J. R. (1997). Intelligent Tutor goes to school in the big city. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 8, 30–43.
- Krammer, K., Lipowsky, F., Pauli, C., Schnetzler, C., & Reusser, K. (2012). Unterrichtsvideos als Medium zur Professionalisierung und als Instrument der Kompetenzerfassung von Lehrpersonen. In M. Kobarg, C. Fischer, I. Dalehefe, F. Trepke & M. Menk (Hrsg.), *Lehrerprofessionalisierung wissenschaftlich begleiten – Strategien und Methoden* (S. 69–86). Waxmann.
- Mayring, P. (2019). Qualitative Inhaltsanalyse – Abgrenzungen, Spielarten, Weiterentwicklungen. *Forum Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research*, Vol 20, No 3 (2019): Qualitative Content Analysis I. DOI:10.17169/FQS-20.3.3343
- Neubrand, C., Borzikowsky, C., & Harms, U. (2017). Adaptive prompts for learning Evolution with worked examples – Highlighting the students between the “novices” and the “experts” in a classroom. *International Journal of Environmental and Science Education*, 14(11), 6774–6795. DOI:10.25656/01:12680
- Pieper, I., Frei, P., Hauenschild, K., & Schmidt-Thieme, B. (Hrsg.) (2014): *Was der Fall ist. Beiträge zur Fallarbeit in Bildungsforschung, Lehramtsstudium, Beruf und Ausbildung*. Springer.
- Prediger, S., & Aufschnaiter, C. v. (2017). Umgang mit heterogenen Lernvoraussetzungen aus fachdidaktischer Perspektive. In T. Bohl, J. Budde & M. Rieger-Ladich (Hrsg.), *Umgang mit Heterogenität in Schule und Unterricht* (S. 291–307). Klinkhardt.
- Radatz, H. (1990). Was können sich Schüler unter Rechenoperationen vorstellen? *Mathematische Unterrichtspraxis*, 1(11), 3–8.
- Renkl, A. (2017). Learning from worked-examples in mathematics: Students relate procedures to principles. *ZDM Mathematics Education*, 49(4), 571–584. DOI:10.1007/s11858-017-0859-3
- Reinhold, F. (2019). *Wirksamkeit von Tablet-PCs bei der Entwicklung des Bruchzahlbegriffs aus mathematikdidaktischer und psychologischer Perspektive: Eine empirische Studie in Jahrgangsstufe 6*. Springer Fachmedien Wiesbaden. DOI:10.1007/978-3-658-23924-4
- Reiss, R. Sälzer, Ch., Schiepe-Tiska, A., Klieme E., & Köller, O. (Hrsg.) (2016). *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation*. Waxmann.
- Rink, R., & Walter, D. (2020). *Digitale Medien im Mathematikunterricht – Ideen für die Grundschule*. Cornelsen.
- Saatz, I., & Kienle, A. (2013). Increasing Quality in large scale University Courses – E-flashcards as an approach to support active learning and individual facilitation. *Journal e-learning and education*, 9, 209–221 (urn:nbn:de:0009-5-36551.).
- Schneider, J. (2016). *Lehramtsstudierende analysieren Praxis. Ein Vergleich der Effekte unterschiedlicher fallbasierter Lehr-Lern-Arrangements*. <https://publikationen.uni-tuebingen.de/xmlui/handle/10900/71843> [01.12.2018]
- Schulz, A. (2014). *Fachdidaktisches Wissen von Grundschullehrkräften*. Springer.
- Selter, Ch., Prediger, S., Nührenbörger, M., & Hußmann, S. (2014). *Mathe sicher können. Natürliche Zahlen*. Cornelsen.
- Selter, Ch., Walter, D., Walther, G., & Wendt, H. (2016). Mathematische Kompetenzen im internationalen Vergleich: Testkonzeption und Ergebnisse. In H. Wendt, W. Bos, Ch. Selter, O. Köller, K. Schwippert & D. Kasper (Hrsg.), *Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (S. 79–136). Waxmann.
- Selter, Ch., Hußmann, St., Höfle, C., Knipping, Ch., Lengnink, K., & Michaelis, J. (Hrsg.). (2017). *Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen*. Waxmann.



- Stanat, P., Schipolowski, St., Rjosk, C., Weirich, S., & Haag, N. (Hrsg.) (2017). *IQB-Bildungstrend 2016*. Waxmann.
- Syring, M., Bohl, T., Kleinknecht, M., Kuntze, S., Rehm, M., & Schneider, J. (2016). Fallarbeit als Angebot – fallbasiertes Lernen als Nutzung. Empirische Ergebnisse zur kognitiven Belastung, Motivation und Emotionen bei der Arbeit mit Unterrichtsfällen. *Zeitschrift für Pädagogik*, 62(1), 86–108.
- Wildgans-Lang, A., Scheuerer, S., Obersteiner, A., Fischer, F., & Reiss, K. (2020). Analyzing prospective mathematics teachers' diagnostic processes in a simulated environment. *ZDM Mathematics Education*, 52(2), 241–254. DOI:10.1007/s11858-020-01139-9
- Zawacki-Richter, O., Kerres, M., Bedenlier, S. M., Bond, M., & Buntins, K. (Hrsg.) (2020). *Systematic reviews in educational research: Methodology, perspectives and application*. Springer VS.

- Lara Huethorst, TU Dortmund  
E-Mail: [lara.huethorst@math.tu-dortmund.de](mailto:lara.huethorst@math.tu-dortmund.de)
- Meike Böttcher, TU Dortmund  
E-Mail: [meike.boettcher@math.tu-dortmund.de](mailto:meike.boettcher@math.tu-dortmund.de)
- Daniel Walter, WWU Münster  
E-Mail: [daniel.walter@uni-muenster.de](mailto:daniel.walter@uni-muenster.de)
- Christoph Selter, TU Dortmund  
E-Mail: [christoph.selter@math.tu-dortmund.de](mailto:christoph.selter@math.tu-dortmund.de)
- Andreas Bergmann, FH Dortmund  
E-Mail: [andreas.bergmann@fh-dortmund.de](mailto:andreas.bergmann@fh-dortmund.de)
- Andreas Harrer, FH Dortmund  
E-Mail: [andreas.harrer@fh-dortmund.de](mailto:andreas.harrer@fh-dortmund.de)
- Tabea Dobbrunz, FH Dortmund  
E-Mail: [tabea.dobbrunz@fh-dortmund.de](mailto:tabea.dobbrunz@fh-dortmund.de)
- Lea Reinartz, FH Dortmund  
E-Mail: [lea.reinartz@fh-dortmund.de](mailto:lea.reinartz@fh-dortmund.de)

## Eine Projektidee: IntroMathEDigi

### Perspektiven auf Mathematikdidaktik digital erleben

Felicitas Pielsticker, Gero Stoffels und Julius Vogler

In diesem Beitrag soll ein innovatives Projekt zur Ausgestaltung von (digitalen) Lehrveranstaltungen vorgestellt werden. Das sich in Entwicklung befindende Projekt IntroMathEDigi (Introduction in Mathematics Education Digital) vereint eine strukturell-inhaltliche Neugestaltung mit digitaler Innovation. Viele Dozierende an Hochschulen und Lehrende an Schulen haben durch die vergangene Pandemiezeit vermutlich bereits Erfahrungen mit einigen Teilen dieses Projekts durch ihre Arbeit kennengelernt. Ausgerichtet an inhaltlichen Spektren im mathematikdidaktischen Diskurs mit einem digitalen Expertenvodcast (per YouTube o. ä. Plattformen) besitzt eine so gestaltete Veranstaltung der Mathematikdidaktik Modellcharakter über das Fach hinaus. Lehramtsstudierende erhalten in dieser Veranstaltung die Möglichkeit in interaktiven Lehr-Lern-Formaten mathematikdidaktische Konzepte kritisch zu reflektieren und kontinuierlich authentische Impulse durch prominente fachdidaktische Experten zu erhalten. Als nachhaltiger Outcome dieses Projekts entsteht dann ein ständig aktualisierter Podcast zu fachdidaktischen Themen, der über die Plattformen auch Interessierte über Universitäten hinaus erreichen kann.

#### Das Ziel: Anhand exemplarischer inhaltlicher Spektren eine authentische Perspektive auf den mathematikdidaktischen Diskurs gewinnen

Häufig werden Einführungsveranstaltungen fachsystematisch geordnet, die mehr oder weniger abgeschlossene Teilbereiche des Fachs ausweisen. Dieses Vorgehen ist erprobt und auch nicht als problematisch zu bewerten. Im Projekt IntroMathEDigi werden ebenso die verschiedenen Bereiche des Faches adressiert, wobei wir die inhaltliche Konzeption an Spektren ausrichten, z. B. „Allgemeinbildung vs. Wissenschaftspropädeutik“, „Diagnose vs. Förderung“ oder „Mathematikdidaktik in Forschung vs. Praxis“. Hierbei sollen diese Spektren nicht als Gegensätze verstanden werden, sondern als sich ergänzende Bereiche. Im Projekt wird diese konzeptionelle Entscheidung durch das Element themenbezogener Podcasts (per YouTube o. ä. Plattformen) mit Experten der Fachcommunity im Gespräch ergänzt.

Eine Herausforderung von Einführungsveranstaltungen ist grundsätzlich, dass nicht nur Überblickswissen oder „Inselwissen“ vermittelt wird, was sich daraus ergeben kann, dass nur ein Einblick