

Zum Nacherfinden. Konzepte und Materialien für Unterricht und Lehre

Videobasierte Reflexionen von kognitiven Aktivierungen und kognitiven Aktivitäten im Mathematikunterricht

Stephan Hußmann^{1,*},
Greta Brodowski¹ & Lia Brüggemeyer¹

¹ Technische Universität Dortmund
Kontakt: Technische Universität Dortmund,
Institut für Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts,
Emil-Figge-Str. 50, 44227 Dortmund
Stephan.Hussmann@math.tu-dortmund.de



Dieses Werk ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz CC BY-SA 4.0 (Weitergabe unter gleichen Bedingungen). Diese Lizenz gilt nur für das Originalmaterial. Alle gekennzeichneten Fremdinhalte (z.B. Abbildungen, Fotos, Tabellen, Zitate etc.) sind von der CC-Lizenz ausgenommen. Für deren Wiederverwendung ist es ggf. erforderlich, weitere Nutzungsgenehmigungen beim jeweiligen Rechteinhaber einzuholen. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>

Zusammenfassung: Videobasierte Lernumgebungen haben in der Lehrkräftebildung an Bedeutung gewonnen, da sie es ermöglichen, authentische Unterrichtssituationen zu analysieren und gezielt zu reflektieren. Die Projekte *Degree 4.0* und *Degree 5.0* nutzen eine innovative Plattform, die Lehramtsanwärter*innen und -studierende dabei unterstützt, Videos systematisch durch Kodierungen und Annotationen zu analysieren, um die Reflexionsfähigkeit der angehenden Lehrkräfte zu stärken. Dies hilft Lehramtsanwärter*innen und -studierenden, komplexe Unterrichtssituationen zu verstehen und alternative Handlungsmöglichkeiten zu entwickeln. Im Mathematikunterricht spielt die kognitive Aktivierung durch die Lehrkräfte eine wichtige Rolle, da sie tiefes Verständnis und Problemlösungsfähigkeiten fördert. Durch das Aufgabenformat lernen angehende Lehrkräfte, kognitive Aktivitäten auf Seiten der Schüler*innen zu erkennen und durch gezielte Unterrichtsgestaltung zu unterstützen. Durch iterative Designverbesserungen werden die fachdidaktischen Reflexionsprozesse weiter optimiert, um die Qualität der Lehrkräftebildung nachhaltig zu steigern.

Schlagwörter: Mathematik; kognitive Aktivierung; Videoanalyse; Lehramtsanwärter*innen

1 Einleitung und Theoriebezug

In der Lehrkräftebildung haben videobasierte Lernumgebungen in den letzten Jahren eine zentrale Rolle eingenommen, da sich authentische Unterrichtssituationen detailliert analysieren und gezielt zur Reflexion nutzen lassen (Gaudin & Chaliès, 2015). Diese Umgebungen bieten eine besondere Gelegenheit, didaktische Handlungsweisen und deren Auswirkungen auf das Lernen der Schüler*innen in einem realistischen, jedoch von der Hektik des Schulalltags entkoppelten Kontext zu betrachten (Gaudin & Chaliès, 2015). Durch das wiederholte Anschauen und Diskutieren videografierter Unterrichtsszenen wird die Reflexion über Unterrichtspraxis vertieft, was zu einem intensiveren Verstehen und zu besseren pädagogischen Entscheidungen führt (Borko et al., 2010).

Im Rahmen der Projekte *Degree 4.0* und *5.0*¹ wurde eine innovative Lernplattform erst für Studierende und dann für Lehramtsanwärter*innen (LAA)

¹ Die Video-Lernplattform *degree* wurde im Rahmen des *Projekts Degree 4.0 – Digitale reflexive Lehrer*innenbildung 4.0: videobasiert – barrierefrei – personalisiert* entwickelt und erprobt. Das Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen

entwickelt, die diese Potenziale nutzt. Sie ermöglicht es, Unterrichtsvideos systematisch durch Kodierungen und Annotationen zu analysieren und zu vergleichen. Eine solche Analyse unterstützt angehende Lehrkräfte dabei, komplexe Unterrichtssituationen fachlich fundiert zu beschreiben, die Wirkung spezifischer Lehrstrategien auf Lernprozesse zu verstehen und daraus resultierend Handlungsalternativen zu erarbeiten (Häcker, 2019).

In einem zunehmend anspruchsvollen Vorbereitungsdienst, der durch hohe Unterrichtsverpflichtungen und vielfältige berufliche Anforderungen geprägt ist, wird die Fähigkeit zur Reflexion zu einer unverzichtbaren Kompetenz (Lohse-Bossenz et al., 2021). Durch Reflexion können Lehrkräfte aus ihren Erfahrungen lernen und ihre pädagogische Praxis kontinuierlich weiterentwickeln. Der Einsatz von Videos in der Lehrkräftebildung bietet in diesem Kontext eine wertvolle Möglichkeit, Reflexionsprozesse gezielt zu unterstützen und somit die Entwicklung pädagogischer Professionalität nachhaltig zu fördern (Keller-Schneider, 2021; Weber & Czerwenka, 2021).

Die in *Degree 4.0* und *5.0* entwickelte Plattform nutzt Videos, die durch spezifische Aufträge einen tiefen Einblick in die Unterrichtspraxis gewähren (Krammer & Reusser, 2005). Im Mittelpunkt der hier vorgestellten Aufgabenformate stehen die kognitive Aktivierung durch die Lehrpersonen und die damit initiierten kognitiven Aktivitäten der Schüler*innen, die zentral für verstehensbasierte Lernprozesse sind (Holzäpfel et al., 2024). Durch die bewusste Integration anspruchsvoller Aufgabenformate in den Unterricht soll die Reflexions- und Entwicklungskompetenz der LAA gezielt gefördert und somit die langfristige Qualität des Mathematikunterrichts gesteigert werden (Baumert et al., 2010).

Kognitive Aktivierung und kognitive Aktivitäten in der Videoanalyse

Kognitive Aktivierung beschreibt neben Classroom Management und konstruktiver Unterstützung ein zentrales Qualitätsmerkmal qualitativ hochwertig gestalteter Lerngelegenheiten, welches beeinflusst, wie intensiv sich

16DHB2130X gefördert. Das vorgestellte Aufgabenformat wurde in einem Teilprojekt im Rahmen des Projekts *Degree 5.0 – Digitale reflexive Lehrer*innenbildung 5.0: videobasiert – barrierefrei – vernetzt* entwickelt und erprobt. Das Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 16DHB2217 gefördert. Leitung des Teilprojekts: Stephan Hußmann; Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen: Greta Brodowski und Lia Brüggemeyer.

Schüler*innen mit einem fachlichen Gegenstand auseinandersetzen (Klieme et al., 2009). Diese Form der Aktivierung ist für alle Fächer ein zentrales Qualitätsmerkmal. Für den Mathematikunterricht ist die kognitive Aktivierung von Bedeutung, da insbesondere in Phasen des Systematisierens und Sicherns mathematischer Inhalte oftmals keine kognitive Aktivierung stattfindet (Prediger et al., 2011), sondern stattdessen die mathematischen Begriffe und Zusammenhänge lediglich mitgeteilt werden als Basis für eine ausgiebige Übungsphase, welche wiederum häufig lediglich kognitive Aktivitäten auf der mathematisch niederschweligen Ebene des Erinnerns, Reproduzierens und Ausführens anspricht (vgl. Tab. 1 in Kap. 4). Da kognitive Aktivitäten im Unterrichtsgeschehen nur schwierig zu identifizieren sind, insbesondere für angehende Lehrkräfte, stellt das Format der Videoanalyse ein sehr gutes Werkzeug bereit, um kognitive Aktivitäten bei den Schüler*innen sichtbar zu machen und zu reflektieren. Insbesondere die Möglichkeit, an spezifischen Stellen des Unterrichts genauer auf die Prozesse zu schauen, einzelne Szenen unter verschiedenen Perspektiven mehrfach zu betrachten und zu diskutieren, hilft, kognitive Aktivitäten sichtbar zu machen, die sonst in der realen Geschwindigkeit übersehen werden können.

Die Aufgabe der Lehrperson ist es, die kognitiven Tätigkeiten durch fachlich bedeutsame kognitive Aktivierung anzustoßen, d.h., beispielsweise eine Umgebung zu schaffen, in der kognitive Aktivitäten gefördert werden. Dies kann durch gezielte Fragestellungen geschehen, durch Aufgaben, die Problemlösen erfordern, oder durch Interaktionen, die das eigenständige Denken der Schüler*innen herausfordern (Baumert et al., 2010). Kognitive Aktivierungen lassen sich in der Regel viel einfacher identifizieren als kognitive Aktivitäten, da sie meist in Form von Aufgaben, Impulsen oder Fragestellungen sichtbar werden. Der Zusammenhang von Aktivierung und Aktivität ist jedoch schwieriger aufzudecken, einerseits wegen der nur bedingten Sichtbarkeit von möglichen Indikatoren für kognitive Aktivität und andererseits wegen eines möglicherweise zeitversetzten Zusammenhangs von Aktivierung und Aktivität (Baumert et al., 2010; Reusser et al., 2021). Auch hier liefert die Videoanalyse eine sehr gute Unterstützung, genau diese Zusammenhänge zu identifizieren. Es lassen sich Stellen der Aktivierung mit Stellen von Aktivitäten fokussieren, und es lässt sich analysieren, wie sich Aktivitäten initiieren lassen und – was vielleicht noch wichtiger ist – wie sie sich durch geeignete Impulse auch aufrecht erhalten lassen. Die Reflexion dieser Prozesse fördert die professionelle Kompetenz der Lehrkräfte und trägt zur Qualitätssicherung und -steigerung des Mathematikunterrichts bei.

2 Didaktischer Kommentar: Das Aufgabenformat

Ziel des Aufgabenformats ist es, die LAA dazu anzuregen, den eigenen Mathematikunterricht hinsichtlich der Realisierung von kognitiven Aktivitäten und kognitiver Aktivierung zu planen, kritisch zu reflektieren und mögliche Handlungsalternativen und Impulsgebungen zur Steigerung dieser kennenzulernen. Dazu analysieren die LAA arbeitsteilig ein Unterrichtsvideo auf der Lernplattform *degree*. Das Thema „Kognitive Aktivierung und kognitive Aktivitäten“ wurde aus allgemeindidaktischer Perspektive mit einer Fokussierung hinsichtlich des Classroom Managements bereits in den Kernseminaren erarbeitet, sodass ein Grundwissen bezüglich des Themas bei den LAA vorhanden ist. In den Fachseminaren Mathematik wird dieses Wissen hinsichtlich der fachdidaktischen Perspektive wissensbasiert und erkenntnisgestützt sowie durch die Plattform *degree* anwendungsorientiert vertieft. Das bedeutet, dass sich bereits vor der Anwendung des Aufgabenformates mit kognitiven Aktivierungen und kognitiven Aktivitäten im Mathematikunterricht auseinandergesetzt wurde und dieses Wissen nun auf eine authentische Unterrichtssequenz angewendet wird.

Im Detail besteht das Aufgabenformat aus den folgenden zwei Schritten: (1) Arbeitsteiliges Codieren der Videosequenzen in Tandems sowie (2) Diskussion der Ergebnisse und Entwicklung von Handlungsalternativen in Kleingruppen.

- 1) In der Arbeitsphase konzentrieren sich die LAA intensiv auf eine der beiden Unterrichtsphasen Einstieg bzw. Diskussion des Lerngegenstandes, wobei der Fokus besonders auf der kognitiven Aktivierung und den kognitiven Aktivitäten liegt. Die zugewiesene Phase wird entweder in Einzel- oder in Tandemarbeit durch die Anwendung vorgegebener Codierungen analysiert. Dabei wird ein beobachteter Aspekt über die Codierung zunächst nur als gelungen oder optimierungsbedürftig bezüglich der kognitiven Aktivität bzw. der kognitiven Aktivierung deklariert. Ergänzend dazu verfassen die LAA im Memofeld Notizen, in denen sie Erklärungen und Begründungen zur Wirksamkeit der kognitiven Aktivierung und zu den beobachteten kognitiven Aktivitäten festhalten.
- 2) In einer weiteren Gruppenarbeitsphase schließen sich jeweils zwei Tandems zusammen, die die gleiche Videosequenz bearbeitet haben, und tauschen ihre Ergebnisse aus, wobei auch Unterschiede diskutiert

werden. Zudem sollen zwei besonders gelungene Situationen herausgearbeitet sowie Situationen identifiziert werden, für die alternative Handlungsmöglichkeiten entwickelt werden sollen, um eine stärkere kognitive Aktivierung zu erreichen.

3 Das Material

Das im beigefügten Online-Supplement bereitgestellte Material enthält die spezifischen und überarbeiteten Aufgabenstellungen für das Aufgabenformat. Das Material wurde für Mathematikfachseminare mit LAAs aus den Bereichen Gymnasium/Gesamtschule konzipiert. Es lässt sich jedoch hinsichtlich anderer Schulformen der LAAs adaptieren. Der zeitliche Umfang beansprucht eine Seminarsitzung; der Inhalt und die Anwendung können bei Bedarf jedoch auf mehrere Sitzungen verteilt werden. Eine Kooperation mit dem Kernseminar könnte sich als hilfreich erweisen, da dort das Thema der kognitiven Aktivierung meist ebenfalls behandelt wird und somit aufgegriffen und fachdidaktisch konkretisiert werden kann.

4 Theoretischer Hintergrund: Kognitive Aktivierung und kognitive Aktivitäten im Mathematikunterricht

Ein zentrales Merkmal eines qualitativ hochwertigen Mathematikunterrichts ist die kognitive Aktivierung der Schüler*innen (Holzäpfel et al., 2024). Kognitive Aktivierung zielt darauf ab, Lernende zum aktiven und tiefgehenden Denken zu bewegen, um nachhaltige Lernprozesse zu fördern (Lipowsky & Hess, 2019). Der Kern dieser Aktivierung liegt darin, dass Schüler*innen nicht passiv Inhalte aufnehmen, sondern sich aktiv mit dem Unterrichtsgegenstand auseinandersetzen. Dies kann durch das Entdecken neuen Wissens, das eigenständige Strukturieren von Inhalten und das produktive Üben geschehen (Holzäpfel et al., 2024). Zentral ist dabei die Anknüpfung an das Vorwissen der Schüler*innen, um eine solide Grundlage für das Erlernen neuer Inhalte zu schaffen (Leuders & Holzäpfel, 2011). Es gibt viele unterschiedliche Versuche, kognitive Aktivitäten zu klassifizieren (z.B. Barzel & Ebers, 2020, für den Mathematikunterricht; Anderson & Krathwohl, 2001, allgemein). Dabei wird meist entlang des Grades an kognitiver Aktivität sortiert, wie in Tabelle 1 auf der folgenden Seite für den Mathematikunterricht dargestellt. Ein kognitiv anregender Unterricht bewegt sich idealerweise in allen in der Tabelle 1 aufgeführten Bereichen. Die fünf Niveaubereiche kognitiver Aktivitäten sind nicht spezifisch für den Mathematikunterricht; diese

finden sich in allen Fächern wieder. Die Konkretisierung in Tabelle 1 differenziert jedoch die kognitiven Aktivitäten für den Mathematikunterricht aus.

Tabelle 1: Typische kognitive Aktivitäten (Barzel & Ebers, 2020)

<i>1 Erinnern, Reproduzieren & Ausführen</i>	
<i>Konzeptuell</i>	<i>Prozedural</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Fakten abrufen, angeben, beschreiben • Wiedergeben, nennen, benennen • Aufzählen, Beispiele angeben 	<ul style="list-style-type: none"> • Rechnen und Formeln nutzen • Algorithmus / Verfahren ausführen • Bestimmen, ermitteln
<i>2 Verstehen, Anwenden & Begründen</i>	
<i>Konzeptuell</i>	<i>Prozedural</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Erklären von Bedeutungen • Begründen mathematischer Sachverhalte • Vernetzen von Inhalten und Darstellungen • Beispiele und Gegenbeispiele finden • Formalisieren / schematisieren • Mathematisieren (mit Modell finden), interpretieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Erläutern von Rechenwegen • Flexibel rechnen, einen Algorithmus modifiziert nutzen, überschlagen / schätzen, Lösungsweg bewusst wählen • Einfaches Mathematisieren (mit vorgegebenem Modell) • Strategien nutzen • Entscheiden ohne Begründung, rechnerisch begründen & nachweisen, zeigen
<i>3 Analysieren, Bewerten & Beweisen</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Explorieren: erfassen, ausprobieren, vermuten, systematisieren, begründet vermuten • Muster fortsetzen & finden: charakteristische Eigenschaften herausarbeiten, abstrahieren • Strukturieren: klassifizieren, kategorisieren, analogisieren, vergleichen • Überprüfen: beurteilen, entscheiden mit Begründung, validieren, reflektieren, (formal) beweisen • Generalisieren: Zusammenhänge erfassen und allgemein beschreiben • Geeignete Darstellungen finden, analysieren und interpretieren 	
<i>4 Kreativ neu denken</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Komplexe inner- und außermathematische Probleme lösen • Hypothesen aufstellen, eigene Ideen entwickeln, Situationen / Modelle / tragfähige Begriffe erfinden • neue Perspektiven einnehmen, planen / Bearbeitungsprozesse strukturieren, recherchieren • Metakognitiv und kritisch reflektieren 	

Kognitive Aktivitäten können durch die Lernenden selbst oder durch die Lehrpersonen initiiert werden. Dabei zeichnet sich kognitive Aktivierung durch die Lehrkräfte dadurch aus, dass sie

- die jeweiligen Lernvoraussetzungen der Schüler*innen berücksichtigt,
- zu – an den Möglichkeiten der Lernenden – orientierten, herausfordernden und anspruchsvollen kognitiven Aktivitäten führt und
- auf die spezifischen Lernziele des jeweiligen Unterrichtsvorhaben ausgerichtet ist.

Damit kognitive Aktivierung gelingt, muss sie gut vorbereitet sein. Das lässt sich realisieren, indem kognitive Aktivierung als Gegenstand bzw. Zielperspektive unterschiedlicher didaktischer Aufgaben seitens der Lehrkräfte berücksichtigt wird (Holzäpfel et al., 2024):

- 1) *Planen von Lernzielen und -pfaden*: Die Lehrkraft definiert klare, herausfordernde Lernziele, die auf ein tiefes Verständnis der Schüler*innen abzielen. Diese Ziele bilden die Grundlage für die kognitiv aktivierende Gestaltung des Unterrichts.
- 2) *Auswahl und Anpassung von Aufgaben und Medien*: Die Lehrkraft wählt Aufgaben, die das Denken der Schüler*innen kognitiv anregen, und passt diese gegebenenfalls an das Niveau der Lernenden an. Die Aufgaben sollten so gestaltet sein, dass sie die Schüler*innen herausfordern und sie zu eigenständigem Denken und Problemlösen anregen.
- 3) *Diagnose von Lernständen und -prozessen*: Durch kontinuierliche Beobachtung erfasst die Lehrkraft den Lernstand und die Lernprozesse der Schüler*innen. Diese Diagnose ist wichtig, um den Unterricht flexibel an die Bedürfnisse der Lernenden anzupassen und kognitive Herausforderungen gezielt zu steigern.
- 4) *Förderung und Unterstützung von Lernprozessen*: Die Lehrkraft begleitet die Schüler*innen aktiv in ihrem Lernprozess, gibt gezielte Impulse, stellt offene Fragen und bietet konstruktives Feedback. Diese Unterstützung hilft den Schüler*innen, ihre Gedanken zu ordnen und tiefere Einsichten zu gewinnen.
- 5) *Moderation von Diskursen und gemeinsamen Gesprächen*: Die Lehrkraft moderiert Diskussionen im Klassenzimmer, lenkt Gespräche so,

dass Schüler*innen ihre Ideen austauschen und weiterentwickeln können. Die Moderation zielt darauf ab, unterschiedliche Perspektiven zu beleuchten und das Denken der Schüler*innen durch gezielte Impulse zu aktivieren.

Die Orientierung an den didaktischen Aufgaben bietet den Lehrkräften eine strukturierte Herangehensweise, um kognitive Aktivitäten im Unterricht gezielt zu fördern. Sie unterstützt Lehrkräfte dabei, eine Lernumgebung zu schaffen, in der Schüler*innen kognitiv herausgefordert werden und zu tiefergehenden Lernprozessen angeregt werden. Die Gestaltung der Lernumgebung und die Moderation der Unterrichtsgespräche zielen auf die in Tabelle 1 aufgeführten kognitiven Tätigkeiten. Dabei müssen auf den unterschiedlichen Ebenen der didaktischen Aufgaben die Voraussetzungen der Lernenden gleichermaßen berücksichtigt werden wie die anvisierten Lernziele. Für die LAA bedeutet die Orientierung an den didaktischen Aufgaben und den unterschiedlichen kognitiven Aktivitäten jedoch die Bewältigung einer komplexen Aufgabe. Hier steht ihnen die Lernplattform *degree* als Hilfe zur Seite. Durch die Möglichkeit der Verlangsamung der Prozesse und der Fokussierung auf Teilaspekte erhalten die LAA die Möglichkeit, sich den Aufbau der didaktischen Aufgaben und die Zusammenhänge mit den kognitiven Aktivitäten schrittweise anzueignen und zu reflektieren.

Kognitive Aktivitäten sind in jeder Unterrichtsphase relevant; für das Systematisieren sind sie genauso wichtig wie beim Üben, Erarbeiten oder bei der Leistungsüberprüfung. Wie oben schon ausgeführt, zeigt die Phase des Systematisierens im Mathematikunterricht hinsichtlich der Realisierung kognitiver Aktivierung besonderen Nachholbedarf. Daher kann es sich als sehr produktiv erweisen, wenn man die Aufteilung in diese Phasen auch für die videogestützte Analyse von Unterrichtsepisoden nutzt, insbesondere weil die Zusammenhänge zwischen den Phasen die Komplexität für die LAA noch einmal steigern. So kann für eine spezifische Phase der Zusammenhang zwischen Lerngegenstand, kognitiven Aktivitäten und didaktischen Aufgaben in kleinen Ausschnitten verstanden und analysiert werden. Vor diesem Hintergrund können die LAA bei Videoanalysen auch unterschiedliche Aspekte beobachten und analysieren:

- Realisierung der didaktischen Aufgaben,
- Zusammenhang zwischen kognitiver Aktivierung als Handeln der Lehrkraft
- und kognitiven Aktivitäten als Aktivitäten der Schüler*innen.

Diese strukturierte Herangehensweise unterstützt Lehrkräfte dabei, ihre didaktischen Entscheidungen zu reflektieren und gezielt zu optimieren, um den mathematischen Lernprozess ihrer Schüler*innen zu fördern.

5 Empirische Erkenntnisse im Design-Based-Research-Ansatz

Der gewählte Forschungszugang basiert auf der fachdidaktischen Entwicklungsforschung, einer Form des Design-Based-Research (Hußmann et al., 2013). Dieser Ansatz ist gekennzeichnet durch eine iterative und zyklische Prozessorientierung, bei der der Lerngegenstand, in diesem Fall die kognitive Aktivierung durch Lehrkräfte, im Zentrum steht. Die Forschung richtete sich insbesondere darauf, die kognitiven Aktivitäten der Schüler*innen, wie sie durch den Unterricht angeregt werden, und die darauf ausgerichteten Handlungen der Lehrkräfte zu untersuchen und weiterzuentwickeln.

Innerhalb dieser Forschungsarbeit wurden zwei Hauptschwerpunkte verfolgt: erstens die Perspektive der Lernenden – hier der LAA – besser zu verstehen und zweitens das Design des Unterrichts sowie der begleitenden Aufgabenformate weiterzuentwickeln. Auf der *Ebene der Lernprozesse* ging es darum zu analysieren, ob und inwieweit die LAA in der Lage sind, die kognitiven Aktivitäten und die kognitive Aktivierung in den Videos zu identifizieren, diese zueinander in Beziehung zu setzen und mögliche Handlungsalternativen zu formulieren. Auf der *Ebene des Designs* standen die Aufgabenformate selbst sowie die Orchestrierung dieser durch die Lernplattform im Fokus. Das Ziel war es, das Design iterativ zu verbessern, um die Effektivität der Lehrkräfteausbildung hinsichtlich der Förderung kognitiver Aktivitäten zu steigern.

Die bisherigen Erfahrungen und Ergebnisse der Forschungszyklen zeigen sowohl Erfolge als auch Herausforderungen auf, die in Bezug auf die Lernprozesse der LAA und die Weiterentwicklung des Designs analysiert wurden.

Lernprozesse der LAA: Auf der *Ebene der Lernprozesse* wurde zunächst untersucht, inwieweit die angehenden Lehrkräfte die kognitiven Aktivitäten der Schüler*innen überhaupt wahrnehmen und identifizieren können. Da der primäre Fokus auf der kognitiven Aktivierung durch die Lehrkräfte lag und die kognitiven Aktivitäten der Lernenden zudem schwieriger wahrzunehmen sind, bestand die Möglichkeit, dass die Aktivitäten der Schüler*innen vernachlässigt wurden. Die Ergebnisse zeigten jedoch, dass die kognitiven Aktivitäten der Schüler*innen identifiziert werden konnten, und zwar hinsichtlich der Kategorien „vorhanden“ und „nicht vorhanden“. Von den genannten

kognitiven Aktivitäten der Schüler*innen konnten die LAA nur diejenigen identifizieren, die sich ganz explizit auf Äußerungen der Schüler*innen bezogen. Beispielsweise wurden Formulierungen wie „Das ist so, weil ...“ in die Kategorie „Verstehen und Erklären“ einsortiert, während Formulierungen wie „Ich finde, das sollte so oder so sein“ in der Kategorie „Bewerten“ landeten. Dies kann an der formalen Struktur des Kategorienrasters liegen, denn die Sprachhandlungen wurden vorrangig entlang ihrer grammatikalischen Struktur interpretiert und weniger inhaltlich gedeutet. Dies liegt einerseits daran, dass kognitive Aktivitäten der Lernenden in der Regel nur durch explizite Sprachhandlungen sichtbar werden; es könnte andererseits aber auch darauf hindeuten, dass die angehenden Lehrkräfte noch kein tiefes Verständnis der zugrunde liegenden Kategorien entwickelt hatten, insbesondere der Unterkategorien in Tabelle 1.

Des Weiteren wurden die von den Lehrkräften initiierten Aktivierungsprozesse untersucht. Hier zeigte sich, dass die angehenden Lehrkräfte zwar in der Lage waren, diese Prozesse wahrzunehmen, jedoch nicht in ihrer vollen fachdidaktischen Ausprägung. Vielmehr wurden die Aktivierungsstrategien eher in pädagogische und methodische Kategorien eingeordnet, wie die beispielhaften Aussagen von Mina und Henrik² belegen. So zeigt es sich, dass die angehenden Lehrkräfte eher auf solche Elemente wie Förderung oder Gesprächsführung unter allgemeindidaktischer Perspektive achten, die jedoch auf fachdidaktischer Ebene zu den komplexen Herausforderungen gehören und einer Fundierung durch Lernpfade, Diagnose oder Aufgabenqualität bedürft hätten.

Mina: *Ich fand es halt gut, dass sie wohl auch dafür sorgt, dass auch die Operatoren eingehalten werden. Also, dass sie dann sagt: „Okay wir sind beim Beschreiben, du gehst jetzt schon weiter.“ Das halt auch andere zum Reden kommen.*

Henrik: *Wir hatten auch eine relativ lange Phase ohne aktive Aktivität. Ehm einfach weil, ja immer halt die Lehrerin auf die Fehler halt hinweist, ohne die Schüler halt einzubeziehen. Dann hat sie einen relativ langen Monolog, sage ich mal, und dann werden sie erst bei der Korrektur wieder miteinbezogen.*

Ein ähnliches Phänomen zeigt sich auch bei Antje und Uli, die zwar eine Verbindung zwischen den Aktivitäten der Schüler*innen und den Maßnahmen der Lehrkraft herstellen, jedoch ebenfalls die Kategorien Gesprächsmodera-

² Die Namen der LAA wurden aus Gründen des Datenschutzes pseudonymisiert.

tion und Förderung von Lernprozessen vor allen Dingen methodisch bewerten und die eigentliche Herausforderung der fachlichen und fachdidaktischen Analyse umgehen.

Uli: *Wir haben einfach gesagt, sie wiederholt die Frage nur anders formuliert etwas spezifischer und dann kriegt sie eine Antwort und vorher kriegt sie keine.*

Antje: *Ich finde auch generell so die Beteiligung, die man so gesehen hat, war nicht so mega hoch. Ich finde da könnte man bei so Sachen, die so offen gestellt sind, erst mal so Murmelphasen machen. Zum Beispiel wenn sie jetzt selbst die Lösungen oder die Überprüfungen jetzt nicht selbst vorwegnehmen will, einfach kurz eine Murmelpphase: „Okay wo genau sind jetzt da Fehler?“ Und dann ist die Aktivierung, glaube ich, auch viel höher, weil dann selbst jeder überlegt und darüber geredet hat und dann melden sich wahrscheinlich auch mehr eh, ja, denke ich.*

Die fehlende Berücksichtigung fachspezifischer Aspekte ist jedoch auch nicht verwunderlich, wenn die obige Einschätzung zutrifft und die inhaltlichen Kategorien selbst noch nicht treffsicher verstanden wurden und artikuliert werden konnten.

Dies führte dazu, dass das Denken und Handeln der LAA in den fachdidaktischen Dimensionen sich kaum weiterentwickelte, sondern hauptsächlich auf einer allgemein-pädagogischen und methodischen Ebene verblieb.

Konsequenzen für die Designentwicklung: Die Analyse der Lernprozesse bildet die Basis für einen kritischen Blick auf das Design und hinsichtlich der Fragen, inwieweit die Aufgabenstellungen und Formate überarbeitet werden müssen, damit die Lehrkräfte die Analyse kognitiver Aktivitäten und Aktivierungen nutzen können, um Unterricht zu beurteilen und ihre eigenen Handlungen zu reflektieren. Dabei wurde untersucht, inwiefern die Aufgabenformate die LAA tatsächlich dazu anregen, sich mit der kognitiven Aktivierung in den Videos auseinanderzusetzen und diese Reflexion auf ihr eigenes pädagogisches Handeln zu übertragen.

Ein zentraler Befund ist, dass die Aufgabenformate zwar zur Auseinandersetzung anregen, jedoch eine stärkere Unterstützung in der fachdidaktischen Reflexion notwendig ist. Die Aufgabenformulierungen wurden daher überarbeitet, um die Lehrkräfte stärker auf die Verbindung zwischen fachdidaktischen Kategorien und kognitiver Aktivierung zu fokussieren. Es wurde deutlich, dass die Wissensbestände zu diesen Kategorien hinreichend gefestigt

sein müssen, um die Analyse und Reflexion auf einer fachspezifischen Ebene zu verankern.

Im Rahmen der Designentwicklung zeigte sich zudem, dass die Handhabung der Lernplattform zu Beginn als aufwändig empfunden wurde, jedoch mit zunehmender Vertrautheit sich immer weniger hinderlich zeigte. Im Gegenteil, die Plattform erwies sich als sehr effektiv für die Erstellung und Anwendung von Kodierungen und Annotationen, die zur Strukturierung der Reflexionsprozesse beitragen. Allerdings war es notwendig, die Kategorien für die Kodierungen stärker inhaltlich zu spezifizieren, um sicherzustellen, dass die Reflexion nicht nur auf einer allgemein-pädagogischen, sondern auch auf einer fachdidaktischen Ebene erfolgt. Zudem wurde klar, dass die Komplexität der Analysesituation so weit wie möglich reduziert werden musste. Zu Beginn hatten die angehenden Lehrkräfte noch zwei Videos, die sie vergleichend analysieren sollten. Da sie aber keinen fachspezifischen Zugang zu den Videos fanden, konnte der Vergleich auch nicht gelingen. Insofern wurden im zweiten Zyklus neben den Aufgabenformulierungen auch die Anschauungsobjekte reduziert, und die LAA bekamen nur ein Video zur Analyse.

Gleichzeitig ließ sich bei der Arbeit mit den Videos aber auch beobachten, dass durch die Schwerpunktsetzung auf die Identifikation einzelner Kategorien die Gesamtschau auf die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Aktivitäten und Unterrichtsphasen nicht mehr gelang. Dies kann daran liegen, dass die LAA noch nicht hinreichend geübt sind, zwischen lokalen und globalen Perspektiven mühelos zu wechseln. Hier müssen in einem Re-Design die Perspektiven expliziter voneinander getrennt werden.

Nichtsdestotrotz und wenn auch nur auf methodischer Ebene ist zu bemerken, dass die LAA in der Lage sind, bei der Diskussion möglicher Handlungsalternativen unterschiedliche Perspektiven zu berücksichtigen. In den Diskussionen über potenzielle Handlungsalternativen fand ein intensiver Austausch von Meinungen statt, Perspektiven wurden gewechselt, Fragen aufgeworfen und gemeinsam Lösungsvorschläge entwickelt. Die LAA übertrugen am Ende der Sitzung sogar konkrete Überlegungen auf ihren eigenen Unterricht. So wurde etwa der Entschluss gefasst, den Schüler*innen mehr Redeanteile einzuräumen und sich bewusst zu machen, wie viel Lerngelegenheiten und kognitive Aktivierungen durch unbewusste Eingriffe der Lehrkraft verloren gehen können. Zudem wurde erkannt, dass die Wertschätzung der Präsentationen von Schüler*innen nicht zwangsläufig bedeutet, dass jede Gruppe denselben Inhalt vorstellen sollte, sondern dass durch die Präsentationen ein Mehrwert für das gesamte Lernsetting geschaffen werden sollte (vgl. auch

den Beitrag von Kranefeld et al., S. 178–194 in diesem Heft). Als besonders positiv wurde hervorgehoben, dass die Arbeit mit authentischen Unterrichtssituationen erfolgte, wodurch die Diskussionen über kognitive Aktivierungen praxisnah und anwendungsorientiert geführt werden konnten. Für das Re-Design bedeutet das, die LAA noch stärker in die Gestaltung der Videovignetten einzubeziehen. Auch zu überlegen ist, inwieweit die Unterscheidung der allgemeindidaktischen und fachdidaktischen Dimension von kognitiver Aktivierung nicht expliziter in die Kategoriengestaltung einfließt. Dann werden nicht nur die beiden Dimensionen bewusst, sondern auch die Perspektiven und damit die Anforderungen, solche Unterrichtsszenen zu analysieren, expliziter.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Design-Based-Research-Ansatz dazu beigetragen hat, die besonderen Vorteile einer videobasierten Analyse von Unterricht herauszustellen, aber auch geholfen hat, die Hürden zu identifizieren und weiterzuentwickeln. Die Erkenntnisse aus den Lernprozessen der LAA und die kontinuierliche Weiterentwicklung des Designs haben gezeigt, dass eine stärkere fachdidaktische Ausrichtung notwendig ist, um die gewünschte Tiefe in der Reflexion und der praktischen Anwendung zu erreichen.

Zukünftige Forschungszyklen sollten darauf abzielen, die Verknüpfung zwischen den Aktivitäten der Schüler*innen und den Maßnahmen der LAA weiter zu vertiefen, um eine noch gezieltere Förderung kognitiver Aktivitäten im Mathematikunterricht zu erreichen. Zudem sollte die Unterstützung der LAA in der Handhabung der Lernplattform und in der Anwendung fachdidaktischer Kategorien weiter ausgebaut werden, um die Reflexion auf eine fundierte fachliche Ebene zu heben. Dabei sollten in der Aufgabenstellung und in den Kategorien die mathematikdidaktischen Aspekte den allgemeindidaktischen Aspekten direkt gegenübergestellt werden, wodurch die unterschiedlichen Bedeutungen der beiden Perspektiven bewusst gemacht werden können. Dabei sollte schon bei der Gestaltung der Videovignette, insbesondere bei den Aufgaben und den Kategorien, auf eine angemessene Partizipation der angehenden Lehrkräfte geachtet werden.

Gleichermaßen sollten die Phasen der Unterrichtsvorbereitung und der Aufgabengestaltung für den Unterricht stärker in die Videoanalyse einbezogen werden, um so ein Bewusstsein für die Komplexität von Unterricht und für die Stellschrauben guten Unterrichts zu schaffen. Der Abgleich der Planung

mit der tatsächlichen Durchführung im Video, der gezeigten kognitiven Aktivität der Schüler*innen und den Reaktionen der Lehrkraft könnte für die LAA einen zusätzlichen Mehrwert bieten.

Literatur und Internetquellen

- Anderson, L. & Krathwohl, D. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing. A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman.
- Barzel, B. & Ebers, P. (2020). Kognitiv aktivieren. Eine wichtige Dimension fürs fachliche Lernen. *mathematik lehren*, (223), 27–31. <https://www.friedrich-verlag.de/friedrich-plus/sekundarstufe/mathematik/konzepte-methoden/kognitiv-aktivieren-7359>
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M. & Tsai, Y. (2010). Teachers' Mathematical Knowledge, Cognitive Activation in the Classroom, and Student Progress. *American Educational Research Journal*, 47 (1), 133–180. <https://doi.org/10.3102/0002831209345157>
- Borko, H., Jacobs, J. & Koellner, K. (2010). Contemporary Approaches to Teacher Professional Development. In P. Peterson, E. Baker & B. McGaw (Hrsg.), *International Encyclopedia of Education* (S. 548–556). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-044894-7.00654-0>
- Gaudin, C. & Chaliès, S. (2015). Video Viewing in Teacher Education and Professional Development: A Literature Review. *Educational Research Review*, 16 (3), 41–67. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.06.001>
- Häcker, T. (2019). Reflexive Professionalisierung. Anmerkungen zu dem ambitionierten Anspruch, die Reflexionskompetenz angehender Lehrkräfte umfassend zu fördern. In M. Degeling, N. Franken, S. Freund, S. Greiten, D. Neuhaus & J. Schellenbach-Zell (Hrsg.), *Herausforderung Kohärenz: Praxisphasen in der universitären Lehrerbildung. Bildungswissenschaftliche und fachdidaktische Perspektiven* (S. 81–96). Klinkhardt. <https://doi.org/10.25656/01:17267>
- Holzäpfel, L., Prediger, S., Götze, D., Rösken-Winter, B. & Selter, C. (2024). Qualitätsvoll Mathematik unterrichten: Fünf Prinzipien. *mathematik lehren*, 242, 2–9. https://www.friedrich-verlag.de/friedrich-plus/sekundarstufe/mathematik/konzepte-methoden/qualitativ-mathematik-unterrichten-funf-prinzipien-17530?gad_source=1
- Hußmann, S., Thiele, J., Hinz, R., Prediger, S. & Ralle, B. (2013). Gegenstandsorientierte Unterrichtsdesigns entwickeln und erforschen. *Fachdidaktische*

- Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell. In M. Komorek & S. Prediger (Hrsg.), *Der lange Weg zum Unterrichtsdesign. Zur Begründung und Umsetzung genuin fachdidaktischer Forschungs- und Entwicklungsprogramme* (S. 25–42). Waxmann. <https://wwwold.mathematik.tu-dortmund.de/~prediger/veroeff/13-UD-Hu%C3%9Fmann-et-al-Funken.pdf>
- Keller-Schneider, M. (2021). Entwicklungsaufgaben aus entwicklungspsychologischer sowie aus stress- und ressourcentheoretischer Perspektive als Zugang zur Professionalisierung von (angehenden) Lehrpersonen. In T. Leonhard, P. Herzmann & J. Košinár (Hrsg.), *„Grau, theurer Freund, ist alle Theorie“? Theorien und Erkenntniswege Schul- und Berufspraktischer Studien* (S. 53–88). Waxmann. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4549405>
- Klieme, E., Pauli, C. & Reusser, K. (2009). The Pythagoras Study. Investigating Effects of Teaching and Learning in Swiss and German Mathematics Classrooms. In T. Janik & T. Seidel (Hrsg.), *The Power of Video Studies in Investigating Teaching and Learning in the Classroom* (S. 137–160). Waxmann. <http://www.ciando.com/ebook/bid-40151>
- Krammer, K. & Reusser, K. (2005). Unterrichtsvideos als Medium der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen. *BzL – Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 23 (1), 35–50. <https://doi.org/10.36950/bzl.23.1.2005.10146>
- Kranefeld, U., Hußmann, S., Nührenbörger, M., Brodowski, G., Brüggemeyer, L., Machulla, M. & Unteregge, S. (2025). Diskursive Praktiken im Spannungsfeld zwischen Allgemeinpädagogik und Fachdidaktik. Diskurse von Lehramtsanwärter*innen bei der kollaborativen Videoarbeit auf der Lernplattform *degree*. *DiMawe – Die Materialwerkstatt*, 7 (2), 178–213. <https://doi.org/10.11576/dimawe-7746>
- Leuders, T. & Holzäpfel, L. (2011). Kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 39 (3), 213–230. <https://www.fachportal-paedagogik.de/literatur/vollanzeige.html?FId=3144238>
- Lipowsky, F. & Hess, M. (2019). Warum es manchmal hilfreich sein kann, das Lernen schwerer zu machen. Kognitive Aktivierung und die Kraft des Vergleichens. In K. Schöppe & F. Schulz (Hrsg.), *Kreativität & Bildung – Nachhaltiges Lernen* (S. 77–132). kopaed. <http://kopaed.ciando.com/ebook/bid-2802601>
- Lohse-Bossenz, H., Rutsch, J., Spinath, B. & Dörfler, T. (2021). Inkongruente Erwartungen an den Vorbereitungsdienst als Prädiktoren emotionaler Erschöpfung. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 35 (2), 1–14. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000332>
- Prediger, S., Barzel, B., Leuders, T. & Hußmann, S. (2011). Systematisieren und Sichern. Nachhaltiges Lernen durch aktives Ordnen. *mathematik lehren*,

164, 2–9. https://wwwold.mathematik.tu-dortmund.de/~prediger/veroeff/11-ML_164-Basis_artikel-Systematisieren.pdf

Reusser, K., Lipowsky, F. & Pauli, C. (2021). Eine kognitiv aktivierende Lernumgebung gestalten. *Pädagogik*, 12 (11), 8–13. <https://doi.org/10.3262/PAED2111008>

Weber, K. & Czerwenka, K. (2021). Anschlussfähigkeit und Kooperation der ersten und zweiten Phase der Lehrkräftebildung. In J. Peitz & M. Harring (Hrsg.), *Das Referendariat. Ein systematischer Blick auf den schulpraktischen Vorbereitungsdienst* (S. 255–264). Waxmann. <http://waxmann.ciand.o.com/ebook/bid-2968222>

Beitragsinformationen

Zitationshinweis:

Hußmann, S., Brodowski, G. & Brüggemeyer, L. (2025). Videobasierte Reflexionen von kognitiven Aktivierungen und kognitiven Aktivitäten im Mathematikunterricht. *DiMawe – Die Materialwerkstatt*, 7 (2), 78–94. <https://doi.org/10.11576/dimawe-7815>

Online-Supplement:

Aufgaben innerhalb des Lehr-Lern-Settings

Online verfügbar: 17.03.2025

ISSN: 2629–5598



Dieses Werk ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz CC BY-SA 4.0 (Weitergabe unter gleichen Bedingungen). Diese Lizenz gilt nur für das Originalmaterial. Alle gekennzeichneten Fremdinhalte (z.B. Abbildungen, Fotos, Tabellen, Zitate etc.) sind von der CC-Lizenz ausgenommen. Für deren Wiederverwendung ist es ggf. erforderlich, weitere Nutzungsgenehmigungen beim jeweiligen Rechteinhaber einzuholen. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>