

NECK, Melanie; LEUDERS, Timo & REINHOLD, Frank
Freiburg

Problemlösen lehren lernen: Eine 4C/ID-basierte Fortbildung für Lehrkräfte am Beispiel der Treppenzahlen

Das 4C/ID-Modell

Es ist weitgehend Konsens, dass eine einmalige Ausbildung nicht ausreicht, um Lehrkräfte auf die Anforderungen ihres Berufs vorzubereiten, sondern darüber hinaus eine kontinuierliche Weiterbildung unerlässlich ist. Dabei kommt es besonders darauf an, dass Weiterbildungen Theorie und Praxis sinnvoll verbinden, um nachhaltig wirksam zu sein.

Das *Four-Component Instructional Design* Modell (4C/ID-Modell) spannt einen Rahmen auf, um komplexe Lerninhalte zu vermitteln und dabei den Transfer von Wissen in die berufliche Praxis zu verbessern (van Merriënboer & Kirschner, 2012). Dabei findet Lernen in authentischen Lernaufgaben an realitätsnahen Kontexten statt (Leuders, 2020). Zentraler Designaspekte sind die vier Komponenten: Lernaufgaben, Unterstützende Informationen, Prozedurale Informationen und Üben von Teilaufgaben.

Lernaufgaben sollen Lernende auf zukünftige Herausforderungen vorbereiten, indem sie den Erwerb von Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen in authentische Handlungen einbetten (van Merriënboer & Kirschner, 2012). Um Überforderung zu vermeiden sollen Lernende anfangs Unterstützung erhalten, die schrittweise reduziert wird, bis sie Aufgaben selbstständig lösen können (van Merriënboer & Kirschner, 2012). Diese Unterstützung kann durch Beispiele, Leitfragen oder unvollständige Lösungen erfolgen (Renkl & Atkinson, 2003). Solche an die realen Herausforderungen angepasste Lernaufgaben umfassen immer Routine-Aspekten (die festen Abläufen folgen und immer auf dieselbe Weise erledigt werden können) und Nicht-Routine-Aspekte (die Problemlösen, Abwägungen und Entscheidungen erfordern) (van Merriënboer & Kirschner, 2012). Typischerweise variieren Lernaufgaben in ihrer Komplexität und werden in aufsteigender Schwierigkeit dargeboten.

Unterstützende Informationen helfen Lernende, mit nicht-routinemäßigen Aspekten einer Lernaufgabe umzugehen (van Merriënboer & Kirschner, 2012) und verbinden das Vorwissen der Lernenden mit dem Wissen, das zur Bewältigung von nicht-routinemäßigen Aspekten einer Aufgabe notwendig ist. Idealerweise sind sie an die Komplexität der zu bewältigenden Aufgabe angepasst. Sie können sowohl zu Beginn einer neuen Einheit als auch während des Arbeitsprozesses an der Einheit präsentiert werden und verändern

In: L. Schick, M. Platz & A. Lambert (Hrsg.),
Beiträge zum Mathematikunterricht 2025.

sich mit zunehmender Komplexität der Aufgabe (van Merriënboer & Kirschner, 2012).

Prozeduralen Informationen sollen die Lernenden bei Routineaspekten einer Lernaufgabe unterstützen. Ziel ist es, sie in die Lage zu versetzen, kognitive Regeln zu entwickeln, die durch Übung zu kognitiven Schemata werden (van Merriënboer & Kirschner, 2012). Da sie in der Regel während der Arbeit an einer Lernaufgabe bereitgestellt werden, werden sie auch als Just-in-time-Informationen bezeichnet. Typischerweise werden die Informationen als "Schritt-für-Schritt-Anleitung" präsentiert und schrittweise reduziert

Ist ein hoher Automatisierungsgrad von Routineaspekten zur Lösung von Lernaufgaben notwendig und die notwendige Übung nicht bereits Teil der Lernaufgabe, erscheint nach dem 4C/ID-Modell das *Üben in Teilaufgaben* sinnvoll, um zu voll automatisierten kognitiven Schemata zu gelangen. Diese Teilaufgaben werden in einem geeigneten Kontext eingebettet und in der Lernaufgabe deutlich gemacht (van Merriënboer & Kirschner, 2012).

4C/ID als Designprinzip für Lehrkräftefortbildungen

Die vier Komponenten des 4C/ID-Modells weisen große Ähnlichkeiten mit den Qualitätsmerkmalen guter und effektiver Lehrkräftefortbildungen auf, die z. B. von Lipovsky und Rzejak (2021) als Prinzipien für die methodische und didaktische Gestaltung von effektiven Fortbildungsprogrammen für Lehrkräfte benannt werden.

So sollen etwa Wissenserwerb, das eigentliche Handeln und die Reflexion dieser Handlungen nicht getrennt, sondern möglichst gleichzeitig in einer gemeinsamen Aufgabe bearbeitet werden (Lipowsky & Rzejak, 2021). Lernaufgaben im 4C/ID-Modell verfolgen ein vergleichbares Ziel.

Ziel von Feedback und Coaching ist es, die Erfahrungen und Lernprozesse der Lehrkräfte durch Rückmeldungen, Beispiele und Anregungen zu unterstützen (Lipowsky & Rzejak, 2021). Im 4C/ID-Modell wird dieses Prinzip in Form von prozeduralen Just-in-time-Informationen umgesetzt: Lehrkräfte erhalten notwendige Informationen oder Beispiele während der Bewältigung entsprechender Lernaufgaben.

Als letzten Grundsatz nennen Lipovsky und Rezejak (2021) für Lehrkräfte bedeutsame Inhalte und Aktivitäten. Der Nutzen und die Relevanz der Fortbildungsinhalte sollen durch Praxisbezug hervorgehoben werden. Dieser Grundsatz wird im 4C/ID-Modell unter anderem auch durch unterstützende Informationen umgesetzt. Unterstützende Informationen liefern den theoretischen Hintergrund für die Lernaufgaben. Durch die Arbeit an ganzheitlichen, authentischen Aufgaben wird der Nutzen des theoretischen Wissens

immer wieder neu präsent. Während der Arbeit an der Lernaufgabe kann jederzeit auf unterstützende Informationen zugegriffen werden. Dadurch wird eine Verbindung zwischen theoretischen Inhalten und der Praxis hergestellt.

Die bisherigen Vergleiche zeigen, dass die von Lipovsky & Rezjak (2021) als wirksam identifizierte Prinzipien für die methodisch-didaktische Gestaltung von Fortbildungen mit den Komponenten des 4C/ID-Modells übereinstimmen. Daher untersuchen wir anhand eines Prototyps, ob sich 4C/ID als Designprinzip für Lehrkräftefortbildungen bewährt.

Praktische Umsetzung der Fortbildung

Die von uns entwickelte digitale Fortbildung fokussiert die Entwicklung und Optimierung von adaptiven Unterstützungsstrategien, die Lehrkräften helfen ihre Schüler:innen beim mathematischen Problemlösen zu unterstützen. Dazu nutzen wir den Lerngegenstand der Treppenzahlen (Leuders et al., 2012) um die Komponenten des 4C/ID-Modells konkret umzusetzen.

Lernaufgaben: In der Fortbildung werden vier aufeinander aufbauende Lernaufgaben bearbeitet. Zunächst lernen Lehrkräfte die Lernumgebung und das entsprechende digitale Schülertool zum Erkunden von Treppenzahlen kennen und setzen sie sich mit der Frage auseinander, wieso Problemlösen ein wesentlicher Bestandteil des Mathematikunterrichts sein sollte. In der zweiten Lernaufgabe soll ein konkreter Erwartungshorizont dessen, was Schüler:innen in der Aufgabe leisten können, erarbeitet werden und das Problem mathematisch fundiert gelöst werden können. Die beiden darauffolgenden Lernaufgaben beziehen sich auf konkrete Schüler:innenlösungen. Die Lehrkräfte sollen zunächst lernen den aktuellen Bearbeitungsstand der Lernenden zu erfassen (Diagnose) und adaptiv konkrete Hinweise zur weiteren Bearbeitung (Förderung) geben können.

Unterstützende Informationen: Die Unterstützenden Informationen werden jeweils zu Beginn der Lernaufgaben in Textform zur Verfügung gestellt (z. B. zur Motivation von Problemlösen im Unterricht, Ansätze für Hilfestellungen zum Problemlösen im Mathematikunterricht, etc.). Diese bilden dann die Wissensbasis, auf der die jeweilige Lernaufgabe bearbeitet werden soll. Auf diese unterstützenden Informationen kann während der gesamten Bearbeitung der Lernaufgaben zugegriffen werden.

Prozedurale Informationen: Während der Bearbeitung der einzelnen Teilaufgaben innerhalb der Lernaufgaben wird den Lernenden unmittelbar nach der Bearbeitung Feedback zu ihren Antworten bereitgestellt sowie Optionen für zusätzliche Hilfestellungen aufgezeigt. Die Lernenden können die Frequenz der Hilfestellung somit selbst regulieren und reduzieren.

Üben von Teilaufgaben: Lehrkräfte sollten schnell den aktuellen Bearbeitungsstand der Lernenden erfassen und gleichzeitig einschätzen können welche Schritte für die individuellen Lernenden beim Problemlösen lernen wichtig sind. In der Fortbildung soll dieser Prozess durch Aufgaben mit konkreten Schülervignetten weitgehend automatisiert werden.

Ausblick auf die Fragestellung der empirischen Studie

Mit der im Januar 2025 durchgeführten Studie mit angehenden Primarstufenlehrkräften soll zum einen untersucht werden, ob sich *typische Lernprozesse entlang des 4C/ID-Modells* bei den Studierenden abbilden lassen (z. B. Werden Hilfestellungen zur Bearbeitung der Aufgaben genutzt? Nimmt die Inanspruchnahme der gleichen Hilfestellung während der Bearbeitung der Aufgabe ab? Werden auch zusätzliche Lernangebote wie das Üben von Teilaufgaben genutzt?), zum anderen soll die *Wirkung* der 4C/ID-Intervention auf das *adaptive Unterstützen von Schülerinnen und Schülern beim Problemlösen im Mathematikunterricht* untersucht werden (z. B. Erweitern Lehramtsstudierende ihr Repertoire an Strategien zum Unterstützen von Problemlösen und können diese gezielt einsetzen? Zeigen Lernende, die typische 4C/ID-Lernprozesse durchlaufen, einen größeren Lerneffekt?).

Methodisch wird die Fortbildung aktuell in LimeSurvey durchgeführt, um eine für Forschungszwecke gut zugängliche Datengrundlage zu erhalten. Mit diesen Daten werden die Forschungsfragen geklärt und auf der Basis der Erkenntnisse die Fortbildung weiterentwickelt. Der Kurs wird im BMBF-Projekt "MINT-ProNeD" als Moodle-Selbstlernkurs veröffentlicht.

Literatur

- Leuders, T. (2020). Kohärenz und Professionsorientierung in der universitären Lehrerbildung. Hochschuldidaktische Impulse durch das 4C/ID-Modell. In J. Kreutz, T. Leuders, & K. Hellmann (Hrsg.), *Professionsorientierung in der Lehrerbildung* (S. 7–24). Springer
- Leuders, T., Naccarella, D., & Philipp, K. (2011). Experimentelles Denken – Vorgehensweisen beim innermathematischen Experimentieren. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 32(2), 205–231.
- Lipowsky, F., & Rzejak, D. (2021). *Fortbildungen für Lehrpersonen wirksam gestalten: Ein praxisorientierter und forschungsgestützter Leitfaden*.
- Renkl, A., & Atkinson, R. K. (2003). Structuring the Transition From Example Study to Problem Solving in Cognitive Skill Acquisition: A Cognitive Load Perspective. *Educational Psychologist*, 38(1), 15–22.
- van Merriënboer, J. J. G., & Kirschner, P. A. (2012). *Ten Steps to Complex Learning: A Systematic Approach to Four-Component Instructional Design*. Routledge. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/padagogischehochschule/detail.action?docID=1046854>