

Mathematik digital erleben – Diskussion aktueller Projekte

Frederik Dilling, Kathrin Holten, Kevin Hörnberger, Jenny Knöppel, Birgitta Marx, Gero Stoffels, Felicitas Pielsticker und Ingo Witzke

Wichtige Basis für vielen Forschungsarbeiten und Lehrtätigkeiten der Mathematikdidaktik der Universität Siegen ist die Bedeutung von Auffassungen von Mathematik für die Entwicklung und Vermittlung mathematischen Wissens. Dabei beziehen wir uns insbesondere auf Arbeiten von Burscheid & Struve (2020), Tall (2013) und Schoenfeld (1985). Die Bedeutung mathematischer Auffassungen (= Belief system) beschreibt Schoenfeld wie folgt:

Belief systems are one's mathematical world view, the perspective with which one approaches mathematics and mathematical tasks. One's beliefs about mathematics can determine how one chooses to approach a problem, which techniques will be used or avoided, how long and how hard one will work on it, and so on. Beliefs establish the context within which resources, heuristics, and control operate (Schoenfeld, 1985, S. 45).

Als Folgerung von grundlegenden empirischen Studien und theoretischen Überlegungen gehen wir von dem Ansatz aus, dass Schüler/-innen im heutigen Mathematikunterricht ein „empirical belief system“ (Schoenfeld, 1985) also eine empirische Auffassung (über empirische Theorien, Burscheid & Struve, 2020) von Mathematik entwickeln. Dies ist begründet in der systematischen Anwendung von Arbeits- und Anschauungsmitteln im aktuellen Mathematikunterricht.

Nun zeigt zudem eine Reihe von Studien die Relevanz von Beliefs auch für den Umgang mit digitalen Arbeits- und Anschauungsmitteln (Medien und Werkzeuge) in schulischen Kontexten (Dilling & Pielsticker, 2021; Dilling et al., 2022). So wird beispielsweise ein Zusammenhang zwischen Lehrerbefiefs und dem TPACK-Modell untersucht (Morsink, Hagerman, Heintz, Boyer, Harris, Kereluik & Hartman, 2011; Chai, Chin, Koh & Tan, 2013; Lin, Tsai, Chai & Lee, 2013; Smith, Kim & McIntyre, 2016; Bonafini & Lee, 2021) oder auch zwischen Beliefs von Lehrkräften im Grundschulbereich (Ha & Lee, 2019) und des Sekundarbereiches (Pacurar & Abbas 2015) in Bezug auf digitale Medien und Werkzeuge differenziert. Weniger Untersuchungen in Zusammenhang mit digitalen Medien und Werkzeugen im Mathematikunterricht beschäftigen sich derzeit

mit den Beliefs von angehenden Lehrkräften, Studierenden oder Schüler/-innen.

Projekte zu *Mathematik digital erleben* an der Universität Siegen nehmen diese Adressatengruppen besonders in den Blick. Diese wollen wir an dieser Stelle der Community zur Diskussion stellen und auf interessante Weiterentwicklungen aufmerksam machen. Dabei werden wir kurz auf folgende vier Projekte eingehen:

1. DigiMath4Edu (Start: 1. Februar 2021)
2. Mint-Pro²Digi (Start: Oktober 2020) und Authentic STEM (Start: Februar 2022)
3. Digitale MatheWerkstatt (Start: 11. Februar 2022)
4. Diagnose-Sprechstunde (Start: 15. Februar 2022)

DigiMath4Edu

Das Regionale-Projekt [DigiMath4Edu](#) lebt davon, Bildung im Mathematikunterricht aus verschiedenen Perspektiven gemeinsam zu gestalten und Digitalisierung als Chance zu verstehen. Das Projekt „DigiMath4Edu“ mit 15 Schulen in drei Jahren Implementationszeitraum ermöglicht ein ideales empirisches Forschungssetting im Bereich digitaler Transformationsprozesse an Schnittstellen von Hochschule und Schule im Bildungssektor. Das Projekt zeichnet sich dadurch aus, dass Partner aus den Bereichen Schule, Hochschule und Wirtschaft im Projekt eng verzahnt sind, wodurch ein Ökosystem Bildung aufgebaut werden kann, welches auch für zukünftige Vorhaben gemeinsam handlungsfähig ist.

Im Projekt DigiMath4Edu soll der langfristige Kompetenzaufbau im Umgang mit digitalen Medien und Werkzeugen an Schulen im Kreis Siegen-Wittgenstein und im Kreis Olpe begleitet und erforscht werden. Um im Mathematikunterricht allgemeinbildender Schulen digitale Medien und Werkzeuge systematisch und nachhaltig zu etablieren, unterstützen pro Schule je zwei „Unterrichtsassistent/-innen für digitale Medien“ die Mathematiklehrer/-innen. Die Unterrichtsassistent/-innen – besonders qualifizierte Lehramtsstudierende höheren Semesters – sind pro Schule 10h pro Woche im Einsatz und werden durch die Fachgruppe Mathematikdidaktik ausgewählt, geschult und betreut. Auf diese Weise profitieren die Lehrpersonen der Schulen, die

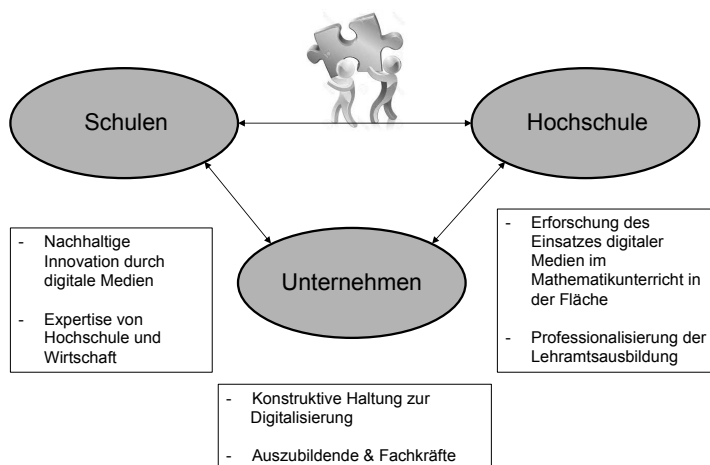


Abbildung 1. Kooperationsstruktur des Projektes DigiMath4Edu

Unterrichtsassistent/-innen als angehende Lehrkräfte und auch die Schüler/-innen von dem Projekt. Die vermittelten Kompetenzen sind anschlussfähig für die weitere (berufliche) Entwicklung aller Beteiligten und wecken bei Schüler/-innen Interesse für digital geprägte Berufe in den MINT-Fächern – und zwar bevor eine Entscheidung für eine berufsbildende Schule, eine Ausbildung oder ein Studium getroffen wird.

Zugleich liegt ein Ziel in der systematischen Erforschung von Gelingensbedingungen für einen nachhaltigen Einsatz digitaler Medien im Bildungsbereich. Dabei sind u. a. neue Erkenntnisse in den Bereichen Kooperationen zwischen Schule, Universität und Unternehmen zu erwarten. Verfolgt werden dazu im Projekt fünf übergeordnete Forschungszusammenhänge:

- DigiMath4Edu als nachhaltige Kooperations- und Fortbildungsstruktur.
- Beliefs von Lehrpersonen und Schüler/-innen zu digitalen Medien im Mathematikunterricht.
- Identifikation von Wissensdimensionen professioneller Digital-Kompetenzen von Lehrpersonen.
- Aspekte eines empirisch-gegenständlichen Mathematikunterrichts im Kontext digitaler Medien.
- Digitale Medien im Mathematikunterricht an der Schnittstelle von Schule und Wirtschaft.

MINT-Pro²Digi und Authentic STEM

Im EFRE-zdi Projekt [MINT-Pro²Digi](#) hat im März 2022 bereits der dritte Projektzyklus begonnen. Das Projektkronym ergibt sich dabei wie folgt: Es geht darum, im

Bereich *MINT* angesiedelte projektorientierte Problemlöseprozesse mit Blick auf die Nutzungs-

weisen passender *digitaler* Medien und Werkzeuge [zu] analysieren (Stoffels & Holten, 2022, S. 47).

Ziel des Projektes ist die Ermöglichung eines authentischen projektorientierten mathematischen Problemlösens in außerunterrichtlichen digitalen Kontexten für Schüler/-innen der Klassenstufen 7 bis Q2. Dabei geht es um eine MINT-Interessenförderung von Lernenden verschiedener Schulformen. Dafür werden gehaltvolle und authentische mathematische Problemstellungen aus Unternehmen (Modellbildung, Optimierungen, Big Data, Produktdesign etc.) Jugendlichen in Projektteams (Solver-Teams) zur Aufgabe gestellt, um gemeinsam an einer Problemlösung zu arbeiten. Damit knüpft das Projektziel an Winter (2016, S. 247) an:

Wenn man echtes Anwenden im Mathematikunterricht anstrebt, also Mathematisierungs- oder Modellbildungsprozesse entwickeln will, dann muss man sich ernsthaft auf außermathematisches Gebiet begeben.

Die mathematisch gehaltvollen Problemstellungen werden von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) der Kreise Olpe und Siegen-Wittgenstein in das Projekt eingebracht und in Absprache mit dem jeweiligen Unternehmen durch die Projektmitarbeiter/-innen und beteiligten Lehrkräfte elementarisiert und für die Teilnehmer/-innen zielgruppengerecht aufbereitet. Die Jugendlichen können durch die gemeinsame Arbeit an echten Problemstellungen erleben, wie sie ihr in der Schule erworbenes Wissen in die Arbeitswelt (gezielt) einbringen können.

Neben diesem vor allem außerunterrichtlich praktischen Ziel verfolgen die beteiligten wissenschaftlichen Mitarbeitenden das Forschungs-

interesse Umsetzungsstrategien zu identifizieren, um ‚echte‘ mathematikhaltige Problemstellungen aus Unternehmen zu nutzen und damit Problemlöseprozesse und projektorientiertes Arbeiten im Umgang mit digitalen Medien bei den teilnehmenden Jugendlichen zu initiieren (Stoffels & Holten, 2022, S. 47–48).

Forschungsschwerpunkt des Projektes liegt damit auf der Untersuchung langfristiger Problemlöseprozesse in außerschulischen Kontexten. Es geht um Beliefs von Schüler/-innen bei der Bearbeitung echter Probleme aus den Unternehmen.

Mathematik wird damit nicht als „abstrakte Kunstwelt“, sondern mit Hilfe digitaler Medien (3D-Druck, Programmierung, etc.) als unmittelbar relevant für berufliches Schaffen in der Region erfahren (Stoffels & Holten, 2022, S. 49).

Dazu arbeiten die beteiligten wissenschaftlichen Mitarbeiter/-innen mit einem mehrdimensionalen theoretischen Modell, welches Problemlösephasen, Phasen des projektorientierten Arbeitens und den Umgang mit digitalen Medien qualitativ mit den interagierenden Projektbeteiligten vernetzt (Stoffels & Holten, 2022).

Praktisch arbeiten die teilnehmenden Jugendlichen über mehrere Wochen an der Problemstellung des Unternehmens und stellen ihren Fortschritt wöchentlich in einem Jour-Fix den anderen Solver-Teams vor. Präsentiert werden die gemeinsamen Ergebnisse in einem abschließenden *Forum des Fortschritts* vor allen Projektbeteiligten.

Das Projekt **Authentic-STEM** stellt die Projektidee von MINT-Pro²Digi auf eine internationale Basis. Es handelt sich um ein *Integrated Career Orientation Program* zwischen den USA und Deutschland. Auch hier ist die Grundidee, Jugendlichen die Möglichkeit zu geben in Solver-Teams substanzielle und authentische mathematische Problemstellungen aus internationalen Unternehmen (z. B. Modellierung, Optimierung, Big Data, Produktdesign, etc.) langfristig zu bearbeiten. Ein Solver-Team besteht für dieses Projekt dann aus US-amerikanischen und deutschen Teilnehmer/-innen.

- Damit können berufsorientierende und berufsfördernde Inhalte auch langfristig etabliert werden.
- Es werden Einblicke in die problem- und prozessorientierten Arbeitsabläufe der Unternehmen ermöglicht.
- Durch eine authentische inhaltliche Verbindung zwischen Unternehmen und potenziellen Schulen können Auszubildende gewonnen werden.
- Gleichzeitig wird eine Verbesserung der Abstimmung von schulischer und beruflicher Bildung erreicht.

- Zudem schaffen internationale Kooperationen eine große inhaltliche Vielfalt, geben Einblicke in länderübergreifende Problemstellungen und erweitern das Repertoire an Problemlösungsansätzen für die Jugendlichen.

Digitale MatheWerkstatt

Das React-EU Projekt **Digitale MatheWerkstatt** ist angebunden an das Konzept MatheWerkstatt der Universität Siegen. Ziel ist es Schüler/-innen der Klassenstufen 1–Q2 hinsichtlich des Mathematiklernens mit digitalen Medien und Werkzeugen zu unterstützen. Die MatheWerkstatt als Ort der Begegnung (Hoffart, 2015) für Schüler/-innen aber auch für Student/-innen wird damit hinsichtlich eines Digitalisierungskonzeptes erweitert, durch digitale Medien und Werkzeuge bereichert und mit neuen digitalen Zugangsmöglichkeiten auf eine breitere Basis gestellt. Eine Teilnahme am wöchentlich buchbaren Projektangebot ist jederzeit möglich. Bei einer Anmeldung haben Lehrer/-innen mit ihren Lerngruppen (bis 36 Schüler/-innen) die Möglichkeit entlang der Lehrpläne des Landes Nordrhein-Westfalen im Fach Mathematik ein Wunschthema auszuwählen. Gemeinsam mit einem an die digitale MatheWerkstatt angebundenen Seminar werden Lernumgebungen entlang der möglichen Themen auch mit Studierenden vorbereitet, in Absprache mit den Lehrpersonen im Vorfeld angepasst und während der Projektvormittage zur Verfügung gestellt. Ermöglicht und durchgeführt wird das Projekt digitale MatheWerkstatt durch ein Team von Student/-innen und wissenschaftlichen Mitarbeiter/-innen.

Diagnose-Sprechstunde

Das Projekt **Diagnose-Sprechstunde** ist eingebettet in den Kooperationsverbund **bc:olpe** (bildungsconnector:Olpe). Ziel ist es, Kinder und Jugendliche, Erziehungsberechtigte und Lehrpersonen bei Fragen zu Rechenschwierigkeiten gezielt und ortsnah zu beraten. Aus einer mathematikdidaktischen Perspektive eröffnet sich im Rahmen der Diagnose-Sprechstunde die Möglichkeit zur Identifikation von Fallbeispielen von Schüler/-innen mit Rechenschwierigkeiten. Diese können zur Weiterentwicklung der Forschungsarbeit zum Umgang mit Rechenschwierigkeiten im schulischen sowie außerschulischen Kontext beitragen. Dabei sollen alle Schüler/-innen in den Blick genommen werden, „deren Lernfortschritte, durch welche Gründe auch immer, als unzureichend angesehen werden“ (Lorenz, 2013, S. 15) und ihnen nach individueller Diagnose auch eine individuelle Förderung zu ermöglichen.

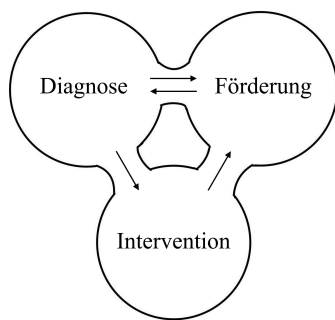


Abbildung 2. Schwerpunkte der Diagnose-Sprechstunde

Übergeordnetes Ziel des Projektes ist die Beschreibung und Analyse mathematischer Wissensentwicklungsprozesse von Kindern und Jugendlichen mit Rechenschwierigkeiten im Umgang mit digitalen Arbeits- und Anschauungsmitteln (Knöppel & Pielsticker, 2022, erscheint). Ein Fokus soll dabei auf der Nutzung digitaler Medien und Werkzeuge zur Diagnose und Förderung liegen.

Im Vordergrund des Projektes stehen vor allen zwei Forschungsfragen:

1. Wie entwickeln Kinder und Jugendliche mit Rechenschwierigkeiten ihr mathematisches Wissen im Umgang mit digitalen Medien und Werkzeugen?
2. Inwiefern lassen sich Wissensentwicklungsprozesse bei eigenständigem Herstellen und Nutzen (digitaler) empirischer Objekte bei Kindern und Jugendlichen mit Rechenschwierigkeiten beobachten und beschreiben?

Als Abschluss möchten wir an dieser Stelle noch ein Statement einer Lehrerin aus dem Projekt DigiMath4Edu aufführen, welches aus unserer Sicht das Ziel *Mathematik digital erleben* geeignet illustriert und zum Ausdruck bringt, dass eine nachhaltige Erweiterung des mathematikdidaktischen Repertoires – um Mathematiklernen authentisch, realitätsnah und modern zu gestalten – angestrebt wird (für Beispiele zum Einsatz der 3D-Druck-Technologie siehe auch Dilling et al., 2021):

Am meisten hängen geblieben ist natürlich der Einsatz neuer Medien wie dem 3D-Druck, sowohl mit den 3D-Druckern als auch den 3D-Druck-Stiften. Viele neue Medien, die wir in den Matheunterricht einbauen konnten, aber auch viele Dinge, die uns eben die Unterrichtsassistentinnen gezeigt haben – die die neu angeregt haben. Viele neue Einblicke, wie man Unterricht kreativ mit diesen Medien gestalten kann. (Gymnasial-Lehrerin aus dem Projekt DigiMath4Edu)

Literatur

- Bonafini, F.C., & Lee, Y. (2021). Investigating Prospective Teachers' TPACK and their Use of Mathematical Action Technologies as they Create Screencast Video Lessons on iPads. *TechTrends*, 65, 303–319. DOI:10.1007/s11528-020-00578-1
- Burscheid, H. J., & Struve, H. (2020). *Mathematikdidaktik in Rekonstruktionen. Band 1: Grundlegung von Unterrichtsinhalten* (2. Aufl.). Springer.
- Chai, C.-S., Koh, J. H.-L., & Tsai, C.-C. (2013). A Review of Technological Pedagogical Content Knowledge. *Educational Technology & Society*, 16(2), 31–51.
- Dilling, F., Pielsticker, F., & Witzke, I. (Hrsg.) (2022). *Neue Perspektiven auf mathematische Lehr-Lernprozesse mit digitalen Medien. Eine Auswahl grundlagenorientierter und praxisorientierter Beiträge*. Springer. DOI:10.1007/978-3-658-36764-0
- Dilling, F., Marx, B., Pielsticker, F., Vogler, A., & Witzke, I. (2021). *Praxishandbuch 3D-Druck im Mathematikunterricht. Einführung und Unterrichtsentwürfe für die Sekundarstufen I und II*. Waxmann.
- Dilling, F., & Pielsticker, F. (Hrsg.) (2020). *Mathematische Lehr-Lernprozesse im Kontext digitaler Medien. Empirische Zugänge und theoretische Perspektiven*. Springer. DOI:10.1007/978-3-658-31996-0
- Ha, C., & Lee, S.-Y. (2019). Elementary teachers' beliefs and perspectives related to smart learning in South Korea. *Smart Learning Environments*, 1, 1–15. DOI:10.1186/s40561-019-0082-5
- Hoffart, E. (2015). Aus einem anderen Blickwinkel – Lehramtsstudierende reflektieren im Seminar „MatheWerkstatt“. In D. Schulte & B. Wanning (Hrsg.), *Die Idee dahinter ... Aspekte zur Gestaltung lernreicher Lehre* (S. 47–62). UniPrint Siegen.
- Lin, T.-C., Tsai, C.-C., Chai, C.S., & Lee, M.-H. (2013). Identifying Science Teachers' Perceptions of Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK). *Journal of Science Education and Technology*, 22(3), 325–336. DOI:10.1007/s10956-012-9396-6
- Lorenz, J. H. (2003). *Lernschwache Rechner fördern. Ursachen der Rechenschwäche. Frühhinweise auf Rechenschwäche. Diagnostisches Vorgehen*. Cornelsen.
- Morsink, P.M., Hagerman, M.S., Heintz, A., Boyer, M., Harris, R., Kereluik, K., & Hartman, D.K. (2011). Professional Development to Support TPACK Technology Integration: The Initial Learning Trajectories of Thirteen Fifth- and Sixth-Grade Educators. *Journal of Education*, 191(2), 3–16. DOI:10.1177/002205741119100203
- Pacurar, E., & Abbas, N. (2015). Analysis of French secondary school teachers' intention to integrate digital work environments into their teaching practices. *Educ Inf Technol*, 20, 537–557. DOI:10.1007/s10639-013-9301-9
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Academic Press.
- Smith, R. C., Kim, S., & McIntyre, L. (2016). Relationships between prospective middle grades mathematics teachers' beliefs and TPACK. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 16(4), 359–373. DOI:10.1080/14926156.2016.1189624

- Stoffels, G., & Holten, K. (2022). MINT-Pro2Digi: Authentisches projektorientiertes mathematisches Problemlösen in außerunterrichtlichen digitalen Kontexten. In F. Dilling, F. Pielsticker & I. Witzke (Hrsg.), *Neue Perspektiven auf mathematische Lehr-Lernprozesse mit digitalen Medien*. MINTUS – Beiträge zur mathematisch-naturwissenschaftlichen Bildung. Springer. DOI:10.1007/978-3-658-36764-0_3
- Tall, D. (2013). *How Humans Learn to Think Mathematically*. Cambridge University Press.
- Winter, H. W. (2016). *Entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht*. Springer. DOI:10.1007/978-3-658-10605-8

- Frederik Dilling, Universität Siegen
E-Mail: frederik.dilling@uni-siegen.de
- Kathrin Holten, Universität Siegen
E-Mail: holten@mathematik.uni-siegen.de
- Kevin Hörnberger, Universität Siegen
E-Mail: hoernberger@mathematik.uni-siegen.de
- Jenny Knöppel, Universität Siegen
E-Mail: knoeppel@mathematik.uni-siegen.de
- Birgitta Marx, Universität Siegen
E-Mail: birgitta.marx@uni-siegen.de
- Gero Stoffels, Universität Siegen
E-Mail: stoffels@mathematik.uni-siegen.de
- Felicitas Pielsticker, Universität Siegen
E-Mail: felicitas.pielsticker@uni-siegen.de
- Ingo Witzke, Universität Siegen
E-Mail: ingo.witzke@uni-siegen.de

Seminarlehrkräfte und ihr Blick auf einige Aspekte der Mathematikdidaktik

Ergebnisse einer Online-Befragung

Reinhard Oldenburg

Als Professionswissenschaft ist es eines der Ziele der Mathematikdidaktik auf die unterrichtliche Praxis Einfluss zu nehmen, mehr noch, sie zu verbessern. Eine prägende Phase in der Lehrkräfteausbildung stellt das Referendariat dar, und damit sind die Fachleiterinnen (Seminarlehrkräfte; künftig FL) von entscheidender Bedeutung für die Vermittlung didaktischer Erkenntnisse in die Praxis. Die vorliegende kleine Untersuchung ist daher der Frage gewidmet, welche Ergebnisse der universitären Didaktik von Fachleiterinnen und Fachleitern zur Kenntnis genommen wird, wie Informationen vermittelt werden und welche Desiderate sich aus deren Praxis ergeben.

Die Befragung

Als Erhebungsinstrument diente ein online-Fragebogen (realisiert mittels SocSurvey), der auf privaten Wegen Seminarlehrkräften zugespielt wurde. Die Beantwortung war selbstverständlich freiwillig und es wurden keinerlei personenbezogene (oder schulbezogene) Daten erhoben. Eine evtl. Durchführung der Erhebung auch in einem schulischen Kontext durch Nutzung des Mailvertei-

lers der bayerischen Seminarlehrkräfte ist genehmigungsbedürftig und wurde im Frühherbst 2021 beantragt. Im April 2022 teilte das Ministerium mit, dass keine grundlegenden Bedenken von Seiten des Datenschutzes bestehen, genehmigte die Untersuchung aber noch nicht, u. a. wegen vermeintlicher Mängel in der Auswahl der Journale, nach denen gefragt wurde und der mangelhaften Information der Schulleitungen der betroffenen Fachleiterinnen und Fachleiter. Trotzdem kann dieser Bescheid untermauern, dass die datenschutzrechtlichen Vorgaben eingehalten wurden.

Durch die rein private Bewerbung u. a. über die GDM-Rundmail konnte nur ein Teil der Zielgruppe erreicht werden. Es liegen 49 Bearbeitungen vor und man kann davon ausgehen, dass diese Stichprobe überdurchschnittlich viele sehr aktive und mathematikdidaktisch engagierte Fachleiterinnen und Fachleiter umfasst. Angaben zu Bundesland, Ausbildung, Geschlecht etc. wurden nicht erfragt, entsprechend können diesbezügliche Fragen nicht beantwortet werden.

Viele Items nutzen 7-stufige Likert-Skalen, wobei 1 für das negative Extrem, 7 für das positive Extrem steht, d. h. neutraler Mittelwert ist 4.