

*Kerstin Hein, Raja Herold-Blasius, Johanna Brandt, Katharina Knaudt,  
Kim-Alexandra Rösike, Susanne Prediger und Christoph Selter*

## IV.III.IV Unterrichtsentwicklung Mathematik: Entwicklung von Unterstützungsangeboten ausgehend von berichteten schulischen Herausforderungen

*Der Forschungsverbund SchuMaS begleitet Schulen der Primar- und Sekundarstufe auch bei der Unterrichtsentwicklung im Fach Mathematik. In der Eingangserhebung berichteten die beteiligten Lehrkräfte (N = 138) von vielfältigen Herausforderungen und Ursachen für Schwierigkeiten und noch aufzubauenden mathematischen Basiskompetenzen und Sprachkompetenzen. Die Arbeitsgruppe Mathematik des Inhaltsclusters Unterrichtsentwicklung stellt die darauf aufbauenden Unterstützungsangebote vor und entwickelt die verschiedenen Strategien der Unterrichtsentwicklungsprozesse auf mehreren Ebenen. Diese werden bei der weiteren Erprobung und Erforschung auf Grundlage didaktischer Ansätze berücksichtigt.*

### 1. Einleitung

Der Forschungsverbund *SchuMaS* arbeitet mit 200 Schulen in herausfordernder Lage, um Schulentwicklung anzuregen und zu begleiten. Zur *Schulentwicklung* gehört die Arbeit mit Schulleitungen und schulischen Steuergruppen an Aspekten der *Organisationsentwicklung* und außerunterrichtlichen Maßnahmen, sowie die *Unterrichts- und Personalentwicklung* (Rolff, 2016). Unterrichtsentwicklung wird in *SchuMaS* auf die Fächer Deutsch und Mathematik konzentriert, da hier Basiskompetenzen für alle Fächer vermittelt werden (siehe Kapitel III.I und III.II). Die beiden Arbeitsgruppe Deutsch und Mathematik im Inhaltscluster Unterrichtsentwicklung stehen im engen Austausch und diskutieren ihre Angebote miteinander, um diese – soweit möglich – aufeinander abzustimmen. Die fachdidaktischen Unterstützungsangebote für Unterrichts- und Personalentwicklung richten sich auf die von den Lehrkräften problematisierten Herausforderungen des Unterrichts. Die Bearbeitung dieser Herausforderungen kann durch forschungsbasierte Ansätze praxisnah auf mehreren Ebenen (Cobb & Jackson, 2021) und mit verschiedenen Strategien (Rösken-Winter et al., 2021) unterstützt werden, die in diesem Beitrag vorgestellt werden.

Der Beitrag dokumentiert von Lehrkräften berichtete Herausforderungen (Abschnitt 2) und die daraus gezogenen Konsequenzen für die inhaltliche Ausrichtung der Unterstützungsangebote (Abschnitt 3). Entwickelt und ausgestaltet werden verschiedene Strategien zur Unterstützung der Unterrichtsentwicklungsprozesse auf mehreren Ebenen (Abschnitt 4). Jeder Abschnitt beginnt mit einem kurzen Einblick in den Forschungsstand der jeweiligen Thematik und bezieht sich dann auf die *SchuMaS*-Angebote.

## 2. Typische Herausforderungen aus Sicht von Mathematik-Lehrkräften an Schulen in sozial herausfordernder Lage

### 2.1 Forschungsstand zu Herausforderungen sowie distalen und unterrichtsnahen Ursachenzuschreibungen von Schwierigkeiten

Bundesweit ist die Zahl der Kinder und Jugendlichen erheblich gewachsen, die die mathematischen Mindeststandards nicht erreichen: von 11,9 Prozent der Kinder in Klasse 4 im IQB-Bildungstrend 2011 auf 21,8 Prozent in 2021 (Stanat et al., 2022, S. 11). Da bundesweit auch die sozial- und migrationsbedingten Leistungsdisparitäten anwachsen (Stanat et al., 2022, S. 16), wurden für *SchuMaS* gerade Schulen in sozial herausfordernden Lagen ausgewählt (BMBF & KMK, 2019). Für diese wurden empirisch viele Herausforderungen identifiziert, nicht nur hinsichtlich der schulischen Rahmenbedingungen und der Leistungen der Lernenden, sondern auch im Hinblick auf z.B. Schulabstinz oder fehlende Unterstützung im Elternhaus (Autor:innengruppe Bildungsberichterstattung, 2022) (siehe ausführlich Kapitel II.I).

Obwohl große Leistungsstudien u.a. den Zusammenhang von Mathematikleistungen und sozioökonomischen Status bzw. Migrationshintergrund immer wieder belegen (Stanat et al., 2022, S. 16; Schwippert et al., 2020), erschwert der Blick auf „sozialbedingte“ und „migrationsbedingte“ Schwierigkeiten die Unterrichtsentwicklung insofern, als diese Merkmale zu *distal*, also durch unterrichtliches Handeln nicht änderbar sind. Als *unterrichtsnäheres Merkmal* ist z.B. statt Migrationshintergrund die Sprachkompetenz im Deutschen zu nennen. Sie klärt statistisch die Zusammenhänge zwischen Migrationshintergrund und Mathematikleistungen weitgehend auf (Ufer et al., 2013) und kann im Unterricht unmittelbar durch Förderung adressiert werden. Der Zusammenhang von Unterrichtshandeln von Lehrkräften und ihren Ursachenzuschreibungen wurde in Unterrichtsbeobachtungsstudie mit 165 Lehrkräften untersucht (Wilhelm et al., 2017): Lehrkräfte, die in Interviews als Ursachen für Schwierigkeiten von Lernenden nur distale Merkmale (wie Migrationshintergrund oder Bildungsferne der Familien) angaben, boten in den beobachteten Unterrichtspraktiken weniger kognitiv anregende Lerngelegenheiten als Lehrkräfte, die die Ursache auch in unterrichtsnäheren Merkmalen sahen (z.B. Sprachkompetenz und Passung ihres Unterrichts zum Lernstand der Lernenden).

Daher ist es interessant zu erfassen, inwiefern auch Lehrkräfte an den an der Initiative beteiligten Schulen statt nur *distaler Ursachenzuschreibungen* auch *unterrichtsnähere Merkmale* betrachten und welche weiteren herausfordernden Rahmenbedingungen bei der Unterrichtsentwicklung zu berücksichtigen sind.

### 2.2 Erhebung der von Lehrkräften berichteten Herausforderungen und vermuteten Ursachen für Schwierigkeiten

Die Herausforderungen und Sichtweisen von Mathematiklehrkräften wurden im Kontext von digitalen Einstiegsmodulen erhoben, die im Frühjahr 2022 für alle 200 beteiligten Schulen aller Länder angeboten und von insgesamt 70 der Schulen wahr-

genommen wurden. Ausgehend von der hier dokumentierten Erfassung der Bedarfe der Lehrkräfte konnten so die Angebote ko-konstruktiv gestaltet werden, z.B. mit ersten gemeinsamen datengestützten Annäherungen an die Analyse der Ursachen schwacher Mathematikleistungen und Erarbeitung bewährter unterrichtlicher Ansätze zu ihrer Überwindung.

Die Datenerhebung erfolgte in einer Lime-Survey-Umfrage bei Mathematiklehrkräften der Primarstufe (N = 68) und Sekundarstufe (N = 70). In diesem Beitrag wird aus zwei offenen Items berichtet:

- Was ist die größte Herausforderung im Mathematik-Unterricht an Ihrer Schule?
- Viele an der Initiative teilnehmende Schulen berichten von Schwierigkeiten in Mathematik bei vielen ihrer Lernenden. Was sind aus Ihrer Sicht Ursachen dieser Schwierigkeiten?

Für die Datenauswertung wurden die Antworten in einem Prozess deduktiv-induktiver Kategorienbildung (Mayring, 2015) kodiert und in acht Oberkategorien eingeteilt (vgl. Abbildung 1). Dazu wurden deduktiv Kategorien aus dem Forschungsstand hergeleitet und induktiv aus den Daten heraus entwickelt. Neben fach- und sprachbezogenen Kategorien wurden auch überfachliche und affektiv-volitionale Kategorien, also emotionale und den Willen betreffende Dimensionen berücksichtigt (vgl. Abbildung 1).

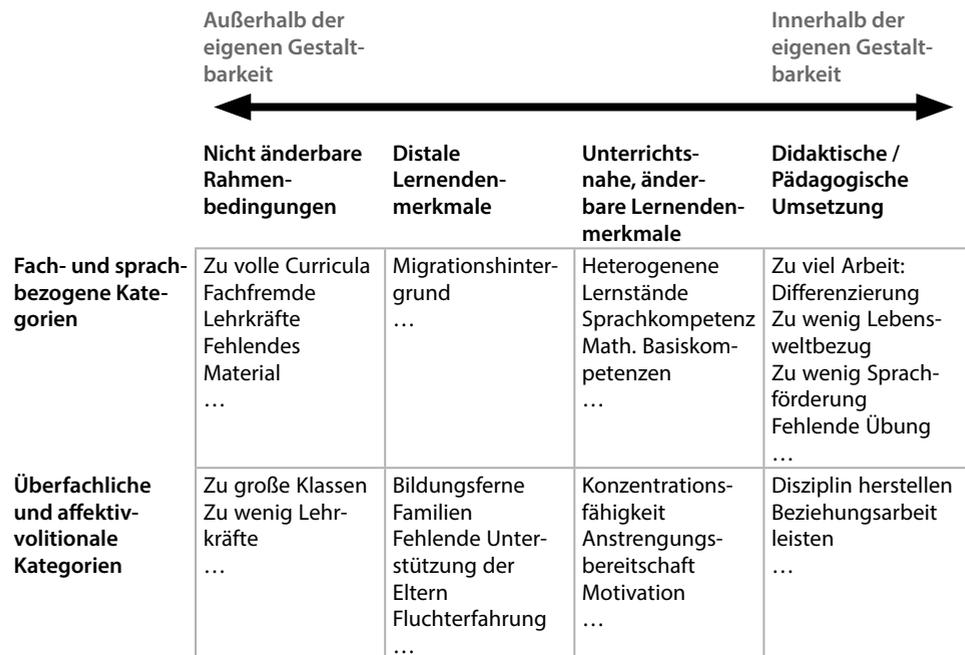


Abbildung 1: Beispiele für Kategorien zu genannten Herausforderungen und Ursachen von Schwierigkeiten (eigene Darstellung)

Unterschieden wurde zum einen, ob die genannten Herausforderungen und Ursachen für Schwierigkeiten eher fach- und sprachbezogene oder überfachliche Aspekte adressieren; zum anderen wurden sie sortiert nach dem Grad der individuellen Gestaltbarkeit, von nicht änderbaren Rahmenbedingungen über distale oder unterrichtsnahe Lernendenmerkmale hin zu didaktischen und pädagogischen Umsetzungen, die stärker in der Hand der Lehrkräfte liegen. Die Zuordnung der offenen Antworten zu den Kategorien wurden von je zwei Forschenden konsensuell getroffen. Die Häufigkeiten der entsprechend kategorisierten Antworten werden im nächsten Abschnitt berichtet.

## 2.3 Ergebnisse der Erhebung

In Item 1 benennen Lehrkräfte deutlich mehr fach- und sprachbezogene Herausforderungen (insgesamt 194, das sind 61 Prozent aller 319 genannten Herausforderungen) als überfachliche und affektiv-volitionale (insgesamt 125, also 39 Prozent). *Fachbezogene Rahmenbedingungen* (z. B. ein zu volles Curriculum oder fehlende Arbeitsmaterialien) werden 26-mal und *überfachliche Rahmenbedingungen* (wie zu große Klassen und fehlendes Personal) 25-mal angesprochen (zusammen 16 Prozent). Der überwiegende Teil der genannten Herausforderungen bezieht sich auf *Lernendenmerkmale*: In 182 Äußerungen werden *unterrichtsnahe* Lernendenmerkmale genannt (davon 137 fach-/sprachbezogene Lernendenmerkmale (wie z. B. fehlendes Stellenwertverständnis oder Lesekompetenz) und 45 überfachliche (wie z. B. fehlende Motivation), zusammen 57 Prozent) und 15 *distale* Lernendenmerkmale (6 fach-/sprachbezogene (wie z. B. Migrationshintergrund) und 9 überfachliche (wie z. B. fehlende Unterstützung durch Eltern), zusammen 5 Prozent). Damit sind 62 Prozent der genannten Herausforderungen unmittelbar bei den Lernenden verortet. Die *unterrichtliche Umsetzung* dagegen wird nur in 22 Prozent der genannten Herausforderungen adressiert, 25-mal fachdidaktisch und 46-mal überfachlich. Abbildung 2 (oberer Teil) visualisiert die Dominanz der wahrgenommenen lernendenbezogenen Herausforderungen aus Item 1 in den mittleren Grautönen. Sie dokumentiert auch, dass die Gestaltbarkeit der Herausforderungen zwar überwiegend wahrgenommen wird, indem sie bei der unterrichtlichen Umsetzung oder unterrichtsnahe verortet werden, jedoch nicht von allen.

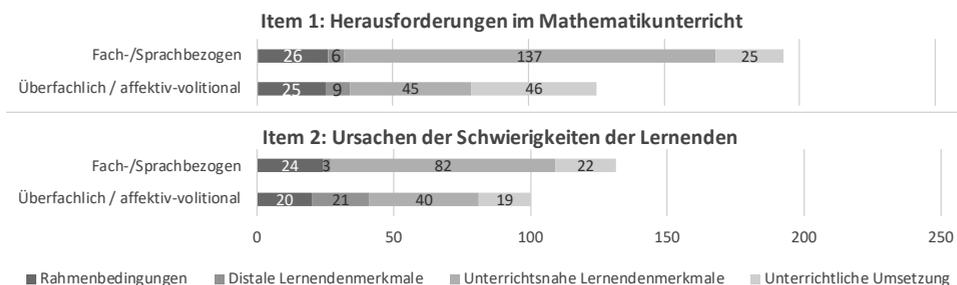


Abbildung 2: Häufigkeiten der von Lehrkräften adressierten Kategorien zu Herausforderungen und Ursachen von Schwierigkeiten (eigene Berechnung)

In Item 2, das gezielter nach den Ursachen für mathematische Schwierigkeiten vieler Lernender fragt, kommen dieselben Kategorien zum Tragen (Abbildung 2, unterer Teil): Wieder sind fach- und sprachbezogene Ursachen stärker gewichtet als überfachliche (131 vs. 100, also 57 Prozent vs. 43 Prozent). Interessanterweise sind die Rahmenbedingungen bei den Ursachen minimal häufiger genannt als in Item 1, mit 44 von 219 aufgeführten Ursachen insgesamt 19 Prozent. Ebenso sind distale Lernendenmerkmale doppelt so häufig (10 Prozent) wie in Item 1, während unterrichtsnahe Lernendenmerkmale nur noch in 53 Prozent und die unterrichtliche Umsetzung nur in 18 Prozent der Ursachen angesprochen werden. Dennoch benennen die Lehrkräfte auch in Bezug auf die Ursachen mehrheitlich Kategorien, die durch sie gestaltbar sind.

Abbildung 3 vergleicht die als Ursachen für Schwierigkeiten adressierten Lernendenmerkmale von Primar- und Sekundarstufen-Lehrkräften: Die Häufigkeiten ähneln sich für distale Ursachen (11 zu 14), Konzentration (5 zu 2), sonstige affektiv-volitionale Ursachen (5 zu 2) und Sprachkompetenz (9 zu 13) weitgehend, doch sehen die befragten Sekundarstufen-Lehrkräfte weit häufiger die Motivation als relevante Ursache als die Primarstufen-Lehrkräfte (23 zu 4).

Die mathematikbezogenen Anteile sind in der Summe sehr ähnlich (zusammen 39 Prozent vs. 32 Prozent), doch nennen Primarstufen-Lehrkräfte häufiger explizit die Verstehensgrundlagen als konzeptuelle Aspekte der Basiskompetenzen (5 vs. 16), während die Sekundarstufen-Lehrkräfte häufiger allgemein mathematische Basiskompetenzen nennen, ohne Unterscheidung in prozedurale Fertigkeiten, wie dem kalkülhaften, also rezeptartigen Rechnen ohne Verstehen, und konzeptuelle Verstehensgrundlagen (19 zu 11).

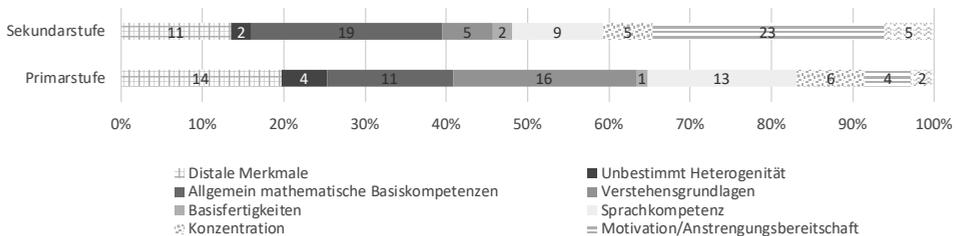


Abbildung 3: Vergleich der Aussagen von Lehrkräften der Primar- und Sekundarstufe zu Lernendenmerkmalen als Ursachen in Item 2 (eigene Berechnung)

Damit zeigen sich in der Eingangserhebung einerseits eine große Heterogenität der beteiligten Lehrkräfte und andererseits wichtige Potenziale, an denen eine unterstützte Unterrichtsentwicklung ansetzen kann. Während einige als Herausforderungen ausschließlich Aspekte angeben, die wenig in ihrer eigenen Gestaltungsmacht liegen, sind viele Lehrkräfte bereits auf mögliche Umsetzungen fokussiert, die trotz herausfordernder Rahmenbedingung möglich sind. Dies zeigt sich darin, dass sie unterrichtsnahe Merkmale oder gar Aspekte der didaktischen Umsetzung nennen. Daran wird in den mathematikbezogenen Unterstützungsangeboten im *SchuMaS*-Forschungsverbund angesetzt. Denn gerade die Fokussierung auf unterrichtliche Umsetzungen und unterrichtsnahe fach- und sprachbezogene Merkmale erwies sich

bei Wilhelm et al. (2017) als Voraussetzung, um auch leistungsschwächeren Lernenden reichhaltige Lerngelegenheiten zu bieten.

### 3. Konsequenzen für die inhaltliche Ausgestaltung der *SchuMaS*-Unterstützungsangebote für das Fach Mathematik

Mit den Ergebnissen der Eingangserhebung und intensiven Gesprächen mit den Lehrkräften in den Einstiegsmodulen wurde die inhaltliche Ausrichtung der *SchuMaS*-Unterstützungsangebote zwischen den Design-Research-Teams (bestehend aus erfahrenen Lehrkräften, Fortbildenden, Forschenden an der TU Dortmund und den regionalen *SchuMaS*-Zentren) und den beteiligten Lehrkräften an den Schulen wie folgt gemeinsam gestaltet, also ko-konstruiert:

(a) Die Angebote gehen unmittelbar auf die häufig genannten Herausforderungen und Ursachen für Schwierigkeiten ein: fehlende mathematische Basiskompetenzen und Sprachkompetenz, aber auch Motivation. Ins Zentrum gerückt werden daher förderorientierte Diagnose und diagnosegeleitete Förderung im Hinblick auf die von den Lehrkräften benannten Aspekten (Götze et al., 2020; Prediger, 2023).

(b) Die Angebote unterstützen die Arbeit, indem sie helfen, den Blick von nicht änderbaren Ursachen und distalen Hintergrundmerkmalen auf *unterrichtlich bearbeitbare* Aspekte zu richten. Eingangs wird z. B. informiert, dass migrationsbedingte Leistungsunterschiede u. a. auf Sprachkompetenz in der Unterrichtssprache Deutsch zurückzuführen sind, so entscheiden einige Schulen, Sprachbildung mit in den Blick zu nehmen. Ebenso werden allgemeinpädagogisch formulierte Herausforderungen wie fehlende Motivation fachdidaktisch adressierbar, wenn sie nach Deci und Ryan (1985) auf mangelndes Kompetenzerleben zurückgeführt werden: Ein motivationsförderlicher fachdidaktischer Ansatz liegt darin, den Lernenden Kompetenzerleben durch Aufarbeiten von Verstehensgrundlagen zu verschaffen. Prozeduralen Fertigkeiten, die zuweilen als Ursache genannt werden, sind oft durch Aufarbeiten von Verstehensgrundlagen nachhaltig zu sichern (Gaidoschik et al., 2021). Dieses Umdenken gelingt etwa dadurch, dass verstehensbezogene Diagnosen den Zusammenhang zwischen Fertigkeiten und Verstehensgrundlagen überhaupt für Lehrkräfte erst aufdecken. Bevor die Lehrkräfte Lernziele dahingehend ausweiten, werden Diagnose- und Förderkonzepte für Verstehensgrundlagen herangezogen und für die jeweiligen schulischen Bedingungen adaptiert.

(c) Schließlich müssen unterrichtliche Rahmenbedingungen ernst genommen werden, so dass die Entwicklungsansätze auch tatsächlich zu den Realitäten der beteiligten Schulen passen, z. B. die Herausforderung der stets zu knappen Unterrichtszeit: Nur einige Bundesländer erhöhten um eine zusätzliche Stunde Mathematikunterricht. Für alle anderen bietet es eine kleine Hilfe, die Schwerpunktsetzung auf die bzgl. Durchgängigkeit des Curriculums wichtigsten Themen zu fokussieren (z. B. Stellenwert- und Operationsverständnis in Klasse 1 bis 6) und andere Themen eher zu überspringen (Gaidoschik et al., 2021).

## 4. Unterstützungsangebote für Unterrichtsentwicklung auf mehreren Ebenen

### 4.1 Hintergrund und Überblick zu materialen, personalen und systemischen Unterstützungsstrategien

Einige Diagnose- und Förderkonzepte stehen als fachdidaktisch konsolidierte und empirisch auf Lernwirksamkeit geprüfte Materialien bereit (Gaidoschik et al., 2021), z. B. die *Mathe sicher können-Materialien* zum Aufarbeiten von Verstehensgrundlagen in Klasse 3 bis 7 (Selter et al., 2014). Sie wurden in früheren Projekten in enger Zusammenarbeit mit Lehrkräften entwickelt und ihre Lernwirksamkeit in mehreren Interventionsstudien empirisch nachgewiesen (zusammenfassend Prediger, 2023). Neu entwickelte Materialien, wie die Praxiserprobungen (Abbildung 4 in Abschnitt 4.2), wurden durch die Rückmeldungen der Lehrkräfte immer wieder inhaltlich (fach- und sprachbezogen) sowie konzeptionell auf die schulischen Bedarfe angepasst. Doch Unterrichtskonzepte können auch mit bewährten Materialien nicht top-down von außen in den Unterricht implementiert werden, sondern brauchen stets eine aktive Aneignung und Adaption durch die agierenden Lehrkräfte, damit sie nachhaltig in Unterrichtspraktiken integriert und im Schulkollegium verankert werden können (Cobb & Jackson, 2021).

Die dafür benötigten aktiven Unterrichtsentwicklungsprozesse an jeder Schule lassen sich gezielt begleiten und zwar nicht nur in Bezug auf den unmittelbaren Unterricht, sondern auch auf Schul- und Professionalisierungsebene (Rolf, 2016). Dafür kombinieren wir drei Strategien (Cobb & Jackson, 2021; Prediger, 2023):

- *systemische Strategien* versuchen, die systemischen Rahmenbedingungen auszugestalten, z. B. die Verankerung der Unterrichtsentwicklung im gesamten Kollegium oder die Schaffung von Fachnetzwerken für regelmäßigen Austausch,
- *personale Strategien* zielen auf die Professionalisierung aller beteiligten Personen und
- *materiale Strategien* unterstützen die jeweiligen Personen durch sorgfältig entwickeltes Material, z. B. die Fachnetzwerkleitungen durch Videomaterialien und Aktivitäten für die Fachnetzwerkarbeit.

Tabelle 1 gibt einen Überblick, wie die Strategien in den Unterstützungsangeboten von *SchuMaS* Mathematik für Primar- und Sekundarstufe realisiert und verknüpft werden.

Tabelle 1: Strategien zur Unterstützung der Unterrichtsentwicklung auf mehreren Ebenen (eigene Darstellung)

	Angebote von <i>SchuMaS</i> Mathe Primarstufe	Angebote von <i>SchuMaS</i> Mathe Sekundarstufe
<b>Unterrichts-/Schulebene</b>		
<i>Systemische Strategie:</i> Unterstützung der inner-schulischen Verankerung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialpakete für Transfer ins Kollegium (in Fachkonferenzen oder im Schulteam)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen an Schulleitungen</li> <li>• In Zukunft: gemeinsame Videoarbeit zur Sprachbildung</li> </ul>
<i>Materiale Strategie:</i> Unterrichtsmaterialien zur Adaption und eigenen Erprobung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnosematerialien für Verstehensgrundlagen (Standortbestimmungen zum Schuljahresbeginn)</li> <li>• Fördermaterialien für eigene Erprobung im Unterricht (z. B. Mathekartei und Praxiserprobungen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnosematerialien für Verstehensgrundlagen (45 MSK-Diagnosebausteine und in Zukunft digital: MSK-Online-Check)</li> <li>• Fördermaterial für eigene Praxiserprobungen (45 MSK-Förderbausteine, Sprachbildungs-Materialien als Open Educational Resources)</li> </ul>
<i>Personale Strategie:</i> Online-Angebote in oder außerhalb der Fachnetzwerke	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachnetzwerktreffen oder Online-Distanz-Treffen zur Einführung in Unterrichtserprobungen</li> <li>• Online-Selbstlern-Angebote zu fachdidaktischen Hintergründen für Fachfremde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachnetzwerktreffen oder Online-Distanz-Treffen zur Einführung in Unterrichtserprobungen</li> <li>• Derzeit in Arbeit: asynchrone MSK-Online-Angebote für Arbeit in Schulteams</li> </ul>
<b>Professionalisierungsebene</b>		
<i>Systemische Strategie:</i> Begleiteter schulübergreifender Austausch in festen Strukturen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etablierung schulübergreifender Fachnetzwerke als Orte ko-konstruktiver Professionalisierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etablierung schulübergreifender Fachnetzwerke als Orte ko-konstruktiver Professionalisierung</li> </ul>
<i>Personale Strategie:</i> Qualifizierung für Fachnetzwerkleitungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bislang zwölf Qualifizierungstreffen für Fachnetzwerkleitungen in zehn Bundesländern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bislang zehn Qualifizierungstreffen für Fachnetzwerkleitungen in zehn Bundesländern</li> </ul>
<i>Materiale Strategie:</i> Materialien für die Fachnetzwerkarbeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disseminierbare Bausteine für Fachnetzwerkarbeit zur Diagnose und Förderung in den Jahrgangsstufen 1 bis 4</li> <li>• Disseminierbare Bausteine für Fachnetzwerkarbeit zur Sprachbildung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disseminierbare Bausteine für Fachnetzwerkarbeit zur Diagnose und Förderung, derzeit in den Jahrgangsstufen 5-7</li> <li>• Disseminierbare Bausteine für Fachnetzwerkarbeit zur Sprachbildung</li> </ul>

## 4.2 Eigene materialgestützte Unterrichtserprobungen als zentraler Motor für kollegiale Unterrichtsentwicklung

Generell sind Professionalisierungsangebote dann besonders wirksam, wenn sie möglichst nah an den Kernpraktiken des Unterrichts ausgerichtet sind und auf konkrete fachliche Lerninhalte bezogen werden (Lipowsky & Rjezak, 2019; Garet et al., 2001). Als solche Kernpraktiken werden in den *SchuMaS*-Angeboten z. B. das Identifizieren,

Diagnostizieren und Fördern konkreter Verstehensgrundlagen thematisiert (Prediger, 2023; Gaidoschik et al., 2021).

Um das Überwinden unterrichtlicher Herausforderungen zu lernen, ist die materialgestützte *eigene Unterrichtserprobung mit gezielter Reflexion* zentral (Swan, 2007). Daher ist das Kernstück eines Moduls die Praxiserprobung, um welche die Unterstützungsangebote konsequent herum organisiert werden. Ein Beispiel für den typischen Ablauf eines Moduls mit sechs Fachnetzwerktreffen ist in Abbildung 4 für ein Primarstufen-Modul abgedruckt (Herold-Blasius et al., 2022). Zwischen jedem Fachnetzwerktreffen wird eine Praxiserprobung (PE) durchgeführt, um zentrale mathematikdidaktische Kernbotschaften zu verinnerlichen (siehe Abschnitt 4.3).

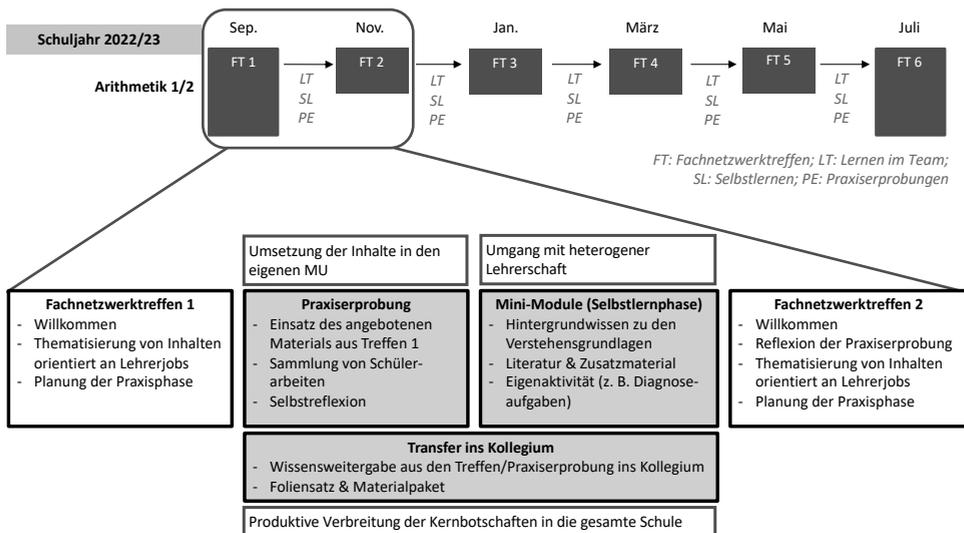


Abbildung 4: Modulstruktur rund um Praxiserprobungen, exemplarisch für Primarstufen-Modul „Arithmetik 1/2“ (eigene Darstellung)

Nach einigen informellen Berichten von beteiligten Lehrkräften gelingt es durch den praxisnahen Rückgriff auf bestehende forschungsfundierte Diagnose- und Fördermaterialien, den Lehrkräften Erfolgserlebnisse zu verschaffen, fehlende Verstehensgrundlagen der Lernenden aufzuarbeiten und sie zum reichhaltigen Sprechen über Mathematik anzuregen (Prediger, 2023), dies erkennen viele Lehrkräfte auch als besonders motivationsfördernd (Deci & Ryan, 1985).

### 4.3 Fachnetzwerke als ko-konstruktive systemische Strukturen der Vor- und Nachbereitung von Erprobungen

Unterrichtsentwicklung vollzieht sich am besten in Lehrkräftekooperation (Jaworski, 2006). Daher werden die Erprobungen idealerweise in schulübergreifenden Fachnetzwerktreffen ko-konstruktiv zwischen Lehrkräften und Fachberatenden vor- und nachbereitet (*systemische Strategie auf Professionalisierungsebene*), mit intensivem

Eindenken, Adaptionen an eigene Lerngruppen und anschließender gemeinsamer Diskussion und Reflexion (siehe Abbildung 4), wie die Erfahrungen auch für andere fachliche Themen zu nutzen sind.

Zur Leitung solcher Fachnetzwerke haben wir in insgesamt 13 Ländern (10 Länder zur Primarstufe und 10 Länder zur Sekundarstufe) Fachberatende als Fachnetzwerkleitungen qualifiziert (*personale Strategie auf Professionalisierungsebene*), um mit mehreren Schulen in regelmäßigen Fachnetzwerksitzungen zu kooperieren. Ihre Arbeit wird durch disseminierbare Materialbausteine (abrufbar unter <https://pikas.dzlm.de/schumas> und [dzlm.de/2000](https://pikas.dzlm.de/2000)) unterstützt (*materiale Strategie auf Professionalisierungsebene*).

Da jeweils sechs Bundesländer aus Kapazitätsgründen keine Fachnetzwerkleitungen für die Primar-/Sekundarstufe stellen konnten, werden auch Online-Distanzmodule angeboten, die über Hintergründe und Möglichkeiten von angebotenen Unterrichtsmaterialien informieren, auch wenn die unterrichtlichen Erprobungen nicht in gleicher Intensität begleitet werden können.

#### 4.4 Schulteams und Kollegien als (zunehmend) ko-konstruktives Support-System bei der Vor- und Nachbereitung von Erprobungen

Selbst in Ländern mit gut funktionierender Fachnetzwerkarbeit werden nicht alle Lehrkräfte der beteiligten Schulen erreicht, weil nur wenige Lehrkräfte der jeweiligen Schulen an den Fachnetzwerken teilnehmen und nicht alle Module jederzeit angeboten werden können. Daher werden derzeit für die Primarstufe Ansätze entwickelt und erprobt, den *Transfer ins gesamte Mathematik-Kollegium* einer teilnehmenden Schule zu unterstützen. Entwickelt wurden Materialien, mit denen Lehrkräfte nach den Fachnetzwerktreffen zumindest die Kernbotschaften (z. B. „Ich fördere eine alltags- und materialbezogene Vorstellung der Addition und Subtraktion und spreche diese kontinuierlich an.“) und ihre Bedeutung in prägnanten, max. 15-minütigen Inputs (z. B. im Jahrgangsteam oder einer der (Fach-)Konferenz) vorstellen und zur Teilnahme an einer Praxiserprobung einladen können. Im weiteren Verlauf der Initiative *Schule macht stark* soll untersucht werden, inwiefern der Transfer gelingt und diese Unterstützungsmaterialien tatsächlich dazu beitragen, dass die mathematikdidaktischen Ansätze durch die Kernbotschaften im Unterricht (auch von nicht am Fachnetzwerk beteiligten Lehrkräften) ankommen.

Für die Sekundarstufe werden derzeit Ansätze entwickelt und erprobt, wie mit *asynchronen digitalen Online-Angeboten* die Schulteams bei kooperativen Vor- und Nachbereitungen von Praxiserprobungen unterstützt werden können, um zwei hinderliche Rahmenbedingungen zumindest teilweise zu kompensieren: fehlendes Personal für Netzwerkleitungen und zeitliche Engpässe bei Lehrkräften. Genutzt werden Text- und Video-Inputs, Analyse- und Reflexionsaufträge sowie andere Formate, um die Moderation durch Fachnetzwerkleitungen – soweit möglich – zu kompensieren. Im Weiteren Verlauf wird untersucht, inwiefern diese asynchronen Online-Angebote tatsächlich eine intensive Auseinandersetzung anregen können.

## 5. Diskussion und Ausblick

Insgesamt zeigt sich: Selbst wenn Diagnose- und Förderkonzepte bereits durch sorgfältige Forschung und Entwicklung ausgearbeitet sind, erfordert ihre Aneignung und Adaption für Schulen mit unterschiedlichen Bedingungen eine aktive Auseinandersetzung über Schwerpunkte, Ziele und Vorgehensweisen, bevor die beteiligten Lehrkräfte und ihre Kollegien sie nachhaltig in unterrichtliche Praktiken integrieren. Als entscheidend hat sich herausgestellt, die Unterrichtsentwicklungsprozesse konkret auf Diagnose von unterrichtsnahen Merkmalen der Lernenden und ihre Förderung auszurichten. Damit ist das Prinzip der Ausrichtung an unterrichtlichen Kernpraktiken (Garet et al., 2001; Lipowsky & Rzejak, 2019) hier umgesetzt. Dies wird ermöglicht über unterrichtliche Erprobungen konkreter Materialien und Anregungen zu entsprechenden Reflexionen zu spezifischen fachlichen Themen (Swan, 2007). Auf diese Weise werden Lehrkräfte dabei unterstützt, sich auf änderbare Herausforderungen und Ursachen zu konzentrieren, und zu diesen Wirkungserfahrungen zu sammeln.

Auch die weiteren personalen und systemischen Bedingungen dieser Prozesse können durch wissenschaftliche Entwicklungen unterstützt werden. Hierbei liegen zwar erste Forschungsbefunde zu geeigneten Unterstützungsstrategien vor (Cobb & Jackson, 2021; Prediger, 2023), doch ist die weitere Erforschung der Unterstützungsangebote ihrer Wirkungen und Gelingensbedingungen notwendig, um sie auch für Schulen in herausfordernder Lage so treffsicher wie möglich auszugestalten.

## Literatur

- Autor:innengruppe Bildungsberichterstattung (2022). *Bildung in Deutschland, 2022. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zum Bildungspersonal*. wbv. <https://doi.org/10.3278/60018>, 20hw
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) & KMK (Kultusministerkonferenz) (2019). *Schule macht stark. Gemeinsames Initiative von Bund und Ländern zur Unterstützung von Schulen in sozial schwierigen Lagen*. (Verfügbar unter [https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/downloads/files/schule-macht-stark\\_bund-laender-vereinbarung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/downloads/files/schule-macht-stark_bund-laender-vereinbarung.pdf?__blob=publicationFile&v=1); letzter Zugriff: 23.01.2023).
- Cobb, P. & Jackson, K. (2021). An empirically grounded system of supports for improving the quality of mathematics teaching on a large scale. *Implementation and Replication Studies in Mathematics Education*, 1(1), 77–110. <https://doi.org/10.1163/26670127-01010004>
- Deci, E. & Ryan, R. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2271-7>
- Gaidoschik, M., Moser Opitz, E., Nührenböcker, M. & Rathgeb-Schnierer, E. (2021). Besondere Schwierigkeiten beim Mathematiklernen. *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, 47(111S), 3–19.
- Garet, M., Porter, A., Desimone, L., Birman, B. & Yoon, K. S. (2001). What makes professional development effective? Results from a national sample of teachers. *American Educational Research Journal*, 38(4), 915–945. <https://doi.org/10.3102/00028312038004915>

- Götze, D., Selter, C. & Zannetin, E. (2020). *Das KIRA-Buch: Kinder rechnen anders. Verstehen und Fördern im Mathematikunterricht*. Klett.
- Herold-Blasius, R., Brandt, J., Knaudt, K. & Selter, C. (2022). Lehrkräfteheterogenität, Praxiserprobungen und Transfer ins Kollegium. Das Verbundprojekt "Schule macht stark". *Beiträge zum Mathematikunterricht, 2022*, 833–837.
- Jaworski, B. (2006). Theory and practice in mathematics teaching development: Critical inquiry as a mode of learning in teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 9(2), 187–211. <https://doi.org/10.1007/s10857-005-1223-z>
- Lipowsky, F. & Rzejak, D. (2019). Was macht Fortbildungen für Lehrkräfte erfolgreich? – Ein Update. In B. Groot-Wilken & R. Körber (Hrsg.), *Nachhaltige Fortbildungen für Lehrerinnen und Lehrer* (S. 15–56). WBV.
- Prediger, S. (2023). Implementation von Förderkonzepten zum Aufarbeiten von Verstehensgrundlagen. *Mathematica Didactica*, 46(1), 1–18.
- Roesken-Winter, B., Stahnke, R., Prediger, S. & Gasteiger, H. (2021). Towards a research base for implementation strategies addressing mathematics teachers and facilitators. *ZDM – Mathematics Education*, 53(5), 1007–1019. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01220-x>
- Rolff, H.-G. (2016). *Schulentwicklung kompakt: Modelle, Instrumente, Perspektiven*. Weinheim: Basel.
- Schwippert, K., Kasper, D., Köller, O., McElvany, N., Selter, C., Steffensky, M. & Wendt, H. (2020). *TIMSS 2019. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich*. Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830993193>
- Selter, C., Prediger, S., Nührenbörger, M. & Hußmann, S. (Hrsg.). (2014). *Mathe sicher können – Natürliche Zahlen. Förderbausteine und Handreichungen für ein Diagnose- und Förderkonzept zur Sicherung mathematischer Basiskompetenzen*. Cornelsen. (Verfügbar unter <http://mathe-sicher-koennen.dzlm.de/002>; letzter Zugriff: 23.01.2024)
- Stanat, P., Schipolowski, S., Schneider, R., Karoline A. Sachse, Weirich, S. & Henschel, S. (2022). *IQB-Bildungstrend 2021*. Waxmann.
- Swan, M. (2007). The impact of task-based professional development on teachers' practices and beliefs: A design research study. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10(4–6), 217–237. <https://doi.org/10.1007/s10857-007-9038-8>
- Ufer, S., Reiss, K. & Mehringer, V. (2013). Sprachstand, soziale Herkunft und Bilingualität. In M. Becker-Mrotzek, K. Schramm, E. Thürmann & H. J. Vollmer (Hrsg.), *Sprache im Fach* (S. 167–184). Waxmann.
- Wilhelm, A. G., Munter, C. & Jackson, K. (2017). Examining relations between teachers' explanations of sources of students' difficulty in mathematics and students' opportunities to learn. *The Elementary School Journal*, 117(3), 345–370. <https://doi.org/10.1086/690113>