

Zusammenhang von Herkunftsmerkmalen, häuslichen und fernunterrichtlichen Lernbedingungen mit Mathematikleistung bei pandemiebedingten Schulunterbrechungen

Susanne Prediger^{1,2} & Anke Wischgoll²

¹ IPN Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik,
Olshausenstraße 62, 24118 Kiel, prediger@leipniz-ipn.de

² TU Dortmund, Institut für Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts

Quelle. Prediger, Susanne & Wischgoll, Anke (2026). Zusammenhang von Herkunftsmerkmalen, häuslichen und fernunterrichtlichen Lernbedingungen mit Mathematikleistung bei pandemiebedingten Schulunterbrechungen. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 29(4), 1247–1275. <https://doi.org/10.1007/s11618-025-01364-6> (Open Access)

Zusammenfassung. Die pandemiebedingten Schulunterbrechungen (durch Schließungen und individuelle Fernzeiten) scheinen die sozialen und migrationsbedingten Disparitäten in den erzielten Mathematikleistungen von Lernenden in Deutschland verstärkt zu haben. Bisherige Forschung hat sich mit der Unterschiedlichkeit der häuslichen und fernunterrichtlichen Lernbedingungen befasst. Jedoch sind Herkunftsmerkmale, häusliche und fernunterrichtlichen Lernbedingungen bisher kaum mit Fachleistungen in Beziehung gesetzt worden. Die vorliegende querschnittlich angelegte Studie verfolgt das Ziel, Einblick in die Zusammenhänge zwischen Herkunftsmerkmalen, häuslichen und fernunterrichtlichen Lernbedingungen und Mathematikleistung zu gewinnen. Dazu wurden die Leistungsdaten von n = 2023 Kindern zu Beginn der fünften Klasse deskriptiv und mehrerebenenanalytisch ausgewertet. Wie in anderen Studien zeigt sich, dass Kinder mit niedrigem sozioökonomischem Status oder der ersten Migrationsgeneration unterdurchschnittlich ungünstige häusliche Lernbedingungen aufweisen, aber im Durchschnitt etwas intensiver von Lehrkräften betreut wurden als ihre Klassen. Erstmals ermittelt wurde für diese Altersgruppe, welche der Lernbedingungen prädiktiv für die Mathematikleistungen waren: Häuslichen Lernbedingungen wie Technik-Ausstattung sowie fernunterrichtlichen Lernbedingungen wie regelmäßige Abgaben erwiesen sich als signifikante Prädiktoren für die Mathematikleistung. Vermutungen zur sozialen und migrationsbedingten Benachteiligung während der Schulschließungen und individuellen Fernzeiten können mit diesen Befunden ausdifferenziert werden.

Schlüsselwörter. Mathematikleistung; soziale und migrationsbedingte Disparitäten; häusliche und fernunterrichtliche Lernbedingungen; pandemiebedingte Schulunterbrechungen; Mehrebenenmodelle

Title. Predictors for mathematics achievement for vulnerable students: Background variables and family and distance learning conditions during pandemic school closures.

Abstract. Pandemic-related school disruptions (by closures or individual distance learning periods) appear to have social and immigration-related disparities in the mathematics achievement of students in Germany. Previous research has addressed the disparity in home and distance learning conditions. However, characteristics of origin, home and distance learning conditions have hardly been related to mathematics achievement. This cross-sectional study aims to gain insight into the relationships between background variables, home and distance learning conditions and mathematics achievement. To this end, the achievement data of n = 2023 children at the beginning of Grade 5 were analyzed descriptively and with multilevel models. As in other studies, it was found that children with a low socio-economic status or from first immigrant generation had below-average home learning conditions, but received slightly above-average intensive support from teachers compared to their classmates. For the first time for this age group, connections between learning conditions during school closures and mathematics achievements were examined: The home learning conditions such as technology equipment as well as the distance learning conditions such as regular written homework assignments proved to be significant predictors of mathematics achievement. Assumptions about social and immigration-related disadvantages during school disruptions can be differentiated with these findings.

Keywords. Mathematics achievement, social and immigration-related disparities, home and distance learning conditions, pandemic school closures, multilevel models

1. Einleitung

Zu den großen Herausforderungen des deutschen Bildungssystems zählen soziale und migrationsbedingte *Disparitäten* in den Fachleistungen (Schimpl-Neimanns 2000), d. h. die *Herkunftsmerkmale sozioökonomischer Status und Migrationshintergrund* hängen mit Leistungen von Kindern und Jugendlichen stärker zusammen als in anderen Ländern (OECD 2016). Dieser Zusammenhang wird durch unterschiedliche Lernmilieus verstärkt (Baumert et al. 2002). Für Kinder der Klasse 4 sind laut IQB-Bildungstrend diese sozialen und migrationsbedingten Leistungsdisparitäten in den Mathematikleistungen von 2011 bis 2021 angestiegen (Stanat et al. 2022), für 15-Jährige blieben sie in der PISA-Studie von 2018 bis 2022 weiterhin hoch (Mang et al. 2023).

In Wissenschaft und Öffentlichkeit wurden Befürchtungen geäußert, dass sich Disparitäten durch pandemiebedingte Schulunterbrechungen (durch Schulschließungen und individuelle Fernlernzeiten zur Infektionsvermeidung) weiter verstärkten, d. h. dass gerade Lernende mit niedrigem sozioökonomischem Status (SES) oder Migrationshintergrund besonders benachteiligt gewesen sein könnten (z. B. Butterwegge & Butterwegge 2022; Herzog et al. 2022). Dabei wurden sowohl *häusliche Lernbedingungen* (d. h. die materialen und personalen Ressourcen die zuhause angeboten werden konnten) als auch *fernunterrichtliche Lernbedingungen* (d. h. die Angebote, die von Lehrkräften während der Schließung zur Verfügung gestellt wurden) diskutiert. Umfrageergebnisse bestätigten die Befürchtungen zu differentiellen häuslichen Lernbedingungen je nach SES (Helm et al. 2021) und Migrationshintergrund (ADAS & LIFE 2020) sowie für beide Herkunftsmerkmale in einer Begleituntersuchung der PISA-Studie (Lewalter et al. 2023). Zahlreiche kleinere Studien belegten zudem, dass sich neben häuslichen auch schulische Lernbedingungen in der Pandemie substanziell unterschieden (Huber et al. 2023), also erhebliche Lerngelegenheitsdisparitäten existierten. Mit Ausnahme der PISA-Begleitstudie (Lewalter et al. 2023) sind allerdings die häuslichen und fernunterrichtlichen Lernbedingungen während der Schulunterbrechungen bislang kaum mit Leistungsdaten zusammengebracht worden, und bislang nicht für Kinder der Klasse 4/5, bei denen die sozialen und migrationsbedingten Leistungsdisparitäten besonders anstiegen (Stanat et al. 2022).

Daher werden in der hier vorliegenden Studie die Mathematikleistungen von $n = 2023$ Kindern der Klasse 5 aus nicht-gymnasialen Bremer Schulen bzgl. folgender Forschungsfrage untersucht: *Wie hängt die Mathematikleistung in Klasse 5 mit individuellen Merkmalen und häuslichen und fernunterrichtlichen Lernbedingungen während der pandemiebedingten Schulunterbrechungen zusammen?*

Im Theorieteil (Abschnitt 2) werden ausgehend vom Forschungsstand die zu betrachtenden Herkunftsmerkmale und Lernbedingungen identifiziert. In Abschnitt 3 werden ihre Operationalisierung in den Methoden der Datenerhebung sowie die Methoden der Datenauswertung erläutert. Der Empirieteil (Abschnitt 4) stellt die ermittelten Modelle vor, die abschließend (Abschnitt 5) diskutiert werden.

2. Forschungsstand zu benachteiligungsinduzierenden Herkunftsmerkmalen und zu Lernbedingungen als potenzielle Prädiktoren

2.1 Potenziell benachteiligende Herkunftsmerkmale und Forschungsergebnisse zu ihrer spezifischen Relevanz in der Pandemie

Schon in der PISA-Studie 2012 war Deutschland eines der Länder mit den größten sozialen und migrationsbedingten Disparitäten (OECD 2016) und lag über dem OECD-Durchschnitt. Dagegen spielt das Geschlecht für die deutschen Pisa- und IQB-Ergebnisse eine geringere Rolle. In anderen Studien zeigte sich, dass der negative Zusammenhang von Migrationshintergrund und Mathematikleistung weniger über das Merkmal Mehrsprachigkeit bzw. Zeitpunkt des Deutschenerwerbs, sondern stärker über Sprachkompetenzen in der Bildungssprache erklärt wird (Ufer et al. 2013), die auch für Lernende mit niedrigem sozioökonomischem Status oft relevant sind. Sprachkompetenzen werden dabei in verschiedenen Studien über Lesekompetenz operationalisiert (Huebner et al. 2022; Paetsch et al. 2015). In der PISA-Studie 2022 sind die sozialen und migrationsbedingten Leistungsdisparitäten gegenüber 2018 nicht substantiell weiter angestiegen (Mang et al. 2023), bei den Kindern der Klasse 4 dagegen schon (Stanat et al. 2022).

Hintergründe für diese spezifisch hohen sozialen und migrationsbedingten Leistungsdisparitäten wurden auf unterschiedlichen Ebenen identifiziert: Zum einen führen unterschiedliche familiäre Anregungen oder Migration schon vor Schulbeginn zu erheblich heterogenen *Lernvoraussetzungen*, die prädiktiv für weitere Lernentwicklungen sind (Becker et al. 2022), z.B. Sprach- bzw. Lesekompetenzen (Stanat 2006; Thürmann et al. 2010). Familien weisen zudem unterschiedlich starke Ressourcen auf, Schulkinder in schulischen Angelegenheiten zu unterstützen (Dumont et al. 2012), dies wird als *häusliche Lernbedingungen* im Weiteren genauer betrachtet. Dass Deutschland stärkere Leistungsdisparitäten als sozialstrukturell vergleichbare Länder aufweist, muss jedoch auch auf unterschiedliche *unterrichtliche Lernbedingungen* in den Schulen zurückgeführt werden, die heterogene Lernvoraussetzungen weniger gut kompensieren als in anderen Ländern (OECD 2016). Nachgewiesen wurden zudem institutionelle und Klassenkompositionseffekte des sozial hoch segregierten deutschen Schulsystems, die selbst bei Kontrolle der Lernvoraussetzungen Leistungsdisparitäten weiter verstärken (Becker et al. 2022; Maaz et al. 2008, Fauth et al. 2021). Von vielfältigen unterrichtlichen Lernbedingungen werden im folgenden *fernunterrichtliche Lernbedingungen* genauer untersucht und institutionelle Effekte durch Mehrebenenanalysen berücksichtigt.

In Bezug auf mögliche Folgen der pandemiebedingten Schulunterbrechungen zeigte sowohl der IQB-Bildungstrend für Klasse 4 (Stanat et al. 2022) als auch weitere Leistungsstudien, dass sich nach mehrmonatiger Pandemie sozial- und migrationsbedingte Disparitäten weiter verstärkt haben: Im Baden-Württemberger Lernstand 5 zeigte die Pandemie-Kohorte geringere Mathematikleistungen als die Vor-Pandemie-Kohorten (Schult et al. 2022). Diese Abstände konnten auch im Hamburger Lernstand 5 für Lernende mit niedrigem SES belegt werden (Deppling et al. 2021). In beiden Studien zeigte sich ein Zusammenhang von SES und Leistungsrückgang, der genauer untersucht werden soll, weil nicht jedes statistisch potenziell benachteiligte Kind tatsächlich ungünstige Lernbedingungen hat.

Als *potenziell benachteiligt* werden in diesem Artikel Lernendengruppen bezeichnet, die aufgrund eines geringen sozioökonomischen Status oder Migrationshintergrunds ein höheres statistisches Risiko haben, geringe Mathematikleistungen zu erzielen (Thürmann et al. 2010),

ohne dass jedes einzelne Kind betroffen sein muss. Aus *potenziell benachteiligt* wird *tatsächlich benachteiligt*, wenn diese Lernenden tatsächlich unterdurchschnittlich förderlich gestalteten Lernbedingungen ausgesetzt sind. Inwiefern potenziell benachteiligte Kinder während der Schulunterbrechungen tatsächlich benachteiligt waren, soll hier während in Bezug auf fernunterrichtliche und häusliche Lernbedingungen untersucht werden.

2.2 Forschungsstand zu fernunterrichtlichen Lernbedingungen

Im deutschsprachigen öffentlichen Diskurs wurde Unterricht während pandemiebedingter Schulunterbrechungen als „Homeschooling“ bezeichnet. Jedoch empfehlen Helm et al. (2021) Fernunterricht als passendere Konzeptualisierung, denn typische Lernbedingungen des US-amerikanischen Homeschoolings (freiwilliges elterliches Engagement mit autonomen inhaltlichen Schwerpunktsetzungen und Aufgaben) waren nicht erfüllt. Vielmehr waren typische Bedingungen des Fernunterrichts eingetreten, dazu gehören insbesondere die fehlende alternative Präsenzbeschulung und der „Verbleib der Verantwortung für die Gestaltung des Bildungsangebotes“ bei den Schulen (Helm et al. 2021, S. 240). Bei gut geplantem Fernunterricht kann die Meta-Analyse von Means et al. (2013) keine Vor- oder Nachteile für fachliche Leistungszuwächse gegenüber Präsenzunterricht feststellen, dies gilt allerdings nicht für den unvorbereitet erzwungenen Fernunterricht während pandemiebedingter Schulunterbrechungen.

Helm et al. (2021) schlagen vor, aus dem Forschungsstand zum Fernunterricht verschiedene Bündel von fernunterrichtlichen Lernbedingungen systematisch für die Untersuchung der *Lernbedingungen bei Schulunterbrechungen* zu berücksichtigen: Qualität und Quantität, Aufgabenpraxis, Autonomie und Empathie/Lehrkraft-Interesse. Davon untersucht wurden in 97 zusammengefassten Umfragen zum pandemiebedingten Fernunterricht vor allem *Videokonferenzen* als Kontakt und Austausch in der ganzen Lerngruppe sowie *Einzelgespräche* oder schriftliches *Feedback* als individuelle Lernunterstützung und Überprüfung, da Feedback allgemein als hoch lernwirksam gilt (Hattie & Timberley 2007). Zahlreiche rein deskriptiv angelegte Umfragen geben Aufschluss über sehr breite Streuungen bzgl. dieser fernunterrichtlichen Lernbedingungen (Helm et al. 2021). Aus Lernendensicht gaben Jugendliche in einer Befragung an (Züchner & Jäckel 2021), dass ihnen während der Schulunterbrechungen regelmäßiges individuelles Feedback die Bearbeitung der Lernaufgaben erleichtert hatte. Austausch in *Videokonferenzen* hingegen nannten sie für die Aufgabenbearbeitung weniger wichtig. Deutsche Mathematik-Lehrkräfte berichteten deutlich seltener als niederländische und belgische Lehrkräfte in Bezug auf die Realisierung der fernunterrichtlichen Lernbedingungen in den ersten Schulunterbrechungen 2020 von Kontakt und Austausch in der ganzen Lerngruppe sowie von individueller Lernunterstützung und Überprüfung (Drijvers et al. 2021). Der häufige Rückgriff auf *Lernvideos* konnte oft mit fehlenden Lern-Inputs durch die Lehrkräfte in Verbindung gebracht werden (Drijvers et al. 2021). Der Einsatz von Lernvideos gibt allerdings keine Auskunft über die Passung zwischen Lern-Input und Aufgaben, die zu den wichtigen Voraussetzungen für erfolgreiche Lernprozesse zählen (Helm et al. 2021). Darüber hinaus konnte qualitativ nachgewiesen werden (Frohn 2021), dass die Aufrechterhaltung einer zwischenmenschlichen Beziehung als eine mögliche Umsetzung von *Lehrkraft-Interesse* für die Lernenden zu relevanten fernunterrichtlichen Lernbedingungen zählt (Helm et al. 2021).

Zusammenhänge der fernunterrichtlichen Lernbedingungen während der pandemiebedingten Schulunterbrechungen zum fachlichen Lernen, die zu Beginn der Pandemie vermutet wurden (Drijvers et al. 2021; Helm et al. 2021), wurden überwiegend auf Basis von selbstberichteten Leistungen untersucht (Hofer et al. 2023; Huber et al. 2023; Steinmayer et al. 2021; Züchner & Jäkel 2021), jedoch kaum mit standardisiert gemessenen Leistungen zusammengebracht (Huber et al. 2023).

In der PISA-Ergänzungsstudie zeigten sich erhebliche, von Lehrkräften und Schulleitungen berichtete Schulformdifferenzen in vielen dieser fernunterrichtlichen Lernbedingungen, sie bestätigen also institutionelle Effekte durch Disparitäten der Lerngelegenheiten (Lewalter et al. 2023). Die zusammengefassten Merkmale für fernunterrichtliche Lernbedingungen auf Schulebene („Einschränkungen beim Distanzunterricht“, $b = -3,81$) und Individualebene („schulische Unterstützung“, $b = 5,77$) wurden prädiktiv für Mathematikleistungen (S. 305), so dass sich eine ausdifferenzierende Untersuchung der Zusammenhänge mit einzelnen fernunterrichtlicher Lernbedingungen weiter lohnt.

2.3 Forschungsstand zu häuslichen Lernbedingungen

Fehlende häusliche Unterstützungsmöglichkeiten wurden in vielen Diskursbeiträgen als eine weitere Bedingungskonstellation angeführt, die die durch die Pandemie benachteiligten Gruppen besonders getroffen zu haben scheint (Butterwegge & Butterwegge 2022; Herzog et al. 2022). Dabei wurden sowohl die *technische Ausstattung der Elternhäuser* als auch die *familiäre Unterstützung* immer wieder als mögliche Hintergründe angeführt.

Häusliche Lernbedingungen werden in vielen von Helm et al. (2021) zusammengefassten Befragungen als sehr unterschiedlich dargestellt: Die technische Ausstattung steigt mit dem sozioökonomischen Hintergrund (Lewalter et al. 2023; Neuenschwander et al. 2022; Wößmann et al. 2020). Der Platz zum ruhigen Lernen scheint in der IFS-Panel-Studie mit Leseleistungen zusammenzuhängen (Ludewig et al. 2022). Der Verweis auf die differentielle häusliche Lernbedingung der *familiären Unterstützung* ist insofern plausibel, als dass sie sich schon vor der Pandemie in vielen benachteiligten Elternhäusern als geringer ausgeprägt erwiesen hat und nachweislich mit schulischen Leistungen zusammenhängen (Coleman 1987; Ditton & Maaz 2015). Andererseits zeigen genauere Analysen der Hausaufgabenbetreuung durch Eltern, dass nicht die Quantität der Hilfe, sondern ihre Qualität entscheidend ist und einige eher hinderliche Hilfspraktiken existieren (Dumont et al. 2012).

In den pandemiebedingten Distanzphasen wurden bei der Erfassung allgemeiner Lernbedingungen die vielfach angenommenen Zusammenhänge zwischen familiärer Unterstützung und sozioökonomischem Status der Eltern in den Auskünften der Lernenden und Eltern nicht nachgewiesen (Sander et al. 2021). Auch der durchschnittlich angegebene Zeitaufwand für die Lernbetreuung variiert nach SES nur geringfügig (Wößmann et al. 2020). Eltern mit Migrationshintergrund berichten häufiger von Zeitknappheit zur familiären Unterstützung und schätzen häufiger ihr eigenes Wissen als für die Unterstützung nicht ausreichend ein (ADAS & LIFE 2020). In einer fachspezifischen Studie konnte jedoch eine Profilanalyse von Mathematiklernenden während der Pandemie belegen, dass gute häusliche Unterstützung mit hohem SES und guter Mathematikleistung einherging (Hofer et al. 2023), d. h. auch in Bezug auf diese Lernbedingung könnten sich benachteiligende Lerngelegenheiten ergeben haben.

Zahlreiche bereits publizierte Studien basieren nicht nur auf Selbstberichten zu häuslichen Lernbedingungen (die kaum anders zu erfassen sind), sondern auch auf Selbsteinschätzungen zu Auswirkungen auf Leistungen, deren Validität oftmals kritisch hinterfragt wird. Z. B. korrelieren in einer Befragung von Jugendlichen von Züchner & Jäkel (2021) die selbstberichtete hohe elterliche und familiäre Unterstützung negativ mit der Selbsteinschätzung der befragten Jugendlichen, d.h. dass ihnen die Bearbeitung der Lernaufgaben weniger gelinge. Doch bleibt unklar, ob diese Selbsteinschätzung mit standardisierten Leistungstests korrespondiert. Zudem könnte folgender Bezug eine Erklärung geben: Bei mehr Schwierigkeiten mit den Lernaufgaben erhalten die Lernenden mehr familiäre inhaltliche Unterstützung. Diese Hypothese zum adaptiven Unterstützungsverhalten von Eltern in der Pandemie stützt auch die Elternbefragung von Sander et al. (2021).

In der PISA-Begleitstudie bei 15-Jährigen wurde dagegen die Mathematikleistung standardisiert erfasst und der signifikante Zusammenhang zu zwei häuslichen Lernbedingungen konnte nachgewiesen werden: es lag ein negativer Zusammenhang zwischen Mathematikleistung und familiäre Unterstützung ($b = -11.75$) sowie ein positiver Zusammenhang zwischen Mathematikleistung und der Nutzungsmöglichkeit eines eigenen Rechners ($b = 8.89$) (Lewalter et al. 2023, S. 305) vor. Inwiefern dies auch bereits bei 10-Jährigen gilt, wird hier untersucht. Es ist davon auszugehen, dass bei jüngeren Lernenden die häusliche Unterstützung einen höheren Stellenwert hat und dass es den Eltern auch noch besser gelingen könnte (Dumont et al. 2012).

2.4 Fazit und Hypothesen

Insgesamt zeigt der Stand der Forschung Folgendes:

- Es gibt belastbare empirische Befunde zu *geringeren Fachleistungen* der Pandemie-Kohorten im Vergleich zu Vor-Pandemie-Kohorten und verstärkten sozialen Disparitäten bei Kindern für Mathematik in der hier relevanten Altersgruppe (Stanat et al. 2022; Schult et al. 2022; Depping et al. 2021). Diese Befunde haben im öffentlichen Diskurs vielfältige Hypothesen zu ihrer Erklärung hervorgebracht, die jedoch weiter untersucht werden müssen.
- Es gibt zahlreiche deskriptive Befunde zu ungünstigen oder stark schwankenden *fernunterrichtlichen Lernbedingungen* während der Schulunterbrechungen (vgl. Helm et al. 2021), gerade für Schulen mit vielen potenziell benachteiligten Lernenden (Wößmann et al. 2020). Allerdings sind die Zusammenhänge zu den Fachleistungen bislang überwiegend durch Selbsteinschätzungen der Lernenden erfasst. Die PISA-Ergänzungsstudie zeigt für die andere Altersgruppe der 15-Jährigen den Zusammenhang der fernunterrichtlichen Lernbedingungen mit standardisiert gemessener Mathematikleistung (Lewalter et al. 2023).
- Es existieren empirische Befunde zum Zusammenhang *häuslicher Lernbedingungen* mit Fachleistungen vor der Pandemie (Coleman 1987; Ditton & Maaz 2015) und auch Belege der oft vermuteten differenziellen häuslichen Lernbedingungen während der Pandemie (Helm et al. 2021; Hofer et al. 2023; Wößmann et al. 2020). Der Zusammenhang von familiärer Unterstützung und Fachleistung scheint komplex (Dumont et al. 2012; Hofer et al. 2023; Sander et al. 2021), aber zumindest für 15-Jährige relevant (Lewalter et al. 2023).

Insgesamt zeigt sich also, dass die fernunterrichtlichen und häuslichen Lernbedingungen weiter ausdifferenziert und diejenige Altersgruppe genauer untersucht werden sollte, für die die Leistungsdisparitäten nach der Pandemie weiter deutlich gewachsen sind. Das sind die 10-Jährigen.

Um Schulformeffekte (deutlich aufgezeigt in den schulischen Lernbedingungen bei Lewalter et al. 2023) zu reduzieren, fokussieren wir daher ausschließlich auf nicht-gymnasiale Schulen. Auf Basis des skizzierten Forschungsstands formulieren wir folgende Forschungsfrage:

FF *Wie hängt die Mathematikleistung in Klasse 5 mit individuellen Merkmalen, häuslichen und fernunterrichtlichen Lernbedingungen während der pandemiebedingten Schulunterbrechungen zusammen?*

Untersucht werden dazu drei Hypothesen:

- H1** Lernende mit niedrigem SES oder Migrationshintergrund unterscheiden sich von der Gesamtstichprobe in (a) Mathematikleistung, der Kontrollvariable Leseleistung und (b) häuslichen, nicht aber (c) fernunterrichtlichen Bedingungen.
- H2** Die individuellen Merkmale (sozioökonomischer Status, Migrationshintergrund, Leseleistung, Geschlecht) stehen mit den häuslichen, aber nicht mit den fernunterrichtlichen Lernbedingungen in Zusammenhang.
- H3** (a) sozioökonomischer Status, (b) Migrationshintergrund, (c) Leseleistung sowie (d) häusliche und (e) fernunterrichtliche Lernbedingungen sind signifikante Prädiktoren der Mathematikleistung.

3. Methoden

Die Forschungsfragen wurden bearbeitet anhand einer Leistungserhebung in 30 Bremer Schulen mit Kindern des Jahrgangs 5 im September 2021 nach eineinhalb Jahren mit durch Schulunterbrechungen, wie mehreren Wochen vollständiger Schließung sowie individuellen zusätzlichen Fernunterrichtszeiten bei Ansteckungsgefahr. Im Folgenden werden die Methoden der Datenerhebung und das Sample (Abschnitt 3.1) und die Methoden der Datenauswertung (Abschnitt 3.2) vorgestellt.

3.1 Methoden der Datenerhebung und Stichprobe

3.1.1 Instrument für Mathematikleistung und individuelle Merkmale

Folgende Instrumente zur Erfassung der abhängigen Variable Mathematikleistung, sowie der Kontrollvariable Leseleistung, Geschlecht, SES und Migrationshintergrund, wurden bei den Kindern der Klasse 5 eingesetzt:

- Die *Mathematikleistung* wurde mit dem standardisierten Test BasismathG 4+/5 (Moser Opitz et al. 2016) erhoben. Er umfasst 63 Items zu arithmetischen Basiskompetenzen, insbesondere zum Stellenwertverständnis (Zahlen aufschreiben, Große Zahlen, Zahlenstrahl, Multiplikation und Division), Operationsverständnis (Malaufgaben am Punktefeld, Mal- und Geteiltaufgaben, Textaufgaben, Zählen vorwärts in Zweierschritten, Zählen rückwärts in Zehnerschritten, Zählen rückwärts in Hunderterschritten), Kopfrechnen (Kopfrechnen, Mal 2/Durch 2) und Zahlzerlegungen (Finde Rechnungen, Ergänzen). Der Test erreichte in der Normierungsstichprobe eine hohe interne Konsistenz mit Cronbachs α von 0,93 (Moser Opitz et al. 2016).

- Die *Leseleistung* wurde als Merkmal zur Erfassung der sprachlichen Lernvoraussetzungen herangezogen, für die bereits wiederholt ein enger Zusammenhang zur Mathematikleistung gezeigt wurde (Huebner et al. 2022; Paetsch et al. 2015; Ufer et al. 2013). Leseleistung wurde erfasst mit dem ELFE-Schnelltest zur Leseleistung, der Leseverständnis unter Zeitdruck mit 120 Items misst. Die drei Subskalen auf Wort-, Satz- und Textebene weisen eine hohe interne Konsistenz auf mit Cronbachs α zwischen 0,92 und 0,97; die Retest-Reliabilität in der Normierungsstichprobe betrug $r = 0,93$ (Lenhard et al. 2009).
- *Geschlecht* wurden durch Selbstauskunft der Kinder als Mädchen oder Junge erfasst.
- Für die Erhebung des *SES* wurde auf die oft genutzte, ökonomische Bücherskala mit Illustrationen zurückgegriffen, die eine gute Reliabilität aufweist ($r = 0,80$, vgl. Paulus 2009). Ein niedriger SES wurde über die Illustrationen „keine Bücher“ oder „sehr wenige Bücher“, ein mittlerer SES wurde über die Illustration „genügend Bücher für 1 Regalbrett“ und ein hoher SES wurde über die Illustrationen „drei Regalbretter“ (mindestens 100 Bücher) oder „mindestens ein Regal“ erfasst.
- Der *Migrationshintergrund* (Geburtsland von Lernenden und Eltern) wurde übereinstimmend durch Selbstauskunft der Kinder und durch Elternauskunft aus der offiziellen Bremer Schulstatistik erfasst (zu denen unsere Daten durch die Senatorischen Behörde pseudonymisiert verknüpft wurden). Während die Bremer Schulstatistik eine dichotome Unterscheidung zwischen Migrationshintergrund und kein Migrationshintergrund der Eltern angab, konnte durch die Befragung der Kinder zusätzlich in erste und zweite Migrationsgeneration der Familie differenziert werden. Bei den drei abweichenden Fällen wurde die Selbstauskunft der Kinder in den Datensatz einbezogen.

3.1.2 Instrument zur Erfassung der häuslichen und fernunterrichtlichen Lernbedingungen

Basierend auf dem nicht einheitlichen Forschungsstand, welche häuslichen und fernunterrichtlichen Lernbedingungen zum einen relevant und zum anderen differentiell verteilt sein könnten, wurden die in Tabelle 1 aufgeführten Items zu ihrer Erfassung in den Fragebogen der Kinder integriert. Die Items orientieren sich an Züchner & Jäckel (2021) sowie Frohn (2021) und Überblicken aus Helm et al. (2021).

Tabelle 1: Items zur Erfassung der häuslichen und fernunterrichtlichen Lernbedingungen aus Kinder-Fragebogen

Items	Item-Ausprägungen
Häusliche Lernbedingungen: „Wie hast du zu Hause gelernt, als die Schule geschlossen war?“	
<i>Bedingungen der familiären Unterstützung:</i>	
• Lernplatz-Ausstattung: „Hattest du einen ruhigen (0 = Nein, 1 = Ja) Platz zum Lernen?“	
• Technik-Ausstattung: „Hast du zu Hause einen Com- (0 = Nein, 1 = Ja) puter, ein Laptop oder ein Tablet zum Arbeiten?“	
• Technik-Hilfe: „Haben dir deine Eltern oder Verwand- (0 = Nein, 1 = Ja) ten beim Benutzen der Technik geholfen?“	
• Inhalts-Hilfe: „Wie oft haben deine Eltern oder Ver- (3 = an jedem Schultag, 2 = 3-4 mal in der Woche wandten dir bei den Mathe-Aufgaben geholfen?“ 1 = 1-2 mal in der Woche, 0 = nie)	
Fernunterrichtliche Lernbedingungen: „Wie war der Distanz-Unterricht, als die Schule geschlossen war?“	
<i>Digitale unterrichtliche Lernbedingungen</i>	

- Mündlich in **Videokonferenzen**: „Wie oft hattest du Mathe-Unterricht in Videokonferenzen, als ihr im Distanzunterricht wart?“ (3 = an jedem Schultag, 2 = 3-4 mal in der Woche, 1 = 1-2 mal in der Woche, 0 = nie)
- Lernangebote durch **Lernvideos**: „Wie oft hast du Mathe-Lernvideos angeschaut?“ (3 = an jedem Schultag, 2 = 3-4 mal in der Woche, 1 = 1-2 mal in der Woche, 0 = nie)

Aufgabenbezogene Lernunterstützung und Überprüfung:

- Mündlich durch **Einzelgespräche**: „Wie oft hattest du Einzelgespräche mit deiner Lehrerin oder deinem Lehrer?“ (3 = jede Woche, 2 = alle 2 Wochen, 1 = alle 3 Wochen oder seltener, 0 = nie)
- Schriftlich durch **Abgaben**: „Wie oft hast du deine Lösungen zu Mathe-Aufgaben abgegeben?“ (3 = jede Woche, 2 = alle 2 Wochen, 1 = alle 3 Wochen oder seltener, 0 = nie)
- Schriftlich durch **Feedback**: „Wie oft hast du Rückmeldung zu deinen Mathe-Aufgaben bekommen?“ (3 = jede Woche, 2 = alle 2 Wochen, 1 = alle 3 Wochen oder seltener, 0 = nie)
- **Lehrkraft-Interesse**: „Wie wichtig war deiner Mathe-Lehrkraft in dieser Zeit, dass du etwas lernst?“ (3 = sehr wichtig, 2 = eher wichtig, 1 = eher nicht so wichtig, 0 = nicht wichtig)

3.1.3 Stichprobe

Im September 2021 umfasste die offizielle Bremer Schulstatistik insgesamt 4.888 Kinder im Jahrgang 5 aller Schulformen. Die Gesamtkohorte des Jahrgangs hatte zu diesem Zeitpunkt während ihrer 3./4. Klasse sowohl im Frühjahr/Sommer 2020 und Winter/Frühjahr 2021 mehrwöchige, je nach Schule leicht unterschiedliche Schulschließungen sowie zusätzliche, teils mehrwöchige individuelle Fernunterrichtszeiten bei Ansteckung und Ansteckungsgefahr erlebt.

Tabelle 2: Überblick zu deskriptiven Daten der Untersuchungsstichprobe im Vergleich zur Bremer Gesamtkohorte

Variable	Gruppierung	Gesamtkohorte 2021	Untersuchungsstichprobe
Gesamtkohorte	Kinder des Jahrgangs 5 aus der Großstadt Bremen (Gesamtbevölkerung ≈ 680.000)	4888	2023
Schulen	Gymnasium	10	0
	Oberschulen / Gesamtschulen	33	30
Geschlecht	Weiblich	2322 (47,9 %)	987 (50,4 %)
	Männlich	2536 (52,1 %)	971 (49,6 %)
Migrationshintergrund	1. Migrationsgeneration (Kind selbst immigriert)	1042 (24,7 %)	445 (22,4 %)
	2. Migrationsgen. (mind. 1 Elternteil immigriert)	1757 (32,6 %)	811 (40,8 %)
	Kein Migrationshintergrund / ab 3. Generation	2089 (46,5 %)	734 (36,9 %)
Sozioökonomischer Status (Selbstauskunft Bücher-Index)	Niedriger SES („keine“ oder „sehr wenige“ Bücher)	(nicht erfasst)	851 (42,8 %)
	Mittlerer SES („genügend Bücher für 1 Regalbrett“)		506 (25,4 %)
	Hoher SES („3 Regalbretter“ oder „mind. 1 Regal“)		633 (31,8 %)

2422 Kinder an 30 der insgesamt 33 Bremer Oberschulen (inkl. Gesamtschulen) sowie an 3 von 10 Gymnasien haben im September 2021 den BasisMathG4+/5 geschrieben. Um größere Vergleichbarkeit herzustellen, wurden die 76 Kinder der drei Gymnasien sowie die 293 Lernenden mit sonderpädagogisch festgestelltem Förderbedarf ausgeschlossen. Zudem wurden 30 Fälle ausgeschlossen, bei denen zu mindestens einem Bereich (individuelle Merkmale, häusliche Lernbedingungen, fernunterrichtliche Lernbedingungen) weniger als die Hälfte beantworteter Items vorlagen. Daher umfasst die Stichprobe insgesamt für unsere Untersuchung

n = 2023 Kinder aus 141 Schulklassen von 30 Bremer Oberschulen (bzw. Gesamtschulen) zu Beginn des 5. Schuljahrs. Die durchschnittliche Klassengröße liegt bei 14,3 Kindern. Die durchschnittliche Anzahl Schulklassen an den jeweiligen Schulen beträgt 4,7. Mit der Untersuchungsstichprobe wurde ein großer Anteil potenziell benachteiligter Lernender erfasst. 63,1% der Kinder berichten einen Migrationshintergrund, 42,8% der Kinder berichten einen niedrigen sozioökonomischen Status.

3.2 Methoden der Datenauswertung

Die Überprüfung der Vollständigkeit des Datensatzes ergab, dass die für die Fragestellung relevanten Variablen fehlende Werte zwischen 0 und 5,7% aufwiesen, davon betroffen waren 22,87% der Fälle. Der MCAR-Test nach Little (MCAR: missing completely at random), den wir zur Überprüfung der absoluten Zufälligkeit der Verteilung der fehlenden Werte durchgeführt haben, war signifikant ($\chi^2 = 806,978$, $df = 732$, $p = 0,03$). Der Anteil der betroffenen Fälle überschritt den kritischen Wert von 5% deutlich. Da der Test nach Little signifikant ausfiel, kann MCAR ausgeschlossen werden. Unter der Annahme von MAR (Enders 2023; van Buuren 2018) wurden die fehlenden Werte durch Multiple Imputation (MI) ersetzt, die als geeignetes und robustes statistisches Verfahren gilt (Enders 2023; Rubin 1987). Um potenzielle systematische Einflüsse zu modellieren, wurden alle Modell-relevanten Variablen als Prädiktoren aufgenommen (Enders 2023). Die MI wurde mit dem R Paket jomo (Quartagno & Carpenter 2016) mit einem hierarchisch kategorischen Mixed-Effects-Modell (jomo1rancathr-Funktion) durchgeführt. Dadurch wurde die 3-Ebenen-Struktur (Lernende, Klasse, Schule) berücksichtigt, indem sowohl feste Prädiktoren wie Mathematik- und Leseleistung als auch zufällige Effekte wie häusliche und fernunterrichtliche Lernbedingungen für Klassen und Schulen einbezogen werden konnten. Es wurden 5 imputierte Datensätze erzeugt mit einer Burn-in-Phase von 1000 Iterationen und 100 Iterationen zwischen den Imputationen.

Zur Untersuchung der Hypothese H1 zu Leistungen und Lernbedingungen potenziell benachteiligter Lernendengruppen wurden die Daten der Teilstichproben mit potenziell benachteiligenden Herkunftsmerkmalen deskriptiv bzgl. Mittelwert (M) und Standardabweichung (SD) mit der gesamten Untersuchungsstichprobe verglichen, um zu identifizieren, bzgl. welcher Lernbedingungen die Lernenden unterdurchschnittliche Bedingungen haben. Unterschiede der einzelnen potenziell benachteiligten Teilstichproben zum Stichprobenmittelwert wurden mit gerichteten *t*-Tests gerechnet.

Zur Untersuchung der Hypothese H2 wurden Zusammenhängen in Korrelationen bestimmt.

Zur Untersuchung der Hypothese H3 zu signifikanten Prädiktoren der Mathematikleistung und verschiedenen Prädiktoren wurden lineare gemischte Modelle berechnet. Im ersten Modell wurden die individuellen Herkunftsmerkmale *Geschlecht*, *SES*, *Migrationshintergrund* sowie *Leseleistung* in das Modell aufgenommen, die kategorialen Merkmale SES und Migrationshintergrund mit mehreren Dummy-Kodierungen. Im zweiten Modell wurden die häuslichen Lernbedingungen (i. e., *Lernplatz-Ausstattung*, *Technik-Ausstattung*, *Technik-Hilfe* und *Inhalts-Hilfe*) zusätzlich aufgenommen. Im dritten Modell wurden die fernunterrichtlichen Lernbedingungen (i. e., *Videokonferenzen*, *Lernvideo*, *Einzelgespräche*, *Abgabe*, *Feedback* und *Lehrkraft-Interesse*) zusätzlich aufgenommen. Die Aufnahme der Prädiktoren erfolgte theoriebasiert entlang einer abgestuften Nähe zum Kind (vgl. Bronfenbrenner 1981), um Kontextfaktoren

schrittweise differenziert modellieren zu können. Dabei wurde jeweils eine dreistufige hierarchische Struktur der Daten (Lernenden in Klassen, Klassen in Schulen) berücksichtigt, wobei die Ebenen Klasse und Schule als zufällige Effekte modelliert wurden. Die Modelle wurden auf jeder der 5 imputierten Datensatzversionen separat geschätzt, und die Ergebnisse nach Rubin's Regeln (Rubin, 1987) gepoolt, um die finalen Schätzwerte zu erhalten. Die Berechnungen wurden in R mit den Paketen lme4 (Bates et al. 2015) und mitml (Grund et al. 2016) durchgeführt. Die Modellgüte wurde anhand des Akaike-Informationskriterium (AIC) verglichen, um die relative Passung des Modells zu bewerten. Der Varianzanteil für die jeweilige hierarchische Ebene (Lernende, Klasse, Schule) wird mit den entsprechenden Interklassenkorrelationen (ICCs) angegeben. Alle Prädiktoren wurden auf der Individualebene in das Modell eingebracht. Auf die Berücksichtigung aggregierter Klassen- oder Schulmerkmale (z. B. Klassenmittelwerte individueller Merkmale) wurde verzichtet, da die Intraklassenkorrelationen auf beiden Ebenen sehr niedrig waren. Somit lag nur ein geringer Anteil der Gesamtvarianz auf Klassen- bzw. Schulebene, wodurch kontextuelle Effekte statistisch nicht belastbar abzubilden wären.

Bestimmt wurden zudem weitere Modelle, in denen Interaktionseffekte einbezogen wurden, da jedoch keiner der Interaktionseffekte signifikant wurde, werden diese nicht berichtet.

Die Analysen zur Beantwortung der Forschungsfragen 1 und 2 wurden in SPSS 28.0 durchgeführt. Die Analysen zur Beantwortung der Forschungsfrage 3 wurde in R Version 4.4.1 (R Core Team 2024) und R Studio 2024.09.0-375 (Posit Team 2024) durchgeführt.

4. Empirische Befunde

4.1 Leistungen und Lernbedingungen der potenziell benachteiligten Teilstichproben

Aus der umfassenden Forschungsfrage werden zunächst deskriptiv die Leistungen und Lernbedingungen von potenziell benachteiligten Lernendengruppen mit der gesamten Untersuchungstichprobe untersucht. Tabelle 3 dokumentiert die Mittelwerte und Standardabweichungen zu Leistungen und Lernbedingungen der gesamten Untersuchungstichprobe sowie der beiden Teilstichproben mit potenziell benachteiligenden Herkunftsmerkmalen (niedriger SES und erste Migrationsgeneration) und folgende Hypothese mit t-tests untersucht:

H1 Lernende mit niedrigem SES oder Migrationshintergrund unterscheiden sich von der Gesamtstichprobe in (a) Mathematikleistung, Leseleistung und (b) häuslichen, nicht aber (c) fernunterrichtlichen Bedingungen.

H1a lässt sich bestätigen, da in unserer Untersuchung Lernende mit niedrigem SES oder Migrationshintergrund signifikant schwächere Mathematikleistungen zeigen: Während der Mittelwert aller 2023 Kinder der Untersuchungstichprobe bei 30,6 Punkten liegt ($SD = 14,6$), wurde durchschnittlich von Kindern mit niedrigem SES 27,6 Punkte ($SD = 14,1$) und von Kindern der ersten Migrationsgeneration 26,8 Punkte ($SD = 14,0$) erzielt. Tabelle 3 zeigt zudem, dass nicht nur die *Mathematikleistungen*, sondern auch die *Leseleistungen* auseinanderfallen.

H1b lässt sich nur teilweise bestätigen, nicht immer erfahren potenziell benachteiligte Lernendengruppen auch tatsächlich weniger förderliche Lernbedingungen: Soziale Benachteiligung wird sichtbar in drei bzw. zwei der vier *häuslichen Lernbedingungen*: Die Kinder mit

niedrigem SES berichten eine unterdurchschnittliche Lernplatz-Ausstattung, Technik-Ausstattung und Technik-Hilfe, Kinder der ersten Migrationsgeneration unterdurchschnittliche Technik-Ausstattung und -Hilfe. Außerdem erhalten beide Teilstichproben minimal überdurchschnittlich intensive Inhalts-Hilfe in den Familien.

Tabelle 3: Vergleich der Mittelwerte, Standardabweichungen der Mathematikleistung, Leseleistung und Lernbedingungen

	Untersuchungs- gesamtstichprobe (n = 2023) <i>M (SD)</i>	Teilstichprobe der Kin- der mit niedrigem SES (n = 851) <i>M (SD)</i>	Teilstichprobe der 1. Migrationsgeneration (n = 445) <i>M (SD)</i>
<i>Abhängige Variable</i>			
Mathematikleistung (BasisMath, max. 63)	30,64 (14,59)	27,61 (14,09)*	26,79 (14,02)*
<i>Kontrollvariablen</i>			
Leseleistung (ELFE, max. 120)	69,97 (21,04)	64,51 (20,44)*	59,59 (22,13)*
<i>Häusliche Lernbedingungen</i>			
Lernplatz-Ausstattung (max. 1)	0,87 (0,34)	0,84 (0,36)*	0,87 (0,34)
Technik-Ausstattung (max. 1)	0,80 (0,40)	0,73 (0,44)*	0,74 (0,44)*
Technik-Hilfe (max. 1)	0,70 (0,46)	0,65 (0,48)*	0,67 (0,47)
Inhalts-Hilfe (max. 3)	1,38 (0,97)	1,44 (0,98)*	1,53 (0,97)*
<i>Fernunterrichtliche Lernbedingungen</i>			
Videokonferenz (max. 3)	1,88 (1,06)	1,91 (1,03)	1,89 (1,02)
Lernvideo (max. 3)	2,06 (0,83)	2,14 (0,81)*	2,00 (0,86)
Einzelgespräche (max. 3)	2,30 (0,91)	2,24 (0,82)*	2,19 (0,98)*
Abgaben (max. 3)	0,68 (0,99)	0,74 (1,02)*	0,79 (1,03)*
Feedback (max. 3)	1,19 (1,16)	1,20 (1,15)	1,21 (1,14)
Lehrkraft-Interesse (max. 3)	0,75 (0,83)	0,76 (0,86)	0,65 (0,83)*

Erklärung: Alle Kinder der Teilstichproben sind auch in der Untersuchungsgesamtstichprobe erfasst. Die Teilstichproben mit niedrigem SES und der 1. Migrationsgeneration überlappen sich bei 2,2% der Kinder. Signifikante Abweichungen der Teilstichproben-Werte von der Untersuchungsgesamtstichprobe (mit $p < .05$) sind mit * gekennzeichnet.

In H1c hatten wir für die fernunterrichtlichen Lernbedingungen keine Unterschiede angenommen, da die hier aufgeführten Kinder der Teilstichproben von denselben Schulen und Klassen wie die gesamte Untersuchungsstichprobe stammen. Doch zeigen sich auch in den *fernunterrichtlichen Lernbedingungen* gewisse Unterschiede: Die Kinder mit niedrigem SES berichten von leicht überdurchschnittlich häufigen schriftlichen Abgaben. Kinder der ersten Migrationsgeneration berichten von überdurchschnittlich häufigen schriftlichen Abgaben und unterdurchschnittlich häufigen Einzelgesprächen mit der Lehrkraft, einhergehend mit einer unterdurchschnittlichen Einschätzung von dem Interesse, das die Lehrkraft ihren Lernzuwächsen entgegenbringt. Um mögliche institutionelle und Kompositionseffekte der Klassen zu kontrollieren, werden die weiteren Analysen mit Mehrebenenmodellen durchgeführt.

4.2 Zusammenhänge der individuellen Merkmale und Lernbedingungen

Zur ersten Betrachtung der Zusammenhänge aller Variablen wurden paarweise Korrelationen berechnet. Korrelationen mit der Stärke bis 0,30 werden als schwach, mit der Stärke über 0,30 bis 0,50 als moderat bezeichnet (Cohen 1988). In Tabelle 4 sind signifikante Korrelationen mit einer Stärke über $r = 0,20$ fett hervorgehoben. Sie ermöglichen die Untersuchung der Hypothese

H2 Die individuellen Merkmale (SES, Migrationshintergrund, Leseleistung, Geschlecht) stehen mit den häuslichen, aber nicht mit den fernunterrichtlichen Lernbedingungen in Zusammenhang.

Die Leseleistung korreliert moderat und signifikant mit der Mathematikleistung ($r = 0,39, p < 0,001$). Unter den weiteren individuellen Merkmalen korreliert nur Geschlecht schwach mit Mathematikleistung; die Mädchen sind leicht schwächer ($r = -0,21, p < 0,001$). Ein niedriger SES korreliert signifikant schwach negativ mit der Leseleistung ($r = -0,18, p < 0,001$), hingegen korreliert ein hoher SES signifikant schwach positiv mit der Leseleistung ($r = 0,15, p < 0,001$). Ebenfalls signifikant schwach positiv korreliert die Leseleistung mit keinem Migrationshintergrund ($r = 0,23, p < 0,001$) und signifikant schwach negativ mit der ersten Migrationsgeneration ($r = -0,27, p < 0,001$).

Keine der häuslichen oder fernunterrichtlichen Lernbedingungen zeigen Korrelationen über 0,20 mit der Mathematikleistung oder der Leseleistung. Untereinander korrelieren signifikant schwach nur zwei Lernbedingungen: Feedback und Abgabe ($r = 0,30, p < 0,001$).

Die Korrelationsanalysen zeigen auf, dass alle Variablen in die linearen Modelle des nächsten Abschnitts aufgenommen werden können. Entgegen der Hypothese H2 korrelieren die fernunterrichtlichen Bedingungen fast ebenso häufig mit den individuellen Merkmalen (in 37% der Paare) wie die häuslichen Lernbedingungen (44% der Paare).

Tabelle 4: Korrelationen zwischen zentralen individuellen Merkmalen und Lernbedingungen

	Mathematik- leistung	Leseleistung	Geschlecht	Niedriger SES	Mittlerer SES	Hoher SES	Keine Migra- tionserfah- rung	2. Migrations- generation	1. Migrations- generation	Lernplatz- ausstattung	Technik- ausstattung	Technikhilfe	Inhaltshilfe	Video- konferenzen	Lernvideos	Einzel- gespräche	Abgaben	Feedback	Lehrkraft- Interesse
Individuelle Merkmale																			
<i>Abhängige Variable</i>																			
Mathematikleistung	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Kontrollvariablen</i>																			
Leseleistung	0,39**	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Geschlecht (Mädchen)	-0,21**	0,04	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sozioökonomischer Status</i>																			
Niedriger SES	-0,18**	-0,23**	-0,07**	1,00			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mittlerer SES	0,05*	0,06*	0,05*	-0,51**	1,00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hoher SES	0,15**	0,19**	0,03	-0,59**	-0,40**	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Migrationshintergrund</i>																			
Keine Migrationserfahrung	0,18**	0,23**	-0,04	-0,29**	0,00	0,31**	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Migrationsgeneration	-0,05*	0,00	0,02	0,08**	0,06**	-0,14**	-0,63**	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1. Migrationsgeneration	-0,15**	-0,27**	0,02	0,24**	-0,07**	-0,19**	-0,41**	-0,45**	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lernbedingungen																			
<i>Häusliche Lernbedingungen</i>																			
Lernplatzausstattung	0,06**	0,02	0,05*	-0,06**	0,02	0,02	0,02	-0,02	0,01	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Technikausstattung	0,12**	0,08**	0,03	-0,14**	0,05*	0,05*	0,05*	0,02	0,08**	0,07**	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Technikhilfe	0,03	0,01	0,13**	-0,09**	0,02	0,02	0,02	0,01	-0,03	0,10**	0,13**	1,00	-	-	-	-	-	-	-
Inhaltshilfe	0,11**	0,03	-0,11**	0,06*	-0,03	-0,03	-0,06**	-0,01	0,08**	-0,04	-0,04	-0,19**	1,00	-	-	-	-	-	-
<i>Fernunterrichtliche Lernbedingungen</i>																			
Videokonferenzen	0,04	0,03	-0,02	0,02	-0,01	-0,02	0,03	-0,04	0,01	-0,05	-0,06*	-0,02	0,04	1,00	-	-	-	-	-
Lernvideos	0,07**	0,03	-0,06**	0,09**	-0,05*	-0,05*	0,08**	-0,05*	-0,04	-0,05	-0,09**	-0,10**	0,07**	0,13**	1,00	-	-	-	-
Einzelgespräche	0,08**	0,10**	0,04	-0,06**	0,01	0,06*	0,08**	-0,02	-0,07**	0,06**	-0,03	-0,01	0,05*	0,08**	0,12**	1,00	-	-	-
Abgaben	-0,11**	-0,11**	0,00	0,06**	-0,02	-0,04	-0,04	-0,01	0,06**	-0,10**	-0,08**	-0,07**	0,06**	0,08**	0,08**	0,05*	1,00	-	-
Feedback	-0,05*	-0,05	-0,05*	0,02	0,00	-0,02	-0,03	0,02	0,01	-0,05*	-0,08**	-0,04	0,08**	0,13**	0,15**	0,09	0,30**	1,00	-
Lehrkraft-Interesse	0,02	0,02	-0,10**	0,02	-0,04	0,02	0,02	0,03	-0,06**	-0,05*	-0,02	-0,11**	0,06*	0,08**	0,09**	0,07**	0,15**	0,12**	1,00

Anmerkung: ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$, **fett** markiert sind signifikante Korrelationen mit $|r| > 0,2$ (r schwach bis 0,30, moderat bis 0,50)

4.3 Vorhersage der Mathematikleistung durch individuelle Merkmale und Lernbedingungen

Zur Untersuchung der Prädiktoren der Mathematikleistung nach eineinhalb Jahren mit immer wieder pandemiebedingtem Fernunterricht werden drei lineare gemischte Modelle berichtet (Tabelle 5), um Hypothese H3 zu prüfen:

H3 (a) SES, (b) Migrationshintergrund, (c) Leseleistung sowie (d) häusliche und (e) fernunterrichtliche Lernbedingungen sind signifikante Prädiktoren der Mathematikleistung.

Modell 1 berücksichtigt ausschließlich individuelle Merkmale. Im Modell 2 werden die häuslichen Lernbedingungen mit aufgenommen. Die Merkmale der fernunterrichtlichen Lernbedingungen sind in Modell 3 hinzugefügt.

In *Modell 1* wurden im ersten Block die Merkmale *Geschlecht*, *SES* und *Migrationshintergrund* sowie *Leseleistung* einbezogen. SES und Migrationshintergrund waren jeweils dummykodiert, mit niedrigem SES als Referenzgruppe für einen mittleren und hohen SES. Keine Migration diente als Referenzgruppe für die erste und zweite Migrationsgeneration. Im Modell 1 zeigen sich signifikante Zusammenhänge zwischen vier der fünf Merkmale und der Mathematikleistung: Mädchen erzielen gegenüber Jungen eine um 42% Standardabweichung schwächere Mathematikleistung (mit standardisiertem Beta-Koeffizient $\beta = -0,42$, $p < 0,001$). Ein mittlerer SES ging mit einer stärkeren Mathematikleistung einher ($\beta = 0,11$, $p = 0,025$), das gilt ebenso für einen hohen SES ($\beta = 0,11$, $p = 0,035$). Nur das Merkmal 2. Migrationsgeneration zeigte sich signifikant prädiktiv für die Mathematikleistung ($\beta = -0,11$, $p = 0,035$), nicht 1. Migrationsgeneration. Die Leseleistung ($\beta = 0,39$, $p < 0,001$) erwies sich als signifikanter starker positiver Prädiktoren in Modell 1, das 30 % der korrigierten Varianz der Mathematikleistung aufklärt. Damit sind Hypothese H3a-c bestätigt.

In *Modell 2* wurden zusätzlich als zweiter Block die Merkmale der *häuslichen Lernbedingungen* aufgenommen. Geschlecht, mittlerer SES sowie Leseleistung blieben signifikante Prädiktoren der Mathematikleistung. Bis auf Technik-Hilfe erwiesen sich die häuslichen Lernbedingungen als signifikant positive Prädiktoren für die Mathematikleistung. So fällt die Mathematikleistung höher aus, wenn ein Lernplatz zugänglich war ($\beta = 0,05$, $p = 0,011$), wenn die Technik-Ausstattung Zugang zu einem Gerät ermöglichte ($\beta = 0,06$, $p = 0,001$) und wenn Inhaltshilfe angeboten wurde ($\beta = 0,09$, $p < 0,001$). Die im Modell 2 mit aufgenommenen Merkmale der häuslichen Lernbedingungen erklären ein weiteres Prozent der korrigierten Varianz der Mathematikleistung. Damit ist Hypothese H3d für Technik-Ausstattung und Inhalts-Hilfe bestätigt, allerdings mit nur sehr kleinem Effekt.

In *Modell 3* wurden als dritter Block die *fernunterrichtlichen Lernbedingungen* mit aufgenommen. Außer der ersten Migrationsgeneration zeigten sich die individuellen Merkmale als signifikante Prädiktoren mit gleicher Richtung wie in den beiden vorherigen Modellen. Ebenfalls behielten die häuslichen Lernbedingungen Lernplatz-Ausstattung, Technik-Ausstattung und Inhalts-Hilfe ihre signifikant positiven Zusammenhänge bei. Von den fernunterrichtlichen Lernbedingungen erwiesen sich nur Lernvideo und Abgaben als signifikante Prädiktoren. Das Schauen von Lernvideos sagte eine bessere Mathematikleistung voraus ($\beta = 0,06$, $p = 0,004$), die Abgaben hingegen eine geringere Mathematikleistung ($\beta = -0,05$, $p = 0,008$).

Tabelle 5: Lineare gemischte Modelle zur Prädiktion der Mathematikleistung: Gepoolte Modelle 1-3 (aus m = 5 imputierten Datensätzen mit standardisiertem Beta)

Mathematikleistung	Modell 1				Modell 2				Modell 3			
	β	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	β	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	β	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>
Intercept	0,17***	14,33	1,42	10,11	0,18***	8,74	1,70	5,14	0,17***	6,89	2,01	3,42
<i>Individuelle Merkmale</i>												
Leseleistung	0,39***	0,27	0,01	18,07	0,38***	0,26	0,01	17,78	0,37***	0,25	0,01	17,16
Geschlecht (Mädchen)	-0,42***	-6,21	0,56	-11,00	-0,42***	-6,18	0,57	-10,83	-0,42***	-6,18	0,57	-10,80
Mittlerer SES	0,11*	1,62	0,72	2,44	0,11*	1,46	0,73	2,01	0,11**	1,60	0,72	2,22
Hoher SES	0,11*	1,52	0,72	2,11	0,09	1,26	0,72	1,75	0,10**	1,44	0,72	2,00
2. Migrationsgeneration	-0,10*	-1,44	0,68	-2,11	-0,12*	-1,63	0,68	-2,40	-0,09**	-1,36	0,68	-1,99
1. Migrationsgeneration	-0,04	-0,61	0,82	-0,74	-0,06	-0,90	0,82	-1,10	-0,04	-0,60	0,82	-0,73
<i>Häusliche Lernbedingungen</i>												
Lernplatz-Ausstattung	-	-	-	-	0,05*	2,10	0,83	2,54	0,04*	1,85	0,83	2,23
Technik-Ausstattung	-	-	-	-	0,06**	2,26	0,71	3,20	0,06**	2,27	0,71	3,21
Technik-Hilfe	-	-	-	-	0,04	1,16	0,62	1,86	0,04	1,12	0,62	1,80
Inhalts-Hilfe	-	-	-	-	0,09***	1,33	0,30	4,41	0,09***	1,34	0,30	4,47
<i>Fernunterrichtliche Lernbedingungen</i>												
Videokonferenzen	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,31	0,29	1,09
Lernvideo	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06**	1,00	0,35	2,99
Einzelgespräch	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,48	0,31	1,54
Abgaben	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,05**	-0,80	0,30	-2,65
Feedback	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,04	-0,44	0,26	-1,73
Lehrkraft-Interesse	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,02	-0,37	0,35	-1,07
AIC	15997				15964				15949			
ICC _{Schule} n = 30									0,06			
ICC _{Klasse} n = 131									0,06			
ICC _{Lernende} (within) n = 2023									0,88			
R ² / R ² _{korr.}	0,21 / 0,30				0,22 / 0,31				0,23 / 0,32			

(Anmerkung: *** p < 0,001, ** p < 0,01, * p < 0,05)

Insgesamt wird die Mathematikleistung nur schwach durch die fernunterrichtlichen Lernbedingungen vorhergesagt. Die Varianzaufklärung durch Hinzunahme der Merkmale der fernunterrichtlichen Lernbedingungen nimmt in Modell 3 um ein weiteres Prozent zu und erklärt insgesamt 32% der Varianz. Damit ist Hypothese H3d für Lernvideos und Abgaben bestätigt, allerdings wiederum mit nur sehr kleinem Effekt.

Die beste Modellgüte wird mit dem AIC von 15949 bei Gesamtmodell 3 erreicht. 88% der Varianz ($ICC_{\text{Lernende}} = 0,88$) wird auf der Lernendenebene aufgeklärt, auf der Klassen- und Schulebene nur jeweils 6% ($ICC_{\text{Schule}} = ICC_{\text{Klasse}} = 0,06$). Das Modell 3, klärt 32% der Varianz der Mathematikleistung auf. Die Merkmale mittlerer und hoher SES, Leseleistung, sowie drei der vier häuslichen Lernbedingungen und die fernunterrichtliche Lernbedingung Lernvideo zeigen signifikant positive Zusammenhänge; die fernunterrichtliche Lernbedingung Abgaben hingegen weist signifikant negative Koeffizienten auf. Das Geschlecht zeigt sich für Mädchen als signifikant negativer Prädiktor auf die Mathematikleistung. Zwei dieser Prädiktoren fallen deutlich höher in ihrem Koeffizienten aus als die anderen, das sind Geschlecht und Leseleistungen.

5. Diskussion

5.1 Diskussion der Ergebnisse in Bezug zum Forschungsstand

Sozial und migrationsbedingte Leistungsdisparitäten wurden in vielen Untersuchungen aufgezeigt (Mang et al. 2023; Ufer et al. 2013; Stanat et al. 2022), der sozioökonomische Status und der Migrationshintergrund werden daher als potenziell benachteiligende Herkunftsfaktoren diskutiert und auf heterogene Lernvoraussetzungen (Stanat, 2006, Thürmann et al., 2010), häusliche Lernbedingungen (unterschiedliche Unterstützungsmöglichkeiten, Dumont et al. 2012) und unterrichtliche Lernbedingungen (institutionelle und Kompositionseffekte, Becker et al., 2022; Fauth et al. 2021; Maaz et al. 2008) zurückgeführt. Insbesondere während der pandemiebedingten Schulunterbrechungen wurden sie als Risikofaktoren diskutiert (Helm et al. 2021; Züchner & Jäckel 2021), bislang jedoch nur für 15-Jährige mit Leistungsdaten in Zusammenhang gebracht (Lewalter et al. 2023). Unsere empirischen Daten von 2023 Kindern aus 90 % aller nicht-gymnasialer Bremer Schulen können dazu beitragen, die Benachteiligungseffekte genauer ausdifferenzieren.

Ausdifferenzierungsbedarf für die häuslichen und fernunterrichtlichen Lernbedingungen. Da während der Pandemie viele Erhebungen gleichzeitig erfolgten, sind die Operationalisierungen der häuslichen und fernunterrichtlichen Lernbedingungen naturgemäß heterogen (Helm et al. 2021; Huber et al. 2023; Hofer et al. 2023 u.v.m.) und z. T. relativ global wie bei "Einschränkungen im Distanzunterricht" (Lewalter et al. 2023). Die Analyse ihrer Zusammenhänge zeigt, dass die hier herangezogenen häuslichen und fernunterrichtlichen Lernbedingungen keine oder nur schwache Korrelationen untereinander zeigen (Tabelle 4). Es ist also nicht beliebig austauschbar, welche Lernbedingungen untersucht werden, und die Ergebnisse aus verschiedenen Studien sind nur mit entsprechender Vorsicht zu vergleichen.

Benachteiligung potenziell benachteiligter Lernendengruppen durch unterdurchschnittliche Lernbedingungen. Kinder mit *potenziell* benachteiligenden Herkunftsmerkmalen (geringer SES und 1. Migrationsgeneration) wären gemäß unserer Definition dann in den pandemiebedingten Schulunterbrechungen *tatsächlich benachteiligt*, wenn sie unterdurchschnittlich schlechte

Lernbedingungen hatten. Dazu geben zahlreiche Publikationen Hinweise (Helm et al. 2021; Huber et al. 2023; Lewalter et al. 2023; Sander et al. 2021; Wößmann et al. 2020), die durch unsere Befunde nur teilweise repliziert wurden, wenn hochauflösend die Bedingungen innerhalb von Lernenden an nicht-gymnasialer Schulen verglichen werden: Tabelle 3 dokumentiert, dass Technik-Ausstattung und Technik-Hilfe bei potenziell benachteiligten Kindern, die Lernplatzausstattung nur bei Kindern mit niedrigem SES unterdurchschnittlich waren, während beide potenziell benachteiligten Gruppen mehr Inhalts-Hilfe in den Familien erhielten. Damit differenzieren unsere Befunde die generelle Benachteiligungs-Hypothese bzgl. häuslicher Lernbedingungen deutlich aus. Bei den fernunterrichtlichen Lernbedingungen zeigte die PISA-Ergänzungsstudie erhebliche Unterschiede zwischen gymnasialen und nicht-gymnasialen Schulformen (Lewalter et al. 2023). Innerhalb der von uns untersuchten nicht-gymnasialen Schulen hatten wir dagegen vergleichbare fernunterrichtliche Lernbedingungen angenommen. Jedoch widerlegten dies unsere Daten: Kinder mit niedrigem SES und eigener Migrationserfahrung berichteten weniger Einzelgespräche, aber mehr schriftliche Abgaben (und für Kinder mit niedrigem SES auch mehr Lernvideos). Eine Erklärung könnte sein, dass die Einzelgespräche erst geführt wurden, als die Lehrkraft auch nach dem Angebot von Lernvideos und häufigeren Abgaben keine Verbesserung der Mathematikleistung erkannte. Eine weitere Erklärung könnte sein, dass einige Lehrkräfte mit häufigeren schriftlichen Abgaben und Lernvideonutzung versuchten, die Lernbedingungen auszugleichen, die auf eventuell anderes Arbeitsverhalten zurückzuführen sind (Neuenschwander et al. 2022). Insgesamt sind also in unseren Daten Benachteiligungen in den häuslichen Lernbedingungen nachweisbar und innerhalb der nicht-gymnasialen Schulen auch in vermutlich relevanten fernunterrichtlichen Lernbedingungen, denn entgegen der Hypothese korrelierten die fernunterrichtlichen Bedingungen fast ebenso häufig mit den individuellen Merkmalen wie die häuslichen Lernbedingungen.

Allerdings müssen diese Interpretationen berücksichtigen, dass die Kinder ihre Lernbedingungen rückblickend für eineinhalb Jahre Schulunterbrechungen einschätzten. Daher ist die Aussagekraft mit Vorsicht zu behandeln. Da es allerdings keinen Grund gibt anzunehmen, dass Kinder mit Migrationshintergrund oder niedrigem SES dabei systematisch andere Verzerrungen zeigen als andere, müssen die Ergebnisse so zusammengefasst werden, dass sozial und migrationsbedingte potenzielle Benachteiligungen zu tatsächlichen benachteiligten Lernbedingungen wurden, und zwar entgegen der Annahme nicht nur in den häuslichen, sondern auch in den fernunterrichtlichen Lernbedingungen. Damit verschärften sich in der Pandemie auch institutionelle Effekte auf unterrichtliche Lernbedingungen (Fauth et al. 2021; Maaz et al. 2008), selbst innerhalb der nicht gymnasialen Schulform und innerhalb eines einzigen Stadtstaats.

Zusammenhang von Lernbedingungen und Mathematikleistung. Angesichts der identifizierten Unterschiede in den selbstberichteten Lernbedingungen ist die bislang kaum untersuchte Frage noch relevant, wie die Lernbedingungen mit den Mathematikleistungen zusammenhängen. Während die PISA-Ergänzungsstudie lediglich sehr globale Zusammenhänge nachwies (Lewalter et al. 2023), konnten unsere linearen Modelle ausdifferenzierte Zusammenhänge zeigen. Unter den *häuslichen Lernbedingungen* zeigen sich die Technik-Ausstattung, und die Lernplatz-Ausstattung als prädiktiv, also als diejenigen Merkmale, bzgl. deren potenziell benachteiligte Lernendengruppe mit niedrigem SES tatsächlich benachteiligt sind. Ähnlich wie bei den 15-Jährigen zeigten Kinder, denen ein Rechner und ein eigener Lernplatz zur Verfügung standen, auch nach Kontrolle der individuellen Merkmale eine höhere Mathematikleistung.

Technik-Hilfe zeigte keinen signifikanten Zusammenhang, aber die Inhalts-Hilfe, von der die potenziell benachteiligten Kinder sogar leicht mehr bekamen (Tabelle 3). Während also bei 15-Jährigen die Inhalts-Hilfe negativ mit der Mathematikleistung zusammenhing (Lewalter et al. 2023, S. 305), zeigt sie sich bei den jüngeren Kindern als positiv. Diese Unterschiede zwischen den zwei Altersgruppen könnte an der oft als relevant herausgearbeitete Qualität von elterlichen Inhalts-Hilfen (Sander et al. 2021; Dumont et al. 2012) liegen, die für viele Eltern in Klasse 5 leichter als in Klasse 9/10 herzustellen ist und von vielen Eltern selbst problematisiert wurde (Steiner et al. 2020). Die Ergebnisse deuten an, dass unterschiedliche Altersgruppen tatsächlich differenziert betrachtet und diesbezüglich auch genauer untersucht werden müssen.

Während sich drei der vier häuslichen Lernbedingungen als prädiktiv für die Mathematikleistung erwiesen, gilt das nur für zwei fernunterrichtliche Lernbedingungen, nämlich schriftliche Abgaben und Lernvideos. Die Abgaben erwiesen sich als negativ prädiktiv für die Mathematikleistung. Wir nehmen an, dass die Kinder mit Lernschwierigkeiten häufiger zu einer Abgabe von den Lehrkräften aufgefordert wurden. Diese Abgaben könnten z. B. ab einem Zeitpunkt eingefordert worden sein, als Lernschwierigkeiten offensichtlich wurden. Lernvideos erlebten während der pandemiebedingten Schulunterbrechungen einen Boom. Eltern, Kinder und Lehrkräfte nutzten sie, um Teile des Präsenzunterrichts zu kompensieren. In unserer Studie erwiesen sich die Lernvideos als positiv prädiktiv für die Mathematikleistung. Hier scheinen verschiedene notwendige Voraussetzungen eingetroffen zu sein, die zu positiven Zusammenhängen führten, denn die Qualität und Passung von Lernvideos ist entscheidend für ihre Lernwirksamkeit (Stegmann 2020). Erstaunlich ist, dass sich das oft als lernwirksam herausgearbeitete Feedback (Hattie & Timberley 2007) nicht zusätzlich prädiktiv erweist. Dies könnte an begrenzter individueller Nutzung von Feedbacks liegen (Emde & Weber 2022), aber auch an ihrer insgesamt geringen Häufigkeit (Tabelle 3).

Insgesamt zeigt sich also der vermutete Zusammenhang von individuellen Merkmalen und Mathematikleistung als stark bestätigt, und einige häusliche und fernunterrichtliche Lernbedingungen zeigen sich zusätzlich als signifikante Prädiktoren. Die geringen Effektstärken der Lernbedingungen könnten auch mit der rein querschnittlichen Anlage der Studie zusammenhängen.

5.2 Methodische Limitationen und Anschlussforschung

Eine methodische Limitation dieser Studie ist ihre querschnittliche Anlage, die Prädiktoren nur für die einmalig gemessene Mathematikleistung statt für Lernzuwächse bestimmt, ohne Vorwissen zu einem früheren Zeitpunkt zu erfassen. Durch die querschnittliche Anlage lassen sich die Effekte ausschließlich als Momentaufnahmen beschreiben, die keine Leistungsunterschiede vor der Pandemie kontrollierten. Der querschnittliche Zugang wurde auch für andere Studien gewählt, die zum Teil auf Kohortenvergleiche zugreifen konnten (Depping et al. 2021; Hofer et al. 2023; Schult et al. 2022; Stanat et al. 2022). Dies muss aber dennoch in seiner begrenzten Aussagekraft mit Vorsicht interpretiert werden. Um den Zusammenhang der (Änderungen in den) häuslichen und fernunterrichtlichen Lernbedingungen mit den Lernzuwachs beurteilen zu können, hätten mit längsschnittlichen Daten noch belastbarere Aussagen getroffen werden können.

Eine weitere Limitation liegt darin, dass die spezifischen Lernbedingungen mit Einzel-Items durch Lernenden-Selbstberichte erfasst wurden, und zwar global rückblickend auf 1,5 Jahre Fernunterricht (in Schulschließungszeiten und individuellen Fernunterrichtszeiten), so dass

man die Aussagekraft bei Zehnjährigen mit Vorsicht betrachten sollte. Zudem sind gegebenenfalls für einzelne Items, z. B. Lehrkraft-Interesse oder Video-Konferenzen, weitere Differenzierungen nötig. Einzelne Studien haben je nach Forschungsinteresse hier unterschiedliche Ausdifferenzierungen in den Itemformulierungen gewählt (Depping et al. 2021; Drijvers et al. 2021; Ludewig et al. 2022 und 97 Umfragen in Helm et al. 2021). Es fehlen zudem Informationen über das Arbeitsverhalten, Selbstregulation und Motivation der Kinder, die sich gemäß anderen Studien individuell relevant erweisen (Hofer et al. 2023; Neuenschwander et al. 2022; Steinmayr et al. 2021; Emde & Weber 2022).

Die Erhebung der häuslichen Lernbedingungen war insofern eingeschränkt, als ausschließlich dichotom Ja/Nein-Antworten erfasst wurden. Damit wird lediglich die Verfügbarkeit bestimmter Unterstützungsformen abgebildet, nicht jedoch deren Nutzungsintensität oder pädagogische Qualität. Entsprechend beziehen sich die Analysen allein auf die Existenz vorhandener Lernressourcen, nicht auf deren inhaltliche wirksame Nutzung im Lernprozess.

Eine weitere Einschränkung ergibt sich aus der retrospektiven Erhebung der fernunterrichtlichen Lernbedingungen. Die Befragung fand mehrere Monate nach dem Ende der pandemiebedingten Schulschließungen statt, sodass erinnerungsbedingte Verzerrungen nicht ausgeschlossen werden können – insbesondere bei der Einschätzung von Häufigkeiten bestimmter unterrichtlicher Maßnahmen. Zwar bezogen sich die Items auf zentrale und für viele Lernende besonders einprägsame Erfahrungen während des Fernunterrichts, dennoch ist die Genauigkeit der Angaben bzgl. möglicher Recall-Biases kritisch zu reflektieren.

Anhand des dieser Studie zugrundeliegenden Datensatzes konnte keine statistisch gestützte Aussage über Interaktionseffekte gemacht werden. Analysen in anderen Datensätzen sind wünschenswert, um die Effekte der Interaktion von individuellen Merkmalen mit den unterschiedlichen Lernbedingungen abbilden zu können.

Die Erhebung innerhalb der nicht-gymnasialen Schulform innerhalb eines Stadtstaats ermöglichen zwar hochauflösende Einsichten in institutionelle Effekte während der Pandemie, sind jedoch nicht ohne weiteres auf alle Regionen und Schulformen zu generalisieren. Die Generalisierbarkeit ist u.a. durch die jeweiligen bildungspolitischen Vorgaben und die regionalen Unterschiede sowie den daraus folgenden Konsequenzen in der Ausgestaltung von Bildungsangeboten eingeschränkt. Faktoren zur Einschränkung der Generalisierbarkeit wie diese werden auch für Ländervergleichsstudien wie die PISA-Studie aufgeführt (Bieber et al., 2014). Vergleichende Erhebungen in mehreren Bundesländern böten die Möglichkeit, relevante Faktoren für die Generalisierbarkeit näher zu bestimmen und zu überprüfen.

5.3 Fazit und Implikationen

Trotz der Limitationen trägt unsere Studie zu einer differenzierteren Darstellung des Lernbedingungen in Mathematik unter Pandemiebedingungen bei. Wir konnten Zusammenhänge zwischen Mathematikleistungen der fünften Klassen nicht nur in Bezug zu Geschlecht, SES und Leseleistung, sondern vielmehr differenziert sowohl für die häuslichen wie auch die fernunterrichtlichen Lernbedingungen aufzeigen. Ähnlich wie in der PISA-Ergänzungsstudie für 15-Jährige (Lewalter et al. 2023) konnten standardisierte Aufgaben genutzt werden, um den Zusammenhang zur Fachleistung in Mathematik darstellen zu können. Die präsentierten Ergebnisse bestätigen den Trend auch für die andere Altersgruppe: Die häusliche Unterstützung zeigte sich

als ein wichtiger Faktor im Bildungswesen, ebenso wie das Erledigen von Aufgaben (Abgaben) und die Nutzung von asynchron nutzbaren Lernangeboten wie Lernvideos. Eltern scheinen auch in potenziell benachteiligten Familien in Klasse 5 jedoch noch erfolgreicher inhaltliche Hilfen geben zu können als in Klasse 9/10. Doch obwohl Lehrkräfte potenziell benachteiligte Kinder durch stärkere Abgaben mehr gefördert zu haben scheinen, sind die Leistungsdisparitäten groß.

Es ist anzunehmen, dass die Ergebnisse wie in anderen Studien, die während der Pandemie durchgeführt wurden, sowohl pandemie- aber auch systembeeinflusst sind (Stanat et al., 2022). Daher sind die Konsequenzen aus diesen Ergebnissen nicht nur für zukünftige Krisen wie Pandemien zu ziehen, sondern auch für regulären Unterricht: Ein resilientes Schulsystem sollte Lehrkräfte systematischer unterstützen bei der Etablierung und Aufrechterhaltung individueller Lernunterstützung, nicht nur durch Abgaben und Lernvideos, sondern auch durch z.B. mehr digitale Plattformen, die Teile von individuellem Feedback automatisieren und Lehrkräften mehr Raum geben, sich um weitere inhaltliche Tiefenstrukturen zu kümmern. Zudem könnte eine gezielte Elternarbeit im Sozialraum der Schulen Eltern darin unterstützen, ihren Lernenden geeignete, d.h. inhaltlich auch förderliche häusliche Unterstützung zukommen zu lassen.

Förderhinweise. Die Datenerhebung für dieses Paper erfolgte im Rahmen des Projekts Mathe sicher können Transfer in Bremen, wir danken der Bremer Senatorischen Behörde für die finanzielle und logistische Unterstützung. Die Datenauswertung erfolgte im Rahmen des DFG-Projekts „Corona Gaps: Vulnerable students’ mathematics competencies before and after the pandemic“ (DFG-Förderkennzeichen PR 662/17-1). Wir danken allen Hilfskräften, die zur Datenauswertung beigetragen haben.

Literatur

- ADAS & LIFE (2020). Ergebnisse der ADAS-Corona Umfrage. ADAS-Rundbrief vom 25. Juni 2020. Berlin. <https://life-online.de/umfrage-zum-thema-homeschooling/>. Zugegriffen: 5. Nov. 2020.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Baumert, J., Trautwein, U., & Artelt, C. (2002). Schulumwelten – institutionelle Bedingungen des Lehrens und Lernens. In J. Baumert, C. Artelt, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, K.-J. Tillmann & M. Weiß (Hrsg.), *PISA 2000: Ein differenzierter Blick auf die Länder der Bundesrepublik Deutschland* (S. 261–331). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-322-97590-4_11
- Becker, M., Kocaj, A., Jansen, M., Dumont, H., & Lüdtke, O. (2022). Class-average achievement and individual achievement development. *Journal of Educational Psychology*, 114(1), 177–197. <https://doi.org/10.1037/edu0000519>
- Bieber, T., Martens, K., Niemann, D., & Windzio, M. (2014). Grenzenlose Bildungspolitik? Empirische Evidenz für PISA als weltweites Leitbild für nationale Bildungsreformen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 17(4), 141–166. <https://doi.org/10.1007/s11618-014-0513-6>
- Bronfenbrenner, U. (1981). *Die Ökologie der menschlichen Entwicklung: Natürliche und geplante Experimente*. Klett-Cotta.
- Butterwegge, C., & Butterwegge, C. (2022). Abschied vom Recht auf Bildung? Bildungsbenachteiligung von Kindern durch Schulschließungen während der Covid-19-Pandemie. *Sozial Extra*, 46(2), 80–84. <https://doi.org/10.1007/s12054-022-00465-4>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioural Sciences*. Hillsdale: Erlbaum.
- Coleman, J. S. (1987). Families and schools. *Educational Researcher*, 16(6), 32–38. <https://doi.org/10.3102/0013189X016006032>

- Depping, D., Lücken, M., Musekamp, F., & Thonke, F. (2021). Kompetenzstände Hamburger Schüler*innen vor und während der Corona-Pandemie. *Die Deutsche Schule, Beiheft 17*, 51–79.
<https://doi.org/10.31244/9783830993315.03>
- Ditton, H., & Maaz, K. (2015). Sozioökonomischer Status und soziale Ungleichheit. In H. Reinder, H. Ditton, C. Gräsel, & B. Gniewosz (Hrsg.), *Empirische Bildungsforschung. Gegenstandsbereiche* (2. Aufl., S. 193–208). Wiesbaden: Springer.
- Drijvers, P., Thurm, D., Vandervieren, E., Klinger, M., Moons, F., van der Ree, H., H., Mol, A., Barzel, B., & Doorman, M. (2021). Distance mathematics teaching in Flanders, Germany and the Netherlands during COVID-19 lock-down. *Educational Studies in Mathematics*, 108(1), 35–64. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10094-5>
- Dumont, H., Trautwein, U., Lüdtke, O., Neumann, M., Nigglic, A., & Schnyder, I. (2012). Does parental homework involvement mediate the relationship between family background and educational outcomes? *Contemporary Educational Psychology*, 37(1), 55–69. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2011.09.004>
- Emde, F. A., & Weber, K. E. (2022). Welche Rolle spielen die soziale Herkunft und die Schulform für die Wahrnehmung von digitalem Feedback und das akademische Selbstkonzept während der COVID-19 Pandemie? *Zeitschrift für Bildungsforschung*, 12(1), 23–42. <https://doi.org/10.1007/s35834-022-00335-9>
- Enders, C. K. (2023). Missing data: An update on the state of the art. *Psychological Methods*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1037/met0000563>
- Fauth, B., Atlay, C., Dumont, H., & Decristan, J. (2021). Does what you get depend on who you are with? Effects of student composition on teaching quality. *Learning and Instruction*, 71(101355), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2020.101355>
- Frohn, J. (2021). Troubled schools in troubled times: How COVID-19 affects educational inequalities and what measures can be taken. *European Educational Research Journal*, 20(5), 667–683.
<https://doi.org/10.1177/14749041211020974>
- Grund, S., Lüdtke, O., & Robitzsch, A. (2016). Multiple Imputation of Multilevel Missing Data: An Introduction to the R Package mitml. *Journal of Statistical Software*, 74(10), 1–31. <https://doi.org/10.18637/jss.v074.i10>
- Hattie, J., & Timberley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Helm, C., Huber, S., & Loisinger, T. (2021). Was wissen wir über schulische Lehr-Lern-Prozesse im Distanzunterricht während der Corona-Pandemie? – Evidenz aus Deutschland, Österreich und der Schweiz. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 24(2), 237–311. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01000-z>
- Herzog, C., Beil, A. I., & Kelly, P. (2022). Bildung und Schule im Spannungsfeld pandemiebedingter Herausforderungen: Eine thematische Analyse von Akteur-Struktur-Dynamiken. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 25, 1409–1430. <https://doi.org/10.1007/s11618-022-01100-4>
- Hofer, S. I., Reinhold, F., & Koch, M. (2023). Students home alone—profiles of internal and external conditions associated with mathematics learning from home. *European Journal of Psychology of Education*, 38(1), 333–366. <https://doi.org/10.1007/s10212-021-00590-w>
- Huber, S. G., Helm, C., & Preisig, L. (2023). Schul- und Unterrichtsqualität im Verlauf der COVID-19-Pandemie. In S. G. Huber, C. Helm, & N. Schneider (Hrsg.), *COVID-19 und Bildung. Studien und Perspektiven* (S. 95–118). Münster: Waxmann.
- Huebner, N., Merrell, C., Cramman, H., Little, J., Bolden, D., & Nagengast, B. (2022). Reading to learn? The co-development of mathematics and reading during primary school. *Child Development*, 93(6), 1760–1776. <https://doi.org/10.1111/cdev.1381>
- Lenhard, W., Lenhard, A., & Schneider, W. (2009). Diagnose und Förderung von Leseverständnis mit ELFE 1-6 und ELFE-Training. In W. Lenhard & W. Schneider (Hrsg.), *Diagnose und Förderung von Leseverständnis und Lesekompetenz* (S. 97–112). Göttingen: Hogrefe.
- Lewalter, D., Müller, M., Goldhammer, F., Diedrich, J., & Köller, O. (2023). Lehren und Lernen unter Pandemiebedingungen. In D. Lewalter, J. Diedrich, F. Goldhammer, O. Köller & K. Reiss (Hrsg.), *PISA 2022: Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland* (S. 273–316). Münster: Waxmann.
- Ludewig, U., Schlitter, T., Lorenz, R., Kleinkorres, R., Schaufelberger, R., Frey, A., & McElvany, N. (2022). *Die COVID-19 Pandemie und Lesekompetenz von Viertklässler*innen. Ergebnisse der IFS-Schulpanelstudie 2016–2021*. https://ifs.ep.tu-dortmund.de/storages/ifs-ep/r/Downloads_allgemein/COVID19-Pandemie_und_Lesekompetenz_IFS-Schulpanelstudie_pass.pdf. Zugegriffen: 08.04.2022.

- Maaz, K., Trautwein, U., Lüdtke, O., & Baumert, J. (2008). Educational transitions and differential learning environments. *Child Development Perspectives*, 2(2), 99–106. <http://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2008.00048.x>
- Mang, J., Müller, K., Lewalter, D., Kastroff, T., Müller, M., Ziernwald, L., Tupac-Yupanqui, A., Heine, J.-H., & Köller, O. (2023). Herkunftsbezogene Ungleichheiten im Kompetenzerwerb. In D. Lewalter, J. Diedrich, F. Goldhammer, O. Köller & K. Reiss (Hrsg.), *PISA 2022. Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland* (S. 273–316). Münster: Waxmann.
- Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., & Baki, M. (2013). The effectiveness of online and blended learning: A meta-analysis of the empirical literature. *Teachers College Record*, 115(3), 1–47. <https://doi.org/10.1177/016146811311500307>
- Moser Opitz, E., Freseemann, O., Grob, U., & Prediger, S. (2016). *BASIS-MATH-G 4+-5. Gruppentest zur Basisdiagnostik Mathematik für das vierte Quartal der 4. Klasse und für die 5. Klasse (Test und Manual)*. Hogrefe.
- Neuenschwander, M. P., Niederbacher, E., & Garrote, A. (2022). Wie Familienmerkmale und Lernverhalten von Schüler*innen den Effekt von Herkunft auf den Lernzuwachs im Fernunterricht während der COVID-19 Pandemie erklären – eine mehrperspektivische Analyse. *Zeitschrift für Bildungsforschung*, 12, 313–319. <https://doi.org/10.1007/s35834-022-00344-8>
- OECD (2016). *Low-Performing students: Why they fall behind and how to help them succeed: PISA*. OECD.
- Paetsch, J., Felbrich, A., & Stanat, P. (2015). Der Zusammenhang von sprachlichen und mathematischen Kompetenzen bei Kindern mit Deutsch als Zweitsprache. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 29(1), 19–29. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000142>
- Paulus, C. (2009). Die „Bücheraufgabe“ zur Bestimmung des kulturellen Kapitals bei Grundschulern. <http://psy-dok.psycharchives.de/jspui/handle/20.500.11780/3344>
- Posit Team (2024). *RStudio: Integrated Development for R*. (2024.09.0-375). Posit Software, PBC. <http://www.rstudio.com/>
- Quartagno, M., & Carpenter, J. R. (2016). Multiple imputation for IPD meta-analysis: Allowing for heterogeneity and studies with missing covariates. *Statistics in Medicine*, 35(17), 2938–2954. <https://doi.org/10.1002/sim.6945>
- R Core Team (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org>
- Rubin, D. B. (1987). *Multiple Imputation for Nonresponse in Surveys*. Wiley.
- Sander, A., Schäfer, L., & von Ophuysen, S. (2021). Prädiktoren von prozessbezogener und strukturierender elterlicher Unterstützung während des (coronabedingten) Distanzunterrichts. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 24(2), 419–442. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01015-6>
- Schimpl-Neimanns, B. (2000). Soziale Herkunft und Bildungsbeteiligung. Empirische Analysen zu herkunftsspezifischen Bildungsungleichheiten zwischen 1950 und 1989. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 52(4), 636–669. <https://doi.org/10.1007/s11577-000-0102-y>
- Schult, J., Mahler, N., Fauth, B., & Lindner, M. A. (2022). Did students learn less during the Covid-19 pandemic? Reading and mathematics competencies before and after the first pandemic wave. *School Effectiveness and School Improvement*, 33(4), 544–563. <https://doi.org/10.1080/09243453.2022.2061014>
- Stanat, P. (2006). Disparitäten im schulischen Erfolg: Forschungsstand zur Rolle des Migrationshintergrunds. *Unterrichtswissenschaft*, 36(2), 98–124. <https://doi.org/10.25656/01:5511>
- Stanat, P., Schipolowski, S., Schneider, R., Sachse, K. A., Weirich, S., & Henschel, S. (2022). *IQB-Bildungstrend 2021: Kompetenzen in den Fächern Deutsch und Mathematik am Ende der 4. Jahrgangsstufe: Erste Ergebnisse nach über einem Jahr Schulbetrieb unter Pandemiebedingungen*. Münster: Waxmann. <https://doi.org/https://www.iqb.hu-berlin.de/bt/BT2021/Bericht/>
- Steiner, M., Köpping, M., Leitner, A., & Pessl, G. (2020). *COVID-19 LehrerInnenbefragung – Zwischenergebnisse. Was tun, damit aus der Gesundheitskrise nicht auch eine Bildungskrise wird?* <https://www.ihs.ac.at/publications-hub/blog/beitraege/lehrerinnenbefragung-zwischenergebnisse/> Zugriffen: 29. Juli 2022.
- Steinmayr, R., Lazarides, R., Weidinger, A. F., & Christiansen, H. (2021). Teaching and learning during the first COVID-19 school lockdown: Realization and associations with parent-perceived students' academic outcomes. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 35(2–3), 85–106. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000306>

- Stegmann, K. (2020). Effekte digitalen Lernens auf den Wissens- und Kompetenzerwerb in der Schule: Eine Integration metaanalytischer Befunde. *Zeitschrift für Pädagogik*, 66(2), 174–190. <https://doi.org/10.25656/01:25790>
- Thürmann, E., Vollmer, H., & Pieper, I. (2010). Language(s) of schooling: Focusing on vulnerable learners. In Council of Europe (Eds.), *The linguistic and educational integration of children and adolescents from migrant backgrounds studies and resources*. Council of Europe.
- Ufer, S., Reiss, K., & Mehringer, V. (2013). Sprachstand, soziale Herkunft und Bilingualität: Effekte auf Facetten mathematischer Kompetenz. In M. Becker-Mrotzek, K. Schramm, E. Thürmann & H. J. Vollmer (Hrsg.), *Sprache im Fach - Sprachlichkeit und fachliches Lernen* (S. 167–184). Münster: Waxmann.
- van Buuren, S. (2018). *Flexible Imputation of Missing Data*. Chapman & Hall/CRC.
- Wößmann, L., Freundl, V., Grewenig, E., Lergetporer, P., Werner, K., & Zierow, L. (2020). *Bildung in der Coronakrise: Wie haben die Schulkinder die Zeit der Schulschließungen verbracht, und welche Bildungsmaßnahmen befürworten die Deutschen?* Bd. 9. ifo Schnelldienst.
- Züchner, I., & Jäkel, H. R. (2021). Fernbeschulung während der COVID-19 bedingten Schulschließungen weiterführender Schulen: Analysen zum Gelingen aus Sicht von Schülerinnen und Schülern. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 24(2), 479–502. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01006-7>