

Mirjam Rutishauser, Esther Brunner und Felix Bernet

Sprachsensibler Mathematikunterricht

Ein Gewinn für Lernende mit sprachlich schwachen Voraussetzungen

Zusammenfassung

Sprache ist im Mathematikunterricht nicht nur ein Kommunikationsmittel: Sie ist auch ein Denkwerkzeug und somit unerlässlich für den Aufbau mathematischer Kompetenzen. Sprachlich schwache Lernende haben also beim Mathematiklernen entsprechende Nachteile. An dieser Stelle setzt die Studie «MathS – Mathematikunterricht sprachsensibel gestalten» an: Sie untersucht die Wirkung von sprachsensiblen Mathematikunterricht, um Nachteile von sprachlich schwachen Lernenden zu verringern. Ersten Ergebnissen zufolge ist eine sprachbezogene und fachlich fokussierte Förderung einerseits deutlich unterstützend. Andererseits kann die spezifische Förderung bei Lernenden mit fremder Familiensprache den Leistungsrückfall nach einer längeren Unterrichtspause nicht verhindern.

Résumé

Dans l'enseignement des mathématiques, la langue n'est pas seulement un moyen de communication : elle est aussi un outil conceptuel, et donc indispensable à la construction des compétences mathématiques. Les élèves ayant des faiblesses linguistiques sont en conséquence défavorisés pour l'apprentissage des mathématiques. C'est ici qu'intervient l'étude « MathS – Mathematikunterricht sprachsensibel gestalten » (« MathS – rendre les cours de mathématiques adaptés à la langue ») sur les effets d'un enseignement des mathématiques adapté à la langue visant à réduire le désavantage des élèves avec de faibles compétences linguistiques. De premiers résultats de l'étude montrent, d'une part, qu'un soutien orienté sur la langue et ciblé sur la matière est clairement bénéfique, d'autre part, que pour des élèves issus de familles de langue étrangère, le soutien spécifique n'empêche pas une rechute au niveau des performances lorsque l'enseignement est interrompu sur une assez longue période.

Permalink: www.szh-csps.ch/z2021-12-07

Einleitung

Sprachkompetenzen sind für das Verständnis von Mathematikaufgaben essenziell. Dieser Gedanke allein wäre zu kurz gegriffen: Sprache ist nicht nur das Medium zum Verständnis eines Konzeptes, sondern bildet genauso das Werkzeug, um mit diesem Konzept kognitiv zu operieren. Somit nimmt Sprache einerseits im fachlichen Unterricht eine kommunikative, andererseits bei der Konstruktion neuen Wissens eine kognitive Funktion ein. Das wird deutlich, wenn Kommunikationshürden den Aufbau und die Verwendung von Konzepten erschweren

(Kempert, Schalk & Saalbach, 2019). Demzufolge erleben einige Lernende sprachlich bedingte Hürden im Mathematikunterricht, was sich auf ihre mathematischen Leistungen auswirkt.

Theoretischer Hintergrund Erheblicher Einfluss von Sprache auf die Mathematikleistung

Der Einfluss von Sprache auf das Lehren und Lernen von Mathematik wird seit einigen Jahren analysiert. So untersuchten Prediger et al. (2015) die Einflüsse auf die Mathematikleistung: Einerseits sind das soziale Faktoren

(sozioökonomischer Status, Migrationshintergrund und Zeitpunkt des Deutschenerwerbs), andererseits sprachliche Faktoren (Lese- und Sprachkompetenz). Die Sprachkompetenz kann viele Leistungsunterschiede im Mathematikunterricht erklären. Diesen Zusammenhang zwischen sprachlichen Voraussetzungen und mathematischer Leistung bestätigen verschiedene Studien, welche Ufer et al. (2020) zusammenfassen. Für sprachlich schwache Kinder ist das fachliche Lernen erschwert, weil Schwächen bezüglich Instruktionssprache sowohl zu kommunikativen also auch zu kognitiven Hürden führen (Kempert, Schalk & Saalbach, 2019).

Unterstützung durch sprachsensiblen und fachfokussierten Unterricht

Lehrpersonen sollen also bei der Planung und Durchführung des Unterrichts die inhaltlich-kognitiven sowie auch die sprachlichen Anforderungen beachten (Kempert, Schalk & Saalbach, 2019). Es wäre allerdings kontraproduktiv, wenn sich die Lehrperson dem sprachlichen Niveau der Lernenden anpasst, weil so die weitere Sprachbildung vernachlässigt würde. Ziel ist es, nicht nur einen sprachsensiblen, sondern auch einen sprachbildenden Fachunterricht zu gestalten, der Fachbegriffe und fachsprachliche Strukturen bewusst verwendet und einfordert (Bochnik, Heinze & Ufer, 2013).

Lehrpersonen sollen im Unterricht sowohl inhaltlich-kognitive als auch sprachliche Anforderungen beachten.

Interventionsstudie

Die Interventionsstudie «Mathematikunterricht sprachsensibel gestalten – MathS» wurde an der *Pädagogischen Hochschule Thurgau*

durchgeführt¹. Dabei wurde die Wirkung des sprachsensiblen Mathematikunterrichts in zwölf dritten Primarklassen untersucht.

Methode

Alle teilnehmenden Lehrpersonen erhielten zu ihrem Mathematiklehrmittel eine detaillierte Unterrichtsplanung für drei thematische Mathematikeinheiten in den Bereichen Geometrie, Sachrechnen und Arithmetik. Zusätzlich wurden den Lehrpersonen Unterrichtseinheiten mit sprachbezogener Fokussierung vorgestellt und zur Bearbeitung in der Klasse abgegeben. Zwei Mathematikthemen absolvierten die Klassen im Verlauf des zweiten Semesters (t1: März; t2: Mai). Die letzte Einheit erfolgte als nachgelagerte Messung (t3) nach den Sommerferien. Zu allen drei Messzeitpunkten wurden die sprachlichen und mathematischen Voraussetzungen erhoben, um den Lernzuwachs zu bestimmen.

Stichprobe

Zur Gesamtstichprobe gehörten insgesamt 181 Kinder aus 12 Klassen des dritten Schuljahres. Die Klassen wurden nach Präferenz der Lehrpersonen in die Interventionsgruppe beziehungsweise Kontrollgruppe eingeteilt. Sieben Lehrpersonen arbeiteten mit ihren Klassen in der Interventionsgruppe, fünf wählten die Kontrollgruppe.

Im vorliegenden Artikel geht es innerhalb dieser Stichprobe um die Lernenden mit den sprachlich schwächsten Voraussetzungen. Dazu zählen 45 Kinder², welche im C-Test (siehe Instrumente) eine Leistung zeig-

¹ www.phtg.ch/de/forschung/organisation/professur-mathematikdidaktik/aktuelle-projekte/math-mathematikunterricht-sprachsensibel-gestalten/

² Interventionsgruppe ($N_{IG} = 23$) beziehungsweise Kontrollgruppe ($N_{KG} = 22$)

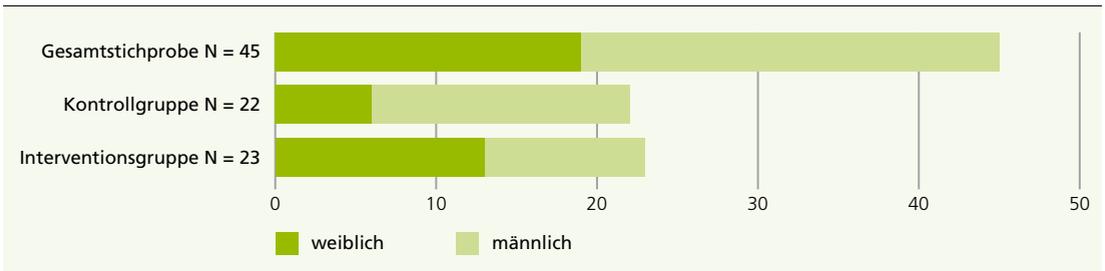


Abbildung 1: Zusammensetzung der Stichproben der sprachlich schwachen Lernenden nach Geschlecht

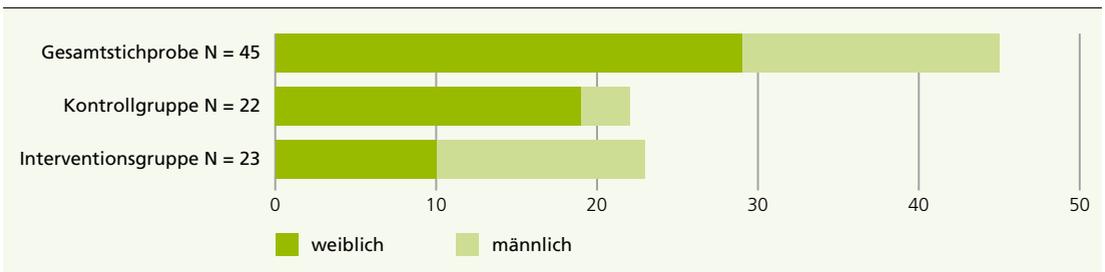


Abbildung 2: Zusammensetzung der Stichproben nach Familiensprache

ten, die eine halbe Standardabweichung unter dem Mittelwert oder tiefer lag. Die Interventionsgruppe (IG) und Kontrollgruppe (KG) haben ein vergleichbares Durchschnittsalter ($M_{IG} = 9,5$ Jahre, $SD = .55$; $M_{KG} = 9,4$ Jahre, $SD = .45$). Sie unterscheiden sich jedoch bezüglich Zusammensetzung nach Geschlecht (Abb. 1) sowie Familiensprache (Abb. 2).

Während die Interventionsgruppe mehr Mädchen (13; 56,5 %) als Jungen (10; 43,5 %) zählt, sind in der Kontrollgruppe deutlich mehr Jungen (16; 72,7 %) als Mädchen (6; 27,3 %) vertreten. Somit unterscheiden sich die beiden Gruppen signifikant in den Anteilen von Jungen und Mädchen ($\chi^2 = 3,94$; $df = 1$; $p = .047$).

Auch in den Anteilen der Kinder mit einer nicht deutschen Familiensprache unterscheiden sich die zwei Gruppen signifikant ($\chi^2 = 9,03$; $df = 1$; $p = .003$). Während die Interventionsgruppe zu 56,5 % ($N = 13$) aus

Kindern mit nicht deutscher Erstsprache besteht, haben in der Kontrollgruppe lediglich 13,6 % der Kinder ($N = 3$) eine andere Familiensprache als Deutsch.

Instrumente

Die Mathematikleistungen wurden mit dem DEMAT3+ getestet, dem Deutschen Mathematiktest für dritte Klassen (Roick, Göllitz & Hasselhorn, 2018). Dieser schriftliche Test erfasst bei 31 möglichen Punkten die Leistung in den drei Bereichen Geometrie, Sachrechnen und Arithmetik hoch reliabel (Cronbachs $\alpha = .83$). Zudem weist er eine hohe prognostische Validität von .68 im Zusammenhang mit späteren Mathematikleistungen (ca. 10 Monate später) auf. Die Testdurchführung ist standardisiert und wird im Manual geregelt.

Die Sprachleistungen beruhen auf den Ergebnissen eines C-Tests. Dieser wurde eigens für die entsprechende Altersgruppe

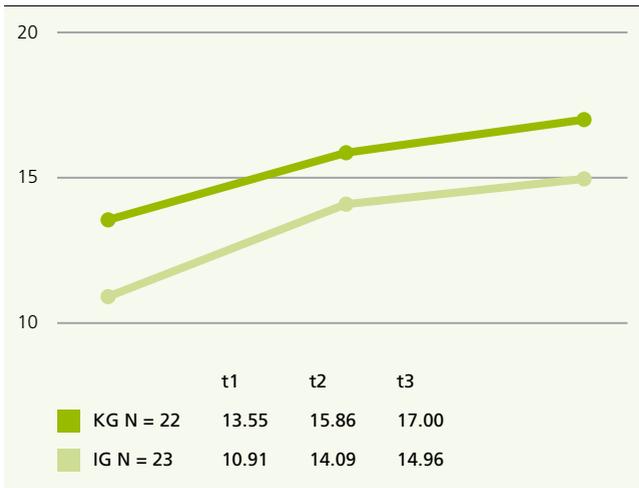


Abbildung 3: Mathematikleistungen von Interventionsgruppe (IG) und Kontrollgruppe (KG)

entwickelt und pilotiert. Er besteht aus fünf kurzen, in sich geschlossenen Texten mit je 20 Lücken, die dem Prinzip der Dreiertilgung folgen: Jedes dritte Wort ist nur zur ersten Hälfte erkennbar (Baur & Spettmann, 2009). Die Lernenden rekonstruieren den ursprünglichen Text, indem sie ihre Lese- und Schreibfähigkeiten aktivieren. Erfasst wird die Anzahl sprachformal korrekt rekonstruierter Wörter. Dieser Wert wies eine sehr gute Reliabilität auf (Cronbachs $\alpha = .92$).

Datenerfassung und Auswertung

Die Klassenlehrpersonen führten die Tests nach einer schriftlichen Anleitung durch. Anschliessend interpretierte das Forschungsteam die Leistungsdaten metrisch und ergänzte sie durch Personendaten (Alter, Geschlecht, Erstsprache). Ausgewertet wurde mittels deskriptiver Statistik in SPSS. Zur Prüfung von Gruppenunterschieden setzte das Forschungsteam bei nicht metrischen Daten non-parametrische Tests (χ^2) und bei metrischen Daten t-Tests ein und berechneten Effektstärken nach Cohens d (Cohen, 1988).

Ergebnisse

Die Fragestellung wird auf eine mögliche Wirkung der Interventionen untersucht. Dafür werden die Entwicklungen der Mathematikleistungen zwischen den sprachlich schwachen Lernenden der Interventionsgruppe und denjenigen der Kontrollgruppe zuerst gesamthaft vergleichend dargestellt. In einem zweiten Schritt werden die Gruppen aufgeteilt nach Familiensprache verglichen.

Interventionsgruppe zeigt signifikante Leistungsentwicklung mit starkem Effekt

Die Lernenden der Interventionsgruppe schneiden im Pretest Mathematik schlechter ab als die Kinder der Kontrollgruppe. Damit unterscheidet sich die mathematische Voraussetzung signifikant ($t = 2,330$; $df = 43$; $p = 0,025$; $ES_d = .695$). Abbildung 3 zeigt für beide Gruppen Fortschritte vom ersten (t_1) zum zweiten (t_2) Testzeitpunkt. Die Interventionsgruppe zeigt eine höchst signifikante Leistungsentwicklung ($t = 4,522$; $df = 22$; $p = .000$) mit einem starken Effekt ($ES_d = .943$). Nach zwei sprachbezogenen und fachlich fokussierten Förderungen nähert sich die Interventionsgruppe beim zweiten Messzeitpunkt den Leistungen der Kontrollgruppe an. Diese entwickelt sich vom ersten zum zweiten Testzeitpunkt ebenfalls positiv ($t = 2,953$; $df = 21$; $p = .008$), jedoch mit einem mittleren Effekt ($ES_d = .630$).

Die Kinder der Kontrollgruppe steigerten sich nach den Sommerferien weiter ($t = -.748$; $df = 22$; $p = .463$). Im Vergleich vom ersten zum zweiten Messzeitpunkt folgte vom zweiten zum dritten Messzeitpunkt eine etwas schwächere Entwicklung der Kinder der Interventionsgruppe ($t = -1.733$; $df = 21$; $p = .098$), obwohl vor dem dritten Messzeitpunkt nochmals eine sprachliche Förderung stattgefunden hatte.

Leistungsabfall nach den Sommerferien

Die Gruppe der sprachlich schwachen Lernenden wird nun innerhalb der beiden Gruppen nochmals in zwei Gruppen nach Familiensprache (Deutsch oder nicht Deutsch) unterteilt. Ein erster Vergleich in den Abbildungen 4 und 5 zeigt deutliche Unterschiede, was die oben erwähnte schwächere Leistungsentwicklung der Interventionsgruppe nach den Sommerferien erklären könnte.

Die Kinder der Interventionsgruppe mit Deutsch als Familiensprache steigerten sich über die drei Testzeitpunkte hinweg signifikant mit hohen Effektstärken, die Kinder in der Kontrollgruppe signifikant mit mittleren Effekten (siehe Abb. 4). Die Kinder mit einer anderen Familiensprache zeigen vom ersten zum zweiten Messzeitpunkt in der Interventionsgruppe eine positive Entwicklung. Auch die Kontrollgruppe steigert sich tendenziell. Allerdings ist dieser Zuwachs nicht statistisch signifikant, was der äusserst kleinen Teilstichprobe geschuldet ist. Nach den Sommerferien erfolgte bei den Lernenden mit einer unterrichtsfremden Familiensprache ein Leistungsrückfall, unabhängig der Gruppenzugehörigkeit (siehe Abb. 5).

Diskussion

Sprachförderung zeigt positive Wirkung auf Matheleistung

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse eine positive Wirkung von sprachbezogener und fachlich fokussierter Förderung auf die Mathematikleistung bei Lernenden mit sprachlich schwachen Voraussetzungen. Unabhängig von der Familiensprache sind die sprachbezogenen und fachlich fokussierten Interventionen erfolgreich. Die Aussage, dass sprachliche und mathematische Leistungen stark zusammenhängen (Kempert, Schalk & Saalbach, 2019) und ein sprachsensibler

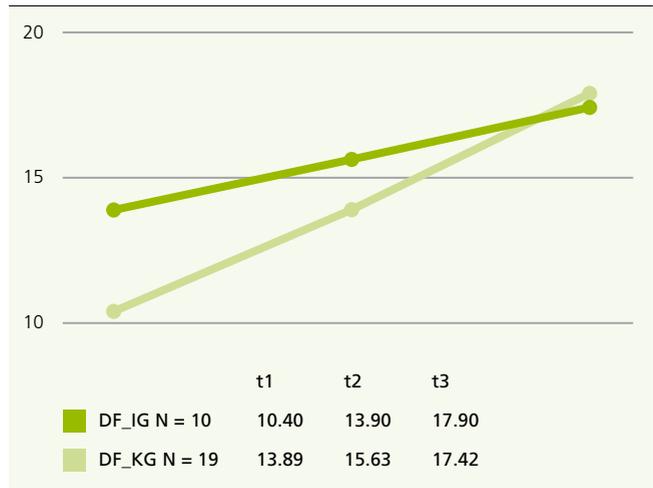


Abbildung 4: Leistungsverlauf der Kinder mit Deutsch als Familiensprache (DF)

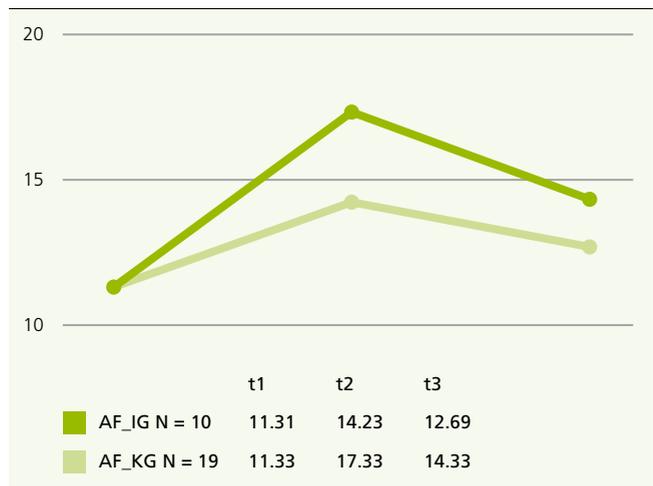


Abbildung 5: Leistungsverlauf der Kinder mit einer anderen Familiensprache (AF)

sowie sprachbildender Unterricht (Bochnik, Heinze & Ufer, 2013) sprachlich schwache Lernende unterstützt, werden in der Studie «MathS» somit bestätigt.

Einfluss der Familiensprache während Unterrichtspausen

Die Leistungen der Lernenden mit einer anderen Erstsprache sind nach der ferienbedingten Unterrichtspause erheblich schlechter geworden als bei den Lernenden mit deutscher Erstsprache. Der Leistungsabfall in der gesamten Interventionsgruppe wird darum auf den höheren Anteil fremdsprachiger Kinder zurückgeführt: In der Interventionsgruppe (56,5 %) befanden sich viel mehr fremdsprachige Kinder im Vergleich zur Kontrollgruppe (13,6 %). Dies bestätigen auch die Analysen nach Erstsprache. Selbst die sprachliche Förderung, die zuvor in der Interventionsgruppe stattgefunden hatte, konnte eine negative Leistungsentwicklung nicht aufheben.

Für die Förderung von sprachlich schwachen Kindern lohnt es sich, sowohl die inhaltlich-kognitiven als auch die sprachlichen Anforderungen besonders zu berücksichtigen.

Bedeutung für den Unterricht

Sprachsensibler Mathematikunterricht ist gewinnbringend für alle Lernenden (Brunner, Bernet & Nänny, eingereicht). Für die Förderung von sprachlich schwachen Kindern lohnt sich aber, die inhaltlich-kognitiven sowie sprachlichen Anforderungen besonders zu berücksichtigen (Kempert, Schalk & Saalbach, 2019). Die Frage, welche Angebote beispielsweise während längerer Schulferien geschaffen werden müssten, um eine kontinuierliche Sprachförderung bei sprachlich schwachen Lernenden mit anderer Erstsprache zu gewährleisten, bleibt noch offen.

Limitationen der Studie

Die Teilstichproben der Studie sind teilweise sehr klein. Dennoch lassen sich mittels statistischer Verfahren Gruppenunterschiede belegen. Das deutet darauf hin, dass die Effekte markant sind. Aufgrund der fehlenden zufälligen Zuteilung zur Interventionsgruppe sind die Ergebnisse insgesamt vorsichtig zu interpretieren. Trotzdem liefern sie Hinweise für vertiefende, differenzielle Analysen mit Blick auf sprachlich schwache Lernende und ihrer Leistungsentwicklung im Fachunterricht.

Wir danken der *Stiftung cogito foundation* und dem *Amt für Volksschule des Kantons Thurgau* für die Förderung der vorliegenden Studie.

Literatur

- Baur, R. & Spettmann, M. (2009). Der C-Test als Instrument der Sprachdiagnose und Sprachförderung (FörMig Edition). In D. Lengyel & H. Reich (Hrsg.), *Von der Sprachdiagnose zur Sprachförderung* (S. 115–127) (Bd. 5.) Münster: Waxmann.
- Bochnik, K., Heinze, A. & Ufer, S. (2013). Warum auch die Mathematik die Sprache braucht. *Grundschule Mathematik*, 6–9.
- Brunner, E., Bernet, F. & Nänny, S. (eingereicht). *Zum Zusammenhang zwischen verschiedenen sprachlichen und mathematischen Kompetenzen in unterschiedlichen Inhaltsbereichen*.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. Ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kempert, S., Schalk, L. & Saalbach, H. (2019). Übersichtsartikel. Sprache als Werkzeug des Lernens: Ein Überblick zu den kommunikativen und kognitiven Funktionen der Sprache und deren Bedeutung für den fachlichen Wissenserwerb. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 66 (3), 176–195.

- Prediger, S., Wilhelm, N., Büchter, A., Gürsoy, E. & Benholz, C. (2015). Sprachkompetenz und Mathematikleistung – Empirische Untersuchung sprachlich bedingter Hürden in den Zentralen Prüfungen 10. *Journal Mathematikdidaktik*, 36, 77–104.
- Roick, T., Göllitz, D. & Hasselhorn, M. (2018). *DEMAT 3+. Deutscher Mathematiktest für dritte Klassen*. Göttingen: Hogrefe.
- Ufer, S., Leiss, D., Stanat, P. & Gasteiger, H. (2020). Sprache und Mathematik – theoretische Analysen und empirische Ergebnisse zum Einfluss sprachlicher Fähigkeiten in mathematischen Lern- und Leistungssituationen. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 41 (1), 1–9.

Mirjam Rutishauser
 Lehrperson Heilpädagogisches
 Zentrum Romanshorn
 mirjam.rutishauser@gmail.com



Prof. Dr. habil. Esther Brunner
 Leiterin Professur Mathematikdidaktik
 Pädagogische Hochschule Thurgau (PHTG)
 esther.brunner@phtg.ch



Felix Bernet
 Akademischer Mitarbeiter
 Pädagogische Hochschule Weingarten
 felix.bernet@ph-weingarten.de

