KRAMER, Sonja; MORFELD, Peter & SUMMER, Anita
KPH Wien/Niederösterreich, Zwanzigeins e.V., Bochum, KPH Wien/Niederösterreich

Zwanzigeins - Empirische Studie zur Transkodierung zweistelliger Zahlen in inverser und stellenwertgerechter Sprechweise

1. Problemlage und Fragestellung

Im Deutschen erfolgen das Lesen und Schreiben grundsätzlich von links nach rechts. Bei Zahlen verhält es sich jedoch anders. Im Gegensatz zu Sprachen wie dem Englischen, Ukrainischen, Russischen, Türkischen, Chinesischen oder den romanischen Sprachen wird die Zahl 123 im Deutschen nicht in der Reihenfolge „hundert-zwanzig-drei“ ausgesprochen, sondern in einer verdrehten Abfolge als „hundert-drei-und-zwanzig“. Diese Art der Aussprache widerspricht der Logik des Stellenwertsystems, das auf der geordneten Reihenfolge von Hunderten, Zehnern und Einern basiert.

“[D]as Denken mit Zahlbegriffen [wird] durch die Verwendung konventioneller Zahlwörter konditioniert“ (Haarmann, 2008, S. 37). Diese Konditionierung verfestigt den „Widerspruch zwischen der akustischen und der logisch entwickelten Vorstellung des Zahlenbildes“. Dieser Widerstreit irritiert Schulkinder permanent, „weil stets zwei entgegengesetzt gerichtete Zahlvorstellungen hervorgerufen werden“ (Schellenberger, 1953, S. 58).

Schipper, Ebeling & Dröge (2018, S. 49f) beschreiben diese Inversion als schwierigste Hürde im Aufbau eines Zahlverständnisses. Gaidoschik (2022, S. 169f) betont, dass die verdrehte Zahlensprechweise eine besondere Problematik für Kinder mit Rechenschwierigkeiten darstellt. Wittmann & Müller (2016, S. 40) weisen auf die Herausforderung für Kinder mit anderer Erstsprache als Deutsch hin, besonders wenn sie aus einem Land kommen, wo Zahlwörter gemäß der Leserichtung ausgesprochen werden, wie es überwiegend weltweit der Fall ist.

Zahlreiche psychologische Studien belegen diese Problematik empirisch (Überblick in Morfeld und Summer 2024). Aber wäre es für Schulkinder wirklich von relevantem Vorteil, wenn Zahlen stellenwertgerecht gesprochen würden? Die psychologischen Querschnittsstudien geben hierzu keine Antwort, denn sie vergleichen Kinder, die in unterschiedlichen Sprachumgebungen aufgewachsen sind. Es fehlen Längsschnittuntersuchungen zu Schulkindern aus dem deutschen Sprachraum, die Transkodieraufgaben in beiden Sprechweisen nacheinander lösen (Transkodierung = Eingabe als indo-arabische Ziffernzahl nach Zahlendiktat).

In: L. Schick, M. Platz & A. Lambert (Hrsg.),
Beiträge zum Mathematikunterricht 2025.
58. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik. WTM.
https://doi.org/10.37626/GA9783959873307.0

Wir haben deshalb eine Longitudinalstudie an Grundschulen in Niederösterreich zu folgender Forschungsfrage aufgesetzt: Gelingt Kindern die Transkodierung schneller und gibt es weniger Fehler (sowie mehr fehlerfreie Bearbeitungen) bei stellenwertgerechter Sprechweise?

2. Studiendesign

Mittels der Zwanzigeins-App (https://zwanzigeins.jetzt/app/index.html) wurde "Hören & Schreiben" getestet, wobei den Kindern in vier Durchgängen (Perioden) je zehn zufällig gleichverteilt gezogene Zahlen von 11 bis 99 in der traditionell verdrehten Sprechweise Tv (elf, dreiundzwanzig, …) bzw. in der stellenwertgerechten Sprechweise Ze (zehneins, zwanzigdrei, …) von der App diktiert wurden (zu Ze siehe das Positionspapier von Zwanzigeins e.V.: https://zwanzigeins.jetzt/aktivitaeten/projekte/vorschlag-zahlensprechweise). Die Kinder tippten die gehörte Zahl ein. Die für jeden Durchgang benötigte Dauer und die dabei unterlaufenen Fehler wurden von der App gemessen und dokumentiert. Die Testung übernahmen trainierte Lehramtsstudierende während ihrer Praktikumsphase (je 6 Kinder im Einzelsetting).

Die Auswahl der Kinder erfolgte zufällig aus der Klassenliste (ohne Inklusionskinder). Jedes Kind wurde entweder in der Sequenz Tv Tv Ze Ze oder Ze Ze Tv Tv getestet, wobei die Perioden 2 und 4 zur Hauptanalyse herangezogen wurden. Die Sequenzen wurden den Kindern zufällig, aber balanciert zugeordnet, so dass die Hälfte der Kinder mit der Sprechweise Tv, die andere Hälfte mit der Sprechweise Ze begann.

Die Studie wurde somit als kontrolliertes randomisiertes 4-Perioden-Experiment mit balanciertem cross-over zu 2 Expositionsbedingungen aufgebaut.

Die beiden Expositionsbedingungen (gesetzte Sprechweisen) waren Tv als Referenz- und Ze als Indexexposition.

Als Zielgrößen wurden verwendet:

Y1 = Dauer einer Periode in Sekunden (verhältnisskalierte Variable),

Y1zus = Y1, zusätzlich korrigiert um den Unterschied in der Ansagezeit bei Tv und Ze (verhältnisskalierte Variable),

Y2 = Anzahl der Fehler pro Periode (Zählvariable),

Y2neg = fehlerfreie/nicht fehlerfreie Periode (binäre Variable).

Auswertungen erfolgten in Stata (https://www.stata.com/) mit Regressionsmodellen (linear, Poisson, logistisch) mit festen Effekten (Allison 2009): Punktschätzer des Effekts, 95%-Konfidenzintervalle (KI) und zweiseitige p-Werte werden berichtet.

3. Ergebnisse

Es wurden 506 Kinder (5 bis 11 Jahre, 251 Mädchen, 27 Nationalitäten) aus 30 Volksschulen von insgesamt 88 Studierenden der KPH Wien/Niederösterreich untersucht. Besetzung der Schulstufen 1 bis 4: 120, 162, 122, 102. 113 Kinder hatten eine Erstsprache mit stellenwertgerechten Zahlwörtern.

Bearbeitungsdauer: Y1 sank im Mittel von 52,5 s bei Tv auf 43,3 s bei Ze: mittlerer Unterschied = 9,1 s; 95%-KI: 6,8 s; 11,4 s (Y1zus: 8,1 s, 95%-KI: 5,8 s; 10,5 s). Die mittlere relative Reduktion in Y1 betrug 12,0%, 95%-KI: 9,8%; 14,3% (Y1zus: 9,9%, 95%-KI: 7,6%; 12,3%).

Fehleranzahl: Mit Tv machten die Kinder im Mittel pro Durchgang 2,6 Fehler, bei Ze nur 0,9 Fehler. Dies bedeutet eine relative Reduktion von Y2 um 66,3% (95%-KI: 62,6%; 70,0%).

Fehlerfreie Perioden: Y2neg stieg von 32,0% bei Tv auf 63,8% bei Ze. Das Odds Ratio (diskordant positiv zu negativ) lag bei 5,6 (95%-KI: 3,9; 8,0).

Alle Unterschiede sind statistisch hochsignifikant (stets $p<0{,}0005$).

Effektmodifikation: Y1zus ist bei Tv unter den 113 Kindern mit einer Erstsprache, die eine Zwanzigeins-Struktur besitzt, signifikant ($p=0{,}002$) größer (58 s vs. 49 s). Der Wechsel zu Ze verkürzt die Dauer in beiden Gruppen hochsignifikant um 14,3 s bzw. um 6,4 s (stets: $p<0{,}00005$). Der Rückgang ist in der Gruppe mit einer Erstsprache, die eine Zwanzigeins-Struktur besitzt, also um 8 s ausgeprägter und dieser Unterschied im Rückgang ist klar signifikant ($p=0{,}005$).

4. Diskussion und Folgerungen

Die Studie belegt statistisch signifikante und pädagogisch relevante Vorteile (Geschwindigkeit, Fehleranzahl) einer stellenwertgerechten Sprechweise für Schulkinder der Primarstufe beim Zahlendiktat. Kinder sowohl mit als auch ohne Erstsprache mit stellenwertgerechten Zahlwörtern profitieren durch den Wechsel auf Ze, aber die Kinder mit einer solchen Erstsprache stärker, so dass sie ihre Nachteile bei Tv nahezu kompensieren.

Stärken: In der Studie fungiert jedes Kind als seine eigene Referenz, weshalb alle im Kind konstanten Kovariablen keinen Störeinfluss (Confounding) ausüben können, wie Geschlecht, Alter, Sozialstatus, Unterrichtsstil usw. Durch Regressionsanalysen mit festen Effekten wird dieser Vorteil in der Auswertung optimal genutzt (Allison 2009). Die Konzentration auf die Perioden 2 und 4 in der Hauptanalyse begrenzt potentielle Lern- und Carryover-Effekte. Darüber hinaus schließt die zufällige und balancierte Zuordnung der Sequenzen Längsschnittverzerrungen durch z.B. residuale Lerneffekte wirksam aus.

Die Randomisierungen erlauben somit eine direkte Interpretation der zufallskritischen Ergebnisse, wie p-Werte und Konfidenzintervalle.

Limitationen: Der Ausschluss von Inklusionskindern führte zur Unterrepräsentierung rechenschwacher Kinder. Eine Studie, speziell ausgerichtet auf solche Kinder, ist in Berlin bereits in Umsetzung. Eine Ausweitung auf andere Populationen erscheint sinnvoll.

Folgerungen: Wir vertreten die Auffassung, dass es ein wesentlicher Bestandteil des Mathematikunterrichts sein sollte, über die Eigenart der deutschen Zahlwörter zu sprechen und die damit verbundenen Schwierigkeiten zu thematisieren. Der österreichische Lehrplan für die Volksschule gibt dies bereits vor (Bundeskanzleramt der Republik Österreich 2023, S. 73).

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass eine "sanfte Reform" hin zu einer gleichberechtigten Akzeptanz beider Zahlensprechweisen für unsere Schulkinder wünschenswert wäre. Die unverdrehte Sprechweise sollte neben der traditionellen als korrekt anerkannt werden. Zur Diskussion siehe die Ausführungen von Zwanzigeins e.V. (https://zwanzigeins.jetzt/).

Politisch Verantwortliche im Bildungsbereich des deutschen Sprachraums aber insbesondere alle in der Fachdidaktik Tätigen sind daher aufgerufen, sich mit einer solchen sanften Reform hin zu einer stellenwertgerechten Zahlensprechweise auseinanderzusetzen.

Schließlich ist unser Ziel, einen möglichst barrierefreien Zugang zur Mathematik zu schaffen und Freude an diesem Unterrichtsfach zu wecken bzw. aufrecht zu erhalten.

Literatur

Allison, P.D. (2009). *Fixed effects regression models*. SAGE.

Bundeskanzleramt der Republik Österreich. (2023). *Lehrplan der Volksschule.* BGBl. II - Ausgegeben am 2. Jänner 2023 - Nr. 1. https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2023_II_1/Anlagen_0001_CE7F0AA2_A925_4A4D_8C3C_355D12BD22D1.pdfsig

Gaidoschik, M. (2022). *Rechenschwäche verstehen - Kinder gezielt fördern*. Persen.

Haarmann, H. (2008). *Weltgeschichte der Zahlen.* Beck.

Morfeld, P.; Summer, A. (2024). Zwanzigeins. *Lernen und Lernstörungen* 13, 1 – 3. https://doi.org/10.1024/2235-0977/a000429.

Schellenberger, M. (1953). *Zahlwort und Schriftbild der Zahl*. Bibliographisches Institut.

Schipper, W.; Ebling, A.; Dröge, R. (2018). *Handbuch für den Mathematikunterricht. 2. Schuljahr*. Westermann.

Wittmann, E. Ch.; Müller, G. N. (2016). *Das Zahlenbuch 1. Begleitband*. ÖBV.