

Mathematiklernen im Förderschwerpunkt Hören und Kommunikation

Sprache spielt für den Erwerb mathematischer Basiskompetenzen eine entscheidende Rolle (z.B. Schröder & Ritterfeld 2014). Dies wird über Studien bei Kindern mit Hörbehinderung noch einmal besonders deutlich: Hier hat die Sprachkompetenz auf Mathematikleistungen einen größeren Einfluss als sozioökonomischer Status, Migrationshintergrund oder Mehrsprachigkeit (Prediger & Wessel 2018).

Studien weisen darauf hin, dass die meisten Kinder mit Hörbehinderung bereits im Vorschulalter Schwierigkeiten mit mathematischen Lerninhalten haben (Kritzer, 2009; Pagliaro & Kritzer, 2013). Dies führt aufgrund des Spiralprinzips in der Mathematik dazu, dass diese Kinder auch in der Schule mehr gefährdet sind, Rechenschwierigkeiten zu erwerben (Blatto-Vallee et al. 2007, Marschark et al. 2013, Qi & Mitchell, 2012, Traxler, 2000; Gottardis et al., 2011), die bis ins Erwachsenenalter nur schwer aufgeholt werden können (Bull et al., 2011; Kramer & Grote, 2009). Erklären lässt sich dieser Rückstand bei hörbehinderten Kindern unter anderem über die Sprachkompetenz.

Die Bedeutung der Sprachkompetenz beim Mathematiklernen wird z. B. dann deutlich, wenn Mengen miteinander verglichen werden sollen: Zur Beschreibung werden mehrere Aspekte gleichzeitig und in Abhängigkeit zueinander beschrieben, wie z. B. weniger als, mehr als, genauso viel wie, etc. (Sinner, Ennemoser & Krajewski, 2011). Risiken für Missverständnisse stecken auch in kleinen Worten (v. a. Adverbien und Konjunktionen) wie z. B. „dazu“, „weg“, „davon“, etc., die aufgrund ihrer Kürze eher überhört und übersehen werden als Schlüsselwörter in Sätzen, wobei gerade die kleinen Wörter bedeutungstragend für mathematische Grundvorstellungen sind (Käpnick & Benölken, 2020). Auch Lesefähigkeit, Wortschatz und Weltwissen nehmen Einfluss auf das Mathematikverstehen (Prediger, 2018).

Zu den mathematischen Vorläuferfähigkeiten („pränumerische Fähigkeiten“), die Kinder bereits im Vorschulalter erlernen, gehören Abzählen, Messen, Mengen schätzen und in Relation setzen, einfaches Addieren und Subtrahieren sowie Formen erkennen und benennen (Benz, Peter-Koop & Grüßing, 2015). Diese Kompetenzen werden in der Regel beiläufig und spielerisch in der alltäglichen Kommunikation mit den Eltern erworben, z. B. durch soziale Handlungen wie gemeinsames Zählen, Vergleichen von Mengen etc. (Björklund, 2008). Die häufige Beschäftigung mit mathematischen Aspekten führt zu einer Automatisierung (z. B. durch Abzählverse) und erleichtert es den Kindern später, Fähigkeiten zum mathematischen Problemlösen zu erwerben.

Da bei hörbehinderten Kindern unabhängig von der Kommunikationsmodalität das beiläufige Lernen eingeschränkt sein kann, müssen sie die spielerische Beschäftigung mit Mathematik häufig deutlich bewusster und konzentrierter aufnehmen als hörende Kinder, die Vieles „nebenbei“ über den Gehörsinn mitbekommen (Pospischil 2018).

Die Entwicklungsrückstände der meisten hörbehinderten Kinder im Mathematiklernen betragen laut älteren Studien zwischen zwei bis fünf Jahre gegenüber gleichaltrigen hörenden Kindern (Hine, 1970; Wood et al., 1983). Neuere Studien dokumentieren auch teilweise, dass viele hörbehinderten Kinder trotz des früheren Diagnosezeitpunkts, verbesserter Versorgungsmöglichkeiten und einer zunehmenden Wertschätzung der Gebärdensprache als vollwertige Sprache in bestimmten mathematischen Lernbereichen besondere Herausforderungen haben:

- Zahlenverständnis (Pagliaro & Kritzer, 2013),
- Messen, Erfassen von Mengen (Pagliaro & Kritzer, 2013),
- Bruchrechnen (Mousley & Kurz, 2015; Titus, 1995),
- Automatisierung von Zahlenreihen (Bull, 2008; Leybaert & Van Cutsem, 2002),
- Problemlösen (Pagliaro & Kritzer, 2013, Traxler, 2000),
- Aufgaben zum Zahlenstrahl (Bull et al., 2011),
- Textaufgaben (Ansell & Pagliaro, 2006; Blatto-Vallee et al., 2007; Hyde et al., 2003; Kelly & Mousley, 2001).

Da bei den zuletzt genannten Textaufgaben neben der sprachlichen auch die schriftliche Modalität hinzukommt, sind Probleme für viele hörbehinderte Kinder naheliegend. Diesen Kindern fällt es bei schriftlichen Textaufgaben schwer, die konkrete Fragestellung der Aufgabe zu identifizieren und das mathematische Problem zu modellieren (Spencer & Marschark, 2010).

Relative Stärken können bei hörbehinderten Kindern und Jugendlichen im Bereich Geometrie beobachtet werden (Pagliaro & Kritzer, 2013; Edwards et al., 2013), was häufig mit den Stärken in der visuellen Wahrnehmung der Kinder in Zusammenhang gebracht wird (Marschark & Knoors, 2012). Außerdem zeigen viele hörbehinderte Kinder annähernde Fähigkeiten bei systematisch-methodischen Rechenaufgaben ohne semantischen bzw. sprachlichen Kontext (Swanwick et al., 2005) und bessere Leistungen in der Raumvorstellung (Zarfaty et al. 2004).

Zunehmend befassen sich Studien mit dem Einfluss der Kommunikationsmodalität auf das Mathematikverstehen. So gibt es einige Studien zu den Mathematikkompetenzen von tauben Kindern tauber Eltern (native signers), die zeigen, dass Gebärdensprache als visuell-gestische Sprache positiven Einfluss auf das Mathematiklernen nehmen kann (z.B. Kritzer, 2009; Werner, 2010; Henner et al., 2021). Zudem finden sich Hinweise darauf, dass native signers bestimmte Aufgabenstellungen anders lösen als hörende, lautsprachlich kommunizierende Kinder, wie z. B. Zahlenstrahlaufgaben und Aufgaben, bei denen verschiedene Aspekte zueinander in Beziehung gesetzt werden (Werner et al. 2019). Gebärdensprachorientierte Kinder machen also mitunter andere Fehler als hörende Kinder, was über die Sprachmodalität erklärt werden kann (Leybaert & van Custem, 2002). Die zukünftige Forschung wird zeigen, wie gebärdensprachliche Ressourcen besser für den Mathematikunterricht genutzt werden können.

Während bei hörenden Kindern Schwierigkeiten in pränumerischen Fähigkeiten wie der Anzahlerfassung (das Erfassen kleinerer Mengen „auf einen Blick“) auf spätere Schwierigkeiten hinweisen können, ist das bei hörbehinderten Kindern unabhängig von der Kommunikationsmodalität nicht der Fall (Schindler et al.,

2022). Hörbehinderte Kinder zeigen in diesen Aufgaben sogar deutlich weniger Schwierigkeiten als hörende Kinder, weisen aber trotzdem häufiger Lernrückstände im Mathematiklernen auf. Dies macht andere Erklärungen für Entwicklungsrückstände wahrscheinlicher, wie die soeben genannten Aspekte wie z. B. eingeschränkter Zugang (über Gehör und Sprache) zu spielerischen Mathematikerverfahrungen im Alltag, aber auch Qualität der Eltern-Kind-Interaktion und des (vor-)schulischen Angebots (Barbosa, 2014; Kritzer, 2008, 2009; Nunes, 2004).

Literatur

Ansell, E., & Pagliaro, C. M. (2006). The relative difficulty of signed arithmetic story problems for primary level deaf and hard-of-hearing students. *J. Deaf Stud. Deaf Educ.* 11, 153–170. doi: 10.1093/deafed/enj030

Barbosa, H. H. (2014). Early mathematical concepts and language: a comparative study between deaf and hearing children. *Educ. Pesqui.* 40, 163–179. doi: 10.1590/S1517-97022014000100011

Benz, Peter-Kopp & Grüßing (2015). Frühe mathematische Bildung. Mathematiklernen der Drei- bis Achtjährigen. Berlin: Springer

Björklund, C. (2008). Toddlers' opportunities to learn mathematics. *Int J Early Child* 40(1): 81–95. doi: 10.1007/BF03168365

Blatto-Vallee, G., Kelly, R. R., Gaustad, M. G., Porter, J., & Fonzi, J. (2007). Visual-spatial representation in mathematical problem solving by deaf and hearing students. *J. Deaf Stud. Deaf Educ.* 12, 432–448. doi: 10.1093/deafed/enm022

Bull, R. (2008). "Deafness, numerical cognition, and mathematics," in *Deaf Cognition: Foundations and Outcomes*, eds. M. Marschark, & P. Hauser (Oxford: Oxford University Press), 170–200. doi: 10.1093/acprof:oso/9780195368673.003.0006

Bull, R., Marschark, M., Sapere, P., Davidson, W. A., Murphy, D., & Nordmann, E. (2011). Numerical estimation in deaf and hearing adults. *Learn. Individ. Differ.* 21, 453–457. doi: 10.1016/j.lindif.2011.02.001

Edwards, A., Edwards, L., & Langdon, D. (2013). The mathematical abilities of children with cochlear implants. *Child Neuropsychol.* 19, 127–142. doi: 10.1080/09297049.2011.639958

Gottardis, L., Nunes, T., & Lunt, I. (2011). A synthesis of research on deaf and hearing children's mathematical achievement. *Deafness Educ. Int.* 13, 131–150. doi: 10.1179/1557069X11Y.0000000006

Henner, J., Pagliaro, C., Sullivan, S., & Hoffmeister, R. (2021). Counting Differently: Assessing Mathematics Achievement in Signing Deaf and Hard of Hearing Children Through a Unique Lens. doi: 10.31234/osf.io/4fngc

Hine, W. D. (1970). The attainment of children with partial hearing. *J. Br. Assoc. Teach. Deaf* 68, 129–135.

Hyde, M., Zevenbergen, R., & Power, D. (2003). Deaf and hard of hearing students' performance on arithmetic word problems. *Am. Ann. Deaf* 148, 56–64. doi: 10.1353/aad.2003.0003

Käpnick, F., Benölken, R. (2020). Erwerb von Sprach- und Methodenkompetenzen im Mathematikunterricht. In: Mathematiklernen in der Grundschule. Mathematik Primarstufe und Sekundarstufe I + II. Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-662-60872-2_6

Kelly, R., & Mousley, K. (2001). Solving word problems: more than reading issues for deaf students. *Am. Ann. Deaf* 146, 251–262. doi: 10.1353/aad.2012.0088

Kramer, F., & Grote, K. (2009). Haben Gehörlose beim Rechnen mehr Schwierigkeiten als Hörende? *Z Sprache Kultur Gehörloser* 82:276–283

Kritzer, K. L. (2008). Family mediation of mathematically based concepts while engaged in a problem-solving activity with their young deaf children. *J. Deaf Stud. Deaf Educ.* 13, 503–517. doi: 10.1093/deafed/enn007

Kritzer, K. L. (2009). Barely started and already left behind: a descriptive analysis of the mathematics ability demonstrated by young deaf children. *J. Deaf Stud. Deaf Educ.* 14, 409–421. doi: 10.1093/deafed/enp015

Leybaert, J., & Van Cuyt, M. (2002). Counting in sign language. *J. Exp. Child Psychol.* 81, 482–501. doi: 10.1006/jecp.2002.2660

Marschark, M. & Knoors, H. (2012). Sprache, Kognition und Lernen – Herausforderungen an die Inklusion gehörloser und schwerhöriger Kinder. In M. Hintermair (Hrsg.). *Inklusion und Hörschädigung. Diskurse über das Dazugehören und Ausgeschlossensein im Kontext besonderer Wahrnehmungsbedingungen*. Median, Heidelberg, 129–176

Marschark, M., Morrison, C., Lukomski, J., Borgna, G., & Convertino, C. (2013). Are deaf students visual learners? *Learn. Individ. Differ.* 1, 156–162. doi: 10.1016/j.lindif.2013.02.006

Mousley, Keith and Kurz, Christopher (2015). "Pre-College Deaf Students' Understanding of Fractional Concepts: What We Know and What We Do Not Know," *Journal of Science Education for Students with Disabilities*: Vol. 18 : Iss. 1, Article 7. doi: 10.14448/jsesd.07.0004

Nunes, T. (2004). *Teaching Mathematics to Deaf Children*. London: Whurr

Pagliaro, C. M., & Kritzer, K. L. (2013). The math gap: a description of the mathematics performance of preschool-aged deaf/ hard-of-hearing children. *J. Deaf Stud. Deaf Educ.* 18, 139–160. doi: 10.1093/deafed/ens070

Pospischil, M. (2018). Inklusiver Unterricht mit hörgeschädigten Schülern. In A. Leonhardt (Hrsg.). *Inklusion im Förderschwerpunkt Hören*. Kohlhammer, Stuttgart, 154–193.

Prediger, S. (2018). Comparing and combining research approaches to empirically inform the design of subject-matter interventions: the case of fostering language learners' strategies for word problems. *Res Subj-Matter Teach Learn* 1:4–18

Prediger, S., & Wessel, L. (2018). Brauchen mehrsprachige Jugendliche eine andere fach- und sprachintegrierte Förderung als einsprachige? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 21(2), 361–382. doi:10.1007/s11618-017-0785-8

- Qi, S., & Mitchell, R. E. (2012). Large-scale academic achievement testing of deaf and hard-of-hearing students: past, present, and future. *J. Deaf Stud. Deaf Educ.* 17, 1–18. doi: 10.1093/deafed/enr028
- Schindler, M., Doderer, J.H., Simon, A.L., Schaffernicht, E., Lilienthal, A.J., & Schäfer, K. (2022). Small number enumeration processes of deaf or hard-of-hearing students: A study using eye tracking and artificial intelligence. *Front. Psychol.* 13:909775. doi: 10.3389/fpsyg.2022.909775
- Schröder, A., & Ritterfeld, U. (2014). Zur Bedeutung sprachlicher Barrieren im Mathematikunterricht der Primarstufe. *Wissenschaftlicher Erkenntnisstand und Reflexion in der (Förder-)Schulpraxis. Forschung Sprache* 2(1), 49-69.
- Sinner, D., Ennemoser, M. & Krajewski, K. (2011). Entwicklungspsychologische Frühdiagnostik mathematischer Basiskompetenzen im Kindergarten- und frühen Grundschulalter. In M. Hasselhorn & W. Schneider (Hrsg.). *Frühprognose schulischer Kompetenzen. Tests & Trends N.F.* 9. Göttingen: Hogrefe, 109-129
- Spencer, P. E., & Marschark, M. (2010). *Evidence-Based Practice in Educating Deaf and Hard-Of-Hearing Students.* Oxford: Oxford University Press.
- Swanwick, R., Oddy, A., & Roper, T. (2005). Mathematics and deaf children: an exploration of barriers to success. *Deafness Educ. Int.* 7, 1–21. doi: 10.1179/146431505790560446
- Titus, J. C. (1995). The concept of fractional number among deaf and hard of hearing students. *Am. Ann. Deaf* 140, 255–263. doi: 10.1353/aad.2012.0582
- Traxler, C. (2000). The stanford achievement test, 9th edition: national norming and performance standards for deaf and hard-of-hearing students. *J. Deaf Stud. Deaf Educ.* 5, 337–348. doi: 10.1093/deafed/5.4.337
- Werner, V. (2010). Zum numerischen Zahlenverständnis von gehörlosen Grundschulern. Eine Untersuchung am Beispiel des Größenvergleichs zweier Zahlen auf unterschiedlichen Repräsentationsebenen (Teil II). *Das Zeichen* 85:276–289
- Werner, V., Masius, M., Ricken, G. & Hänel-Faulhaber, B. (2019). Mathematische Konzepte bei gehörlosen Vorschulkindern und Erstklässlern. *Lernen und Lernstörungen*, 8(3), 155-165. doi: 10.1024/2235-0977/a000216
- Wood, D., Wood, H., & Howarth, P. (1983). Mathematical abilities of deaf schoolleavers. *Br. J. Dev. Psychol.* 1, 67–73. doi: 10.1111/j.2044-835X.1983.tb00544.x
- Zarfaty, Y., Nunes, T., & Bryant, P. (2004). The performance of young deaf children in spatial and temporal number tasks. *J. Deaf Stud. Deaf Educ.* 9, 315–326. doi: 10.1093/deafed/enh034