



Integration von Schülerinnen und Schülern mit einer
SehSchädigung an Regelschulen

Didaktikpool
Zahlerfahrung und Grundrechnen bei blinden Kindern
Emmy Csocsán
2000

Universität Dortmund
Fakultät Rehabilitationswissenschaften
Rehabilitation und Pädagogik bei Blindheit und Sehbehinderung
Projekt ISaR
44221 Dortmund

Tel.: 0231 / 755 5874

Fax: 0231 / 755 4558

E-mail: isar@uni-dortmund.de

Internet: <http://isar.reha.uni-dortmund.de>



Zahlerfahrung und Grundrechnen bei blinden Kindern

Entwicklung mathematischer Kompetenzen - Auswirkung der Sehschädigung auf die Lernprozesse in Mathematik

Kinder, die unter der Bedingung einer Sehschädigung leben, erleben und erlernen ihre materielle und soziale Umgebung auf andere Art und Weise als gleichaltrige Kinder ohne Sehschädigung. Die Auswirkungen der verschiedenen Sehschädigungen beeinflussen die Lernprozesse auch in der Mathematik unterschiedlich. Die einander folgenden Phasen der Entwicklung von Fähigkeiten sind gleich, die sensorische und zeitliche Strukturierung der mathematischen Konstruktionen in einer Entwicklungsphase können individuell unterschiedlich sein. Deshalb sollen im Folgenden zunächst allgemeine Aspekte von Mathematikunterricht und der Entwicklung mathematischer Kompetenzen betrachtet und danach auf die Auswirkungen der Sehschädigung auf die mathematischen Lernprozesse eingegangen werden.

Für das Fach Mathematik im Unterricht mit Kindern mit einer Sehschädigung gilt zunächst wie für alle Fächer der Lehrplan der allgemeinen Schule (KMK 1998). Im Rahmen der fachlichen Lernziele geht es nicht in erster Linie um antrainierte mechanische Fertigkeiten - wie z. B. die Technik des schriftlichen Grundrechnens - sondern um die Entwicklung des mathematischen Verständnisses, das aus der Umwelt heraus erwächst und diese so gleichzeitig erschließt (Richtlinien der Grundschule in NRW, Mathematik 1985, 21). Erst langsam ist eine Systematisierung des Vorgehens anzustreben. Es sollen auch Grundkenntnisse über Zahlen, Formen und Größen erworben werden sowie die grundsätzliche Fähigkeit zum Lösen mathematischer Probleme, die stark vom mathematischen Verständnis und dem erworbenen Wissen abhängig ist. Der Lern- und Vermittlungsprozess zielt darauf ab, bei den Schülerinnen/Schülern eine positive Haltung zu mathematischen Tätigkeiten zu entwickeln (ebd. 22). Gleichwertig neben den fachlichen Zielen stehen die allgemeinen Lernziele wie Förderung der Kreativität, der Argumentationsfähigkeit und des Mathematisierens, d.h. des Übersetzens von Problemen/Gegebenheiten der vom Individuum wahrgenommenen Realität in die Sprache der Mathematik und die Rückübersetzung der gefundenen Lösungen zur Erschließung der Umwelt. In den Richtlinien der Grundschule Mathematik in NRW wird als zugrunde liegende Konzeption des Unterrichts die des aktiv-entdeckendes Lernens genannt (ebd. 26).

Der mathematische Inhalt des Lehrplanes für Grundschulen teilt sich in drei Themen auf: Arithmetik, Geometrie und Messen. Arithmetik beinhaltet Kenntnisse von natürlichen Zahlen bis zum Zahlenraum 1 000 000, Kopfrechnen und schriftliches Rechnen. In Geometrie erfahren die Schülerinnen und Schüler die verschiedenen zwei- und dreidimensionalen Formen von alltäglichen Gegenständen und geometrischen Flächen und Körpern. Das Thema Größen beinhaltet den Umgang mit Dimensionen und Relationen in Bezug auf Länge, Gewicht, Zeit, Fläche und Volumen.

Die Struktur der natürlichen Zahlen ist dabei für uns ein sehr brauchbares Modell zum Verstehen verschiedenster Dinge, auch außerhalb unmittelbar mathematischer Kontexte. So können sie uns helfen, Konstruktionen über unsere Welt

weiterzuentwickeln, insbesondere in Fällen, in denen unmittelbare Erfahrung nicht möglich ist. Mit Hilfe der Zahlen lernen wir etwas über Galaxis, Weltraum, chemische und wirtschaftliche Prozesse. Die verinnerlichte Struktur des Körpers der natürlichen Zahlen hilft uns, alltägliche Probleme zu lösen und neue Abstraktionen zu gewinnen. Bei der Erziehung und im Unterricht von Kindern mit einer Sehschädigung ist die Verwendung des Modells der natürlichen Zahlen von besonderer Bedeutung. Viele Dinge sind für Kinder mit einer Sehschädigung wegen ihrer Größe und als mögliche Gefahrenquelle nicht erreichbar. In diesen Fällen verwenden wir Modelle, damit die Kinder Vorstellungen, Abstraktionen, Begriffe usw. entwickeln können.

Die Quantität und Qualität der vormathematischen Erfahrungen des Kindes beeinflussen wesentlich die Effektivität der mathematischen Lernprozesse in der Schule. Im weiteren Sinne dient die Entwicklung jedes Bereiches der psychomotorischen und kognitiven Sphären der Vorbereitung mathematischer Fähigkeiten des Kindes. Die aktive Auseinandersetzung mit der Umwelt durch unterschiedliche Lernprozesse führt zu verschiedenen Erfahrungen über quantitative und qualitative Eigenheiten der Gegenstände und Personen, über unterschiedliche Größe und räumliche Beziehungen sowie über Auswirkungen von physischen und psychischen Aktivitäten.

Die aktive Auseinandersetzung mit der Umwelt durch unterschiedliche Lernprozesse führt zu verschiedenen Erfahrungen über quantitative und qualitative Eigenheiten der Gegenstände und Personen, über unterschiedliche Größe und räumliche Beziehungen sowie über Auswirkungen von physischen und psychischen Aktivitäten. Die Bedingungen der Wahrnehmung, die Qualität und Quantität der sensorischen Erfahrung sind entscheidende Elemente der Entwicklung mathematischer Kompetenzen.

Eine breite Basis von Literatur beschäftigt sich, basierend auf empirischen Datenerhebungen, mit der Zahlbegriffsentwicklung. Die Entwicklung, Verknüpfung und Bedeutung der verschiedenen Zahlaspekte (ordinal, kardinal, etc.) wird dabei z.T. kontrovers diskutiert (Ahlberg 2000).

Wie alle Wahrnehmungsaktivitäten beruhen auch die ersten "mathematischen" Erfahrungen auf angeborenen Fähigkeiten des Menschen (Gelman & Gallistel 1978, Wynn 1992). Die ersten Eindrücke von Mengen - mit unterschiedlicher Anzahl von Elementen - werden durch das simultane Erfassen von Mustern aus der Umgebung im Kleinkindalter gewonnen.

Die Fähigkeit vom Erfassen simultaner Einheiten, mit dem englischen Fachausdruck "subitizing", spielt eine wesentliche Rolle in der Zahlbegriffsentwicklung (Ahlberg 2000, Maier 1990). Wynn hat behauptet, Kinder im Alter von 1-2 Jahren seien fähig, Änderungen von Mustern in "mathematischem" Sinne wahrzunehmen (Wynn 1992). Zahlreiche empirische Studien analysieren die Rolle des Zählens in der Zahlbegriffsentwicklung (Glaserfeld 1993, Fuson 1992).

In Bezug auf Mengenerfahrung und Entwicklung arithmetischer Kompetenzen deuten einige Verfasser auf die wichtige Rolle der Finger und des Fingerzählens hin (Brissiaud 1992, Neuman 1987).

Ahlberg meint, dass die bisherigen empirischen Arbeiten sich nur mit ausgewählten Aspekten des komplexen Phänomens der "Zahlbegriffsentwicklung" beschäftigten (Ahlberg 2000).

Vor diesem Hintergrund stellten sich einige Wissenschaftler mit den Mitarbeitern der Universität Göteborg die Aufgabe, die Komplexität der Zahlerfahrungen im Alter von 6-10 Jahren zu erforschen. Hierzu führten sie vergleichende Untersuchungen mit Kindern mit einer Sehschädigung, Kindern mit einer Hörschädigung und Kindern ohne Behinderung durch. Die qualitativen Untersuchungen im Rahmen der phänomenographischen Forschungen ermöglichten die Beschreibung der Komplexität der Kompetenzen von Kindern in Bezug auf Zahlen in unterschiedlichen Problemlösesituationen (Ahlberg, Csocsán 1999, Ahlberg 2000, Frostad 1996, 1999). Die qualitative Beschreibung im Rahmen der phänomenographischen Forschungen ermöglicht die Beschreibung der Komplexität der Kompetenzen (des Wissensnetzes) von Kindern im Bezug auf Zahlen in unterschiedlichen Problemlösesituationen.

Die Analyse der Ergebnisse der drei Gruppen zeigt, dass die Kinder auf viele verschiedenen Arten mit den Zahlen umgehen können. Sie sagen Zahlworte, schätzen, zählen, gruppieren und strukturieren Zahlen und verwenden Zahlfaktoren. Auch ist ihr Zahlverständnis – abhängig von Schweregrad und Kontext der Aufgabe – unterschiedlich. So fassen sie die Zahl als Zahlwort, Extent/Ausdehnung, Position in der Reihe, gruppierte Einheit und strukturierte Einheit auf.

In Bezug auf mathematisches Lernen in der Schule hat die Entwicklung der Relation „Teile im Ganzen“ eine entscheidende Bedeutung. Kinder, die die Teile der Zahl und die Teile in Bezug auf die ganze Zahl auf verschiedene Art und Weise wahrnehmen, entwickeln das Verständnis der Relation „Teile-im-Ganzen“. Viele Kinder können mathematische Probleme mit auswendig gelernten Zahlfakten bewältigen. Diese Kinder haben kein Konzept von der Struktur der Zahl und des Zahlenraums und werden später große Schwierigkeiten im Mathematikunterricht haben.

Csocsán stellt aufgrund empirischer Datenerhebungen mit Kindern mit einer Sehschädigung fest:

1. Die Qualität und Quantität der **Erfahrungen durch Wahrnehmung** beeinflussen die Entwicklung der frühmathematischen Kompetenzen (Ahlberg, Csocsán 1994, 1996).
2. Für die Entwicklung der Relation Teile-im-Ganzen sind die **simultanen sensorischen Erfahrungen** unerlässlich. Die Umstände des Tastens bei blinden Kindern haben unmittelbaren Einfluss darauf, ob eine simultane Mengenerfahrung stattfinden kann. Einfluss nehmen z.B. die Anzahl der Elemente, deren Größe und Eigenschaften, ihre Homo- bzw. Heterogenität oder ihre Beziehung untereinander. Relevant sind aber auch die Taststrategien der Kinder, da diese die Genauigkeit, Schnelligkeit und die Möglichkeit zum simultanen Erfassen beeinflussen. Obwohl das Tasten auch simultane Mengenerfahrung in einem kleinen Zahlenraum erlaubt, haben die akustischen Eindrücke in der Entwicklung größere Bedeutung (Csocsán 2000).
3. **Zählen mit Fingern** und das Verwenden der Fingerzahlen haben bei blinden Kindern eine untergeordnete Rolle in der Zahlbegriffsentwicklung. Abhängig von der Sehschädigung hilft Fingerzählen den sehbehinderten Kindern beim

Zählprozess und ermöglicht ihnen, die Relation Teile-im-Ganzen visuell zu erfahren (Csocsán 2001).

4. Bei der Lösung mathematischer Probleme verwenden blinde Kinder unterschiedliche Strategien. Bei den verbalen Aufgaben sind bei ihnen das **Doppelzählen und Zählen durch Hören** die meist verwendeten Strategien (Ahlberg, Csocsán 1999). Wenn die Kinder die Strategie des Doppelzählens verwenden, benutzen sie zwei Zahlenreihen parallel. Bei der Aufgabe $7+5$ sagt das Kind beispielsweise: „acht eins, neun zwei, zehn drei, elf vier, zwölf fünf. Sieben plus fünf gleich zwölf.“ Geübte Doppelzähler verwenden nach einer Weile die zweite Zahlenreihe nicht mehr. Die Zahlwörter werden so hörbare Elemente, die die Kinder in ihrer Vorstellung gruppieren und strukturieren können. Kinder mit einer Sehschädigung verwenden den „hörbaren Zahlenstrahl“ öfter als Kinder ohne Sehschädigung. Nach der Theorie des „Sinfonie-Effekts“ kann eine Zahl wie ein hörbares, strukturiertes Muster erlebt werden. Die Kinder hören die ganze „Melodie“ – Serie der Zahlwörter – und können damit auf verschiedene Weise umgehen (Csocsán 2000, 2001).
5. Viele blinde Kinder haben im mathematischen Anfangsunterricht auch **Sprach- und Verständnisprobleme**. Viele Eigenschaften der Gegenstände sind nach ihren sichtbaren Merkmalen bezeichnet, z.B. nach ihrer Form. Für blinde Kinder ist die Form eines Gegenstandes aber oft zweitrangig. Die dreieckförmigen Elemente im Logikspiel z.B. finden blinde Kinder nicht dadurch, dass sie die Form des Dreiecks kontrollieren, sondern dass sie eine "stechende" Spitze identifizieren. So bedeutet etwa die Amsel in erster Linie für Blinde eine spezielle Singstimme, jedoch nicht die Farbe oder Gestalt des Vogels.

Weiterführende Literatur und Unterrichtswerke

(Kognitive) Entwicklung und Zahlbegriffsentwicklung

Ayres, Jean: Bausteine der kindlichen Entwicklung. Berlin: Springer, 184.

Bideand, J.; C. Meljac & J.P. Fischer (Hg.): Pathways to Number. Children`s Developing Numerical Abilities. Hillsdale (NJ): Laurence Erlbaum Associates, 1992.

Brissiaud, R.: A tool for number construction: finger symbol set. In: Bideand, J.; C. Meljac & J.P. Fischer (Hg.): Pathways to Number. Children`s Developing Numerical Abilities. Hillsdale (NJ): Laurence Erlbaum Associates, 1992.

Fuson, Karen C.: Relationships Between Counting and Cardinality From Age 2 to Age 8. In: Bideand, J.; C. Meljac & J.P. Fischer: Pathways to Number. Children`s Developing Numerical Abilities. Hillsdale (NJ): Laurence Erlbaum Associates, 1992.

Fuson, Karen, C. & James W. Hall: The Acquisition of Early Number Word Meanings: A Conceptual Analysis and Review. In: Herbert P. Ginsburg: The Development of Mathematikal Thinking. New York: Academic Press, 1983, S. 49-107.

Gelman, R. & C.R. Gallistel: The Child`s Understanding of Number. Cambridge (Mass.): Harvard Univ. Press, 1978.

Ginsburg, Herbert: The Development of Mathematikal Thinking. New York: Academic Press, 1983.

Ginsburg, H. & S. Opper: Piagets Theorie der geistigen Entwicklung. 7. Aufl. Stuttgart: Klett-Cotta, 1993.

Glaserfeld, E. von: Reflecionson Number and Counting. In: S.T. Boysen und E.J. Capaldi (Hgs.): The development of Numerical Competence. Animal and Human Models. Hillsdale (NJ): Laurence Erlbaum Associates, 1993.

Neumann, D.: The origin of arithmetic skills. A phenomenographic approach. Acta Universitatis Gothoburgensis, Göteborg, 1987.

Piaget, Jean: Die Genese der Zahl beim Kind. In: Froese: Rechenunterricht und Zahlbegriff. Braunschweig: Westermann, 1970, S. 50-72.

Piaget, Jean: Rechenunterricht und Zahlbegriff. 4. Auflage. Braunschweig: Westermann, 1970.

Pulaski, M.-A.: Piaget – eine Einführung in seine Theorien und Werke. Ffm, 1978.

Mathematikdidaktische Beiträge

Becker, Gerhard: Unterrichtshilfen und Gestaltungsmittel im Mathematikunterricht. In: Der Mathematikunterricht. 31. Jg. 6/1985.

Besunden, Heinrich: Gegenwärtige Tendenzen im Mathematikunterricht der Grundschule. In: Sachunterricht und Mathematikunterricht in der Primarstufe. 9. Jg. 11/1981, S. 443-445.

Dröge, Rotraut: Fördermaßnahmen im Mathematikunterricht. In: Grundschule. 30. Jg. 3/1998, S. 30-31.

Eberle, G. & R. Kornmann: Fachtagung „Probleme mit elementaren Anforderungen des Mathematikunterrichts in Grund- und Sonderschulen. Möglichkeiten der Vermeidung und Überwindung.“ In: Sonderpädagogik. 24. Jg. 1/1994, S. 52-55.

Falkenburg, Katja: Puzzle im Geometrieunterricht. In: Die Grundschulzeitschrift. 7. Jg. Heft 62, 1993, S. 26/27.

Floer, J.: Lernmaterialien als Stützen der Anschauung im arithmetischen Unterricht. In: J.-H. Lorenz (Hg.): Mathematik und Anschauung. Köln: Aulis, 1993a.

Floer, J.: „Vom Einmaleins zum Einmaleins?“ – Entwicklungen und Perspektiven im Mathematikunterricht der Grundschule. In: D. Haarmann (Hg.): Handbuch Grundschule. Bd. 2: Fachdidaktik: Inhalte und Bereiche grundlegender Bildung. Weinheim: Beltz, 1993b, S. 204-225.

Floer, J.: Wie kommt das Rechnen in den Kopf? Verauschaulichen und Handeln im Mathematikunterricht. In: Die Grundschulzeitschrift. 9. Jg. Heft 82, 1995, S. 20ff.

Floer, J.: Mathematikwerkstatt. Lernmaterialien zum Rechnen und Entdecken für die Klassen 1 bis 4. Weinheim: Beltz, 1996.

Grassmann, M.: Geometrische Fähigkeiten der Schulanfänger. In: Grundschulunterricht. 43. Jg. 5/1996, S. 25-27.

Grassmann, M. & Mirwald, E.: Arithmetische Kompetenz von Schulanfängern – Schlußfolgerungen für die Gestaltung des Anfangsunterrichts. In: Sachunterricht und Mathematikunterricht in der Primarstufe. 23. Jg. 7/1995, S. 302-321.

Knapstein, K. & H. Spiegel: Testaufgaben zur Erhebung arithmetischer Vorkenntnisse zu Beginn des 1. Schuljahres. In: Müller & Wittmann (Hg.): Mit Kindern rechnen, Beiträge zur Reform der Grundschule. Bd. 96. Frankfurt am Main: Beltz, 1995.

Krauthausen, Günter: Allgemeine Lernziele im Mathematikunterricht der Grundschule. In: Die Grundschulzeitschrift. 12. Jg. 119. Heft, 1998, S. 54-61.

Krauthausen, Günter: Kopfrechnen, halbschriftliches Rechnen, schriftliche Normalverfahren, Taschenrechner: Für eine Neubestimmung des Stellenwertes der vier Rechenmethoden. In: Journal für Mathematik-Didaktik. 14 Jg. 3/4 1993, S. 189-219.

Kultusministerium des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.): Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen. Mathematik. Greven, Köln, 1985.

Kultusministerkonferenz KMK: Empfehlungen zum Förderschwerpunkt Sehen. Bonn, 1998.

Lorenz, J.-H.: Anschauung im Mathematikunterricht der Eingangsklassen. In: G. Eberle & R. Kornmann (Hg.): Lernschwierigkeiten und Vermittlungsprobleme im Mathematikunterricht an Grund- und Sonderschulen. Möglichkeiten der Vermeidung und Überwindung. Weinheim: Deutscher Studienverlag, 1996, S. 65-84.

Lorenz, J.-H.: Anschauung und Veranschaulichungsmittel im Mathematikunterricht. Göttingen: Hogrefe, 1992.

Lorenz, J.-H.: Arithmetischen Strukturen auf der Spur. Funktion und Wirkweise von Veranschaulichungsmitteln. In: Die Grundschulzeitschrift. 9. Jg. Heft 82, 1995, S. 9-12.

Lorenz, J.-H.: Kinder entdecken die Mathematik. Braunschweig: Westermann, 1997.

Lorenz, J.-H.: Materialhandlungen und Aufmerksamkeitsfokussierung zum Aufbau interner arithmetischer Vorstellungsbilder. In: J.-H. Lorenz (Hg.): Störungen und Mathematiklernen. Schüler, Stoff und Unterricht. Köln: Aulis, 1991, S. 53-73.

Lorenz, J.-H.: Veranschaulichungsmittel im arithmetischen Anfangsunterricht. In: J.-H. Lorenz (Hg.): Mathematik und Anschauung. Köln: Aulis, 1993, S. 122-146.

Maier, Hermann: Didaktik des Zahlbegriffs. Ein Arbeitsbuch zur Planung des mathematischen Erstunterrichts. Hannover: Schroedel, 1990.

Müller, G. N. und Erich Ch. Wittmann (Hg.): Mit Kindern rechnen. Beiträge zur Reform der Grundschule. Bd. 96. Frankfurt am Main: Beltz, 1995.

Müller, G. N., H. Steinbring & E. Ch. Wittmann: 10 Jahre „mathe 2000“. Bilanz und Perspektiven. Düsseldorf: Klett-Grundschulverlag, 1997.

Neber, F.: Elemente entdeckenden Lernens. Konzeptionelle Aspekte und deren Realisierung. In: Verband Deutscher Sonderschulen e.V. (Hg.): Lernen mit Behinderten in einer sich verändernden Welt. Beiheft der Zeitschrift für Heilpädagogik. 39. Jg. 14/1988, S. 59-65.

Neisser, U.: Kognition und Wirklichkeit. 2. Aufl. Stuttgart: Klett Cotta, 1996.

Radatz, H. & K. Rickmeyer: Handbuch für den Geometrieunterricht an Grundschulen. Hannover: Schroedel, 1991.

Radatz, H.: Hilfreiche und weniger hilfreiche Arbeitsmittel im mathematischen Anfangsunterricht. In: Grundschule. 23. Jg. 9/1991, S. 46-49.

Radatz, H.: Sag` mir was soll es bedeuten?“ Wie Schülerinnen und Schüler Veranschaulichungen verstehen. In: Die Grundschulzeitschrift, 9. Jg. Heft 82. 1995, S. 50/51.

Scherer, Petra: Fördern durch Fordern – Aktiv-entdeckende Lernformen im Mathematikunterricht der Schule für Lernbehinderte. In: Zeitschrift für Heilpädagogik. 45. Jg. 11/1994, S. 761-773.

Scherer, Petra: Produktives Lernen für Kinder mit Lernschwächen: Fördern durch Fordern. Bd. 1: Zwanzigerraum. Stuttgart: Klett, 1999.

Scherer, Petra: Zahlenketten. Entdeckendes Lernen im 1. Schuljahr. In: Die Grundschulzeitschrift. 10. Jg. 96. Heft, 1996, S. 20-23.

Schipper, Wilhelm: Arbeitsmittel für den Arithmetischen Anfangsunterricht. Kriterien zur Auswahl. In: Die Grundschulzeitschrift. 10. Jg. 96. Heft, 1996, S. 26-41.

Schipper, Wilhelm: Vom Abakus zum Computer? In: Grundschule, 18. Jg. 4/1986, S. 20-24.

Seidel, Gertrud: Zahlbegriffsentwicklung und Erstrechenunterricht. Überprüfung eines Stufenmodells zur Entwicklung des Zahlbegriffs und der Rechenfähigkeit, 1973.

Selter, Christoph: Argumente für ein Rechnen auf eigenen Wegen. In: Die Grundschulzeitschrift. 11. Jg. 110/1997, S. 54-56.

Selter, Christoph: Offenheit gegenüber dem Denken der Kinder. In: Grundschule. 29. Jg. 3/1997, S. 12-16.

Selter, Christoph: Zur Fiktivität der „Stunde null“ im arithmetischen Anfangsunterricht. In: Mathematische Unterrichtspraxis. Zeitschrift für den Mathematikunterricht. 16. Jg. 2/1995, S. 11-20.

Wember, Franz B.: Die sonderpädagogische Förderung elementarer mathematischer Begriffsbildung auf entwicklungspsychologischer Grundlage. In: Zeitschrift für Heilpädagogik, 40. Jg. 7/1989, S. 433-443.

Winter, H.: Entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht. In: Grundschule. 16. Jg. 4/1984, S. 26-29.

Wittmann, E. Ch.: „Weniger ist mehr“: Anschauungsmittel im Mathematikunterricht der Grundschule. Beiträge zum Mathematikunterricht. Bad Salzdetfurth: Franzbecker, 1993, S. 394-397.

Wittmann, E. Ch.: Wider die Flut der bunten Hunde und der grauen Päckchen: Die Konzeption des aktiv-entdeckenden Lernens und des produktiven Übens. In: E. Ch. Wittmann & G. N. Müller: Handbuch produktiver Rechenübungen. Bd. 1. 2. überarbeitete Aufl. Stuttgart: Klett, 1994.

Wynn, K.: Addition and Subtraction by human infants. *Nature* 358, 1992, S. 749-750.

Sehgeschädigtenspezifische Beiträge

Ahlberg, A.: the sensuous and simultaneous experience of numbers. IPD-reports Göteborg University, Göteborg, 2000.

Ahlberg, A. & E. Csocsán: Grasping numerosity among blind children. Report no. 1994:04. Department of Education and Educational Research. Göteborg University, 1994.

Ahlberg, A. & E. Csocsán: Wie blinde Kinder rechnen und die Zahlen erfahren. In: *Heilpädagogische Forschung*. 22. Jg. 3/1996, S. 105-110.

Ahlberg, A. & E. Csocsán: Blind children and their experience of numbers. *Specialpedagogiska rapporter*, Nr. 8, Sept. 1997, Göteborgs universitet.

Ahlberg, A. & E. Csocsán: How children who are blind experience numbers. In: *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 93. Jg. 9/1999, S. 549-560.

Awad, Michael & Joe Wise: Mainstreaming Visually Handicapped Students in Mathematics Classes. In: *Mathematics Teacher*. 77. Jg. 9/1984, S. 438-441.

Bielik, Lara: Förderung des Zahlerlebens in der Einführungs- und ersten Klasse bei sehbehinderten Kindern. Schriftliche Hausarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung für das Lehramt für Sonderpädagogik. Universität Dortmund, Fachbereich 13: Sondererziehung und Rehabilitation der Sehbehinderten, 1997.

Csocsán, E.: The origin of mathematical competence of children who are blind. ICEVI European Conference, Cracow, 2000.

Csocsán, E.: Az érzékszervi tanulás organizációja az iksolai tanulási folyamatokban (Wahrnehmung und schulisches Lernen). *Medicina Budapest*, 2001. (vorgenommen)

Csocsán-Horváth, E.: Die Lehr- und Lerneigenheiten im Mathematikunterricht der Grundphase an der Schule für Blinde. In: *blind, sehbehindert*. 105. Jg. 3/1985, S. 120-127.

Frostad, P.: Mathematical achievement of hearing impaired student in Norway. In: *European Journal of Special Needs Education*. 11. Jg. 1/1996, S. 66-80.

Frostad, P.: Deaf childrens` use of cognitive stragegies in simple arithmetic problems. Educational Studies in Mathematics. 40 Jg. 2/1999, S. 129-153.

Hahn, Volker F.: Handlungsorientierung als didaktischer Kern der Anschauung im Mathematikunterricht mit blinden Kindern – ein Theorie-Praxis-Exemplar. In: Verband der Blinden- und Sehbehindertenpädagogen (Hg.):Lebensperspektiven. Kongressbericht zum XXXII Kongress der Blinden- und Sehbehindertenpädagogen. Hannover: VzFB, 1999, S. 336-345.

Hahn, Volker F. & Erdmuthe Meyer zu Bexten: LaTeX oder Mathematikschrift für blinde und sehbehinderte Studierende. In: blind, sehbehindert. 120. Jg. 4/2000, S. 219-228.

Hahn, Volker F.: Mathematisches Zeichnen und Geometrieunterricht bei Blinden. Auch eine Herausforderung an dei Lehrerkompetenz! In: Ganzheitlich Bilden, Zukunft gestalten. 31. Kongress der Blinden- und Sehbehindertenpädagogen. Marburg, 26.-30. Juli 1993. Hannover, VzFB: 1993. S. 424/425.

Hogefeld, Ellen & Judith Terbrack: Anschauungs- und Arbeitsmittel im mathematischen Unterricht der Schule für Sehbehinderte. Schriftliche Hausarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung (unveröffentlicht). Universität Dortmund, November 1997.

Korz, Claudia-Andrea: Geometrieunterricht mit blinden Kindern unter Berücksichtigung von Anschauungs- und Lernmaterialien. Schriftliche Hausarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung für das Lehramt für Sonderpädagogik. Universität Dortmund, November 1998.

Kultusministerium des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.): Richtlinien für die Schule für Sehbehinderte (Sonderschule) in Nordrhein-Westfalen. 1. Auflage 1980.

Kultusministerium des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.): Richtlinien für die Schule für Blinde (Sonderschule) in Nordrhein-Westfalen. 1. Auflage 1981.

Lewis, Marian: Must visually handicapped students be low achievers in Math? In: Education of the visually handicapped. 2. Jg. Heft 2, May 1970, S. 60/61.

Mersi, F.: Sehbehindertendidaktik. In: K.-J. Kluge (Hg.): Einführung in die Sonderschuldidaktik. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1976, S. 184-212.

Meyer, Anne: Didaktisch-methodische Ansätze zum Mathematikunterricht in der 1. Klasse der Blindenschule. In: Kongreßbericht vom XXIX. Kongress für Sehgeschädigtenpädagogik in Würzburg, 1983, S. 254-257.

Neugebauer, H.: Mathematischer Anfangsunterricht in der Blindenschule – Entwicklung und gegenwärtiger Stand. Heidelberg, 1972, S. 2-11.

Schmücker, Monika: Zur Diskussion des Einsatzes ausgewählter Arbeitsmittel aus dem Konzept des aktiv-entdeckenden Lernens im Mathematikunterricht an der Schule für Blinde. Unveröffentlichte schriftliche Hausarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung für das Lehramt für Sonderpädagogik. Universität Dortmund, 2000.

Sicilian, S.P.: Development of counting strategies in congenitally blind children. In: Journal of Visual Impairment & Blindness, 82. Jg. 10/1988, S. 331-335.

Warren, D.H.: Blindness and Children. An individual differences approach. Cambridge: University Press, 1994.

Praktische Anregungen für den Unterricht

Ramacher-Faasen, Nicole: Rechenschwierigkeiten – und nun? Ein Praxisleitfaden für Lehrer und Therapeuten. Heinsberg: Dieck, 1999.

Wittmann, E. Ch. & G. N. Müller: Das Zahlenbuch. Mathematik im 1. Schuljahr. Schülerbuch, Übungsheft, Lehrerbuch für die Schuljahre 1, 2, 3 und 4. Stuttgart: Klett, 1994.

Wittmann, E. Ch. & G. N. Müller: Handbuch produktiver Rechenübungen. Bd 1: Vom Einspluseins zum Einmaleins. Stuttgart: Klett, 1994a.

Wittmann, E. Ch. & G.N. Müller: Handbuch produktiver Rechenübungen. Bd. 2: Vom halbschriftlichen zum schriftlichen Rechnen. Stuttgart: Klett, 1994.