

Beck, Franz-Josef

Lesen von Ziffern/Zahlen mit einer Sehbeeinträchtigung

Inhalt

Einleitung

1 Lesen von Ziffern/Zahlen

2 Geschichte der Ziffern-/Zahldarstellungen und Rechenanwendungen für normalsichtige und sehbeeinträchtigte Rechner

3 Die Formen von Ziffern/Zahlen im Schriftsystem

4 Rechenschwäche (Akalkulie/Dyskalkulie) und Zifferndarstellung

5 Empfehlungen für den Unterricht mit Ziffern/Zahlen mit sehbeeinträchtigten Schülern

Quellenangabe

Einleitung

Das Lesen von Ziffern/Zahlen unterliegt anderen Gegebenheiten als das Lesen von Buchstaben. In Texten allgemein (Geschichte, Mathematik etc.) tauchen fast ausschließlich Buchstaben in Begleitung von Ziffern/Zahlen auf. Selbst ein lyrischer Text kann inhaltlich Ziffern/Zahlen zum Thema haben, spätestens bei den Kapitel- oder Seitennummerierungen sind sie vorhanden.

Begriffsklärung: Zahlen bestehen aus den einzelnen Ziffern, wie Wörter aus den einzelnen Buchstaben bestehen. Im Text über Ziffern/Zahlen werden beide Benennungen gleichbedeutend eingesetzt, da es sich in den Ausführungen für Schüler mit Sehbeeinträchtigung um beide Formen handelt und eine jeweilige Differenzierung den Lesefluss stört.

Nicht näher eingegangen wird auf die mathematischen Sonderzeichen wie +, -, % etc.

1 Lesen von Ziffern/Zahlen

Das Lesen von Ziffern/Zahlen unterscheidet sich vom Buchstabenlesen insofern, als das beim Buchstabenlesen zum einen die Wiedererkennung der Wortform zum Tragen kommt und zum anderen die phonologische Verarbeitung der Wörter das Lesen unterstützt. Dies ist beim Lesen von Ziffern/Zahlen nicht gegeben (vgl. Landerl/Butterworth, 2002, S.388). Werden Ziffern/Zahlen gelesen, stehen sie für bestimmte mathematische Begebenheiten. So werden Zahlen beim „Aufzählen“ in einer bestimmten Abfolge genannt, die eine bestimmte Standordnung haben (nach der Zahl vier kommt die Zahl fünf), hierbei wird von einer

Ordinalzahl gesprochen. Wird mit der Zahl eine Menge benannt, handelt es sich um eine Kardinalzahl (vier Äpfel beinhalten mengenmäßig die ersten drei) (vgl. Fritz/Ricken, 2008, S. 23). Für die Zahlen werden Zahlwörter genutzt, die durch Symbole, den Ziffern, dargestellt werden. Sie müssen bei der optischen Wahrnehmung gedanklich und sinngemäß schnell umgesetzt sowie inhaltlich adäquat zugeordnet werden, beim Schreiben so wie beim Lesen. Der Leser muss erkennen, ob es sich bei der wahrgenommenen Zahl um ein Maß für eine bestimmte Größe handelt (Euro, Meter, Minuten etc.), ob es sich um eine Kodierung handelt (Hausnummern, Papiergrößen, Flugzeugtype etc.), ob es sich um einen Rechenvorgang handelt oder ob es sich um einen Operatoraspekt (dreimal hintereinander würfeln, zweimal noch schlafen) handelt (vgl. Fritz/Ricken, 2008, S. 29; s. a. Landerl/Butterworth, 2002, S. 390).

Entwicklungspsychologisch müssen mathematische Kompetenzen erworben werden, die eng mit der sprachlichen Entwicklung verbunden sind. Sprachlich erworben werden muss die im Deutschen besondere Zahlwortbildungen, die aus nicht logisch nachvollziehbare Namen bestehen wie elf und zwölf sowie die im zweistelligen Zahlenbereich umgedrehten Zahlennennungen (elf statt zehneins, zwölf statt zehnzwei, dreizehn statt zehndrei etc.), erst ab dem Hunderterbereich werden die Hunderterzahlen und höher, als erstes genannt (hundertdreizehn, tausendeinhundertdreizehn) (vgl. Fritz/Ricken, 2008, S. 29). Diese Inkonsequenz in der Benennung der Zahlenlogik stellt bei Schülerinnen und Schüler während des Mathematiklernens Stolpersteine dar (Selter, 2006, S. 251 f).

2 Geschichte der Ziffern-/Zahldarstellungen und Rechenanwendungen für normalsichtige und sehbeeinträchtigte Rechner

Die Notwendigkeit, Mengen zahlenmäßig darzustellen, wurde geschichtlich von den Menschen in unterschiedlichsten Gestaltungen angewandt. Erste Zahlenzeichen in Form von Kerben in Knochen wurden in Südafrika gefunden, die Funde wurden auf ein Alter von 35.000 Jahre geschätzt (vgl. Blum, 2007, S. 10). In China ist das Rechnen mit eigenen Zeichen und mit dem Dezimalsystem um 1300 v. Zr. nachweisbar (ebd., S. 28). Im 5. Jahrhundert (vgl. Blum, 2007, S. 54 ff). bzw. 8. Jahrhundert. (vgl. Salberg-Steinhardt, 1983, S. 86) rechneten die Inder ebenfalls mit eigenen Zahlen im Dezimalsystem. Diese Ziffern beinhalteten die Zahlen 0-9 als abstrakte Symbole. Die Null ist hierbei die wichtigste Ziffer, sie kann je nach Position in einer Zahl verzehnfachen, verhundertfachen etc., den Griechen und Römern war diese Zahl nicht bekannt (vgl. Salberg-Steinhardt, 1983, S. 86).

Die indischen Zahlen kamen über arabische Handelswege nach Europa. Um das Jahr 800 wurde in Bagdad mit den arabischen Zahlen und im Dezimalsystem gerechnet. Der Mathematiker al-Hwarizmi stellte zu dieser Zeit in seinem Buch das Rechnen mit den indischen Zahlen und mit dem Dezimalsystem (Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division) vor, die Null hatte er als kleinen Kreis dargestellt (vgl. Blum, 2007, S. 61).

Im 10. Jhd. kamen über Spanien die heutigen arabischen Ziffern nach Europa. Das Figurenbild der gegenwärtigen Ziffern ist nach einigen Veränderungen endgültig im 18. Jahrhundert entstanden (vgl. Salberg-Steinhardt, 1983, S. 86).

Die Römer rechneten mit Buchstaben aus ihrer Capitals-Schrift, den Buchstaben I, V, X, L für Zahlen bis 50 und mit den Buchstaben C (Centum=100), D (500) und M (Mille=1000) für höhere Werte, was im christlichen Kulturkreis die Regel war. Um diese Ziffern/Zahlen von den Buchstaben zu unterscheiden, wurden oberhalb und unterhalb der Buchstaben Querstriche gesetzt.

Gerechnet wurde mit dem Rechen- bzw. Zählbrett „auf den Linien“ und mit dem Abakus. Die Rechenmethode auf den Linien konnte auf jeder Fläche wie Tisch, Bank (daraus leitete sich die heutige Bezeichnung Geldbank ab), Tüchern etc. mittels einfachen Kreidestrichen durchgeführt werden. Mit dieser Technik konnten auch leseunkundige Menschen umgehen (vgl. Blum, 2007, S. 72; Rochhaus, 2008, S. 51). Bei dieser Rechentechnik wurden Pfennige zwischen und auf die Linien gelegt und entsprechend den Mengen verschoben. Ein X stand für die Tausenderschritte. Diese Art war kein richtiges Rechnen sondern ein Schieben und Aufheben mit Rechenpfennigen, bei dem das Ergebnis abgelesen wird, ähnlich der Abakus-Technik, bei der die Kugeln auf Fäden aufgezogen sind und ebenfalls geschoben und das Ergebnis dann abgelesen wird (vgl. Roch, 1992, S. 38). Das Rechnen in höheren Kategorien, wie es für die Verwaltung oder Landwirte nötig war, wurde von ausgebildeten Rechenmeistern erledigt. Sie waren entweder angestellt oder reisten umher und boten ihre Dienste an (ebd., S. 12).

Ein Wechsel der Rechenanwendungen auf den Linien zum Dezimalsystem mit arabischen Ziffern wurde maßgeblich durch Adam Ries (volksmundlich: Adam Riese) initiiert. Ries war ein Rechenmeister und veröffentlichte 1522 in seinem Buch eine Gegenüberstellung des herkömmlichen „Rechnens auf der Linie“ und des „Rechnens mit der Feder“, wie die Rechenart mit den arabischen Ziffern/Zahlen und ohne Linien genannt wurde. Dieses Buch wurde in 16 Auflagen gedruckt, was für die damalige Zeit sehr viel war (vgl. Rochhaus, 2008, S. 31).

Das Rechnen mit den römischen Zahlen auf den Linien wurde weiterhin bis ins 18. Jahrhundert angewandt, woraus sich die Bezeichnung „deutsche Ziffern“ entwickelte (ebd., S. 50). Die Vorteile der arabischen Ziffern/Zahlen waren in Deutschland zwar bekannt, jedoch weigerte sich die christliche Kirche bei der Übernahme dieser Symbole („Teufelswerk“), da sie aus einem nicht-christlichen Kulturkreis entstammten (vgl. Blum, 2007, S. 73). Ries veröffentlichte noch weitere Rechenbücher, deren Auflagenhöhe zwischen 1522 und 1656 ca. 118 Auflagen erreichte. Der Verdienst von Ries war es, dass er seine Rechenbücher mit den arabischen Ziffern und dem Dezimalsystem aus der lateinischen Sprache in eine einheitliche deutsche Sprache übersetzte, wie es Luther mit der Bibel bereits getan hatte und so jedem Menschen das Lernen des Rechnens vereinfachen sollte. Ferner wollte er nicht nur die geistige Elite, sondern auch das einfache Volk erreichen (vgl. Rochhaus, 2008, S. 62; Blum, 2007, S. 75).

Da die eigenständige Pädagogik für sehbeeinträchtigte Menschen erst Anfang des 20. Jahrhunderts in den Fokus der Pädagogik geriet, gibt es keine Hinweise auf den historischen Umgang mit Zahlen im Unterricht mit den betroffenen Schülern. Es kann davon ausgegangen werden, dass die für die Blindenpädagogik eingesetzten Methoden für sehbeeinträchtigte Schüler im Bedarfsfall ebenfalls genutzt wurden.

Anfang des 18. Jahrhunderts wurde erstmals eine Rechentafel vom englischen Mathematiker N. Saunderson eingesetzt, die auch von blinden Menschen nutzbar war. Hierbei ging es jedoch nicht um eine blindenpädagogische Intervention durch Saunderson sondern lag an dem Umstand, dass Saunderson selber blind war und aufgrund seiner mathematischen Fähigkeiten als Mathematikprofessor arbeiten konnte und sehende Menschen unterrichtete (Kretschmer, 1925, S. 154; Hahn, 2006, S. 21 ff).

Eine deutsche Übersetzung zum Umgang mit der Rechentafel für blinde Anwender wurde durch den Lehrer Niesen ausgearbeitet. Er beschrieb 1771 in seinen Werken „Rechenkunst für Sehende und Blinde“ und „Algebra für Sehende und Blinde“ die Handhabung mit der Rechentafel, die aber leichte Abweichungen vom Original hatte. Diese Rechentafel hatte, im Gegensatz zum Saunderson-Modell, keine Null. Sie bestand aus einem handlichen Holzbrett mit kreuzweisen Bohrungen und verschieden hohen Holzzapfen. Mit ihr war es auch mittels Bänder möglich geometrische Figuren darzustellen (Kretschmer, 1925, S. 174; Hahn, 2006, S. 25). Die Lehrmethode bestand im 18. und 19. Jahrhundert überwiegend aus dem Kopfrechnen und mit dem Einsatz von Abakus und Rechenbrett (Hahn, 2006, S. 94). Ein systematischer Rechenunterricht für blinde Kinder mit didaktisch-methodischen Grundlagen wurde in der Zeit von Rose/Fries (1957) und Bender (1958) formuliert. Dieser spezifische Rechenunterricht wurde mit allen Sinnen erfahrbar gemacht und die Zahlen mit der Perkins-Braillemaschine geschrieben (Hahn, 2006, S. 128 f). Eine pädagogische Berücksichtigung in der Beschulung sehbeeinträchtigter Kinder fand Anfang des 20. Jahrhunderts statt.

3 Die Formen von Ziffern/Zahlen im Schriftsystem

Eine Lesbarkeitsforschung von Ziffern/Zahlen findet im Gegensatz zur Lesbarkeitsforschung von Schriften nur kaum statt, obwohl die Unverwechselbarkeit der einzelnen Formen wesentlich wichtiger ist als bei den Buchstaben. Es können sich zwar Wortbilder einprägen, Ziffern-/Zahlenbilder können sich nicht einprägen, da sie bei jeder Ziffern-/Zahlenkombination einen anderen Sinn ergeben können (vgl. Willberg/Forssman, 2006, S. 54). Ein einheitliches Formenbild der Ziffern hat sich bis ins 18. Jahrhundert hingezogen, aber bereits im 16. Jahrhundert hat der Schriftkünstler Garamond erste optische Vereinheitlichungen und Anpassungen von Schrifttype und Ziffern entwickelt. Garamond wendete die Regeln der Buchstabengestaltung der Antiquaschrift an wie an- und abschwellende Linien, Serifen und Ober- und Unterlängen, die mit den ursprünglichen arabischen Symbolen nur annähernd zu vergleichen war (vgl. Salberg-Steinhardt, 1983, S. 87; Tschichold, 1965, S. 18 f). Die arabischen Ziffern setzten sich in den deutschen Kaufmannskreisen nur langsam durch, in den Handschriften und in der Architektur wurden zu

dieser Zeit weiterhin überwiegend die römischen Buchstabenzahlen eingesetzt. Die arabischen Ziffern waren in der deutschen Darstellung Kleinbuchstaben mit Ober- und Unterlängen, sogenannte Mediävalziffern. Erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts wurden die Ziffern einheitlich ohne Unterschiede in den Ober- und Unterlängen und in der Höhe der Großbuchstaben geschrieben (Versal-/Normalziffern) (vgl. Kapr, 1971, S. 101; Salberg-Steinhardt, 1983, S. 87).

Mediävalziffern ohne Serifen: 1234567890 Schrifttype Corbel von MS-Windows 2010
Mediävalziffern mit Serifen: 1234567890 Schrifttype 18thCentury von MS-Windows 2010
Versalziffern (Normalziffern) ohne Serifen: 1234567890 Arial von MS-Word 2010
Versalziffern (Normalziffern) mit Serifen: 1234567890 Times New Roman von MS-Word 2010
Versalziffern (Normalziffern) Fraktur: 1234567890 Old English von MS-Word 2010

Abbildung 1: Mediävalziffern mit den typischen Ober- und Unterlängen, dargestellt im Vergleich mit Buchstaben ohne und mit Serifen. Darunter Versal-/Normalziffern ohne und mit Serifen sowie die Darstellung von Ziffern in der Frakturschrift, die auch keine Ober- und Unterlängen aufweisen.

Der Einsatz der angemessenen Ziffernform hängt von den Bedürfnissen ab, jedoch sind dieser Anwendung Grenzen gesetzt, da es im Bereich der serifenlosen Schriften und der modernen Schriften allgemein nur wenige Schriften mit Mediävalziffern gibt. Lesetechnisch heben sich die Versalziffern durch ihre Größe deutlicher vom Umfeld ab, was eine schnellere Differenzierung ermöglicht, während die Mediävalziffern sich besser in das Bild einer Leseseite mit Kleinbuchstaben einpassen und durch die Formenart gut zu erkennen ist. Mediävalziffern werden vorwiegend in den Seitenzahlen eingesetzt (vgl. Sauthoff et al., 2007, S. 13; Rautenberg, 2003, S. 553). In Darstellungen von Tabellen oder im Kolonnensatz werden durch die vorgegebenen Zahlenräume und zur besseren Erkennbarkeit überwiegend die Versalziffern genutzt.

4 Rechenschwäche (Akalkulie/Dyskalkulie) und Zifferndarstellung

Inwieweit eine Rechenschwäche mit der Formenwahrnehmung der Ziffern im Zusammenhang steht, ist nicht geklärt. Formen von Rechenschwäche wurden im Jahre 1919 vom schwedischen Mediziner Salomon Henschen benannt. Er stellte fest, dass Menschen mit bestimmten Hirnschäden, kein Gefühl für Zahlen haben (vgl. Nieder, 2011, o. S.). Salomon benannte diese Art der Störung Akalkulie, was bedeutet, dass ein Mensch mit Akalkulie umfassende Probleme mit Zahlen hat. Er unterschied zur Akalkulie die Dyskalkulie, wonach ein Mensch mit dieser Störung schlecht mit Zahlen umgehen kann (ebd.). Im Folgenden wird zusammenfassend von Rechenschwäche gesprochen, da bei der Akalkulie und bei der Dyskalkulie die grundlegenden Bedingungen, Probleme mit Ziffern bzw. Zahlen, beiderseits erfüllt werden.

In der ICD-10 wird die Rechenschwäche, genauso wie die Lese-Rechtschreibstörung, unter dem Kriterium **F81** als eine „Umschriebene Entwicklungsstörung schulischer Fertigkeiten“ (vgl. DIMDI, 2009, o. S.) beschrieben:

„F81.2 Rechenstörung

Diese Störung besteht in einer umschriebenen Beeinträchtigung von Rechenfertigkeiten, die nicht allein durch eine allgemeine Intelligenzminderung oder eine unangemessene Beschulung erklärbar ist. Das Defizit betrifft vor allem die Beherrschung grundlegender Rechenfertigkeiten, wie Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division, weniger die höheren mathematischen Fertigkeiten, die für Algebra, Trigonometrie, Geometrie oder Differential- und Integralrechnung benötigt werden.“ (vgl. DIMDI, 2009, o. S.)

Ähnlich wie bei der Lese-Rechtschreibschwäche (Legasthenie) besteht eine Rechenschwäche dann, wenn die Leistungen mit einem standardisierten und normierten Rechentest von dem abweichen, der aufgrund des Alters und der Intelligenz aber auf dem gleichen Niveau sein müsste (vgl. Fritz/Ricken, 2008, S. 10; Wejda, 2002, S. 395 f). Verbindungen zwischen einer Legasthenie und einer Rechenschwäche scheinen bei einigen Menschen vorhanden zu sein (vgl. Fritz/Ricken, 2008, S. 12). Schüler mit einer Lese-Rechtschreibschwäche entwickeln aufgrund der Leseschwierigkeit tlw. auch eine Rechenschwäche, deren Trend in den laufenden Schuljahren zunimmt. Eine Lese-Rechtschreibschwäche in Kooperation mit einer Rechenschwäche ist bei Schülern mit einer Minderbegabung eher vorhanden als bei intellektuell Begabten (vgl. Klicpera/Gasteiger-Klicpera, 1998, S. 226).

Ob Probleme in den kognitiven Leistungen wie die Wahrnehmungsverarbeitung, die räumliche Orientierung, viso-motorische Anforderungen oder die Figur-Hintergrund-Differenzierung die Ursachen für eine Rechenschwäche sind, ist bislang noch nicht endgültig erforscht. Die derzeitigen Forschungsergebnisse sind tlw. widersprüchlich und somit nicht einwandfrei auf die Problematik der Rechenschwäche übertragbar (vgl. Fritz/Ricken, 2008, S. 19). Schüler mit einer Rechenschwäche haben kein Zahlenverständnis und daraus entstehen Probleme in den Bereichen des Zahlenaufbaus und mit dem System des Stellenwertes der Zahlenwertigkeiten. Sie sind kaum fähig mit Zehner-, Hunderter- und Tausenderüberschreitungen zu arbeiten und entsprechend mit den Rechenoperationen umzugehen (vgl. Waniek, 2009, S. 302). Inwieweit diese Rechenstörungen kognitiver Natur oder wahrnehmungsbedingt sind, oder durch die schulische und außerschulische Umwelt sowie aus einem didaktisch-methodisch unangemessenen Mathematikunterricht herkommen, wird in verschiedenen Untersuchungen versucht zu erkennen (ebd., S. 303).

5 Empfehlungen für den Unterricht mit Ziffern/Zahlen mit sehbeeinträchtigten Schülern

Ziffern/Zahlen und Buchstaben begegnen allen Schülern im schulischen Alltag häufig in gemischten Formen wie in den Fächern Geschichte, Mathematik-Textaufgaben, Geometrie, Kunst etc. Die Zahlen beziehen sich dann auf unterschiedliche Inhalte, Aussagen und Anforderungen.

Der Zugang zu den Zahlen ist für sehbeeinträchtigte Schüler erschwert, da sie Mengen nicht immer gleich überschauen können. Grundlegende Probleme in Mathematik können laut Csocsán et al. in der Schule bei sehbehinderten Schülerinnen und Schülern in den Bereichen:

- „- Verzögerung in der Zahlbegriffsentwicklung
- Schwierigkeiten im Zuordnen von räumlichen Beziehungen und Relationen
- Verlangsamte schriftliche Kommunikation
- Schwierigkeiten im „Mathematisieren““ (vgl. Csocsán et al., 2001, S. 294)

entstehen. Hierbei könnten die didaktischen, methodischen und räumlichen Voraussetzungen, individuell abgestimmt auf die sehbehinderten Schülerinnen und Schüler, Minderung schaffen (ebd.). Die Zugänge zu den mathematischen Bereichen müssen entsprechend mit allen Sinnen erfahrbar gemacht werden. Die Anschaulichkeit ist für sehbeeinträchtigte Schüler immer in Verbindung mit dem eigenen Körper sowie Handlungen und Erfahrungen entweder direkt oder am Modell zu ermöglichen (vgl. Csocsán et al., 2001, S. 296f; Hofer, 2008, S. 45).

In der Pädagogik für Schüler mit Sehbeeinträchtigungen wurde festgestellt, dass die Zahlen in den Darstellungen im Mathematikunterricht meist von zu geringer Größe sind, sei es in den Büchern oder auf den Messskalen (Lineale, Messbecher). Die einheitliche Größe und die teilweise ähnlichen Formen der Ziffern/Zahlen können bei sehbeeinträchtigten Schülern zu Verwechslungen der Ziffern/Zahlen führen (vgl. Appelhans/Krebs, 1995, S. 77). Besonders erschwerend sind die Bruchdarstellungen in Mathematikbüchern, hierbei werden wesentlich verkleinerte Ziffern/Zahlen eingesetzt, die auch von normalsichtigen Menschen schwerlich erkannt werden können (vgl. Beermann, 1966, S. 206). Darstellungen, die mittels einer Vergrößerung den sehbeeinträchtigten Schülern gegeben werden, müssen auf den verbliebenen Inhalt und die Relevanz überprüft werden (vgl. Csocsán et al., 2001, S. 298; Waniek, 2009, S. 303). Die gängigen spezifischen Adaptionen für sehbeeinträchtigte Menschen wie Materialgrößen, Schriftdarstellung, Farben und Kontrast müssen, individuell abgestimmt auf die vorhandenen Wahrnehmungsmöglichkeiten des sehbeeinträchtigten Kindes, genutzt werden. Sollte bei Lese- und Schreibschwierigkeiten ein Übergang von der Schwarzschrift zur Punktschrift für die sehbeeinträchtigten Schüler angezeigt sein, muss bedacht werden, dass eine direkte Übertragung wie bei Buchstabentexten hierbei nicht möglich ist. Als parallele Systeme sind die Schwarzschrift und die Punktschrift für die Mathematik nicht geeignet. Das Punktschriftsystem weicht vom Schwarzschriftsystem erheblich ab, was sich durch die Linearität der mathematischen Ausdrücke am deutlichsten darstellt. Brüche und Quadratzahlen können in der Schwarzschrift über verschiedene Ebenen dargestellt werden, in der Punktschrift verläuft die Darstellung linear (vgl. Lang, 2011, S. 76). Zudem existieren in Deutschland im Punktschriftsystem verschiedene Punktschriftnotationen, bei denen sich die zwei Systeme, die Marburger Systematik und die Eurobraille (Computerbraille) etabliert haben. Die Mathematikzeichen in der Marburger Systematik werden mit der traditionellen Sechs-Punktbrailleschrift dargestellt und überwiegend in der Grundschulmathematik an der manuellen Punktschriftmaschine geschrieben. Mit der Eurobraille werden die Mathematikzeichen in der Acht-Punktbrailleschrift dargestellt und ausschließlich mit dem Computer geschrieben (ebd., S. 77).

Eine weitere Punktschriftdarstellung ist das wissenschaftliche System LaTeX, hierbei handelt es sich nicht um eine spezielle Mathematikschrift für blinde Anwender. LaTeX wurde als Druck-Satzsystem zum Schreiben und Drucken wissenschaftlicher Fachbücher mittels des Computers entwickelt, was für blinde Schüler an der elektronischen Braillezeile lesbar ist. Blinde Schüler setzen LaTeX in den höheren Klassen am Computer ein (vgl. Lang, 2011, S. 97).

Erstellt im Februar 2014

Quellenangabe

Appelhans, Peter; Krebs, Eva (1995): Kinder und Jugendliche mit Sehschwierigkeiten in der Schule. Eine Handreichung für Lehrer, Eltern und Schüler. 3., unveränd. Aufl., Heidelberg: Edition Schindele.

Beermann, Uwe (1966): Erziehung von Sehbehinderten. Weinheim: Julius Beltz (Pädagogische Studien, 14).

Blum, Wolfgang (2007): Mathematik. Köln: DuMont Literatur und Kunst Verlag.

Csocsán, Emmy; Hogefeld, Ellen; Terbrack, Judith (2001): Mathematik mit sehbehinderten Kindern. In: Krug, Franz-Karl: Didaktik für den Unterricht mit sehbehinderten Schülern. München: Reinhardt. S. 290-317.

DIMDI-Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (2009): Online verfügbar unter: <http://www.dimdi.de/static/de/klassi/diagnosen/icd10/htmlgm2010/blockf80-f89.htm>], zuletzt geprüft am 04.06.2013.

Fritz, Annemarie; Ricken, Gabi (2008): Rechenschwäche. München: Verlag Ernst Reinhardt GmbH & Co KG.

Hahn, Volker (2006): Mathematische Bildung in der Blindenpädagogik. Norderstedt: Books on Demand GmbH.

Hofer, Ursula (2008): Sehen oder Nichtsehen: Bedeutung für Lernen und aktive Teilhabe in verschiedenen Bereichen des Lernens. In: Lang, Markus; Hofer, Ursula; Beyer, Friederike: Didaktik des Unterrichts mit blinden und hochgradig sehbehinderten Schülerinnen und Schülern. Stuttgart: Kohlhammer Verlag. S. 17-67.

Kapr, Albert (1971): Schriftkunst. Geschichte, Anatomie und Schönheit der lateinischen Buchstaben. 3., unveränd. Aufl. München: Saur.

Klicpera, Christian; Gasteiger-Klicpera, Barbara (1998): Psychologie der Lese- und Schreibschwierigkeiten. Entwicklung, Ursachen, Förderung. 2. Aufl. Weinheim: Beltz Psychologie-Verl.-Union.

Kretschmer, Reinhold (1925): Geschichte des Blindenwesens vom Altertum bis zum Beginn der allgemeinen Blindenbildung. Verlag: Ratibor Oberschlesische Gesellschaftsdruckerei m. b. H.

Landerl, Karin; Butterworth, Brian (2002): Spezifische Rechenschwierigkeiten/Dyskalkulie: Viele Fragen, erste Antworten. In: Schulte-Körne, Gerd; Amorosa, Hedwig (Hg.):

Legasthenie: Zum aktuellen Stand der Ursachenforschung, der diagnostischen Methoden und der Förderkonzepte. Mit 42 Tabellen. Bochum: Winkler. S. 387-394.

Lang, Markus (2011): Mathematisches Lernen. In: Lang, Markus; Hofer, Ursula; Beyer, Friederike: Didaktik des Unterrichts mit blinden und sehbehinderten Schülerinnen und Schülern. Band 2: Fachdidaktiken. Stuttgart: W. Kohlhammer GmbH. S. 61-102.

Nieder, Andreas (2011): Neurone mit Kalkül. Ein Neurobiologe fahndet nach dem Sitz der Rechenkunst im Gehirn. Online verfügbar unter [http://www.wissenschaft-online.de/artikel/1065397&_mobil=1], zuletzt geprüft am 09.08.2011.

Rautenberg, Ursula (2003): Reclams Sachlexikon des Buches. Stuttgart: Reclam.

Roch, Willy (1992): Adam Ries. Ein Lebensbild. Leipzig: Sachsenbuch Verlagsgesellschaft mbH.

Rochhaus, Peter (2008): Adam Ries. Vater des modernen Rechnens. Erfurt: Sutton Verlag GmbH.

Sauthoff, Daniel; Wendt, Gilmar; Willberg, Hans Peter (2007): Schriften erkennen. Eine Typologie der Satzschriften. Mainz: Verlag Hermann Schmidt.

Selter, Christoph (2006): Veränderte Sichtweisen auf Kinder, auf Mathematik und auf das Lernen. In: Fritz, Annemarie; Klupsch-Sahmann, Rüdiger; Ricken, Gabi (Hg.): Handbuch Kindheit und Schule. Neue Kindheit, neues Lernen, neuer Unterricht. Weinheim und Basel: Beltz-Verlag. Seite 251-262.

Tschichold, Jan (1965): Meisterbuch der Schrift. 2., neubearb. Aufl. Ravensburg: Otto Maier.

Waniek, Dorothea (2009): Lernschwierigkeiten als Folge didaktischer und diagnostischer Insuffizienzen heutigen Rechenunterrichts. In: Opp, Günther; Theunissen, Georg (Hg.): Handbuch schulische Sonderpädagogik. Bad Heilbrunn: Verlag Klinkhardt. S. 302-311.

Wejda, Simone (2002): Förderansätze und –möglichkeiten zur Intervention von Rechenstörungen. In: Schulte-Körne, Gerd; Amorosa, Hedwig (Hg.): Legasthenie: Zum aktuellen Stand der Ursachenforschung, der diagnostischen Methoden und der Förderkonzepte. Mit 42 Tabellen. Bochum: Winkler. S. 395-399.

Willberg, Hans Peter; Forssman, Friedrich (2006): Erste Hilfe in Typografie. Ratgeber für Gestaltung und Schrift. Mainz: Schmidt.