



Integration von Schülerinnen und Schülern mit einer Sehschädigung an Regelschulen

Didaktikpool

Mathematikschriften für Blinde

aus: Christina Waldhoff: Einsatz vom Computer im Mathematikunterricht
mit Jugendlichen mit einer Sehschädigung im gemeinsamen Unterricht.

Schriftliche Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das
Lehramt für Sonderpädagogik,

Dortmund: 2001

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>



Einleitung Fehler! Textmarke nicht definiert.

1 Unterrichtliche Rahmenbedingungen und Problembeschreibung

- 1.1 Sehschädigung – Begriffsbestimmung**
- 1.1.1 Störungen von Sehfunktionen und Auswirkungen auf das Sehvermögen
- 1.1.2 Pädagogische Begriffsbestimmung.....
- 1.2 Integration**.....
- 1.2.1 Integrationsvoraussetzungen.....
- 1.2.2 Verringerung des Sehvermögens - Folgen für den integrativen Unterricht
- 1.2.3 Weitere Bedingungen, die den Integrationsunterricht beeinflussen
- 1.3 Der Computer – ein elementares Medium unserer Gesellschaft**.....
- 1.4 Der Computer – ein Medium im mathematischen Integrationsunterricht**.....
- 1.4.1 Der Computer als Hilfsmittel.....
- 1.4.2 Der Computer als Arbeitsmittel.....
- 1.4.3 Der Computer als Lehr- und Lernmedium
- 1.4.4 Der Computer als Kommunikationsmittel im Integrationsunterricht

2 Computertechnische Voraussetzungen.....

- 2.1 Hardware**
- 2.1.1 Rechner.....
- 2.1.2 Eingabemedien.....
- 2.1.3 Ausgabemedien.....
- 2.1.4 Spracheingabe- und Ausgabemedien
- 2.1.5 Medien, die die Arbeit mit dem Computer erleichtern
- 2.2 Software**.....
- 2.2.1 Betriebssysteme
- 2.2.2 Brückensoftware
- 2.2.3 Beratung

3 Computerunterstützte Datendarstellung.....

- 3.1 Blindengerechte Datendarstellung**
- 3.1.1 Computerinterne Vorgänge bei der Datenverarbeitung
- 3.1.1.1 Grundlagen.....
- 3.1.1.2 Zeichensätze.....
- 3.1.1.3 Transformation in Braille
- 3.2 Sehbehindertengerechte Datendarstellung**
- 3.2.1 Vergrößerte Datendarstellung.....
- 3.2.1.1 Verwendung eines Großmonitors
- 3.2.1.2 Windowsinterne Vergrößerungsmöglichkeiten
- 3.2.1.3 Vergrößerungssysteme – Software
- 3.2.1.4 Vergrößerungssysteme – Hardware
- 3.2.2 Weitere Modifikationen der Standardeinstellungen

3.3	Akustische Signale .....	.....
4	Der Computer als Unterrichtsmedium .....	.....
4.1	ITG als Aufgabe (sonder-) pädagogischer Förderung.....	.....
4.1.1	Didaktisch-methodische Konzepte .....	.....
4.1.1.1	Entwicklung einer Medienkompetenz.....	.....
4.1.1.2	Unterrichtsorganisatorische Form und Zeitpunkt der Computerschulung .....	.....
4.1.2	Vorteile des Computers als Unterrichtsmedium.....	.....
4.2	Fachspezifische Einsatzmöglichkeiten im Mathematikunterricht .....	.....
4.3	Faktoren, die Einsatz des Computers im integrativen Mathematikunterricht beeinflussen.....	.....
4.3.1	Integration des Computers in didaktisch-methodische Konzepte.....	.....
4.3.2	Digitalisierung von Daten.....	.....
4.3.3	Computerausstattung der Schulen.....	.....
4.4	Anforderungen an die Lehrerbildung und veränderte Lehrerrolle .....	.....
4.5	Kritische Betrachtung – Computereinsatz im Unterricht.....	.....
5	Mathematikschriften für Blinde .....	.....
5.1	Geschichtliche Entwicklung der Mathematikschrift .....	.....
5.2	Merkmale und Kennzeichen einer Mathematikschrift für Blinde.....	.....
5.2.1	Voraussetzungen und Bedingungen.....	.....
5.2.2	Einsatz in der Blindenpädagogik .....	.....
5.2.3	Einsatz in der Integrationspädagogik .....	.....
5.3	Die Marburger Mathematikschrift (MSB) .....	.....
5.3.1	Ziele und Kennzeichen.....	.....
5.3.2	Einsatz in der Blindenpädagogik .....	.....
5.3.3	Einsatz in der Integrationspädagogik .....	.....
5.4	Stuttgarter Mathematikschrift für Blinde (SMSB) .....	.....
5.4.1	Ziele und Kennzeichen.....	.....
5.4.2	Einsatz in der Blindenpädagogik .....	.....
5.4.3	Einsatz in der Integrationspädagogik .....	.....
5.5	Karlsruher Mathematikschrift (AMS).....	.....
5.5.1	Ziele und Kennzeichen.....	.....
5.5.2	Einsatz in der Blindenpädagogik .....	.....
5.5.3	Einsatz in der Integrationspädagogik .....	.....
5.6	LaTeX-Notation .....	.....
5.6.1	Ziele und Kennzeichen.....	.....
5.6.2	Einsatz in der Blindenpädagogik .....	.....
5.6.3	Einsatz in der Integrationspädagogik .....	.....
5.7	Auswahl einer Mathematikschrift für den Integrationsunterricht.....	.....
5.7.1	Die Marburger Initiative.....	.....
5.7.2	Entscheidungskriterien.....	.....
5.7.3	Persönliches Resumé.....	.....

6 Computerunterstützte Erstellung von Unterrichtsmaterialien .

6.1 Möglichkeiten und Grenzen der computerunterstützten Arbeitsblatterstellung für Sehbehinderte.....

- 6.1.1 Sehbehindertengerechte Arbeitsblatterstellung
- 6.1.2 Kriterienkatalog zur sehbehindertengerechten Textvorbereitung.....
 - 6.1.2.1 Textelemente.....
 - 6.1.2.2 Grafiken und Bilder.....

6.2 Möglichkeiten und Grenzen der computerunterstützten Erstellung von Arbeitsblättern in Punktschrift.....

- 6.2.1 Kriterienkatalog zur blindengerechten Textvorbereitung.....
 - 6.2.1.1 Textelemente
 - 6.2.1.2 Mathematische grafische Zeichen.....
 - 6.2.1.3 Grafiken und Bilder.....

6.3 Computerunterstützte Erstellung mathematischer Arbeitsblätter in Punkt- und Schwarzschrift.....

- 6.4 Auditive Datenwiedergabe.....
- 6.5 Diskettenaufbereitungskriterien
- 6.6 Computergestützte Buchproduktion.....

7 Lernsoftware – ein Unterrichtsmedium im integrativen Mathematikunterricht?

- 7.1 Definition und Klassifizierung von Software.....
- 7.2 Möglichkeiten und Grenzen von Lernsoftware als Unterrichtsmedium
- 7.3 Mathematische Lernsoftware.....
- 7.4 Beurteilungskriterien für Lernsoftware.....
 - 7.4.1 Kriterienkataloge zur Beurteilung von Lernsoftware
- 7.5 Blindengerechte mathematische Lernsoftware.....
 - 7.5.1 Zugangsbarrieren
 - 7.5.2 Lösungsansätze
- 7.6 Sehbehindertengerechte mathematische Lernsoftware.....
 - 7.6.1 Zugangsbarrieren
 - 7.6.2 Notwendigkeit der Erstellung eines spezifischen Kriterienkataloges.....
 - 7.6.3 Anforderungen an ein sehbehindertengerechtes Lernprogramm.....
 - 7.6.3.1 Modifikationen der Standardeinstellungen.....
 - 7.6.3.2 Datenpräsentation.....
 - 7.6.3.3 Bewertung von Lernprogrammen
 - 7.6.4 Lösungsansätze
- 7.7 Fazit – Lernprogramme als Medium im Integrationsunterricht

8 Das Internet – ein Unterrichtsmedium im integrativen Mathematikunterricht?

8.1 Das Internet als Unterrichtsmedium.....

8.1.1 Möglichkeiten und Grenzen des Internets als Unterrichtsmedium.....

8.1.1.1 Didaktische Konzepte.....

8.2 Das Internet als Medium im Mathematikunterricht.....

8.3 Sehbehindertengerechte Web-Seiten.....

8.3.1 Zugangsbarrieren

8.3.2 Lösungsansätze

8.4 Blindengerechte Web-Seiten.....

8.4.1 Zugangsbarrieren

8.4.2 Lösungsansätze

8.5 Fazit – Das Internet als Medium im Integrationsunterricht.....

8.5.1 Vorschlag für eine weborientierte mathematische Unterrichtsreihe.....

9 Zusammenfassung und Ausblick.....

Literaturverzeichnis.....

Anhang Fehler! Textmarke nicht definiert.

5. Mathematikschriften für Blinde

aus: Christina Waldhoff: Einsatz vom Computer im Mathematikunterricht mit Jugendlichen mit einer Sehschädigung im gemeinsamen Unterricht. Schriftliche Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt für Sonderpädagogik, Dortmund: 2001

Das Basissystem für unsere schriftliche Kommunikation bildet die lateinische Schrift. Eine effiziente und unmissverständliche Kommunikation in einzelnen Fachdisziplinen setzt jedoch häufig die Entwicklung eines spezifischen erweiternden Zeichensatzes voraus. Dies gilt insbesondere für das Fach Mathematik. Hier existieren eine Reihe spezieller Sonderzeichen, deren Bedeutung international definiert ist und für die Verständigung in dieser Fachdisziplin notwendig und sinnvoll sind. Viele von ihnen werden bereits in der Schulmathematik verwendet.

Diesen universell gültigen Zeichensatz, der auf herkömmlichen Schreibmaschinentastaturen nicht zu finden ist, der aber die Schwarzschrift ergänzt, möchte ich unter dem Begriff „Mathematikschwarzschrift“ zusammenfassen.

Zum einen werden Nicht-ASCII-Zeichen benutzt. (Beispiele: $\sqrt{\quad}$, \sum , \Leftrightarrow , \int , \notin)

zum anderen werden die Zeichen flächig angeordnet. (Beispiele $\frac{a}{b}$, c^2 usw.).

Ihre Übertragung in eine blindengerechte Darstellungsform setzt die Entwicklung einer speziellen Brailnotation (Mathematikschrift für Blinde) voraus.

5.1 Geschichtliche Entwicklung der Mathematikschrift

Mittelsten Scheid¹ beschreibt die Anfänge der Entwicklung der Mathematikschrift. Bereits zu Beginn des 20. Jh. erkannte man, dass die herkömmliche Blindenschrift nur in sehr begrenztem Maße in der Mathematik eingesetzt werden konnte. Der Großteil der mathematischen Zeichen ist in dieser Notation nicht codiert. So wurde in den Jahren 1929 bis 1937 vom internationalen Blinden-Vorkongress zu Wien eine Internationale Mathematikschrift-Kommission mit dem Ziel der Entwicklung einer

¹ vgl. Mittelsten Scheid 1955 in Hertlein 1992 (Hrsg.), S. 1

internationalen Mathematikschrift eingesetzt.² Mehrfach wurde diese Vorlage überarbeitet und ergänzt. Im deutschsprachigen Raum setzte sich eine überarbeitete Brailleedition durch, die 1955 unter der Leitung von Dr. Helmut Epheser in Marburg erarbeitet wurde. In Anlehnung an den Entwicklungsort ist sie auch unter dem Namen „Marburger Mathematikschrift“ bzw. „Internationale Mathematikschrift für Blinde“ bekannt geworden. Sie liegt sowohl als Punktdruck als auch als Schwarzschriftausgabe vor.

Die Marburger Mathematikschrift für Blinde wurde und wird in mathematischen Lehrbüchern und im schulischen Mathematikunterricht eingesetzt und bewährte sich über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten.³

Veränderungen in der Mathematik, z.B. die Einführung der Mengenlehre in den Grundschulen und innermathematische Veränderungen der Schreib- und Druckgewohnheiten in der Schwarzschrift, sowie der Wunsch von Benutzern zur Vereinfachung der Regeln begründeten die Notwendigkeit weiterer Überarbeitungen.⁴ Die aktuellste Überarbeitung wurde von Jürgen Hertlein, dem Direktor der Deutschen Blindenstudienanstalt, im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft „Mathematikschrift“ und der Deutschen Blindenstudienanstalt 1992 herausgegeben. Damit ist sie Teil der Marburger Systematiken der Blindenschrift.⁵

Mit der Zunahme des Einsatzes von Computern, sowohl im beruflichen als auch im privaten Bereich (vgl. Kapitel 1.3), gewann der Wunsch nach der Entwicklung einer computergerechten Mathematikschrift an zunehmender Bedeutung.

Unter der genannten Prämisse wurden in den letzten Jahrzehnten weltweit Versuche unternommen, eine Mathematikschrift zu entwickeln, die einerseits den Bedürfnissen der blinden Nutzer möglichst optimal entgegenkommen sollte, andererseits aber auch computergeeignet sein musste, um im Rahmen der zunehmenden Integrationsbemühungen die schriftliche Kommunikation zwischen den Beteiligten erleichtern zu können.

Die folgenden Tabelle gibt einen Überblick über den Einsatz verschiedener (Computer-) Mathematikschriften in einzelnen Ländern für das Jahr 1996

² Diese diente ebenso als Grundlage für den „International Braille Code of Mathematics and Chemistry“, der vom „National Institute for the Blind“ im Jahre 1941 als Brailledruck herausgegeben wurde.

³ vgl. Epheser 1986 in Hertlein 1992 (Hrsg.), S. 2

⁴ e.b.d.

⁵ ergänzend wurden 1998 Änderungen im System der deutschen Blindenschrift herausgegeben (vgl. Heuer 1998)

Land	Brailleschrift	Braillecode am Computer
Frankreich, Belgien, Schweiz	frz. Mathematikschrift	teilweise (Gouchat, 96)
Belgien (fläm.)	Woluwe-Schrift	nicht vorhanden
Niederlande	holl. Mathematikschrift	nicht vorhanden
England	englische Mathematikschrift	Unified Braille-Code (in Vorbereitung)
Spanien	Spanische Mathematikschrift	-
USA/Canada	Nemeth-Code	Unified Braille Code (in Vorbereitung)
Österreich	Marburger Mathematikschrift	LaTeX (teilweise)

Tabelle 1: Vergleich von Standard und Nicht-Standard Mathematikschriften (aus Weber 1996⁶)

Auch in Deutschland beschäftigen sich mehrere Fachleute und Projektgruppen an verschiedenen Universitäten mit der Entwicklung einer computergerechten Mathematikschrift.

Nachfolgend sollen jedoch nur die Schriften vorgestellt werden, die im Alltag größerer Gruppen sehgeschädigter Menschen tatsächlich eine bedeutsame Rolle spielen und sich bewährt haben. Bei dieser Zusammenstellung bleibt unberücksichtigt, dass weitere Notationen, wie z.B. die Bochumer Notation oder „individuelle Vereinbarungen“ zwischen Schülern und Lehrern, existieren. Im Hinblick auf die jeweilige sehr begrenzte Benutzergruppe halte ich diese Vernachlässigung zu Gunsten der besseren Übersichtlichkeit für legitim und notwendig.

Zur Zeit sind in deutschen Schulen und Universitäten hauptsächlich die vier folgenden Mathematikschriften von Bedeutung. Neben der bereits erwähnten, seit vielen Jahren in der Praxis erfolgreich eingesetzten Marburger Mathematikschrift, wurden speziell für den Einsatz am Computer drei weitere Mathematikschriften entwickelt:

Frau Dr. Waltraud Schweikhardt und Mitarbeiter/innen der Universität Stuttgart verfassten Anfang der 80er Jahre eine Mathematikschrift, die unter dem Namen „Stuttgarter Mathematikschrift für Blinde (SMSB)“ bekannt wurde.

Im Rahmen eines Modellversuchs wurde die Karlsruher Mathematikschrift in den 80er Jahren an der Universität Karlsruhe entwickelt. Diese Notation wird in

⁶ Weber 1996; <http://elvis.inf.tu-dresden.de/koll96/artikel8.html>

Anlehnung an ihre grundlegenden Kennzeichen auch als „ASCII-Mathematikschrift“ (AMS) bezeichnet.

Angeregt von dem Sonderpädagogen Ulrich Kalina (Studienrat an der Deutschen Blindenstudienanstalt Marburg) wurde in den letzten Jahren zunehmend der Versuch unternommen, LaTeX, eine ursprünglich für Sehende konzipierte Notation als Blindenschrift einzusetzen. Mathematische Zeichen werden hier nicht über den Formel-Editor, sondern gemäß den Notationsregeln über die Tastatur in den Computer eingegeben.

Die oben aufgeführte Tabelle könnte zum aktuellen Zeitpunkt (Frühjahr 2001) demgemäß folgendermaßen ergänzt werden.

Land	Brailleschrift	Braillecode am Computer
Deutschland	Marburger Mathematikschrift	Stuttgarter Mathematikschrift für Blinde (SMBS) ASCII Mathematikschrift Latex

In der Praxis ist die Vielfalt der Mathematikschriften jedoch häufig mit massiven Nachteilen verbunden. So ist vor allem die Kommunikation zwischen Nutzern, die jeweils verschiedene Notationen beherrschen und verwenden nicht unproblematisch, was den fachlichen Gedankenaustausch oftmals drastisch erschwert. Die Uneinheitlichkeit wirkt sich besonders nachteilig bei einem Schulwechsel oder beim Übergang auf eine Universität aus.

Sinnvoll wäre nach Ansicht vieler Experten⁷ und Benutzer deshalb die Einigung auf eine einzelne Mathematikschrift.

Trotz vielfacher Bemühungen konnte diese jedoch bis dato nicht erzielt werden.⁸ Die Gründe, die der Einigung entgegenstehen, sind vielfältig und vor allem darauf zurückzuführen, dass jede der genannten Mathematikschriften für Blinde zu einer ganz bestimmten Zeit und mit spezifischer Zielsetzung entwickelt wurde.

Mit einer Einigung auf eine einheitliche Mathematikschrift sind vielfach Umorientierungsprozesse und die Notwendigkeit des Erlernens neuer Regeln und

⁷ vgl. z.B. Kalina 1998, S. 334

⁸ vgl. Kalina in Denninghaus 1998, S. 78

Darstellungsweisen verbunden. Verständlich ist es da, dass jeder Betroffene versucht, die von ihm verwendete Notation als Ideallösung zu beschreiben.⁹ Um diese Problematik verständlich und nachvollziehbar zu machen, sollen im folgenden die charakteristischen Kennzeichen der einzelnen Notationen und ihre Einsatzmöglichkeiten in der Praxis, speziell in der Blinden- und Integrationspädagogik, aufgeführt und erläutert werden.

⁹ Teilweise vergleichbar ist dieser Prozess vielleicht mit der Einführung der neuen Rechtschreibung. Auch hier sollten liebgewonnene Gewohnheiten aufgegeben werden. In den Diskussionen wurden sachliche Argumente häufig von emotionalen, subjektiv geprägten Aussagen überlagert.

5.2 Merkmale und Kennzeichen einer Mathematikschrift für Blinde

5.2.1 Voraussetzungen und Bedingungen

Jede Mathematikschrift muss sich meines Erachtens mit drei Bedingungen auseinandersetzen, die sich unmittelbar aus dem Sachverhalt ergeben.

- I Sie muss mit einem begrenzten Braillezeichensatz auskommen.
- II Sie muss eine eindeutige Zuordnungsvorschrift der Mathematikschrift und der Mathematikbrailleschrift entwickeln.
- III Die flächenhafte Darstellung der Mathematikschrift muss linearisiert werden.

Die einzelnen Notation erfüllen, wie die folgenden Ausführungen aufzeigen, diese Bedingungen in unterschiedlicher Art und Weise.

Zu I (Kriterium des begrenzten Braillezeichensatzes):

Um blinden Menschen überhaupt den Informationsgehalt von Text- und mathematischen Zeichen schriftlich zugänglich machen zu können, ist deren Übertragung in einen Braillezeichensatz notwendig. Alternativ stehen dazu der traditionelle 6-Punkt-Braillezeichensatz oder ein 8-Punkt-Braillezeichensatz zur Verfügung.

Die Wahl des zugrunde liegenden Braillezeichensatzes hat großen Einfluss auf die Lesbarkeit, Handhabung und den Einsatzbereich der entwickelten Notation. Dies ist insbesondere als Folge der zur Verfügung stehenden Braillezeichenanzahl (6-Punkt-Form 64 Zeichen, 8-Punkt-Form 256 Zeichen) zu sehen.

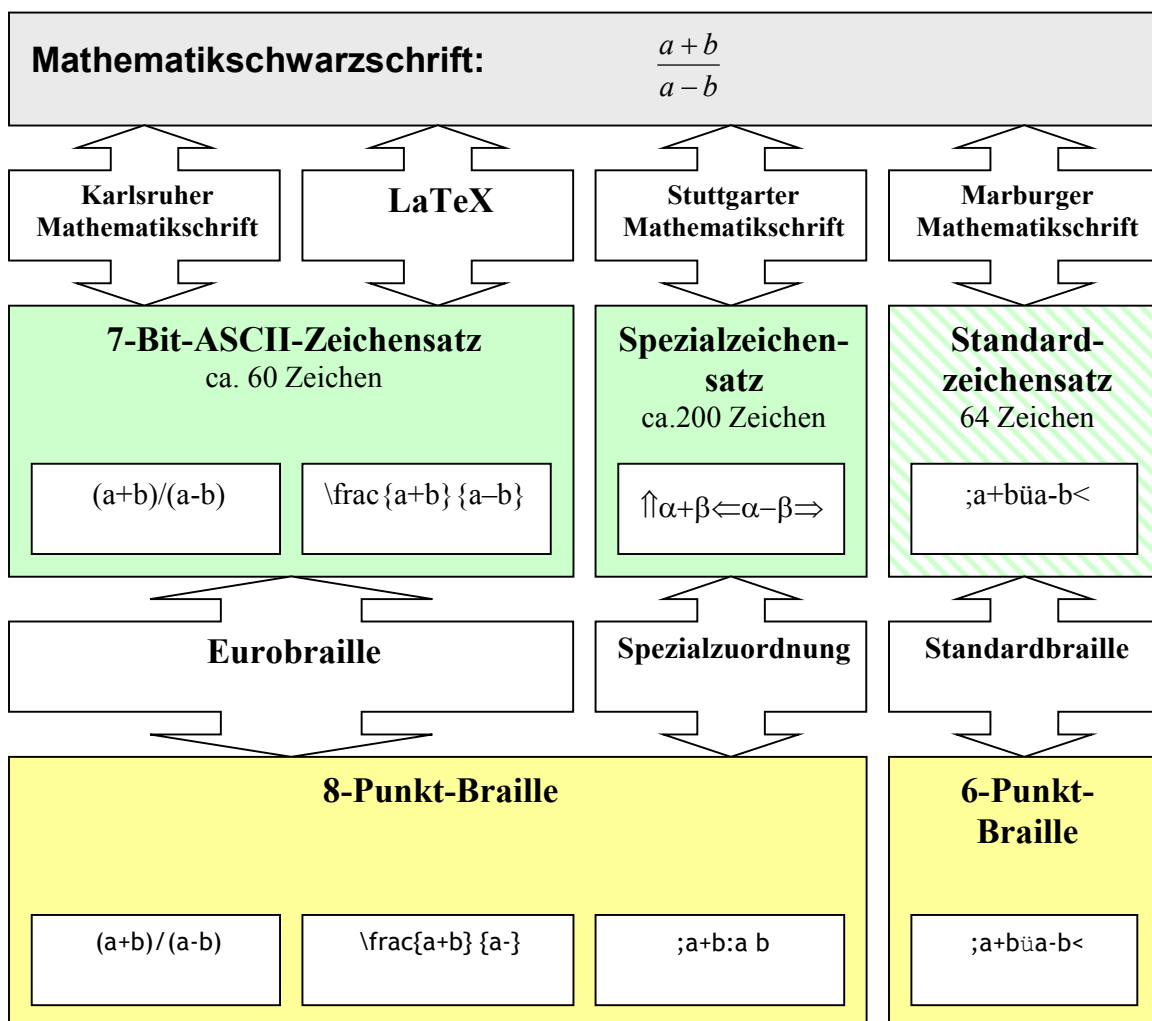
Für den Einsatz des Computers ist aufgrund interner technischer Gegebenheiten die Nutzung einer 8-Punkt-Notation von großem Vorteil (aber durchaus nicht zwingend).

Zu II (Kriterium der eindeutigen Zuordnung zweier Zeichensätze):

Spezifische Zuordnungsvorschriften zwischen Mathematikschrift- und Braillezeichen kennzeichnen die einzelnen Notationen.

Die beiden älteren Notationen (Marburger und Stuttgarter Mathematikschrift) definieren direkte Zuordnungen zwischen Mathematikschriftzeichen und Braillezeichen.

Demgegenüber sind die Zuordnungsvorschriften der Karlsruher Mathematikschrift und der LaTeX-Notation eher als indirekt zu bezeichnen. Den Mathematikschriftzeichen werden zunächst Zeichen des 7-Bit ASCII-Zeichensatzes bzw. einer druckbaren Untermenge desselben zugeordnet. Diese werden dann in einem zweiten Schritt in Braillezeichen übertragen.



Das Diagramm zeigt wesentliche Struktureigenschaften der im Folgenden besprochenen Mathematikschriften auf. Drei Ebenen sind dargestellt. Ausgehend

von der Mathematikschrift ganz oben wird durch die einzelnen Notationen eine „interne Computerdarstellung = Bildschirmdarstellung“ (mittlere, grüne Ebene) zugeordnet.

Erst in einem zweiten Schritt erfolgt nun **bijektiv** eine Zuordnung der Computerdarstellung zu den Braillezeichen (untere gelbe Ebene). Jedem einzelnen Zeichen des jeweils benutzten Computerzeichensatzes ist eineindeutig ein Braillezeichen zugeordnet.¹⁰

Die „Bildschirmdarstellung“ spielt natürlich gerade im Zusammenhang mit dem Integrationsunterricht eine wichtige Rolle.

Die einzelnen Notationen unterscheiden sich u.a. durch ihre verwendeten Schwarzschrift- und Braillezeichensätze.

Braillezeichensätze

Sowohl die Karlsruher Mathematikschrift, als auch LaTeX¹¹ nutzen Eurobraille. Die Stuttgarter Mathematikschrift hat einen eigenen spezifischen Zeichensatz (SZBraille) definiert, der zwar auch auf einer 8-Punkt-Form basiert, vielfach jedoch vom Eurobraille abweicht.¹² Intendiert ist jedoch eine Anlehnung an die Marburger Mathematikschrift um Personen, die diesen Zeichensatz beherrschen, das Erlernen der Notation zu erleichtern.¹³

Einzig die Marburger Mathematikschrift nutzt den traditionellen Braillestandardsatz mit 64 Braillezeichen.¹⁴

Mathematikschriftzeichensätze

Während die Karlsruher und die LaTeX-Notation druckbare ASCII-Zeichen verwenden, basiert die Stuttgarter Notation auf einem eigenen speziell definierten Schwarzschriftzeichensatz (SZ-Schwarzschrift).¹⁵

¹⁰ Die Marburger Schrift wurde lange vor dem Auftauchen von Computern konzipiert. Demgemäß ist die Zuordnung zwischen Mathematikschrift und Braille hier eigentlich in einem Schritt durchgeführt.

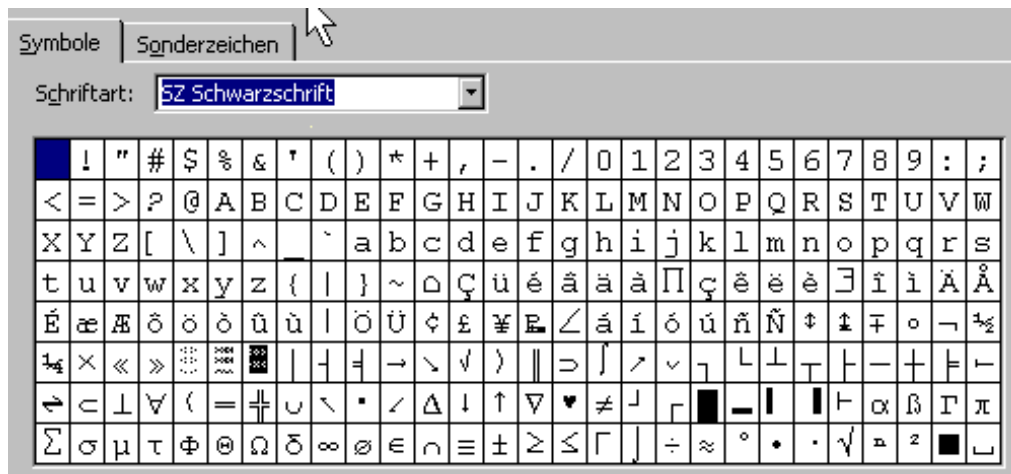
¹¹ Nach Aussagen von Fachleuten (vgl. Betz, Kalina 1998, S. 333) ist eine Übertragung in den 6-Punkt-Code praktikierbar.

¹² Dies gilt z.B. für das Wurzelzeichen, für Klammern, Elementzeichen usw.

¹³ vgl. Kalina 1998, S. 85

¹⁴ Für die Darstellung sämtlicher Mathematikschriftzeichen reicht dieser Zeichensatz natürlich nicht aus. Die Verwendung spezieller Ankündigungs- oder Kennzeichen erlauben die „künstliche“ Vergrößerung des ursprünglichen Braillesatzes.

¹⁵ Der Zeichensatz wurde mir von Frau Dr. Schweikhardt per E-Mail zugesandt.



Zu III (Kriterium der Linearisierung):

Formeln mathematischer oder naturwissenschaftlicher Art sind in der Regel nur als graphisches „Bild“, nicht aber als lineare Zeichenfolge dargestellt (siehe Beispiel unten). Der Vorteil der flächigen Darstellung liegt darin, dass die zweite Dimension zur Strukturierung genutzt wird.

„Bilder“ können als Brailletext aber nicht wiedergegeben werden. Um dennoch eine „Ausgabe“ zu ermöglichen, muss die flächenhafte Form der Mathematikschwarzschrift linearisiert werden.

Das Linearisierungsproblem tritt bei der Computernutzung in verschärfter Form auf.¹⁶

Die Ausgabe über die Braillezeile lässt per se nur eine linearisierte Darstellung zu.

Darüber hinaus gibt es auch ein Eingabeproblem: Eine flächenhafte Darstellung lässt sich mit einer Computertastatur alleine nicht ohne weiteres eingeben.¹⁷

¹⁶ Das Problem der Linearisierung von mathematischen Ausdrücken ist aber nicht auf die Verwendung einer Mathematikschrift beschränkt, vergleichbare Bedingungen treten bei der Entwicklung von Programmiersprachen auf. Die Formel hat in einer Programmiersprache wie z.B. Basic die unten gezeigte Darstellung:

Mathematikschwarzschrift (2-dimensional)	$y = \frac{\sqrt[3]{a+b}}{2(c-d)} \cdot \frac{7}{e+f}$
Programmiersprache (linearisiert)	<code>y=sqrt(a+b)/2/(c+d)*7/(e+f)</code>

Wie man an dem Beispiel erkennt, ist die linearisierte Formel wesentlich schlechter „auf einen Blick“ zu erfassen. Tendenziell wird man bei der Linearisierung zu zusätzlichen Klammern gezwungen, die die Lesbarkeit verschlechtern.

¹⁷ Dieses Problem ist nicht blindenspezifisch. Für Normalsichtige wurde es übrigens auf recht intuitive Weise durch „Formeleditoren“ (z.B. in MS-Word) gelöst, bei denen man sich die Formeln im wesentlichen mit Hilfe der Maus „zusammenklickt“. Diese Art der Eingabe ist natürlich für Blinde absolut ungeeignet. Zudem ist es auch überaus schwierig, die so erstellten Formel-„Bilder“ in irgendeine der Mathematikschriften für Blinde zu übersetzen. Prinzipiell könnte zwar eine höchst ausgefeilte Mustererkennung (die den Bildschirmspeicher

ausliest) eine solche Übersetzung leisten. Diese funktioniert wie eine Mustererkennung (OCR-Software) bei der Umwandlung von eingescannten Bildern in Texte. Für Formeln ist dies aber zur Zeit noch nicht unbedingt Stand der Technik.

Die andere Möglichkeit könnte an der internen Darstellung des Formeleditors ansetzen. Dies setzt aber eine geeignete Schnittstelle des Formeleditors voraus (und eine solche ist sicherlich standardmäßig nicht offengelegt). Insgesamt gesehen erscheinen beide Lösungsstrategien zur Zeit als ziemlich aussichtslos.

5.2.1 Einsatz in der Blindenpädagogik

Die Praxisrelevanz einer Mathematiksschrift für den Einsatz in der Blindenpädagogik hängt von verschiedenen Kriterien ab.

Insbesondere ist der Lernaufwand zu berücksichtigen, der die Voraussetzung für ihre Anwendung ist. Dieser wird u.a. beeinflusst durch die Anzahl der Regeln, aber auch durch die Art der Zuordnung. Ist diese logisch aufgebaut, kann z.B. intuitiv auf die Bedeutung einzelner Zeichenzuordnungen geschlossen werden, gibt es Parallelen zu bekannten anderen Zeichensätzen usw..

Des Weiteren ist die Lese- und Schreibgeschwindigkeit, mit der eine Notation gehandhabt werden kann, ein wichtiges Entscheidungskriterium.

Beide hängen natürlich von der Länge, aber auch von der Einhaltung einer strukturierten und übersichtlichen Gestaltungsweise der transformierten mathematischen Ausdrücke ab.

Der Braillezeichensatz, der in der Notation verwendet wird, kann unter Umständen auch für die Beurteilung und Verwendung einer Notation entscheidend sein. Für Schüler/innen, die keine Blindenschrift in einer 8-Punkt-Struktur, z.B. Eurobraille, beherrschen, ist es sinnvoll, wenn der zugrunde liegende Braillezeichensatz an bekannte Strukturen anknüpft bzw. diese verwendet.

Zum Schluss jeder Betrachtung soll auf die Beziehung zwischen Unterrichtsmaterialien und der jeweiligen Notation eingegangen werden. Jeweils zu klären ist, ob Medien (Schulbücher, Arbeitsblätter usw.) existieren und eingesetzt werden können.

5.2.2 Einsatz in der Integrationspädagogik

Der Einsatz einer Mathematikschrift im integrativen Mathematikunterricht ist auf zwei verschiedenen Ebenen zu betrachten.

Primär müssen natürlich die Bedürfnisse der Blinden, die oben aufgeführt sind, so optimal wie möglich berücksichtigt werden.

Des Weiteren ist jeweils zu analysieren, inwieweit die Notation, unter Einbeziehung des Computers als Medium, tatsächlich die schriftliche Kommunikation zwischen den beteiligten Schülerinnen und Schülern bzw. Lehrerinnen und Lehrern im Integrationsunterricht erleichtert. Zwei Ebenen sind dabei zu betrachten:

Zum einen muss die jeweilige Schwarzschriftdarstellung unter dem Blickwinkel betrachtet werden, ob sie intuitiv zu erfassen und damit leicht gedanklich in die traditionelle Schreibweise übertragen werden kann, oder ob ihr Verständnis Erfahrung und häufiges Üben voraussetzt. Eine Notation, deren Schwarzschriftdarstellung leicht zu durchschauen ist, weil sie sich eng an die gewohnte Mathematikschrift anlehnt bzw. intuitiv zu verstehen ist, ist für den Integrationsunterricht natürlich vorteilhaft.

Auf einer anderen Ebene muss untersucht werden, ob Programmen existieren, die es ermöglichen, diese simultan als Punktschrift über die Braillezeile und als Mathematikschrift in traditioneller Art und Weise auf dem Bildschirm darzustellen.

5.3 Die Marburger Mathematikschrift (MSB)

Bei der internationale Marburger Mathematikschrift handelt es sich wohl um die älteste Notation, die sich im Fachbereich Mathematik durchsetzen konnte. Entwickelt zu Beginn des 20. Jh. beruht die heutige Version im wesentlichen auf der Fassung von 1955, wurde aber inzwischen mehrfach überarbeitet. Sie ist als Ergänzung der traditionellen Brailleschrift zu sehen.

5.3.1 Ziele und Kennzeichen

Kalina¹⁸ fasst die wesentlichen Entwicklungsziele der Notation zusammen: Die Marburger Mathematikschrift wurde von blinden Mathematikern für blinde Mathematiker entwickelt. Speziell das sequentielle Lesen mathematischer Ausdrücke sollte mit ihr ermöglicht werden. Neben der angestrebten Übersichtlichkeit und guten Handhabbarkeit wurde Wert auf die vollständige und sachlich richtige Darstellung mathematischer Sachverhalte gelegt. Als Einsatzbereiche sind Schule und Universität anzugeben. Nach Aussagen des Autors konnte sie sich zwar nicht international, aber immerhin im deutschsprachigen Raum durchsetzen.

Der sechste Teil der Marburger Systematiken der Blindenschrift, 1992 von Jürgen Hertlein, dem Direktor der Deutschen Blindenstudienanstalt in Marburg herausgegeben, ist als Grundlagenliteratur für die Notation zu sehen. Mit der Veröffentlichung des „Systems der deutschen Blindenschrift“¹⁹ 1998 liegt die aktuellste Überarbeitung der deutschen Blindenschrift vor. Die folgenden Ausführungen zur Kennzeichnung der Notation basieren auf den Ausführungen der genannten Grundlagenliteratur.

Darstellung von Ziffern und Zahlen

Ebenso wie Darstellung der Buchstaben ist die Zifferndarstellung bereits in der grundlegenden Blindenschrift festgelegt. Diese erfolgt durch die Nutzung des Zahlenzeichens (#) und einem speziellen Buchstaben (a-i).

¹⁸ vgl. Kalina 1998, S. 79

¹⁹ vgl. Brailleschriftkommission der deutschsprachigen Länder (Hrsg.):

Beispiele²⁰

mathematischer Term	Bildschirmdarstellung	Braillezeichenfolge ²¹
$\frac{a+b}{a-b}$	;a+büa-b<	;a+b ü a-b<
$y=15x+123$	y=#ae+#abc	y=#ae+#abc

5.3.2 Einsatz in der Blindenpädagogik

Lernaufwand / Lese- und Schreibgeschwindigkeit

Einfache mathematische Ausdrücke werden übersichtlich mit relativ wenigen Braillezeichen dargestellt. Speziell die Beschränkung auf Braillezeichen in der 6-Punkt-Form dürfte auch jüngeren Schülerinnen und Schülern, die mitunter aufgrund ihrer geringen Fingergröße die 8-Punkt-Braillezeichen nicht simultan erfassen können, entgegenkommen. Bei komplexeren mathematischen Ausdrücken wird jedoch gelegentlich²² die Länge der notwendigen Braillezeichenkombinationen kritisiert. Sie wirkt sich nicht unbedingt vereinfachend auf deren Lesbarkeit sowie der Lese- und Schreibgeschwindigkeit aus.

Als Ursache für diesen Aspekt kann der vergleichsweise sehr stark begrenzte Zeichenumfang der 6-Punkt-Schrift genannt werden, der die Notwendigkeit von Braillezeichenkombinationen verstärkt notwendig macht. Als Beispiel sei die Zahlendarstellung zu nennen, die bei jeder Zahl ein vorausgehendes Zahlzeichen als Schlüsselzeichen benötigt. Dementsprechend lang sind die Ausdrücke.

Dies ist bei elementaren Formeln kein Problem, setzt aber beim Lesen und Schreiben komplexerer mathematischer Formeln, z.B. bei komplizierteren Bruchtermen, deren einzelne Ebenen durch Klammern strukturiert werden, eine hohe Gedächtnisleistung und auch spezifische haptische Fähigkeiten voraus.

²⁰ Die Beispiele wurden von mir anhand der definierten Notationsregeln in der angegebenen Grundlagenliteratur abgeleitet.

²¹ Brüche werden in der ausführlichen Schreibweise mit folgenden Sonderzeichen gebildet:

Zählerbeginn (;)Bruchstrich (ü), Nennerende(<)

²² vgl. Schweikhardt 1983, S. 1,

Kalina 1999; <http://www.bildung.hessen.de/sform/sonder/blind/hilfsmitt.htm>

Als weitere Ursache, die den Lernaufwand erhöht, ist die Notwendigkeit eines vielfältigen Regelsystems zu nennen, das sich aufgrund des relativ beschränkten Braillezeichensatzes und den verwendeten Schlüsselkennzeichen notwendigerweise ergibt.

Unterrichtsmaterialien

Für die Erstellung von Printmedien hat sich die traditionelle internationale Mathematikschrift gut bewährt.²³ Mit ihr können mathematische Sachverhalte in Punkschrifttexten dargestellt und z.B. mit Hilfe der Bogenmaschine auch von Schülerinnen und Schülern eigenständig produziert werden. Punkschriftbücher in Marburger Mathematikschrift sind ebenfalls seit Jahren auf dem Markt.²⁴

Nutzungsmöglichkeiten des Computers

Zur Zeit der Entstehung der Marburger Mathematikschrift zu Beginn des 20. Jh. war die explosionsartige Entwicklung und Verbreitung der Computertechnologie noch gar nicht abzusehen. Demzufolge konnte es auch nicht Ziel der betreffenden Fachleute sein, diese computergerecht zu gestalten.

Heutzutage bereitet die Ein- und Ausgabe (mittels Punkt- oder Computertastatur sowie Braillezeile) traditioneller Braillezeichen computertechnisch kein Problem mehr. Blinde Schüler/innen können die Notation und den Computer somit als Hilfs- und Arbeitsmittel zur Speicherung von selbst erstellten Brailletexten bzw. zum Lesen und Drucken derselben nutzen.

5.3.3 Einsatz in der Integrationspädagogik

Die genannten Ausdrücke werden auf der Braillezeile übersichtlich dargestellt und können von Benutzern, die die Braille- und Marburger Mathematikschrift beherrschen, natürlich problemlos wahrgenommen werden.

Den oben aufgeführten Beispielen ist zu entnehmen, dass die Notation für Sehende, die die Brailleschrift nicht beherrschen, mit Schwierigkeiten verbunden ist. Ohne Erfahrung und viel Umgang mit der Darstellungsweise lässt sich die Bildschirmdarstellung kaum gedanklich in die gewohnte

²³ vgl. Kalina 1997, S. 1

²⁴ vgl. Kalina 1997, S. 1, 2; Kalina 1998, S. 79

Mathematikschwarzschriftdarstellung übertragen. Im Vergleich zu anderen Notationen kann auch selten intuitiv auf die Bedeutung des Ausdrucks geschlossen werden.

Demzufolge ist diese Notation im Integrationsunterricht als „Kommunikationsbrücke“ zwischen blinden/sehbehinderten und sehenden Menschen ohne Kenntnisse der Blindenschrift nur sehr bedingt einsetzbar.

5.4 Stuttgarter Mathematikschrift für Blinde (SMSB)

Frau Dr. Schweikhardt und Mitarbeiter/innen der Universität Stuttgart entwickelten die Stuttgarter Mathematikschrift für Blinde (SMSB) 1981. Die aktuellste Überarbeitung stammt aus dem Jahre 1999.

5.4.1 Ziele und Kennzeichen

In den Veröffentlichungen der Arbeitsgruppe²⁵ sind Ziele, Zuordnungsvorschriften, sowie das dazugehörige Regelsystem der Stuttgarter Mathematikschrift definiert und aufgeführt. Die folgenden Aussagen zur Charakterisierung der Notation in dem Kapitelabschnitt „Ziele und Kennzeichen“ basieren, soweit nicht anders gekennzeichnet, auf dieser Grundlagenliteratur. Zudem konnte mir Frau Schweikhardt, die die Notation im Rahmen ihrer Dissertation entwickelte, persönlich einige Fragen beantworten.

Frau Rast, die als Integrations- und Mathematiklehrerin am Adolf-Weber-Gymnasium in München aus eine fünfzehnjährige Unterrichtspraxis mit der Stuttgarter Mathematikschrift zurückblicken kann, schilderte mir ihre Erfahrungen im Bezug auf die Praxisrelevanz der Notation.

Ausgehend von der Tatsache, dass in der Internationalen Marburger Mathematikschrift viele mathematische Zeichen nur als Braillezeichenkombinationen von zwei und mehr Braillezeichen dargestellt werden können, war es eines der primären Ziele der SMSB, mathematische Ausdrücke möglichst kompakt (also mit möglichst wenig Braillezeichen) und einem vereinfachten Regelsystem darzustellen.

Eine enge Anlehnung an die herkömmlichen Schwarzschriftzeichen sowie der angestrebten eindeutigen Umkehrbarkeit der Zuordnung sollte blinden und sehenden Schüler/innen das Erlernen der Notation erleichtern, so dass ihr Einsatzbereich speziell in Integrationsklassen zu sehen ist.

²⁵ vgl. Schweikhardt und Mitarbeiter/innen 1983; 1999, 2000

Die Entwickler der SMBS erkannten, dass eine Mathematikschrift, die auf einer 8-Punkt-Brailleschrift basiert, den Forderungen am ehesten gerecht werden konnte. Der im Vergleich zur 6-Punkt-Form viermal so große Zeichensatz der 8-Punkt-Form wird dabei extensiv ausgenutzt.

Darstellung von Ziffern und Zahlen

Hier erfolgte eine Anlehnung an die traditionelle Brailleschrift. Die Buchstaben a-i werden auf herkömmliche Art und Weise für die Darstellung der Ziffern 1-9 benutzt, ergänzt werden sie allerdings durch den Punkt 6. Damit wird auf das Zahlenzeichen verzichtet. Einzige Ausnahme bildet die Ziffer 0, die aus Gründen der Eindeutigkeit durch das ie-Zeichen dargestellt wird.

Beispiele²⁶

mathematischer Term	SMSB (Braillezeichen) ²⁷	SMSB-Zeichenfolge APL-Zeichensatz ²⁸	SMSB-Zeichenfolge SZSchwarzschrift- Zeichensatz
$\frac{(a+b)}{(a-b)}$		↑ . ← ~ ⇒	↑ . ← ~ ⇒
$\sqrt{a+1} - \sqrt[3]{8}$		┘ . i †┘ F †	┘ . i ~┘ Π .
$a^2 + c^3$		F . F	Π . Π
$f(x) = 5x+3$		$f(x) = 5x+3$	$f(x) = 5x+3$

²⁶ Die Beispiele wurden von mir anhand der definierten Notationsregeln in der angegebenen Grundlagenliteratur abgeleitet.

²⁷ Die Linearisierung der Bruchzahlen geschieht durch Darstellungen in Form „Zählerzahl/Nennerzahl“. Komplexere Zähler- und Nennerterme können aus Gründen der besseren Überschaubarkeit mit Klammern strukturiert werden.

Spezifische Anfangs- und Endzeichen kennzeichnen Wurzelterme. Es existiert ein spezielles Kennzeichen (Punkte 2,3,4,5,6,7) für hochgestellte Zeichen

²⁸ Der hier verwendete Schwarzschriftzeichensatz entspricht der „neuesten“ Form, so wie im Windows-Zeichensatz „SZ-Schwarzschrift“ definiert. Eine der Zeichen weichen von älteren Schreibweisen („APL“) ab.

5.4.2 Einsatz in der Blindenpädagogik

Die SMSB wird seit ungefähr 15 Jahren am Adolf-Weber Gymnasium eingesetzt. Die Integrationslehrerin Frau Rast konnte mir persönlich einige Fragen zum Einsatz der Notation im integrativen Unterricht beantworten.

Lernaufwand / Lese- und Schreibgeschwindigkeit

Strukturgemäß ist die Anzahl der Braillezeichen des in der Notation verwendeten Zeichensatzes um ein Vielfaches höher, als dies bei einer 6-Punkt-Braillezeichenstruktur der

Fall ist. Die Bedeutung der einzelnen Zeichen muss also erst einmal gelernt werden. Da aber vergleichsweise nicht so viele Kenn-, Ankündigungs- und Aufhebungszeichen eingesetzt werden müssen, kann die Länge der Ausdrücke Zeichen merkbar verkürzt werden. Viele Zeichen können vergleichsweise übersichtlich strukturiert dargestellt werden.

Die Anlehnung an die Marburger Darstellungsart, die ursprünglich den Lernprozess vereinfachen sollte, ist nicht unumstritten. So kritisiert z.B. Kalina²⁹ die nicht konsequent eingehaltene Anlehnung an die Marburger Mathematikschrift. Dies führt nach seinen Erfahrungen dazu, dass die Benutzerin/der Benutzer in jedem Einzelfall überlegen müsse, ob es sich um die angegliche Schreibweise oder um eine modifizierte Form handelt.

Rast³⁰ hebt die im Vergleich zu anderen Notationen (z.B. LaTeX) häufig wesentlich kürzere Schreibweise der Stuttgarter Mathematikschrift hervor, die somit zur schnellen Erfassung der Mathematik beitrage.

Ein weiterer Vorteil der Notation liegt in der sich ergebenden Dezimierung syntaktischer Regeln, was insgesamt zu einer vereinfachten Anwendung führen kann.³¹

Nachteile sehe ich für Schüler/innen, die Eurobraille bereits beherrschen. Sie müssen zusätzlich einen weiteren Zeichensatz erlernen, der im Gegensatz zu Eurobraille nicht allgemeingültig ist, sondern nur für die schriftliche Fixierung

²⁹ vgl. Kalina 1998, S. 85

³⁰ persönliche Aussage Rast

³¹ vgl. Schweickhardt 1983, S. 20

mathematischer Ausdrücke eingesetzt wird. Nach Rast³² haben ihre Schüler/innen (Gymnasium) in der Regel jedoch später im Beruf keine Schwierigkeiten, die wenigen Zeichen, die sich vom Eurobraillezeichensatz unterscheiden, umzulernen. Sie räumt aber mögliche Schwierigkeiten bei Schüler/innen anderer Schulformen ein.

Unterrichtsmaterialien

Mathematikbücher in der Version der SMSB liegen auf Disketten vor. Vielfach werden aber auch Unterrichtsmaterialien mit dem Computer in der SMSB durch Lehrkräfte (Eltern, Zivildienstleistende) selbst erstellt. Spezifische grafische Darstellungen werden entweder aus besonderen Drähten zur taktilen Erfassung oder als verbale Beschreibung in die Aufgabe integriert.³³

Nutzungsmöglichkeiten des Computers

„Unter dem Betriebssystem WINDOWS wird SMSB unter Verwendung der Dokumentenvorlage SMSB.DOT geschrieben. Beim Anlegen einer neuen Datei wird sie als Vorlage gewählt. Damit die Punktschriftzeichen auf der Ausgabe fühlbar sind, muss die Punktschriftzeile bzw. der Punktschriftdrucker den Stuttgarter Zeichensatz geladen haben.“³⁴

Viele der in der Stuttgarter Notation benötigten Schwarzschriftzeichen sind auf der normalen Computertastatur nicht direkt vorhanden. Um sie trotzdem eingeben zu können, werden Tastenkombinationen mit Sondertasten (z. B. Umschalttasten wie „Alt“) benutzt. Dazu müssen in der jeweiligen Textverarbeitung entsprechende Makros vorhanden sein.

Die erwähnte Dokumentenvorlage SMSB.DOT enthält die notwendigen Makros. So wird der mathematische Term a^2 mittels der Taste „a“, dem gleichzeitigen Drücken der „Alt“ und „j“-Tasten und der Taste „2“ eingegeben.

Die Makrosammlung in SMSB.dot enthält außerdem ein weiteres, sehr praktisches Makro, das in der Lage ist, einen mathematischen Ausdruck der Stuttgarter Notation in Mathematikschwarzschrift umzuwandeln.³⁵

³² persönliche Aussage Rast

³³ e.b.d.

³⁴ Schweikhardt 1999, S. 21

³⁵ Damit zieht die Stuttgarter Notation in dieser Hinsicht mit Latex gleich, bei der die entsprechenden Tools schon seit vielen Jahren existieren. Was jetzt noch fehlt, ist das umgekehrte Tool: Mathematikschwarzschrift nach Stuttgarter Notation!

Blinde Schüler/innen können die Notation und den Computer somit als Hilfs- und Arbeitsmittel zur Speicherung von selbst erstellten Brailletexten bzw. zum Lesen und Drucken von Brailletexten nutzen.

5.4.3 Einsatz in der Integrationspädagogik

Lernaufwand

Aufgrund ihres vereinfachten Regelwerkes und der strukturierten und kompakten Darstellungsweise, das blinden und sehenden Nutzern ein vergleichsweise schnelles Lernen der Mathematiksschrift ermöglicht, wird sie vor allem im integrierten Unterricht vielfach eingesetzt und geschätzt.³⁶ In welchem Maß dann tatsächlich eine Zusammenarbeit zwischen sehenden und blinden Schüler/innen stattfindet, bleibt fraglich. So berichtet Rast³⁷ z.B., dass blinde Schüler/innen einen eigenen Computer besitzen und daher normalerweise keine Zusammenarbeit stattfindet.

Als einen Grund für eine fehlende Zusammenarbeit sehe ich Schwarzschriftdarstellung mathematischer Zeichen. Dies gilt vor allem für die Schwarzschriftzeichen des älteren APL-Zeichensatzes, der z.B. in München noch verwendet wird. Viele der verwendeten Zeichen weichen derart von der herkömmlichen Schreibweise ab, dass intuitiv nicht auf ihre Bedeutung geschlossen werden kann.

Mit der Nutzung des neuen Schwarzschriftzeichensatzes (SZSchwarzschrift) wurde dieses Problem entschärft, wie man leicht anhand der aufgeführten Beispiele nachvollziehen kann.

Da die Stuttgarter Notation- wie bereits erwähnt- nicht kompatibel zum Standard-ASCII-Code ist, kann sie mit herkömmlichen einfachen Editoren nicht ohne weiteres genutzt werden.³⁸ Unter Word für Windows stellt sich das Problem nicht; die notwendigen Zeichensätze SZSchwarzschrift, SZBraille) sowie die Vorlage smbs-dot können sehr leicht installiert werden.

³⁶ vgl. Weber 1996; <http://elvis.inf.tu-dresden.de/koll96/artikel8.html>

³⁷ Rast persönliche Aussage

³⁸ Dazu wären spezielle „Codepages“ nötig.

5.5 Karlsruher Mathematikschrift (AMS)

Im Rahmen eines Modellversuchs wurde die Karlsruher Mathematikschrift in den 80er Jahren an der Universität Karlsruhe unter der Leitung von Dr. Muskardin entwickelt. Inzwischen wurde sie mehrfach überarbeitet, unter anderem von der Arbeitsgruppe „Studium für Blinde und Sehgeschädigte“ der TU Dresden. Beide Universitäten bemühen sich auch zur Zeit noch, Studienmaterialien in sehgeschädigten gerechter Form zu erstellen. Parallel wird der Name „ASCII-Mathematikschrift“, der bereits auf den zugrunde liegenden Zeichensatz hinweist, verwendet.

5.5.1 Ziele und Kennzeichen

Gründe, die zur Entwicklung der Notation geführt haben sowie den Angaben zu den Notationskennzeichen innerhalb des Teilkapitels „Ziele und Kennzeichen“ basieren, soweit nicht anders gekennzeichnet, auf den Veröffentlichungen der Entwicklungsteams.³⁹

Hilfreich war dabei ein Briefwechsel mit Gerhard Jaworek, der als blinder Diplominformatiker für die Organisation, Koordination und die Qualitätskontrolle der umgesetzten Literatur im Studienzentrum für Sehgeschädigte der Universität Karlsruhe verantwortlich ist.

Innerhalb des Modellversuchs „Informatik für Blinde und hochgradig Sehbehinderte“ sollte eine Mathematikschrift entwickelt werden, die blinden Studentinnen und Studenten ein Informatikstudium ermöglichen kann. Ein wichtiges Entwicklungskriterium war dabei der Wunsch nach einer möglichst vollständigen Kompatibilität mit allen herkömmlichen Computersystemen. Die Entwickler der Mathematikschrift sahen die Notwendigkeit der Erschaffung einer neuen Codierung darin begründet, dass existierende Codierungen nicht die Bedingungen erfüllten, die sie an die Lesbarkeit einer solchen stellten. Speziell wurde eine optimale Verhältnis

³⁹ vgl. Muskardin, Universität Karlsruhe 1988, S. 4, 5 (Modellversuch „Informatik für Blinde Anleitung zum Umsetzen von mathematischen Symbolen und Formeln“); Universität Karlsruhe/Dresden 1994; (elvis.inf.tu-dresden.de/asc2html/ams/h-000001.htm)

„zwischen der Länge der symbolischen Ausdrücke und der Suggestivität der Symbole als Bedeutungsträger“⁴⁰ angestrebt.

Um zu betonen, dass nicht nur die fundamentalen mathematischen Zeichen, sondern auch explizite Zeichen der Hochschulmathematik übertragen wurden, führte man als Bezeichnung die Abkürzung AMS „Abweichende Mathematische Symbole“ ein. Aufgrund der verwendeten deutschen Symbolkürzel (z.B. „ver“, „dur“ usw.) ist davon auszugehen, dass die internationale Verbreitung der Notation nicht im Vordergrund steht.⁴¹

Darstellung von Ziffern und Zahlen

Die Ziffern sind im ASCII-Zeichensatz enthalten, brauchen demzufolge nicht extra definiert werden. Zur Abtrennung von Dezimalstellen kann sowohl der Punkt als auch das Komma verwendet werden. Die Periodizität von Dezimalzahlen wird durch eine obere Markierung mit dem Zeichen „_“ dargestellt. Bilden mehr als eine Ziffer die Periode, so sind diese in runde Klammern einzuschließen.

Beispiele⁴²

mathematischer Term	AMS-Zeichenfolge ⁴³	Braillezeichen
$f(x) = 5x + 3$	<code>f(x) = 5x + 3</code>	<code>f(x)=5x+3</code>
$\frac{(a+b)}{(a-b)}$	<code>(a+b) / (a-b)</code>	<code>(a+b)/(a-b)</code>
$\sqrt{a+1} - \sqrt[3]{8}$	<code>(a+1)// - 8//3</code>	<code>(a+1)//-8//3</code>
$a^2 + c^3$	<code>a**2 + c**3</code>	<code>a**2+c**3</code>

⁴⁰ Muskardin, Universität Karlsruhe 1988, S. 5

⁴¹ vgl. Kalina 1998, S. 88

⁴² Die Beispiele wurden von mir anhand der definierten Notationsregeln in der angegebenen Grundlagenliteratur abgeleitet.

⁴³ Wurzeln werden durch die Zeichen „//“ gekennzeichnet, wobei der Term vor dem Zeichen den Radikand, der nachgestellte Term den Wurzelexponenten angibt.

Eine Potenz wird durch die Zeichenfolge „**“ angekündigt.

5.5.2 Einsatz in der Blindenpädagogik

Lernaufwand / Lese- und Schreibgeschwindigkeit

Die Beschränkung auf möglichst wenige ASCII-Zeichen zur Codierung eines mathematischen Zeichens erleichtert das Erlernen der Notation.

Für diese Einschätzung spricht auch die Tatsache, dass bei vielen Zeichenkombinationen bereits unmittelbar auf deren Funktion geschlossen werden kann. So erfolgt beispielsweise die Darstellung einer Hochzahl mittels zweier Multiplikationszeichen (x hoch 3 wird definiert als $x^{**}3$).

Einzelne Ausdrücke der Karlsruher Mathematikschrift sind im Vergleich zur Stuttgarter Notation jedoch deutlich länger. Dies gilt z.B. für die oben aufgeführten Bruch- und Exponentendarstellungen. Grund für den Unterschied ist u.a. die notwendige Verwendung von Klammern als Strukturierungshilfe, die sich infolge der nicht vorhandenen Begrenzungszeichen ergeben.

Kalina⁴⁴ sieht dieses Faktum als nicht unbedenklich, da sich damit die von blinden Schülerinnen und Schülern benutzte Schreibweise von der der Sehenden unterscheidet. Als weitere Folge nennt er resultierende Probleme, die die Lesbarkeit und das Verständnis beeinflussen könnten. So gibt er den mathematischen Ausdruck $a_{(n+1)}$ an, der in der Karlsruher-Notation in der Form $a(n+1;)$ dargestellt wird. Da die blinde Schülerin/der blinde Schüler sequentiell liest, wird ihm erst am Schluss des Terms durch das Semikolon ersichtlich, dass nicht das Produkt der Variablen a mit der Klammer gemeint ist, sondern dass es sich bei dem Ausdruck $n+1$ um einen Index handelt. Zusätzliche Klammern können demzufolge, insbesondere in längeren Ausdrücken, zu Verständnisschwierigkeiten führen.

Unterrichtsmaterialien

Laut Aussagen Jaworeks⁴⁵ existieren nach seinen Informationen keine Schulbücher in der Notation.

⁴⁴ vgl. Kalina 1998, S. 87

⁴⁵ Jaworek, persönliche Aussage

Nutzungsmöglichkeiten des Computers

Spezielle Hardwarevoraussetzungen sind für die Nutzung der Karlsruher Notation nicht erforderlich.

„Die Karlsruher ASCII-Mathematikschrift verwendet ausschließlich Zeichen des – in Punkt- und Schwarzschrift international genormten – 7-Bit-ASCII-Zeichensatzes. Dadurch ist sie mit jedem gängigen Editor bzw. Textverarbeitungsprogramm unter praktisch allen Betriebssystemen verwendbar.“⁴⁶ Jedes Zeichen der Mathematikschrift kann so direkt mit jeder beliebigen Tastatur und jedem beliebigen einfachen Editor eingegeben, gelesen und bearbeitet werden. Zudem ist auch der einfache Austausch von den so erzeugten ASCII-Dateien zwischen verschiedensten Computersystemen gewährleistet. Im Hinblick auf die teilweise doch sehr schlechte technische Ausstattung vieler Schulen spricht gerade dieses Argument für den Einsatz der Notation im Mathematikunterricht.

Blinde Schüler/innen können die Notation und den Computer somit als Hilfs- und Arbeitsmittel zur Speicherung von selbst erstellten Brailletexten bzw. zum Lesen und Drucken von Texten nutzen.

Einsatz der Notation in der Hochschulmathematik

Die Karlsruher Mathematikschrift wurde ursprünglich für blinde Informatikstudentinnen und Studenten konzipiert. Sie ist zur Zeit in Karlsruhe, aber auch an weiteren Universitäten im Einsatz.⁴⁷

Durch den geringeren Zeichenumfang werden in der Hochschulmathematik mehr Ersatzdarstellungen notwendig, was eine Erhöhung des Schreibaufwandes und des Platzbedarfs zur Folge hat. Die Anzahl der Ersatzdarstellungen im Mathematikunterricht ist relativ begrenzt.

Die im oben genannten Studienzentrum umgesetzten Texte liegen natürlich im AMS-Format vor. Darüber hinaus sind mir keine entsprechenden Printmedien bekannt.

⁴⁶ Kalina 1998, S. 86

⁴⁷ Jaworek, persönliche Aussage

5.5.3 Einsatz in der Integrationspädagogik

Inwieweit die Notation für den Einsatz von blinden Nutzern geeignet ist, wurde bereits erläutert.

Gemäß ihrer ursprünglichen Intention sprechen m.E. vor allem die folgenden Argumente für einen erfolgreichen Einsatz im Integrationsunterricht.

Wegen der Beschränkung auf den 7-BIT-ASCII-Zeichensatz existieren beim Einsatz keinerlei technischen Probleme.

Extensiv zu betonen ist, dass es sich bei der Schwarzschriftdarstellung nicht um die gewohnte grafische Darstellungsform mathematischer Zeichen handelt. Auf dem Bildschirm erscheint immer die ASCII-Zeichenfolge gemäß den Notationsregeln. Der sehende Nutzer muss die entsprechenden Zuordnungsvorschriften natürlich zunächst lernen. Immerhin sind die Vorschriften recht intuitiv.

Ob mittlerweile Programme existieren, die die Karlsruher Schwarzschriftdarstellung mathematischer Ausdrücke in die Mathematikschrift transformieren, ist mir nicht bekannt.

Lernaufwand

Trotz der genannten Abweichungen von der herkömmlichen Darstellungsform der Mathematikschrift ist die Notation m.E. relativ leicht zu erlernen. Dafür spricht vor allem die angestrebte und auch erreichte Suggestivität der Symbole (vgl. Kapitel 5.51).

Als weiteres bestätigendes Argument kann die geringe Anzahl der Regeln aufgeführt werden, die sowohl dem blinden als auch dem sehenden Nutzer zu Gute kommt.

Ob die AMS tatsächlich an einzelnen Schulen als Mathematikschrift eingesetzt wird, ist mir nicht bekannt. Keiner der von mir befragten

Mathematiklehrerinnen/Mathematiklehrer nutzt die Notation im Unterricht. Auch die Mitarbeiter des Studienzentrums für Sehgeschädigte der Universität Karlsruhe konnten mir diesbezüglich keine Schule nennen.

5.6 LaTeX-Notation

5.6.1 Ziele und Kennzeichen

Bekannt ist, dass nur die einfachsten mathematischen Zeichen auf der Computertastatur vorhanden sind. Um komplizierte Formeln der Mathematikschwarzschrift in den Computer eingeben zu können, bedarf es spezieller Programme, den Formeleditoren. Ein bekanntes Beispiel ist der Formeleditor, der in Microsoft Word integriert ist. Er erlaubt das Einfügen der meisten grafischen Mathematikzeichen mittels der Maus.

Alternativ dazu wurde von Donald E. Knuth 1982 das Textsatzsystem TEX entwickelt und 1984 von Leslie Lamport zum Markopakiet LaTeX erweitert.⁴⁸

Mit Hilfe der LaTeX-Notation können mathematische Ausdrücke jeglicher Art in linearisierter Form allein über die Computertastatur eingegeben werden und mit Hilfe spezieller Software auch wieder in ihre grafische Darstellungsform rücktransformiert werden.⁴⁹ Vorteilhaft ist, dass diese Notation auf fast allen Rechnersystemen nahezu problemlos eingesetzt werden kann. Viele wissenschaftliche Veröffentlichungen, u.a. im Internet, basieren auf dieser alternativen Eingabeform.⁵⁰

Von Ulrich Kalina⁵¹ (Studienrat Deutsche Blindenstudienanstalt Marburg) stammt die Idee, diese Alternativschreibweise als Mathematikschrift für blinde Menschen einzusetzen.

Die Nutzung des Formel-Editors mittels der Maus zur Eingabe grafischer Mathematikzeichen kommt für blinde Nutzer/innen per se nicht in Frage. Mit der entwickelten Notation haben sie jedoch, ebenso wie sehende Nutzer, die Möglichkeit sämtliche Zeichen der Mathematikschwarzschrift gemäß den Notationsregeln alternativ nur über die Computertastatur einzugeben.

⁴⁸ vgl. Knappen 1997, Vorwort S. XIX

⁴⁹ Diese Eingabealternative beschränkt sich nicht nur auf mathematische Ausdrücke, sondern ebenso auf gestalterische Textelemente wie Tabellen, Gliederungen, Fußnoten, Schrifttypen usw.. Derartige Elemente können auf herkömmliche Art und Weise nur mittels der Maus über einen Editor oder- bei entsprechender Programmierung- mittels einer kompliziert zu merkenden Tastenkombination eingegeben werden.

⁵⁰ vgl. Knappen 1997, S. 1

⁵¹ vgl. z.B. Kalina 1993, 1997

Darstellung von Ziffern und Zahlen

Da auch diese Notation auf dem ASCII-Zeichensatz basiert, brauchen Ziffern und Zahlen nicht extra codiert werden, sondern können über die Computertastatur direkt eingegeben werden.

Beispiele⁵²

mathematischer Term	LaTeX-Zeichenfolge ⁵³	Brailleausgabe
$f(x) = 5x + 3$	<code>f(x) = 5x + 3</code>	f(x)=5x+3Kontrolle
$\frac{(a+b)}{(a-b)}$	<code>\frac {a + b} {a - b}</code>	<code>\frac{a+b}{a-b}</code>
$\sqrt{a+1} - \sqrt[3]{8}$	<code>\sqrt{a+ 1} - \sqrt [3] {8}</code>	<code>\sqrt{a+1}-\sqrt[3]{8}</code>
$a^2 + c^3$	<code>a^2 + c^3</code>	<code>a^2+c^3</code>

5.6.2 Einsatz in der Blindenpädagogik

Lernaufwand / Lese- und Schreibgeschwindigkeit

Von Vorteil ist, dass nur ein begrenzter Teil der definierten Symbole, die in der Hochschulmathematik verwendet werden, für die Schulmathematik notwendig sind. Da die meisten Befehle intuitiv verstanden werden, Kalina⁵⁴ spricht von mnemonischen Gesichtspunkten, und LaTeX logisch strukturiert ist und mit wenigen Regeln auskommt, werden diese in der Regel relativ problemlos von blinden Schülern und Schülerinnen beherrscht. Allgemein verständliche Kürzel und das

⁵² Die Beispiele wurden von mir anhand der definierten Notationsregeln in der angegebenen Grundlagenliteratur abgeleitet.

⁵³ Der Bruchstrich wird durch den Befehl `\frac` dargestellt, der seinerseits den Zähler vom Nenner trennt.

Das Wurzelzeichen wird durch den Befehl `\sqrt` dargestellt, Radikand und Wurzelexponenten werden zur Kennzeichnung in definierte Klammern gesetzt.

Die Linearisierung von Zeichen, die von der Grundlinie abweichen, wird mit dem Zirkumflex „^“ eine Hochstellung und mit dem Unterstrich „_“ die Tiefstellung angekündigt. Geschweifte Klammern kennzeichnen komplexere Terme.

⁵⁴ vgl. Kalina 1998, S. 92

Voranstellen der notwendigen Befehls Worte vor die eigentlichen mathematischen Ausdrücke ermöglichen das sequentielle Lesen und verbessern die Lesbarkeit.⁵⁵

Einige der von mir befragten Sonder- und Regelschullehrer verschiedener Bundesländer setzen LaTeX im Mathematikunterricht ein.

Kritisiert von Betroffenen und Fachleuten⁵⁶ wird aber immer wieder die Länge und die mitunter recht klobige Codierung der LaTeX-Notation. Besonders hervorgehoben wird dabei, dass sich dieses Merkmal negativ auf die Übersichtlichkeit und sequentielle Leseweise auswirkt. Des Weiteren vermissen sie zusätzlich zu den Klammern weitere strukturierende Elemente.

Im Vergleich mit der Stuttgarter Notation ist sie insbesondere in der Vektorrechnung viel umständlicher.⁵⁷

Da ein Buchdruck für eine Blindendruckzeile maximal 36 Braillezeichen zulässt, kann die Übersicht vor allem bei Formeln, die über eine Zeile hinausgehen, negativ beeinträchtigt sein.⁵⁸ Dies trifft vor allem auf komplexere mathematische Ausdrücke zu.

Da LaTeX aber für einen anderen Zweck entworfen wurde, ist die Codierung von mathematischen Ausdrücken nicht auf minimale Länge der codierten Ausdrücke optimiert.

Ein spezielles, an der TU Dresden entwickeltes Lösungskonzept greift diesen Kritikpunkt auf und versucht das Problem zu verringern: So soll prinzipiell zur Minimierung der Ausdruckslänge die Möglichkeit bestehen, Befehle umzubenennen und Abkürzungen zu verwenden. Statt „\frac“ als Darstellungsform des Bruchstriches kann dieser durch den kürzeren Befehl „\f“ ersetzt werden. Ein entsprechendes Makro-Paket wurde an der TU entwickelt und erfolgreich erprobt. Mittels des Konvertierungsprogramms kann eine Übertragung originaler LaTeX-Texte verkürzt werden und umgekehrt.⁵⁹

Nicht zu unterschätzen ist ein weiteres Argument, das dem Einsatz der LaTeX-Notation kritisch gegenüber steht. Betroffene⁶⁰, führen auf, dass hier, im Gegensatz

⁵⁵ e.b.d.

⁵⁶ vgl. z.B. Teilnehmern/Teilnehmerinnen des Kongresses für Blinden- und Sehbehindertenpädagogen und –pädagoginnen Soest 1999

⁵⁷ persönliche Angaben

⁵⁸ vgl. Lorenz (b), S. 56

⁵⁹ vgl. Universität Karlsruhe; <http://www.elvis.inf.tu-dresden.de/asc2html/ams/h-000001.htm>

⁶⁰ vgl. Kongress für Blinden- und Sehbehindertenpädagogen und –pädagoginnen Soest 1999

zur Stuttgarter Mathematikschrift, bereits kleine Fehler zur Unleserlichkeit der mathematischen Ausdrücke führen.

Unterrichtsmaterialien

Zur Zeit gibt es ebenfalls schon eine Reihe von Projekten, deren Ziel die Produktion elektronischer Mathematikbücher“ auf der Basis von LaTeX ist.

Nutzungsmöglichkeiten des Computers

Da ein Großteil der blinden Schüler/innen die Eingabe von Daten über die Computertastatur bereits in sehr jungen Jahren gelernt hat, dürfte die Nutzung der Notation unter diesem Aspekt kaum größere Probleme bereiten. Mittels der strukturinternen Gegebenheiten der Mathematikschrift können die Eingaben dann selbstständig über die Braillezeile kontrolliert werden.

5.6.3 Einsatz in der Integrationspädagogik

Lernaufwand

Die relativ leicht zu merkende Codierung, auf die bei der Entwicklung besonderer Wert gelegt wurde, erleichtert das Erlernen der Notation. Dies gilt gleichermaßen für blinde, hochgradig Sehbehinderte und Sehende. Oftmals kann die Bedeutung der einzelnen Befehle zur Darstellung mathematischer Zeichen unmittelbar ihrer Bezeichnung entnommen werden. Obwohl die „Kommandosprache auf den ersten Blick vielleicht etwas kryptisch wirkt“,⁶¹ kann mit ihr, nach einer kurzen Einarbeitungsphase, sehr effektiv gearbeitet werden.

Da sie zudem schwerpunktmäßig nicht den Inhalt des mathematischen Ausdrucks, sondern vielmehr sein Aussehen beschreibt, ist diese Schrift auch leichter von Nicht-Mathematikern zu handhaben.⁶² Speziell im Alltag sind davon z.B. Mitschüler/innen, Eltern, Betreuer usw. betroffen.

⁶¹ Abdelhamid 1992, Vorwort S. 5

⁶² vgl. Betz, Kalina 1998, S.333

Negativ in der Praxis wirkt sich jedoch die bereits erwähnte Länge komplexerer mathematischer Ausdrücke aus, die häufig nur durch eine große Anzahl von ASCII-Zeichen/Kombinationen dargestellt werden können.

Förderlich wirkt sich die Tatsache aus, dass LaTeX bereits seit Jahren international eingeführt und anerkannt ist. Demgemäß liegt entsprechende Fachliteratur in vielfacher Ausführung vor, die von Sehenden als Einführungsliteratur oder zum Nachschlagen genutzt werden kann.

Zudem sind Realschulprüfungen in LaTeX bereits vorhanden.⁶³

Möglichkeiten der simultanen Darstellung in Braille- und Schwarzschrift

Die Notation bietet einen enormen Vorteil für den Einsatz im Integrationsunterricht. Mittels spezieller Transformationsprogramme, die sich seit Jahren bewährt haben und kostenlos zu beziehen sind, können derart eingegebene Daten, quasi auf Knopfdruck, wieder in die den Sehenden vertraute grafische Darstellungsform rückgeführt werden. Die schriftliche Kommunikation mit Personen, die weder die Brailleschrift noch die Notationsregeln beherrschen, ist somit nahezu problemlos durchführbar. Wenn das Transformierungsprogramm genutzt wird, brauchen sehende Mitschüler/innen keinerlei LaTeX-Kenntnisse.

Auch die Umsetzung von Formeln nach Latex, wie man sie aus dem Formeleditor von Winword kennt, ist einfach und umsonst zu haben: Das Programm Texaide der Firma Design Science (www.mathtype.com) leistet genau dies.

Mittels der LaTeX-Notation lassen sich inhaltsgleiche Arbeitsblätter für blinde und sehende Schüler/innen im Vergleich zu den anderen Notationen relativ einfach und effektiv gestalten. Die entsprechenden Möglichkeiten sind im Kapitel 6.3 aufgeführt.

⁶³ vgl. Kongresses für Blinden- und Sehbehindertenpädagogen und –pädagoginnen Soest 1999
Protokoll der Tagung des Verbandes der Blinden- und Sehbehindertenpädagogen und –pädagoginnen

5.7 Auswahl einer Mathematikschrift für den Integrationsunterricht

Aus den obigen Ausführungen geht hervor, dass zur Zeit mehrere Mathematikschriften existieren und im Unterricht eingesetzt werden. Sie wurden aufgrund spezifischer Bedürfnisse der jeweiligen Zielgruppe und mit differierenden Zielvorstellungen zu unterschiedlichen Zeiten entwickelt. Jede von ihnen besitzt spezielle Stärken und Schwächen.

Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es in Deutschland keine verbindlichen und einheitlichen Richtlinien oder Empfehlungen der Kultusministerkonferenz bezüglich des Einsatzes von computergerechten Mathematikschriften.⁶⁴

Die Situation innerhalb der Schulpraxis entspricht diesem Defizit. Wie aus der Umfrage hervorgeht, setzen viele Schulen noch die Marburger Notation ein. Andere Schulen nutzen die Stuttgarter Mathematikschrift bzw. die LaTeX-Notation. Keiner der von mir befragten Pädagogen verwendet in seinem Unterricht die Karlsruher Mathematikschrift.

Uneinheitlichkeit herrscht auch im Integrationsunterricht. Allerdings beschränkt sich hier die Auswahl auf die Stuttgarter Mathematikschrift und die LaTeX-Notation.

Die Situation unterscheidet sich in den einzelnen Bundesländern.

In Baden-Württemberg wird sowohl die Stuttgarter als auch die LaTeX-Notation eingesetzt. So ist z.B. innerhalb des Integrationsbereiches der Nikolauspfege in Stuttgart die Wahl der Notation abhängig vom benutzten Betriebssystem. Auf der DOS-Ebene wird die SMSB verwendet; wenn mit Windows-Programmen gearbeitet wird, fällt die Wahl auf die LaTeX-Notation. Ein Integrationslehrer gab vor allem die Systemunabhängigkeit von LaTeX als großen Vorteil gegenüber der SMSB an.

Bayrische Integrationslehrer/innen werden von Frau Rast⁶⁵ betreut und setzen demgemäß im Unterricht die Stuttgarter Notation ein. Marburger Sonderpädagogen beraten Integrationslehrer dahingehend, die LaTeX-Notation einzusetzen.⁶⁶ Andere

⁶⁴ vgl. Kalina 1998, S. 78; Kalina 1999; <http://www.bildung.hessen.de/sform/sonder/blind/hilfsmitt.htm>

⁶⁵ Rast, persönliche Angaben

⁶⁶ e.b.d.

Länder befinden sich nach Aussagen der Integrationslehrerin noch in der Versuchsphase.

Die Situation wird durch die Nutzung von „Privatmathematikschriften“ verschärft, die sich speziell im Integrationsunterricht durchgesetzt hat. Dabei werden notwendige Regeln jeweils zwischen blinden Schülerinnen/Schülern und Mathematikfachkräften individuell „ausgehandelt“.⁶⁷ Je nach aktuellem Bedarf werden dabei neue mathematische Symbole spontan erfunden.⁶⁸

Die negativen Konsequenzen der Orientierungslosigkeit und Unverbindlichkeit bezüglich der eingesetzten Mathematikschrift liegen auf der Hand. Schulwechsel sowie weiterführende Ausbildungen im Beruf werden künstlich erschwert. Da die Systeme untereinander auch nicht kompatibel sind, wird die Kommunikation zwischen den Anwendern untereinander und mit Sehenden zusätzlich belastet.⁶⁹

Ein weiterer Nachteil der existierenden Uneinheitlichkeit ist in der Beschaffung von Lehrmaterialien zu sehen. Der Einsatz verschiedener Mathematikschriften macht den Druck verschiedener Mathematikbücher erforderlich. Da sich der relativ kleine Adressatenkreis nun auf verschiedene Produkte verteilt, lohnt sich für die Druckereien die Auflage von entsprechenden Schulbüchern kaum noch⁷⁰ (vgl. Kapitel 6).

Unmittelbar Auswirkungen dieser Situation ergeben sich auch auf die Erstellung mathematischer Lernprogramme (vgl. Kapitel 7) und die Gestaltung von Web-Seiten (vgl. Kapitel 8).

Die Notwendigkeit der Einigung bezüglich des Einsatzes eines einheitlichen und allgemein verbindlichen Systems ist also unmittelbar gegeben. Bisher konnte jedoch weder in Expertengesprächen noch auf Fachtagungen eine umfassende Einigung erzielt werden.

5.7.1 Die Marburger Initiative

Aufgrund der oben aufgeführten Verschiedenartigkeit bezüglich des Einsatzes einer Mathematikschrift wurde an der BLISTA (Blindenstudienanstalt) in Zusammenarbeit

⁶⁷ vgl. Degenhardt 1999; <http://www.erzwiss.uni-hamburg.de/inst05/blindseh/forschung/braille/braille.htm>

⁶⁸ vgl. Betz, Kalina 1998, S. 329

⁶⁹ vgl. Kalina 1997, S. 1; Kalina 1998, S. 78

⁷⁰ vgl. Betz, Kalina 1998, S. 329

mit der Carl-Strehl-Schule in Marburg ein schulpraktisch orientiertes Projekt eingerichtet. Die folgenden Ausführungen beruhen auf Veröffentlichungen Ulrich Kalinas und Brigitte Betz⁷¹, die als unmittelbar Betroffene von den Aktivitäten innerhalb des Projektes berichten. Eine Empfehlung bezüglich der Auswahl einer einheitlichen Mathematikschrift ist das erklärte Ziel der Initiative. Diese soll sich als Ergebnis einer breit angelegten Diskussion herauskristallisieren. Angestrebt wird eine wissenschaftliche Begleitung des Projektes zur Beratung, Dokumentation und Verallgemeinerung der Ergebnisse.

Im Rahmen des 32. Kongresses der VBS 1997 wurden dabei die drei oben charakterisierten Mathematikcomputerschriften als Diskussionsgrundlage festgelegt. Besonderer Wert wurde dabei auf die Einbeziehung unmittelbar Betroffener und die Transparenz sämtlicher Argumente und Werte gelegt. Eine vom DBV und VBS gemeinsame Expertise sollte in Auftrag gegeben werden, in der die unterschiedlichen Mathematikschriften objektiv bezüglich ihrer Eignung überprüft werden. Gedacht war dabei z.B. an eine fachlich kompetente Hochschuleinrichtung, die durch Vertreter anderer Bildungseinrichtungen unterstützt wird. Eine Diskussion der Zwischenergebnisse mit Betroffenen wurde angestrebt.

Trotz Nachfrage ist es mir nicht gelungen, das Ergebnis des Kongresses zu erfahren. Kalina⁷² macht den Vorschlag einer in drei Schritten ablaufenden Untersuchung, deren charakterisierende Merkmale im folgenden aufgezeigt werden sollen.

In einem ersten Schritt sollen zunächst Kriterien gesammelt werden, die die Grundlage der Bewertung der einzelnen Mathematikschriften bilden.

In einem zweiten Schritt werden die Kriterien bezüglich der Bedeutsamkeit für verschiedene Anwendungsgruppen, z.B. Schüler/innen der Grundschule, der Sekundarstufen I und II, Studentinnen/Studenten und Berufstätige geordnet, gewichtet und verglichen.

Der dritte Schritt beinhaltet die Vorstellung und Diskussion der Ergebnisse und schließt mit einer abschließenden Empfehlung von Seiten des DBV und VBS ab.

⁷¹ vgl. Betz, Kalina 1998, S. 329, 330; Kalina 1997, S. 4

⁷² vgl. Kalina 1997, S. 4, 5

5.7.2 Entscheidungskriterien

Bis zur Herausgabe dieser (verbindlichen) Empfehlung zum Einsatz von Mathematikschriften, die den betroffenen Lehrkräften bei ihre Entscheidung bei der Auswahl einer Mathematikschrift helfen könnten, werden wohl noch einige Jahre vergehen. Bis dahin muss die betroffene Mathematiklehrerin/der betroffene Mathematiklehrer mit Unterstützung des betreuenden Sonderpädagogen selbst entscheiden. Besonders zwei Aspekte sollten meines Erachtens diesen Entscheidungsprozess beeinflussen.

I: Welche Anforderungen stellt die Mathematikschrift an blinde Schüler/innen? Ist sie leicht zu erlernen, kann an Vorkenntnisse angeknüpft werden oder gibt es spezielle Probleme, die ihren Einsatz in Frage stellen? Insbesondere muss auf die Kürze und Kompaktheit der Schrift, sowie auf die Anzahl der notwendigen Regeln geachtet werden. Des weiteren sollte beachtet werden, welche Fähigkeiten dabei im Umgang mit dem Computer vorhanden sein müssen.

II: Kann die Mathematikschrift im Integrationsunterricht, wie Kalina⁷³ es formuliert, als „Brücke zur Kommunikation“ zwischen Sehenden und Blinden computerunterstützt eingesetzt werden?

Dieser Aspekt kann auf zwei verschiedenen Ebenen betrachtet werden. Auf der ersten Ebene muss geprüft werden, wie hoch der Aufwand ist, den sehende Mitschüler/innen bzw. Lehrkräfte aufbringen müssen, um die Schrift zu lernen. Wichtiger für den Einsatz im Integrationsunterricht erscheint mir die zweite Ebene. Existieren bereits Konvertierungsprogramme, die es Sehenden erlauben, diese Schrift in gewohnter Art- und Weise zu lesen?

Die Entscheidung sollte meines Erachtens zugunsten einer der drei standardisierten Schriften erfolgen. Es kann nicht Ziel eines Integrationsunterrichtes sein, mittels der Benutzung einer individuellen, nicht standardisierten Schrift der Schülerin/dem Schüler den Übergang auf eine andere Schule oder in den Beruf zusätzlich zu erschweren. Standardisierte Schriften haben den Vorteil, dass die Kommunikation zwischen den Anwendern wesentlich einfacher und effektiver ist, als dies bei einer hohen Anzahl verschiedener individueller Schriften der Fall sein könnte.

An dieser Stelle kann und soll keine allgemeingültige Empfehlung bezüglich der Auswahl einer Mathematikschrift für den Integrationsunterricht gegeben werden.

⁷³ vgl. Kalina 1997, S. 1

Im Integrationsunterricht muss die Entscheidung individuell für jede Schülerin/jeden Schüler getroffen werden. Dabei ist das Alter der Schülerin/des Schülers ebenso zu berücksichtigen wie Vorerfahrungen und Vorkenntnisse, technische Ausstattung der Schule bzw. der häuslichen Umgebung, das Vorhandensein von entsprechenden Unterrichtsmaterialien, eigene Vorerfahrungen, individuelle Besonderheiten usw.. Es versteht sich wohl von selbst, dass die einmal getroffene Entscheidung verbindlich ist. Es darf z. B. nicht sein, dass bei der Bruchrechnung LaTeX verwendet wird, während dann bei der Potenzrechnung die Karlsruher Notation genutzt wird usw..

Eine Verwendung verschiedener Notationen würde nur zur Verwirrung und unnötigem Lernaufwand führen. Wenn man bedenkt, wie viele verschiedene Punktsschriften (von der Vollschrift, Mathematikschrift, über die Kurzschrift bis zum Eurobraille) während der Schulzeit von blinden Schülerinnen und Schülern per se schon gelernt werden müssen, ist diese Forderung um so bedeutsamer.

5.7.3 Persönliches Resumé

Würde ich betroffene Lehrkraft mit der integrativen Beschulung einer Schülerin/eines Schülers ohne Vorerfahrungen gemäß einer der Notationen betraut, würde ich mich für die LaTeX-Notation entscheiden. Für meine Entscheidung spricht insbesondere das Argument der Möglichkeit der parallelen Darstellung einer Textvorlage als Punktsschriftversion und als Schwarzschriftversion gemäß der gewohnten Schreibweise. Ich stimme dabei mit Kalina⁷⁴ überein, dass diese Notation als Kommunikationsbrücke zwischen normalsichtigen und blinden Schüler/innen gegenüber den anderen Notationen ganz klare Vorteile bietet. Es versteht sich von selbst, dass diese von der Lehrkraft immer wieder angeregt und in verschiedenen Unterrichtssituationen gefördert werden muss.

M.E. ist gerade dieser Aspekt für den Einsatz einer Mathematikschrift im integrativen Unterricht von elementarer Bedeutung. Dies gilt ebenso für die Notwendigkeit der fachlichen Kommunikation in zukünftigen Berufs- und Ausbildungssituationen. Zudem basiert die Notation auf dem Eurobraillezeichensatz, der im Rahmen des zunehmenden Einsatzes des PCs zukünftig wohl immer bedeutsamer werden wird.

⁷⁴ vgl. Betz, Kalina 1998, S. 328

Hier muss nicht ein abweichender 8-Punkt-Zeichensatz, wie bei der Stuttgarter Notation, zusätzlich erlernt werden.

Gegenüber der Karlsruher Notation hat LaTeX zudem den Vorteil, dass bereits Unterrichtsmaterialien vorhanden sind.

Zudem können, wie bereits erwähnt, vorhandene Transformationsprogramme die Arbeitsblattgestaltung für alle Schüler/innen einer Integrationsklasse ungemein erleichtern.

Die oben aufgeführte Entscheidung ist als persönliches Resumé einer intensiven Auseinandersetzung mit verschiedenen Mathematikschriften zu sehen. Eine allgemeingültige Empfehlung kann und soll an dieser Stelle nicht gegeben werden. Hier sind ausführliche vergleichende Untersuchungen unter Einbeziehung von Betroffenen und Fachleuten, wie es die Marburger Initiative anstrebt, notwendig. Im Rahmen einer dreimonatigen Examensarbeit kann dies nicht realisiert werden. Mir ist klar, dass andere Lehrkräfte und Betroffene aufgrund einer differierenden Schwerpunktlegung der Argumente zu anderen Entscheidungen kommen können. Die Nutzung verschiedener Notationen innerhalb der Schulpraxis und die beschriebenen Schwierigkeiten beim Einigungsprozess zeigen dies in eklatanter Weise.

Literaturverzeichnis

Abdelhamid, Rames:

Das Vieweg LATEX-Buch – Eine praxisorientierte Einführung
Vieweg, Braunschweig, Wiesbaden 1992

Altermann-Köster, Marita; Holtappels, Heinz; Kanders, Günther; Pfeiffer, Michael; Hermann, de Witt, Claudia:

Bildung über Computer?
Informationstechnische Grundbildung in der Schule
Juventa Verlag, Weinheim und München 1990

Appelhans, Peter; Braband, Henning; Düe, Willi; Rath, Waltraud:

Übergang von der Schule ins Arbeitsleben
Bericht über ein Projekt mit sehgeschädigten jungen Menschen
Hamburger Buchwerkstatt 1992

Appelhans, Peter; Krebs, Eva:

Kinder und Jugendliche mit Sehschwierigkeiten in der Schule: eine Handreichung für Lehrer, Eltern und Schüler
Universitätsverlag C. Winter Heidelberg 1995

Arbeitskreis Blinden- und Sehbehindertenbildung Baden-Württemberg:

Empfehlungen zur Ausstattung von Arbeitsplätzen für sehbehinderte und blinde Schülerinnen und Schüler
In: blind/sehbehindert 2/1998, S. 95-100

Austermann, Michael:

„Viele Wege führen nach Rom“ – Einige Schlussfolgerungen zum sinnvollen Einsatz unterschiedlicher Blindenschriften zur Textproduktion und –rezeption
In: blind/sehbehindert 2/1999, S. 69-71

Becker-Mrotzek, Michael; Meißner, Hartwig:

Kriterien für die Bewertung von Computer-Lernprogrammen
In: Grundschule 10, 1995, S. 13-15

Betz, Brigitte; Kalina, Ulrich:

Welche Computer-Mathematiksschrift für Blinde soll in der Schule benutzt werden?
In: Kongressbericht zum 32. Kongress der Blinden- und Sehbehindertenpädagogen Hannover 1998, S. 328 – 335

Bitzl, Constanze; Frank, Nikolaus:

Gute Lernsoftware?
Analyse und Bewertung von Lernsoftware
Pädagogische Welt; 1990, S. 376, 377

Boldt, Werner:

Fortschritt und Hinschritt
Beiträge zur Sehgeschädigtenpädagogik
Edition Bentheim, Würzburg 1993
Brailleschriftkommission der deutschsprachigen Länder (Hrsg.):
Das System der deutschen Blindenschrift; Deutsche Blindenstudienanstalt e.V.; Marburg/Lahn 1998

Brockhaus dtv-Lexikon
Mannheim 1989

Buser, Fritz:
Bestimmung der Sehleistung und Früherziehung
In: Verband der Blinde- und Sehbehindertenpädagogen e.V. – Arbeitsgemeinschaft Frühförderung
sehgeschädigter Kinder (Hrsg.): Messen und Beobachten – Bewerten und Handeln, Würzburg 1998, S.
69-82

Decker, Markus:
Kinder vor dem Computer
Die Herausforderung von Pädagogen und Eltern durch Bildschirmspiele und Lernsoftware
KoPädVerlag München 1998

Degenhardt, Sven; Kalina, Ulrich; Rytlewski, Dirk:
Der Einsatz des Computers bei blinden und sehbehinderten Schülern,
Überblick, Stand und Perspektiven: Ergebnisse aus dem Modellversuch „Interaktive
Informationstechniken für Sehgeschädigte in der Informationstechnischen Bildung“ (IRIS)
Hamburg, Hamburger Buchwerkstatt, 1996

Degenhardt, Sven:
Der Einfluss der Hilfsmittelentwicklung auf die berufliche Wirklichkeit blinder Menschen im Wandel
der Zeit
In: blind/sehbehindert 3/1999, S. 165-173

Degenhardt, Sven (b):
Die gemeinsame Beschulung blinder und sehender Schülerinnen und Schüler in der allgemeinen
Schule und Konsequenzen für die Lehrerbildung in Deutschland
In: horus 3 /1999, S. 125-129

Denninghaus Erwin (Hrsg.):
Die Bedeutung der Punktschrift für die schulische und berufliche Bildung Blinder und Sehbehinderter
VBS, Hannover 1998

Drave, Wolfgang; Wißmann, Klaus (Hrsg.):
Der Sprung ins kalte Wasser
Integration blinder Kinder und Jugendlicher an allgemeinen Schulen
Edition Bentheim, Würzburg 1997

Drolshagen, Birgit:
Studierende mit Sehschädigungen an bundesdeutschen Hochschulen
Eine Untersuchung zum Erleben des Studienbeginns und zur Situation bei der Literaturbeschaffung
Dissertation
Dortmund 1994

Duismann Gerhard H.; Meschemoser, Helmut:
Lernen mit Computern
Fernuniversität Fachbereich Erziehungs-, Sozial- und Geisteswissenschaften
Hagen 1998

Elberskirch, Ralf:
Home Page Reader und andere Fenster
In horus 1 / 2000, S. 12 -13

Euler, Dieter:
Didaktik des computerunterstützten Lernens - Praktische Gestaltung und theoretische Grundlagen
In: Holz, Heinz; Zimmer, Gerhard (Hrsg.); Multimediales Lernen in der Berufsbildung
BW Bildung und Wissen, Nürnberg 1992

Feibel, Thomas:
Außerirdisches Baumhaus
Addy-Lernsoftware runderneuert
In: c't magazin für computer technik 20001, S. 198

Fischer, Jürgen:
Neue Wege mit neuen Unterrichtstechnologien
In: horus 2/1994, S. 50 – 53

Freyermuth, Gundolf S.:
Revolution im Rückspiegel
Wie Multimedia-PCs und das WWW die Welt veränderten
In: c't magazin für Computer technik 5/2001, S. 254 -259

Fritsch, Franz:
Das Auge
Verein zur Förderung Sehbehinderter e. V
Waldkirch 2000

Gerull, Konrad:
Das Projekt SATIS Hilfen für sehbehinderte Computerbenutzer
In: horus 1/1998, S. 14-16

Gottke, Heinz-Jürgen:
Anforderungen an Lernsoftware aus sonderpädagogischer Sicht
In: Vierteljahresschrift für Heilpädagogik 66 1997,1, S. 23-42

Grote, Andreas:
Begehrbar – Webseiten-Gestaltung für Blinde
In: hours 2 /2000, S. 57, 58

Hahn, Eberhard:
Blindenschrift und Computertechnik
In: horus 4/1994, S. 132-141

Hanke, Franz-Josef:
Suchmaschine für barrierefreie Webseiten
In: horus 4 / 2000, S. 131, 132

Harres, Manfred:
Blindenschriftproduktion in Deutschland heute und morgen
In: horus 3 /1998, S. 99 - 102

Hudelmayer, Dieter; Rath, Waldtraud (Hrsg.):
Handbuch der Sonderpädagogik
Band 2: Pädagogik der Blinden und Sehbehinderten
Carl Marhold Verlagsbuchhandlung, Berlin 1985

Hertlein, Jürgen:
Die Brailleschrift – eine unverzichtbare Voraussetzung für Unterricht und Bildung bei der Beschulung
Blinder
In: horus 1/1998, S. 1-5

Hertlein Jürgen (Hrsg.):
Marburger Systematiken der Blindenschrift
Teil 6 Internationale Mathematikschrift für Blinde
Verlag der Deutschen Blindenstudienanstalt, Marburg/Lahn 1992

Heuer, Richard:
Änderungen im System der deutschen Blindenschrift 1998
Herausgeber: Brailleschriftkommission der deutschsprachigen Länder
Deutsche Blindenstudienanstalt e.V. Marburg/Lahn 1998

INBAS (Hrsg.)
Institut für berufliche Bildung, Arbeitsmarkt- und Sozialpolitik GmbH:
Lernen mit neuen Informations- und Kommunikationstechniken
Lernsoftware und Lernen mit dem Internet
Berichte und Materialien, Band 2
Frankfurt am Main 1999

Kahlisch, Thomas:
XML – Der Schlüssel zu multimedialen Informationsangeboten für blinde und sehbehinderte
Menschen
In: horus 4/1999, S. 165-173

Kalina, Ulrich:
Der Einsatz der Elektronik bestimmt den Schulalltag – wodurch wird der Einsatz der Elektronik
bestimmt?
In: Kongressbericht zum 30. Kongress der Blinden- und Sehbehindertenpädagogen, Hannover 1988,
S. 113 - 117

Kalina, Ulrich:
LaTeX (nicht) nur eine Lösung für das Problem sehgeschädigter Computerbenutzer, Mathematik
schriftlich darzustellen
In: Blind/sehbehindert 2/1993, S. 86-89

Kalina, Ulrich:
Informationstechnische Bildung für Sehbehinderte – Überlegungen zum Hilfsmittel- und
Medienaspekt des Computers im Unterricht
In: Kongressbericht zum 31. Kongress der Blinden- und Sehbehindertenpädagogen, Hannover 1994b,
S. 305 – 310

Kalina, Ulrich:
Einführung in die Nutzung grafischer Oberflächen bei Blinden und Sehbehinderten – methodische und
didaktische Aspekte
In: blind-sehbehindert 1/1996, S. 22- 30

Kalina, Ulrich:
Welche Mathematikschrift für Blinde soll in der Schule benutzt werden?
Deutsche Blindenstudienanstalt Marburg, März 1997, S. 1-5

Kalina, Ulrich:
Computer? – Hilfe!
Betrachtungen zum Einsatz der Informationstechnologie in der Sehgeschädigtenpädagogik
In: Kongressbericht zum 32. Kongress der Blinden- und Sehbehindertenpädagogen, Hannover 1998,
S. 509 – 516

Kalina, Ulrich:
Welche Mathematikschrift für Blinde soll in der Schule benutzt werden?
In: Denninghaus Erwin (Hrsg.) Die Bedeutung der Punktschriftsysteme für die schulische und
berufliche Bildung Blinder und Sehbehinderter
VBS, Hannover 1998

Knappen, Jörg:
Schnell ans Ziel mit LATEX 2ε
R. Oldenbourg Verlag; München, Wien,, Oldenbourg 1997

Kosa, Uwe:
EDV für Sehgeschädigte: Entwurf einer audiovisuellen Textverarbeitung
Deutscher Studien Verlag, Weinheim 1995

Krauthausen, Günter:
Software Entwicklung – eine komplexe Aufgabe
In Mathematik lehren, N.92, 1999, S. 10-13

Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (Hrsg.)
Software-Ratgeber für die Sekundarstufe I, II
Verlag für Schule und Weiterbildung, Soest 2000
(Autoren: Frerich, Alwin, Gerharz, Günter u. a.)

Lang, Markus,; Austermann, Michael:
Eurobraille in Ilvesheim
In: blind/sehbehindert 2/1998, S. 91-94

Lang, Markus (b):
Einführung von 8-Punkt-Braille (Eurobraille) in der ersten Klasse
In: Verband der Blinden- und Sehbehindertenpädagogen: Lebensperspektiven
32. Kongress der Blinden- und Sehbehindertenpädagogen, Nürnberg 1998, S. 326 ff

Lehmann, Eberhard:
Neue Medien im Mathematik-Unterricht der Sek.I
In: Mathematische Unterrichtspraxis; Zeitschrift für den MU
21. Jg. Heft 3/ III Quartal 2000, S. 5-14

Lorenz, Ernst-Dietrich:
Was sechs oder acht Punkte alles möglich machen – Eine vergleichende Zusammenstellung
gebräuchlicher Blindenschriftsysteme
In: Denninghaus Erwin (Hrsg.) Die Bedeutung der Punktschriftsysteme für die schulische und
berufliche Bildung Blinder und Sehbehinderter
VBS, Hannover 1998

Mandl, Heinz; Reinmann-Rothmeier, Gabi; Weizenbaum, Joseph:
Soll Internet Schulfach werden?
In: ZeitPunkte 1 /2000, S. 14

Mersi, Franz:

Pädagogische Sehschädigung: Definition, Konzept, Modell

In: Handbuch der Sonderpädagogik, Band 2

Rath, Waldtraut; Hudelmayer, Dieter (Hrsg.), Berlin 1985

Muskardin, Virgilio:

Universität Karlsruhe

Modellversuch „Informatik für Blinde“

Anleitung zum Umsetzen von mathematischen Symbolen und Formeln

25. November 1988

Nater, Paul:

Neuere Aspekte zum Konstrukt der Kompensation von Sehschädigungsfolgen

In 32. Kongressbericht der Blinden- und Sehbehindertenpädagogen

Hannover 1998, S. 217 - 243

Nürnberger, Christian:

Lernen mit der Maus

Software für Kinder im Geo-Wissens-Test

In: Geo Wissen Denken, Lernen, Schule 1/1999, S. 1-19

Otto, Jeanette:

Adieu, Schultafel

Wenn der Computer die Klassenzimmer erobert, hat der Frontalunterricht ausgespielt.

Beobachtungen in einem Modellgymnasium

In: Zeitpunkte 1/2000, S. 16 - 22

Rath, Waldtraut:

Der neue Terminus: Low Vision

In: Sonderpädagogik 1986, S. 189 - 190

Rath, Waltraud:

Blindheit / Sehbehinderung

In: Zeitschrift für Heilpädagogik 10 / 1994, S. 658 - 663

Rath, Waltraud:

Ist der allgemeine Lehrplan ausreichend für Kinder und Jugendliche mit Sehschädigung?

In: Beilage zu blind/sehbehindert Jahr 1998, S. 51, 52

Richtlinien für die Schule für Blinde (Sonderschule) in NRW

Der Kultusminister des Landes NRW 1981

Greven Verlag Köln

Richtlinien für den Unterricht in der Schule für Sehbehinderte (Sonderschule) in NRW

RdErl. d. Kultusministers v. 1.2.1980

Schuhmacher, Hans Günter:

Blinde arbeiten mit Windows

In: horus 3/1998, S. 113

Schuster, Eva:

Neue Medien – Revolution im Klassenzimmer?

In: Mathematische Unterrichtspraxis; Zeitschrift für den MU

21. Jg. Heft 3/ III Quartal 2000, S. 1-4

Schweikhardt, Waldtraud:
Die Stuttgarter Mathematikschrift
Vorschlag für eine 8-Punkt-Mathematikschrift; Institutsbericht 9/1983

Schweikhardt, Waltraud:
SMSB, die Stuttgarter Mathematikschrift für Blinde, eine 8-Punkt-Mathematikschrift
Institut für Informatik Universität Stuttgart, September 1999

Schweikhardt, Waldtraud:
REQUIREMENTS ON A MATHEMATICAL NOTATION FOR THE BLIND
Beitrag bei der ICCHP 2000, der International Conference on Computers Helping People with Special Needs

Sohnekind, Olaf:
Computer im Mathematikunterricht – fächerübergreifende Aufgaben (7-8)
In: Mathematische Unterrichtspraxis; Zeitschrift für den MU
21. Jg. Heft 3/ III Quartal 2000, S. 15-18

Sprich, Johannes:
So machen moderne Browser Web-Seiten zugänglicher
In: horus 1/2000 S. 13 –15

Strugholz, Yvonne:
unveröffentlichte Examensarbeit 2000

Tanner, Margarete:
Schrift, Schreiben und Lesen im Unterricht bei Sehbehinderten
In: In: Handbuch der Sonderpädagogik, Band 2
Rath, Waldtraut; Hudelmayer, Dieter (Hrsg.), Berlin 1985

Tully, Claus, J.:
Lernen mit Software
Information ist noch nicht Wissen (Teil 3)
In: Medien + Erziehung, J. 37, N.4, 1993, S. 241 – 245

Unterbruner, Gernot:
Interaktivität – ein wichtiges Kennzeichen guter Lernprogramme
In: Mathematik lehrer, Heft 92 S. 43-45

Verband der Blinden- und Sehbehindertenpädagogen und –pädagoginnen
AG Braille c/o Dr. Petra Gansauge, Einbecker Str. 66 b, D-10315 Berlin
Protokoll der Tagung der AG Braille im VBS, 12.-14. November 1999, Landesinstitut für Schule und Weiterbildung, Soest

Walthes, Renate:
Förderschwerpunkt Sehen
In: Zeitschrift für Heilpädagogik 4/1999, S. 165 - 170

Warnke, Karsten:
Für gleiche Chancen in einer multimedial geprägten Informationsgesellschaft: Neue Herausforderungen und Aufgabenstellungen für die Blinden- und Sehbehindertenselbsthilfe
In: horus 2/1998, S. 49-53

Warnke, Karsten:

Ausgrenzungsgefahr noch nicht gebannt

Interview mit Karsten Warnke der Zeitschrift c't 3/2000, S. 200-203

In: hours 2 /2000, S. 59 - 61

Weigand, Hans-Georg:

Internet und Multimedia – Auf der Datenautobahn ins nächste Jahrtausend

In: Mathematik lehren, N 92, 1999, S. 4-9

Weizenbaum, Joseph:

Soll Internet Schulfach werden?

In: Zeitpunkte 1/2000, S. 15

Wolpers, Hans:

Konzepte zur Gestaltung von Lernsoftware

Lernprogramme im Vergleich

In: Mathematik lehren, N 92, 1999, S. 39-43

Zeun Ulrich (a):

Ergebnisse aus dem Projekt „Großdruck-Umsetzungsservice für Sehbehinderte“

In: blind/sehbehindert 1/1998, S. 194-200

Zeun, Ulrich (b):

Ergebnisse aus dem Projekt „Großdruck-Umsetzungsservice für Sehbehinderte“

In: horus 4/1998, S. 162-163

Ziehmann, Inge:

Eurobraille in der allgemeinen Grundschule

Einführung der Brailleschrift parallel zur Schwarzschrift

In: blind/sehbehindert 3/1999, S. 127-134

Internetseiten

Brockhaus-Gesundheit

<http://www.xipolis.de> (28.04.2001)

Cornelsen

Presseausendung

<http://www.a-site.at/wissen/message/20htm> (28.04.2001)

Degenhardt, Sven 1999

Evaluation von Schriftsystemen für blinde Schülerinnen und Schüler – Kurzbeschreibung des Projektes

<http://www.erzwiss.uni-hamburg.de/inst05/blindseh/forschung/braille/braille.htm> (28.04.2001)

Die Welt

<http://www.welt.de/audiowelt/> (28.04.2001)

Eingliederungsstelle für Sehbehindert Basel; Erstellen von Webseiten

<http://www.es-basel.ch/richtlin.htm> (28.04.2001)

Fischbach, Margit

Das World Wide Web als Lern- und LehrhilfeIn: LEUmedi@ 1/1997, S. 1-7

<http://www.aktivnetz.de/ZUM/> (28.04.2001)

Gesetzeslage zur schulischen Integration in den verschiedenen Bundesländern
www.behinderung.org/gesetze/intgestz.htm (28.04.2001)

Hänel 2001
ACCESSIBILITY-Page
Auch Blinde und Sehbehinderte befinden sich auf der Datenautobahn
<http://www.lynet.de/~mhaenel/waccess.html> (28.04.2001)

Heimann, G; König Klaus
8-Punkt-Braille als Erstschrift und Verkehrsschrift für Blinde
http://www.hh.schule.de/blindenschule/studsem/027_9.htm (28.04.2001)

Heimann, G. 1997
Computernutzung durch Sehgeschädigte
www.hh.schule.de/hblin/pczugang.htm (28.04.2001)

Kahlisch, Thomas
Verbesserte Informationsangebote für blinde Menschen unter besonderer Berücksichtigung moderner
Konzepte des Elektronischen Publizierens
<http://www.elvis.inf.tu-dresden.de/icadd/artikel.html-22k> (28.04.2001)

Kahlisch, Thomas
Präsentation von sehgeschädigtengerechten computergestützten Studienmaterialien
www.dzb.de/staff/kahlisch/phd/k0402.html (28.04.2001)

Kalina 28.10.1999
Computer als Hilfsmittel für blinde und sehbehinderte Schülerinnen und Schüler
<http://www.bildung.hessen.de/sform/sonder/blind/hilfsmit.htm> (28.04.2001)

König, Klaus
<http://www.hh.schule.de/blindenschule/studsem/005.htm> (28.04.2001)

Österreichischer Blindenverband
http://www.oebsv.at/englisch/1_5.htm (28.04.2001)

Parslow, Helga 2000
WWW-Design für Sehbehinderte
<http://www.teamone.de/selffaktuell/artikel/blinde.htm> (28.04.2001)

SATIS (Gerull, Konrad) 1998
Software und Tipps zur Informationsverarbeitung für Sehbehinderte
<http://www.ub.uni-bielefeld.de/SATIS/> (28.04.2001)

Schulpflichtgesetz NRW 1995;
<http://www.behinderung.org/gesetze/intgestz.htm> (28.04.2001)

Sehbehinderten- und Blindenschule Hamburg 1996
Informationstechnische Bildung an der Sehbehinderten- und Blindenschule Hamburg
<http://www.hh.schule.de/blindenschule/blind2.htm> (28.04.2001)

SODIS-Datenbank
<http://www.sodis.de> (28.04.2001)

Stolber, Hans-Joachim
Computereinsatz bei sehbehinderten Schülerinnen und Schülern

<http://www.schule-amweinweg.de/mbz2/texte/einsatz.htm> (28.04.2001)

Weber 1996

Mit der Braillezeile auf die Datenautobahn

<http://elvis.inf.tu-dresden.de/koll96/artikel8.html> (28.04.2001)

Universität Karlsruhe

ASCII-Mathematikschrift

<http://www.elvis.inf.tu-dresden.de/asc2html/ams/h-000001.htm> (28.04.2001)

Wilhelm, Reinhard

Sonderpädagogischer Förderbedarf für sehgeschädigte Kinder

<http://www.cisonline.at/sonderschule/sehgesch.htm> (28.04.2001)

CD-ROM

LexiROM 1995

Microsoft Corporation und Bibliographisches Institut & F.A. Brockhaus AG

Lernpaket Mathematik, Klasse 5 und 6 für alle Schulformen

Genehmigte Sonderausgabe: Tandem-Verlag, 2000

Pschyrembel - CD-ROM –

Klinisches Wörterbuch

258. Auflage

Walter de Gruyter 1997

SODIS-Datenbank 2000

Software Dokumentations- und Informationssystem

Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (Hrsg.)