



## **Integration von Schülerinnen und Schülern mit einer Sehschädigung an Regelschulen**

### **Didaktikpool**

#### **Lernsoftware – ein Unterrichtsmedium im integrativen Mathematikunterricht**

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](mailto: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	<b>Akustische Signale .....</b>	.....
<b>4</b>	<b>Der Computer als Unterrichtsmedium .....</b>	.....
4.1	<b>ITG als Aufgabe (sonder-) pädagogischer Förderung.....</b>	.....
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	<b>Fachspezifische Einsatzmöglichkeiten im Mathematikunterricht .....</b>	.....
4.3	<b>Faktoren, die Einsatz des Computers im integrativen Mathematikunterricht beeinflussen.....</b>	.....
4.3.1	Integration des Computers in didaktisch-methodische Konzepte.....	.....
4.3.2	Digitalisierung von Daten.....	.....
4.3.3	Computerausstattung der Schulen.....	.....
4.4	<b>Anforderungen an die Lehrerbildung und veränderte Lehrerrolle .....</b>	.....
4.5	<b>Kritische Betrachtung – Computereinsatz im Unterricht.....</b>	.....
<b>5</b>	<b>Mathematikschriften für Blinde .....</b>	.....
5.1	<b>Geschichtliche Entwicklung der Mathematikschrift.....</b>	.....
5.2	<b>Merkmale und Kennzeichen einer Mathematikschrift für Blinde.....</b>	.....
5.2.1	Voraussetzungen und Bedingungen.....	.....
5.2.2	Einsatz in der Blindenpädagogik .....	.....
5.2.3	Einsatz in der Integrationspädagogik .....	.....
5.3	<b>Die Marburger Mathematikschrift (MSB) .....</b>	.....
5.3.1	Ziele und Kennzeichen.....	.....
5.3.2	Einsatz in der Blindenpädagogik .....	.....
5.3.3	Einsatz in der Integrationspädagogik .....	.....
5.4	<b>Stuttgarter Mathematikschrift für Blinde (SMSB) .....</b>	.....
5.4.1	Ziele und Kennzeichen.....	.....
5.4.2	Einsatz in der Blindenpädagogik .....	.....
5.4.3	Einsatz in der Integrationspädagogik .....	.....
5.5	<b>Karlsruher Mathematikschrift (AMS).....</b>	.....
5.5.1	Ziele und Kennzeichen.....	.....
5.5.2	Einsatz in der Blindenpädagogik .....	.....
5.5.3	Einsatz in der Integrationspädagogik .....	.....
5.6	<b>LaTeX-Notation .....</b>	.....
5.6.1	Ziele und Kennzeichen.....	.....
5.6.2	Einsatz in der Blindenpädagogik .....	.....
5.6.3	Einsatz in der Integrationspädagogik .....	.....
5.7	<b>Auswahl einer Mathematikschrift für den Integrationsunterricht.....</b>	.....
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.**

## 7. Lernsoftware - ein Unterrichtsmedium im integrativen Mathematikunterricht?

Im ersten Teil des Kapitels wird der Begriff der Lernsoftware definiert, um anschließend kurz auf die verschiedenen Softwarekategorien einzugehen.

Der Einsatz von Lernsoftware kann den (mathematischen) Unterricht bereichern. Diesbezügliche Vorteile und Grenzen des Mediums werden erläutert.

Exemplarisch für die vielen innerhalb der letzten Jahre entwickelten Kriterienkataloge zur Beurteilung von Lernsoftware werden zwei von ihnen vorgestellt.

Im Gegensatz zu diesen möchte ich bei der Beurteilung von Lernsoftware den Schwerpunkt nicht auf programmtechnische, (fach-) didaktische oder methodische Kriterien setzen, sondern untersuchen, ob und in welchem Umfang mathematische Lernsoftware innerhalb der Blinden- und Sehbehindertenpädagogik als Medium im Mathematikunterricht sinnvoll eingesetzt werden kann.

Da diesbezügliche Kriterienkataloge meines Wissens bisher nicht veröffentlicht wurden, habe ich einen eigenen erstellt. Anhand der aufgestellten Forderungen wird exemplarisch ein mathematisches Lernsoftwareprogramm im Hinblick auf die Ausgangsfrage analysiert und bewertet. Die Ergebnisse sind im Anhang aufgeführt.

Das Kapitel schließt mit einer Analyse möglicher Ursachen für die relativ eingeschränkte Einsetzbarkeit mathematischer Software innerhalb der Blinden- und Sehbehindertenpädagogik und nennt Verbesserungsmöglichkeiten.

## 7.1 Definition und Klassifizierung von Software

Der Begriff „Software“ ist eine Sammelbezeichnung für Programme, die z. B. für den Betrieb von Computern zur Verfügung stehen (vgl. Kapitel 2.2). Der Computer als universelles Werkzeug kann seine Funktion nur durch den unmittelbaren Einsatz von Software erfüllen.<sup>1</sup>

Die folgende Aussage Störmers fasst die wesentlichen Eigenschaften, Merkmale und Ziele didaktischer Software zusammen: Hierbei handelt es sich um „Programme, die sich handlungs- und dialogorientiert am Problem, am Lernziel, am Lerninhalt und vor allem am Schüler orientieren. Didaktische Software soll interessieren, inspirieren, aktivieren und korrigieren.“ Dazu muss sie sich „an Prinzipien der Angemessenheit, Zielorientierung, Selbständigkeit und Reduktion ausrichten.“<sup>2</sup>

Damit ist eine didaktische Software zugleich Lernmittel und Lerngegenstand.<sup>3</sup>

### Klassifizierung der Lernsoftware

Allgemein von „der“ Software zu sprechen, würde der Vielfalt derselben nicht gerecht. Aufgrund des zugrundeliegenden Lernbegriffs und der Art und Weise wie das Programm das Lernen unterstützt, lassen sich diese verschiedenen Kategorien zuordnen:

Übungsprogramme („practice and drill-Programme“), zu dieser Kategorie sind ca. 80% der im Handel erhältlichen Programme zu zählen<sup>4</sup>, basieren auf behavioristischen Lerntheorien und sind demgemäß durch eine kleinschrittige Vorgehensweise gekennzeichnet.

Die simple Frage-Antwort-Struktur des Programms korreliert mit der Zielsetzung des Programmtyps. Einer Frage (Reiz) folgt eine Antwort (Reaktion) durch den Schüler. Positive Reaktionen werden verstärkt, so dass sie zukünftig häufiger auftreten.

Unterstützt wird das Üben und Wiederholen bekannter Inhalte und vorhandener Fähigkeiten. Neue Lerninhalte werden dabei nur selten vermittelt.<sup>5</sup>

Ihr pädagogischer Einsatz ist umstritten. Neben der fehlenden Differenzierung bemängeln Fachleute vor allem das Fehlen jeglicher Möglichkeit zum selbstständigen, entdeckenden Lernen. Im starken Kontrast zu modernen Lerntheorien bleiben bei diesem Softwaretyp Mög-

---

<sup>1</sup> vgl. Decker 1998, S.131

<sup>2</sup> Störmer 1993,84 in Gottke 1997, S. 29

<sup>3</sup> vgl. Gottke 1997, S. 29

<sup>4</sup> vgl. Lauterbach 1991 in Decker 1998, S. 132

<sup>5</sup> vgl. Decker 1998, S.132

lichkeiten zur Selbstbestimmung, die Beteiligung an der Methodenauswahl und die Einbettung der Inhalte in einen für den Lernenden sinnvollen Kontext auf der Strecke. 6

Tutorielle Programme sind als Erweiterung der Practice and drill-Programme zu sehen. Ihr Ziel ist die Einführung, Übung und Wiederholung eines Lernstoffs. In einem ersten Schritt erfolgt die Präsentation neuer Lerninhalte, die in einem zweiten Schritt abgefragt werden. 7

Die Anlehnung an behavioristische Lerntheorien wird auch hier deutlich. Übungsaufgaben dienen der Festigung der neuen Inhalte. Mittels gezielter Fragen wird ihre erfolgreiche Bewältigung überprüft.<sup>8</sup> Die Software übernimmt damit sozusagen die Rolle eines Tutors<sup>9</sup>, der über aktivierende Dialoge Informationen präsentiert, Aufgaben stellt, Antworten analysiert und dem Lernenden eine Rückmeldung bietet.<sup>10</sup>

Simulationsprogramme versuchen komplexe Vorgänge nachzubilden. Intendiert wird die Veranschaulichung von Regeln und Prozessen. Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge sollen vom Anwender erkannt werden. Dies gilt ebenso für die Vernetzung und gegenseitige Abhängigkeit der einzelnen Stellgrößen. In das Modell kann der Lernende durch die Veränderung vorgegebener Parameter eingreifen. 11

Dabei kann er die Auswirkungen der durchgeführten Manipulation auf das gesamte System prüfen<sup>12</sup> und aufgrund der so erworbenen Erkenntnisse weitere Alternativen mit dem Ziel der Systemoptimierung erproben.<sup>13</sup>

Die Hervorhebung der Möglichkeit zum entdeckenden Lernen und die Förderung eines Denkens in Zusammenhängen<sup>14</sup> lassen meines Erachtens Parallelen zum kognitivistischen Lernansatz erkennen. Aufgrund ihrer Komplexität sollten sie m. E. erst in der Sekundarstufe eingesetzt werden.

Als Hypertexte werden landläufig themenbezogene Wissensbestände in Datenbanken bezeichnet, die durch zahlreiche „Links“ (Querverweise) vernetzt sind und mittels Anklickens leicht aufgerufen werden können. Trotz der Vernetzung sind die einzelnen Dokumente in sich abgeschlossen.

---

<sup>6</sup> vgl. Becker-Mrotzek; Meißner in Decker 1998, S.133, Duisman 1998, S. 22

<sup>7</sup> vgl. INBAS 1999, S. 47

<sup>8</sup> e.b.d.

<sup>9</sup> vgl. Decker 1998, S.135

<sup>10</sup> vgl. Euler 1992, S. 17

<sup>11</sup> vgl. INBAS 1999, S. 47

<sup>12</sup> vgl. Euler 1992, S. 22

<sup>13</sup> vgl. Decker 1998, S. 138

<sup>14</sup> vgl. Decker 1998, S. 139

Hypermedia stellt eine Erweiterung des Hypertextes dar. In den Lernprogrammen dieser Kategorie werden Hypertexte durch den Einbau zusätzlicher multimedialer (grafischer, akustischer und sich bewogender) Elemente, die durch Anklicken aufgerufen werden können, ergänzt.<sup>15</sup> Bis lang nehmen Lernprogramme, die dieser Kategorie zugeordnet werden können und denen ein konstruktivistischer Lernbegriff zugrund liegt, eine sehr untergeordnete Stellung ein<sup>16</sup>.

Obwohl Fachleute viele Vorteile in dieser Art der Lernmedien sehen (spontanes, selbstbestimmtes und interessengeleitetes Lernen)<sup>17</sup>, existieren nur wenige Lernprogramme dieser Kategorie.

## 7.2 Möglichkeiten und Grenzen von Lernsoftware als Unterrichtsmedium

Zu beachten ist immer, dass der erfolgreiche Einsatz von Lernsoftware entscheidend davon abhängt, inwieweit es der Lehrkraft gelingt, diese in eine lernpsychologische begründete und fachdidaktisch fundierte Unterrichtskonzeption zu integrieren.<sup>18</sup>

Lernsoftware kann und soll dabei andere Unterrichtsmedien nicht verdrängen, sondern ist als Medium zu verstehen, das den Unterricht ergänzen und bereichern kann.

Für den Einsatz einer (mathematischen) Lernsoftware im Unterricht sprechen einen Reihe von Gründen. Zusammenfassend und ergänzend zu den obigen diesbezüglichen Aussagen werden sie nachfolgend unter den Oberbegriffen „Individualität“, „Interaktion“, „Präsentation“ und „Motivation“ aufgeführt.

Zu beachten ist, dass es sich bei den dargestellten Aspekten um „Idealfälle“ handelt. Inwieweit die verwendeten Lernprogramme diese Chance nutzen und damit tatsächlich zum Lernerfolg beitragen können, hängt, neben den genannten Voraussetzungen, natürlich ganz entscheidend von der Qualität der Software ab.

Lernsoftware kann immer nur so viel wert sein, wie die methodisch-didaktischen Konzepte, die bei ihrer Entwicklung berücksichtigt wurden.<sup>19</sup>

---

<sup>15</sup> Bekannt geworden sind derartige offene Strukturen hauptsächlich durch die Verbreitung des World Wide Web (WWW). Beim Surfen im Internet bewegt sich der Nutzer, ebenso wie in der entsprechenden Lernsoftware, anhand der Links durch interessante Dokumente (vgl. Kapitel ###).

<sup>16</sup> vgl. Decker 1998, S. 142

<sup>17</sup> vgl. Sesink 1994 in Decker 1998, S.144

<sup>18</sup> vgl. Gottke 1997, S. 34

<sup>19</sup> vgl. Baurmann/Brügelmann 1994 in Becker-Mrotzek; Meißner in Decker 1998

## Individualität

Mittels der Nutzung von mathematischen Lernprogrammen können individuelle Bedürfnisse des jeweiligen Nutzers berücksichtigt werden. Dies kann sich z. B. auf das Lerntempo oder auf Differenzierungen bezüglich des Aufgabenschwierigkeitsgrades beziehen.

Gegenüber dem Frontalunterricht im traditionellen Sinne, wo das Lerntempo in der Regel von leistungsstarken Schülerinnen und Schülern vorgegeben wird, liegt der Vorteil auf Seiten des neuen Mediums.

Unter der Voraussetzung des Vorhandenseins entsprechender Lernsoftware kann ihre Nutzung speziell auf die Voraussetzungen und Bedürfnisse der einzelnen Schüler/innen individuell abgestimmt werden. So können beispielsweise Lernrückstände mittels der Lernsoftware eigenständig aufgearbeitet werden.

Schüler/innen, die bei der Präsentation neuer Inhalte mehrfache wiederholende Erklärungen benötigen, können diese vom Programm erhalten, ohne dass sie Angst haben müssen, sich zu blamieren.

Verschiedene Präsentationsformen können unterschiedliche Lerntypen ansprechen.

Lernprogramme mit unterschiedlichen Aufgabentypen ermöglichen die Auswahl derselben. Schüler/innen, die die Lerninhalte noch nicht sicher beherrschen können diese z. B. mittels entsprechender Übungsaufgaben festigen. Andere Schüler/innen können durch weiterführende Aufgaben zu einer vertiefenden Auseinandersetzung mit der Thematik angeregt werden.

Gegenüber dem herkömmlichen Unterricht, in dem derartige Differenzierungsmaßnahmen oft aus organisatorischen Gründen vernachlässigt werden, bieten adäquate Lernprogramme hier einen nicht zu unterschätzenden Vorteil.

Euler weist auf die Grenzen dieser Möglichkeit hin. Da es sich bei Lernsoftware immer um eine Abbilddidaktik handelt, ist das Eingehen auf individuelle Lernvoraussetzungen nur im Rahmen der Überlegungen und der didaktischen Konzeption des Lernsoftwaregestalters realisierbar. „Die Lernsoftware, nicht der Lerner, definiert die zugelasseneren Fragen. Individualisierung vollzieht sich im Rahmen der von dem Autor realisierten Dialoge und Lernwege. Außerhalb dieses Ereignisraums laufen die Bedürfnisse des Lerners ins Leere.“<sup>20</sup>

## Interaktion

Aufgrund ihrer Struktur können Lernprogramme auf eine spezifische Art und Weise die Interaktion zwischen Programm und Anwender gestalten.

---

<sup>20</sup> Euler 1992, S. 38

Die Analyse der eingegebenen Antwort ist dabei Voraussetzung für eine angemessene Dialoggestaltung. Damit wird die aktive Verarbeitung der Lerninhalte gefördert und die Verarbeitungstiefe erhöht. Gleichzeitig können Verständnisschwierigkeiten bereits zu einem frühen Zeitpunkt erkannt und aufgearbeitet werden. Eine sofortige Fehlerkontrolle kann zur Vermeidung weiterer Fehler beitragen.

Das folgende Beispiel soll diese Aussage konkretisieren: In der Praxis kommt es z. B. häufig vor, dass Schüler/innen nach der Einführung der Multiplikation von Brüchen das entsprechende Lösungsverfahren auf die Addition übertragen und die Nenner einfach addieren. Ein didaktisch durchdachtes Programm sollte diesen Fehler sofort aufzeigen. Nur so können Folgefehler, wie z. B. der Übertragung der Lösungsstrategie auf die Subtraktion, vermieden werden. Nur so kann es verhindert werden, dass sich falsche Strategien festsetzen.

Die Fehlermeldung sollte in jedem Fall mit einem angemessenen Hilfsangebot gekoppelt sein. Dieses sollte die richtige Vorgehensweise erläutern und an Beispielen demonstrieren. Wichtig ist dabei das individuelle Eingehen auf spezifische Schwierigkeiten des Lernenden, z. B. durch variierende Hilfestellungen, die sich konkret auf den Fehler beziehen.

Im aufgeführten Beispiel sollte demgemäß die unterschiedliche Bedeutung von Bruchteilen noch einmal verdeutlicht werden. Eine zusätzliche grafische Veranschaulichung könnte, zumindest für Sehbehinderte, das Verständnis des Sachverhaltes unterstützen.

Sinnvoll ist die Variante, beim ersten und zweiten Mal nur einen Hinweis zu geben und erst bei der dritten Fehleingabe die Lösung offenzulegen. Dieses Verfahren räumt dem Nutzer die Gelegenheit ein, sich noch einmal mit der Aufgabe zu beschäftigen und u. U. selbst seinen Fehler zu erkennen.

Lässt das Programm zusätzlich Raum für kreative Aktionen seitens des Anwenders, indem es diesen z. B. anstiftet seiner Phantasie Lauf zu lassen, aktiv in Handlungen einzugreifen oder sich selber Übungen auszudenken<sup>21</sup>, so ist dies ein weiterer Vorteil, der für den Einsatz von Lernprogrammen spricht.

Euler<sup>22</sup> weist auf Grenzen der Interaktion zwischen Computerprogramm und Anwender hin. Er bezeichnet die Kommunikation zwischen Anwender und Programm als erfahrungs-, sprach- und gefühlsreduziert. Als mögliche Folge dieser Reduktion könne demgemäß schnell ein Gefühl von Unzufriedenheit entstehen. Die Undurchsichtigkeit der „Blackbox“ Computer wirkt sich nach Ansicht des Autors zusätzlich negativ auf die Interaktion aus.

Meines Erachtens ist eine Interaktion zwischen Computer und Anwender nur im Rahmen des vom Programmierers zugelassenen Raumes möglich. Auch eine noch so sorgfältige Gestal-

---

<sup>21</sup> vgl. Nürnberger 1999, S. 6, 7

<sup>22</sup> vgl. Euler 1992, S. 37-44

tung der Software erlaubt nicht das Eingehen auf alle nur erdenklichen Verständnisschwierigkeiten der Nutzer. Hier ist dann doch wieder die Lehrkraft gefragt, die aufgrund ihrer Erfahrungen mit der Schülerin/dem Schüler in Einzelfällen gezieltere Hilfestellung geben kann.

## Präsentation

Lehr-/und Lerninhalte können von entsprechender Lernsoftware anschaulich präsentiert werden. Hier ergeben sich eindeutig Vorteile gegenüber dem traditionellen Unterricht. Die Nutzung von Anschauungsmitteln ist in der Regel nur mit einem höheren organisatorischen Aufwand verbunden.

Insbesondere trifft dies auf die Simulation von natürlichen oder technischen Vorgängen zu.<sup>23</sup> Mittels der Kombination mit multimedialen Elementen, im Fall sehgeschädigter Schüler/innen sind dabei vor allem auditive Aspekte zu nennen, können verschiedene Sinneskanäle angesprochen werden, was nach gültiger Ansicht zu einer besseren Informationsaufnahme führen kann.

Unbestritten ist, dass die Qualität derartiger Gestaltungen von der jeweiligen Thematik abhängt. Nicht alle Stoffe lassen sich gleichermaßen gut anschaulich darstellen.<sup>24</sup>

Euler<sup>25</sup> schränkt ein, dass diese Anschaulichkeit nur in Verbindung mit dem konkreten Lerner zu verstehen ist, wobei die Verständlichkeit der Präsentation immer vom Lerner abhängt und demzufolge nicht objektiv bestimmbar ist.

M. E. ist dies aber kein spezifischer Problem von Lernsoftware. Die Korrelation zwischen Lerner und Anschauungsmaterialien ist auch im herkömmlichen Unterricht existent.

Als Beispiele für diese Anschaulichkeit gibt er Möglichkeiten der Darstellung von Entwicklungen und Bewegungen, den dynamischen Bildschirmaufbau, den Wechsel zwischen Überblick- und Detaildarstellungen, das Hervorheben von Wichtigem durch Blinken oder Markierungen, Zeitraffer und die Kombination mit auditiven Elementen an.

Integration der Aufgaben in Spielhandlungen können speziell für jüngere Schüler/innen stark motivierend wirken.<sup>26</sup>

Trotz dieser vorteilhaften technischen Gestaltungsmöglichkeiten, dürfen die Grenzen derselben nicht unerwähnt bleiben. So weist Euler<sup>27</sup> auf die Gefahr der Bildschirmüberfrachtung hin, die mit einem übertriebenen Ausschöpfen dieser Möglichkeiten häufig zu bemängeln ist.

---

<sup>23</sup> vgl. Bitzl; Frank 1990; S. 376

<sup>24</sup> vgl. Tully 1993, S. 241

<sup>25</sup> vgl. Euler 1992, S. 35, 36

<sup>26</sup> vgl. Nürnberger 1999, S. 6, 7

<sup>27</sup> vgl. Euler 1992, S. 35, 36

Des Weiteren zeigt er diesbezügliche Grenzen auf. Diese ergeben sich einerseits durch die begrenzte Darstellungsmöglichkeit, die mit der Bildschirmgröße im Zusammenhang steht, andererseits aber auch indem Erfahrungen nur „aus zweiter Hand“ gemacht werden können. Damit einhergehend ist eine Filterung der Informationen.

Mandl<sup>28</sup> hebt hervor, dass ein Lernvorteil allein aufgrund einer multimedialen Inhaltspräsentation sich empirisch nicht nachweisen lässt.

Inwieweit diese Anschaulichkeit auch auf den Unterricht mit blinden und sehbehinderten Schülerinnen und Schülern übertragen werden kann, soll im Verlauf des Kapitels geklärt werden.

## Motivation

Im Vergleich zu anderen Medien geht vom Computer eine sehr hohe Motivation aus. Natürlich ist diese abhängig von der benutzten Software.

Wissenschaftliche Untersuchungen haben sich mit diesem Phänomen beschäftigt und versucht, die verantwortlichen Faktoren zu ermitteln. Mehrere charakteristische Eigenschaften von Lernprogrammen werden dabei genannt: Neben der unmittelbaren Rückmeldung auf Eingaben, erzeugt vor allem die Anonymität, die im Umgang mit dem Computer gegeben ist, eine Bereitschaft zum Experimentieren<sup>29</sup>. Als weitere Motivationsauslöser werden Neugier und der Wunsch nach Kontrolle des technischen Instrumentes genannt. Das gilt ebenso für eine Reihe von interessanten Übungen, die neue Impulse setzen.<sup>30</sup>

## 7.3 Mathematische Lernsoftware

Gerade für das Fach Mathematik existiert eine immense Auswahl an Lernprogrammen. Viele fachspezifische Inhalte können mit ihnen erworben werden.

Prinzipiell ist ihr Einsatzbereich im Mathematikunterricht nicht an bestimmte Phasen oder Sozialformen gebunden. Mathematische Lernsoftware lässt sich zur Erschließung neuer Inhalte ebenso einsetzen, wie zur inhaltlichen Vertiefung und Festigung bekannter Inhalte. In der Praxis haben sie sich u. a. besonders bei der Einführung von Begriffen und Methoden bewährt.<sup>31</sup> Des Weiteren lassen sie sich sinnvoll bei der selbstständigen Nacharbeit versäumter Unterrichtsinhalte einsetzen.<sup>32</sup>

---

<sup>28</sup> vgl. Mandl, Reinmann-Rothmeier 2000, S. 14

<sup>29</sup> vgl. Euler 1992, S. 37

<sup>30</sup> vgl. Wolpers 1999, S. 92

<sup>31</sup> vgl. Wolpers 1999, S. 92

<sup>32</sup> vgl. Weigand 1999, S. 8

Einige Programme sind für die Einzelarbeit konzipiert, andere lassen auch Partner- und Gruppenarbeit zu, bzw. setzen diese voraus.

Die folgenden Beispiele geben einen Einblick in die Thematik. Die Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und kann nahezu beliebig verlängert werden.

Das eigenständige Entdecken mathematischer Inhalte kann z.B. durch das spielerische Ausprobieren innerhalb vieler Geometrieprogramme gefördert werden.

Schüler/innen können den Computer als Hilfsmittel beim Lösen von praxisnahen Problemen erfahren.

Der Umgang mit mathematische Formeln kann mittels der Nutzung von Computer-Algebra-Systemen geübt und gefestigt werden.

Infolge seiner kennzeichnenden Möglichkeit bei der Darstellung räumlicher Figuren kann er zur Veranschaulichung spezifischer mathematischer Inhalte, z. B. von Netzaufwicklungen bei geometrischen Körpern eingesetzt werden.

Spezielle Programme, wie z. B. Programme, mit denen geometrische Figuren verändert werden können, regen Schüler/innen an Entdeckungen zu machen, Hypothesen zu überprüfen und Spezialfälle zu untersuchen.<sup>33</sup>

„Mathematische Denk- und Lernprozesse“ können durch den Gebrauch spezieller Werkzeuge, wie z. B. einem Verhältnisstab in Interaktivitätsprogrammen<sup>34</sup>, ausgelöst und angeregt werden.

Unter Einbeziehung spezifischer Programme, wie z. B. dem PC-Kurs-Wissen Analysis, können sich Schüler/innen gezielt auf das Abitur vorbereiten. Motivationsfördernd wirkt auch hier eine multimediale Programmgestaltung. Mit den Programmen können in der Regel Lerndefizite aufgedeckt und behoben werden. Zusätzliche integrierte Glossars und Register erleichtern dabei die Stofferschließung bzw. dienen der inhaltlichen Vertiefung.<sup>35</sup>

Walter<sup>36</sup> weist explizit auf die Überlegenheit spezifischer Lernprogramme bei der Fehleranalyse hin. Der Computer ermöglicht für jede einzelne Schülerin/jeden einzelnen Schüler eine genaue Rechenweganalyse. Fehler können gemäß ihrer Art und Häufigkeit differenziert werden. Schon aus organisatorischen Gründen kann ein einzelner Lehrer dies in derselben Zeit nicht leisten. Ist das Programm dann noch so konzipiert, dass es direkt und flexibel auf die fehlerhafte Eingabe des Anwenders reagieren kann, ihm also passende Lerneinheiten zusammenstellt, so dürfte sich dies positiv auf den Lernfortschritt auswirken. Mittels eines adäqua-

---

<sup>33</sup> vgl. Schuster 2000, S.

<sup>34</sup> vgl. Unterbruner 1999, S. 43

<sup>35</sup> vgl. Nürnberger 1999, S. 8

<sup>36</sup> vgl. Walter 1987a in Gottke 1997, S. 27

ten Lernprogramms können dem Schüler/der Schülerin Lösungsalgorithmen verdeutlicht werden. Die Reihenfolge der notwendigen Teilschritte zum Lösen eines einzelnen Aufgabentyps kann dabei anschaulich und deutlich herausgestellt und somit verinnerlicht werden. Die Verbindung zwischen anschaulicher und symbolischer Ebene kann hilfreich sein.

Besonders gut ist meines Erachtens eine innere Differenzierung im Fach Mathematik durchzuführen. Dies kann neben der unterschiedlichen Präsentation von neuen Inhalten hauptsächlich durch die Anbietung verschiedener Aufgabentypen geschehen. Das Spektrum reicht dabei von einfachen Übungsaufgaben bis hin zu Strategieaufgaben, bei denen die Aufgabenlösung ein Anknüpfen an bestehendes Vorwissen und die Integration der neuen Inhalte verlangt.

Als Fazit bleibt festzuhalten, dass Lernprogramme in verschiedenen Unterrichtssituationen unter anderem zum Üben, Entdecken, Experimentieren und Dokumentieren im Mathematikunterricht eingesetzt werden können. Viele fachspezifische inhaltliche Lernziele können durch ihren Einsatz erreicht werden.

## 7.4 Beurteilungskriterien für Lernsoftware

Der erfolgreiche Einsatz mathematischer Lernsoftware ist natürlich von der fachlich-didaktischen Qualität derselben abhängig. Der Einsatz in der Blinden- und Sehbehindertenpädagogik ist zusätzlich an die Erfüllung weiterer Vorbedingungen geknüpft, die innerhalb des Kapitels aufgeführt werden.

Die Auswahl geeigneter Lernsoftware gestaltet sich jedoch zunehmend schwieriger. Sieht man sich in den Computerabteilungen der Fachgeschäfte, aber auch häufig genug in Einkaufsmärkten einmal um, ist man erstaunt über das große Angebot an Lernsoftware. Hauptsächlich handelt es sich dabei um Software zu den Bereichen Englisch, Deutsch und Mathematik.

Zu nahezu allen Unterrichtsfächern bieten Schulbuchverlage Unterrichtsmaterialien auf CD-ROM an. „1997 wurden allein mit Lernsoftwareprogrammen 45 Millionen Mark Umsatz gemacht. Für das aktuelle Jahr wird mit 750 Millionen Mark Umsatz gerechnet.“<sup>37</sup>

Der Markt boomt, die Palette der angebotenen Lernsoftware wird immer größer und unübersichtlicher. Interessierte Eltern, aber auch Lehrer/innen haben hier die Qual der Wahl. Aussagen auf den Verpackungen helfen hier kaum weiter. Werbewirksam wird die jeweilige Soft-

---

<sup>37</sup> Computer BILD 1997, S. 26 in Decker 1998, S. 149

ware angeboten, Schlagwörter wie „neue phantasievoll gestaltete Lernumgebungen, abwechslungsreiche Übungsformen, schülerfreundliches, pädagogisch durchdachtes Programm, hilfreiche Erklärungen, einfache Bedienung, leicht verständliche Darstellungen und Erklärungen, Videofilme mit Anwendungsbeispielen, geeignet für alle Schulformen usw.“ preisen das Produkt in den höchsten Tönen, machen die Auswahl aber nicht eben leichter.

Welche Maßstäbe soll der potentielle Käufer denn nun eigentlich anwenden? Wie kann er dein Kauf methodisch-didaktisch schlecht konzipierter Software vermeiden? Zulassungskommissionen, wie sie z. B. für Schulbücher existieren, gibt es meines Wissens für Lernprogramme (noch) nicht. Die jeweilige Lehrkraft bzw. die Eltern müssen selbst entscheiden, welche Software sie anschaffen wollen.

## 7.4.1 Kriterienkataloge zur Beurteilung von Lernsoftware

Um im Dschungel der vielen Angebote an Lernsoftware überhaupt einen Überblick zu erhalten, wurden von verschiedenen Institutionen, Forschungsgruppen und Einzelpersonen Kriterienkataloge zur Beurteilung von Lernsoftware entwickelt. Vergleicht man die einzelnen dabei die einzelnen Kriterienkataloge, die zur Beurteilung der Lernsoftware jeweils entwickelt wurden, so können viele Gemeinsamkeiten festgestellt werden. Bei den meisten Katalogen ist eine Unterteilung in die Oberkategorien „Programmtechnischer Standard“ und „Fachdidaktischer bzw. Didaktischer Standard“ zu registrieren. Sie unterscheiden sich jedoch im Hinblick auf eine differierende Schwerpunkt- und Zielsetzung. Ebenso sind Unterschiede in der Wahl des Bewertungsschemata auszumachen. Exemplarisch an zwei Katalogen wird diese Modalität nachfolgend aufgezeigt.

### **Modellversuch SODIS (Software Dokumentations- und Informationssystem)**

In den Jahren 1988 bis 1991 wurde vom Landesinstitut für Schule und Weiterbildung NRW in Soest ein Modellversuch mit dem Ziel des Aufbaus eines Informationssystems für Schulsoftware durchgeführt. Der Erfassung und Katalogisierung der Software folgte ihre Bewertung nach einem entwickelten speziellen Kriterienkatalog. Mittlerweile hat sich daraus eine Datenbank entwickelt, die auch Begleitmaterialien von Software und Erfahrungsberichte bzgl. des Einsatzes der Software im Unterricht dokumentiert und länderübergreifend konzipiert ist.

Diese Datenbank, die ständig aktualisiert wird ist auf CD-ROM<sup>38</sup> erhältlich kann aber auch, bisher leider nur als Kurzversion, über das Internet aufgerufen werden.<sup>39</sup>

Decker<sup>40</sup> nennt wesentliche Merkmale und Kennzeichen des Kriterienkataloges: Dieser gliedert sich in die Kategorien Programmtechnik, Fachdidaktische Bewertung und mediendidaktische Aspekte.

Die Kategorie „Programmtechnik“ wird in die Unterpunkte Bestandteile des Softwarepaketes, Installation, Inbetriebnahme, Programmfunktionen, Bedienoberfläche, Bildschirmgestaltung, Dialog, Erwartungskonformität, Bedienungssicherheit sowie Steuerbarkeit/Komfort gegliedert. Diese werden jeweils bezüglich ihrer Benutzerfreundlichkeit differenziert und detailliert beurteilt.

Innerhalb der „Fachdidaktischen Bewertungskategorie“ werden innerhalb der Unterkategorien Inhalte und Ziele, fachliche Korrektheit und didaktischen Reduktion, methodische Entscheidungen und Adressaten sämtliche Eigenschaften der Software, die mit didaktischen Aspekten in Beziehung zu setzen sind, differenziert beurteilt.

Eine dritte und letzte Oberkategorie beschäftigt sich mit mediendidaktischen Aspekten der Lernsoftware. Beurteilt werden hierbei Aspekte der Unterkategorien Motivation/ Problembewusstsein, Unterstützung von Lernprozessen, Ebene der Reflexion, Unterrichtsorganisation, Abgrenzung zu anderen Medien.

Software, die nach diesem Bewertungsschema als besonders gut eingestuft werden muss, enthält das Prädikat „Beispielhaftes Neues Medium für den Unterricht“<sup>41</sup> „Mit diesem Prädikat werden solche Medien ausgezeichnet, mit denen sich u.a. Unterrichtsinhalte schneller und besser veranschaulichen oder vertiefter Erkenntnisse gewinnen lassen als mit herkömmlichen Medien. Oder solche, die neue Untersuchungsmethoden ermöglichen oder zu neuen, pädagogisch bedeutungsvollen Zielen führen, die bisher nicht oder kaum erreichbar waren. Darüber hinaus sollen sie ein aktiv konstruierendes und handlungsorientiertes Lernen herausfordern sowie einen erfahrungs-, wissenschafts- und zukunftsorientierten Unterricht unterstützen.“<sup>42</sup>

## Münsteraner Bewertungsmaske

Exemplarisch für Kriterienkataloge, die mit dem Ziel einer spezifischen Schwerpunktsetzung entwickelt wurden, wird nachfolgend die Münsteraner Bewertungsmaske exemplarisch cha-

---

<sup>38</sup> vgl. CD-ROM, SODIS Datenbank 2000 Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (Hrsg.)

<sup>39</sup> SODIS-Datenbank <http://www.sodis.de>

<sup>40</sup> vgl. Decker 1998, S. 152, 153

<sup>41</sup> vgl. SODIS-Datenbank 2000 oder <http://www.sodis.de>

<sup>42</sup> Weber 1996 in Decker 1998, S. 154, 155

rakterisiert. Decker<sup>43</sup> nennt die Zielsetzung und die wesentlichen Merkmale des von einer Arbeitsgruppe des Institutes für die Didaktik der Mathematik ab 1990 unter Führung von Prof. Meißner entwickelten Kriterienkataloges:

Ausgehend von zahlreichen Klagen über eine schlechte Qualität von Lernsoftware war die Entwicklung eines Bewertungsschemata intendiert, mittels dessen eine Beschreibung, Analyse und Bewertung von Grundschulernprogrammen durchgeführt werden sollte. Die Autoren kritisierten vor allem die Bewertung früherer Kriterienkataloge, wie z. B. SODIS, in deren Bewertung ihrer Meinung nach zu viele subjektive Gesichtspunkte einfließen. Dies kann ihrer Meinung nach zu völlig unterschiedlichen Beurteilungen derselben Software führen. Um subjektive Gesichtspunkte weitgehend auszuschließen, wurde deshalb von der Münsteraner Forschungsgruppe ein Checklistenverfahren entwickelt, das sich in die 5 Gruppen: Grundschulspezifische Belange (Altersangemessenheit, Einsatzmöglichkeiten zur Unterrichtsergänzung), Lernprozesse (Lernform, Rückmeldung, Lernhilfen), technische Handhabung (Bedienung, Benutzerführung, Bildschirmgestaltung), Begleitmaterial und fachdidaktische Qualität gliedert und insgesamt 240 Einzelkriterien aufführt. Die Bewertung der Kriterien erfolgt mittels einer fünfstufigen Skala, die wiederum die Grundlage für ein abschließendes Gesamturteil bildet.

## **Vor- und Nachteile der verschiedenen Bewertungsschemata:<sup>44</sup>**

Checklistenverfahren sind natürlich erheblich objektiver im Vergleich zu Beschreibungen. Aber auch hier ist der subjektive Faktor der Beurteilung nicht vollständig auszuschließen. Nach wie vor ist es reine Ermessenssache des jeweiligen Beurteilers, welchen Wert einer Werteskala er dem beurteilten Kriterium tatsächlich zuordnet. Dies kann bei verschiedenen Beurteilern ebenfalls variieren. Zudem schränkt die standardisierte Checkliste trotz ihres Umfangs dennoch die Beurteilung ein. In Einzelfällen werden wichtige Merkmale einer Software u. U. damit nicht erfasst.

Die beschreibende Bewertung ist demgegenüber durch eine höhere Flexibilität gekennzeichnet. Mittels relativ offen gestellter Fragen ist jedoch ein Spielraum für subjektive Bewertungen gegeben.

---

<sup>43</sup> vgl. Decker 1998, S. 155, 156

<sup>44</sup> vgl. Decker 1998, S. 156

## 7.5 Blindengerechte mathematische Lernsoftware

Will man mathematische Lernsoftware im Hinblick auf Einsatzmöglichkeiten für den Unterricht mit blinden Schüler/innen beurteilen, so muss der Datenpräsentation oberste Priorität eingeräumt werden. Insbesondere sind damit Kriterien angesprochen, die unter dem Begriff der „Barrierefreiheit“ zusammengefasst werden können. Damit ist gemeint, dass das jeweilige Lernprogramm blinden Nutzern und Nutzerinnen zugänglich sein muss und ihnen der handelnde Umgang mit diesem ermöglicht wird.

Dieser Anspruch bezieht sich auf die Stoffdarbietung, auf die Interaktion und auf die Navigation innerhalb des Programms.

Das Programm muss so gestaltet sein, dass blinden Schüler/innen mittels des Einsatzes spezieller technischer Hilfsmittel (Braillezeile/Sprachausgabe, Screenreader) bezüglich der genannten Aspekte ein vergleichbarer Komfort und dieselbe Effizienz geboten wird, wie dies bei sehenden Schüler/innen der Fall ist.

Ein Programm, das diesen Anforderungen nicht gerecht werden kann, ist damit von vornherein für den Einsatz im Unterricht mit blinden Schülerinnen und Schülern nicht geeignet.

### 7.5.1 Zugangsbarrieren

Ausgehend von der aufgeführten Prämisse möchte ich die These aufstellen, dass derzeit existierende mathematische Lernprogramme aufgrund von blindenspezifischen Zugangsbarrieren in der Regel nicht für den Einsatz in der Blindenpädagogik geeignet sind.

Mit den nachfolgenden Ausführungen, die die spezifische Problematik bei der Erstellung einer blindengerechten mathematischen Lernsoftware charakterisieren, soll die aufgestellte These untermauert werden.

Wie bereits in Kapitel 5.2 ausführlich aufgezeigt, setzt die taktile Erfassung von Mathematikzeichen über die Braillezeile bzw. deren auditive Erfassung über die Sprachausgabe die Nutzung einer standardisierten Mathematikschrift<sup>45</sup> voraus. Gemäß der jeweiligen Notationsregeln werden dabei grafische mathematische Zeichen linearisiert.

---

<sup>45</sup> Die Notwendigkeit der Beschränkung auf eine der drei standardisierten Mathematikschriften ist sinnvoll und notwendig, damit diese auch von anderen nachvollzogen werden kann. (vgl. Kapitel ###)

Betrachtet man die Themen der Schulmathematik genauer, so fällt auf, dass mit zunehmender Jahrgangsstufe immer mehr mathematische grafische Sonderzeichen benötigt werden. Es gibt kaum Teilgebiete, von den Grundrechenarten einmal abgesehen, die nur Zeichen aus dem ASCII-Zeichensatz verwenden. Demgemäss ist es ziemlich unwahrscheinlich, dass ein Lernprogramm, welches für die Sekundarstufen I oder II gemäss den schulischen Richtlinien und Lehrplänen für Mathematik<sup>46</sup> konzipiert wurde, keine grafischen Elemente enthält.

Die Notwendigkeit der Darstellung mathematischer Terme innerhalb von Lernprogrammen gemäss den Notationsregeln einer standardisierten Mathematikschrift ist also nach wie vor gegeben. Vielleicht mag es Ausnahmen geben, der allergrößte Teil mathematischer Lernsoftware stellt Terme jedoch nicht nach den Regeln und Vorschriften einer Mathematikschrift für Blinde dar. Dementsprechend sind diese für die Erfassung über die Braillezeile ungeeignet.

Dies gilt analog für weitere grafische Elemente (z. B. geometrische Figuren, Darstellungen im Koordinatensystem, Graphen usw.) innerhalb von Lernprogrammen. Diese können blinden Schüler/innen über die Braillezeile ebenfalls nicht zugänglich gemacht werden.

Auch wenn ein Lernprogramm nur wenige dieser grafischen Elemente enthält, haben blinde Schüler/innen dadurch einen Informationsverlust, der pädagogisch nicht zu rechtfertigen ist.

Als Fazit bleibt festzuhalten, dass mathematische Lernprogramme für die Sekundarstufen I und II, die grafische Elemente enthalten, und dass dürfte der Regelfall sein, für den Einsatz innerhalb der Blindenpädagogik nicht geeignet sind.

Diese Einschätzung deckt sich mit Aussagen der von mir befragten Lehrkräften aus der Schulpraxis. Innerhalb der Sekundarstufe I setzt zur Zeit keiner der von mir befragten Lehrer/innen mathematische Lernsoftware im Unterricht mit blinden Schüler/innen ein.<sup>47</sup>

Als Ausnahme ist ein Berufskolleg zu nennen, wo ein Mathematikprogramm zur Darstellung und Berechnung von Funktionen eingesetzt wird. Die betroffenen Schüler/innen rufen, soweit möglich, die Informationen mit Jaws (Sprachausgabe) ab. Auf diesem Weg nicht zugängliche Daten und Kurvendarstellungen werden ihnen von sehenden Mitschülerinnen und Mitschülern vorgelesen oder taktil dargestellt. Nach Aussagen der betroffenen Sonderschullehrerin ist diese Methode jedoch auch nicht als optimal anzusehen und zudem für das selbstständige Bearbeiten von Fragestellungen ungeeignet.

---

<sup>46</sup> Die zu behandelnden mathematischen Themen stimmen in ihrem Grundtenor innerhalb der einzelnen Bundesländer für die Sekundarstufen überein.

<sup>47</sup> Obwohl die von mir durchgeführte Befragung von 18 Sonderpädagogen und Integrationslehrern nur einen Teil der tatsächlich betroffenen Fachkräfte berücksichtigt und demgemäß keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit stellen kann, zeigt sie meines Erachtens doch eine Tendenz an, die wahrscheinlich auf viele andere Schulen übertragen werden kann.

## 7.5.2 Lösungsansätze

Sollen mathematische Lernprogramme blindengerecht gestaltet werden, so ist die Nutzung einer computergeeigneten Mathematikschrift obligatorisch. An der Erfüllung dieser Forderung scheitert jedoch meines Erachtens die Umsetzung in der Praxis. Wie im Kapitel 5 ausführlich dargestellt wurde, unterscheidet sich die Schwarzschriftdarstellung mathematischer Terme innerhalb der drei Notationen zum Teil ganz erheblich von der gewohnten herkömmlichen Schreibweise. Beispiele sind dem Kapitel zu entnehmen.

Sollen blinde und normalsichtige Schüler/innen dieselbe Software benutzen, was für den Integrationsunterricht besonders bedeutsam wäre, so ist die Notwendigkeit gegeben, dass die normalsichtigen Schüler/innen die spezifische Schreibweise lernen müssen. Das kann jedoch nicht Sinn und Zweck einer Lernsoftware sein.

Zudem wäre es blauäugig anzunehmen, dass sich kommerziell orientierte Hersteller mathematischer Lernsoftware, die ja auch außerhalb der Schule bedeutsam ist sich auf derartige Bedingungen einlassen würden bzw. dass diese auf dem freien Markt viele Abnehmer finden würde.

Die Uneinigkeit innerhalb der Pädagogik bezüglich einer einheitlichen Mathematikschrift für Blinde belastet die Situation zusätzlich. Wenn sich noch nicht einmal pädagogische Fachkräfte und Betroffene über die Nutzung einer einheitlichen Nutzung einer Notation einigen können, kann dies noch weniger von Autoren bzw. Herstellern erwartet werden. Konsequenterweise müsste jedes Lernprogramm in dreifacher Version hergestellt werden. Aufgrund der geringen Absatzahlen ist die Erfüllung dieser Forderung als unrealistisch zu sehen.<sup>48</sup>

Als Alternative bietet sich die Erstellung einer eigenen Software für Blinde an. Hier müssen jedoch zunächst einige Fragen geklärt werden.

Soll die Lernsoftware für Blinde aufgrund der Softwarevorlage für Sehende konzipiert werden oder soll es sich um eine unabhängige und eigenständige Version handeln?

Für die Kommunikation im integrativen Unterricht wäre eine einheitliche Grundlage von großem Vorteil. Allerdings ist zu beachten, dass hier natürlich eine pädagogische Vorbereitung notwendig ist. Ähnlich wie bei der Erstellung von Arbeitsblättern in Punktschrift (vgl. Kapitel 6.2) bedarf die Umsetzung einer Bearbeitung von Form und Inhalt. Dies bezieht sich z. B. auf Elemente der Layoutgestaltung wie Hervorhebungen durch Unterstreichungen oder Fettdruck, Strukturierungselemente wie Einrückungen, Zentrierungen, Umrahmungen oder Tabellen aber

---

<sup>48</sup> Bei der Erstellung zweier inhaltsgleicher Lernsoftwareprogramme ließe sich ein Vorteil der LaTeX-Notation nutzen. Bisher als einzige Mathematikschrift existiert hier die Möglichkeit, mittels adäquater Software und der Einfügung spezifischer Steuerbefehle zur Layoutgestaltung (vgl. Kapitel ###) eine Version in Punktschrift und parallel eine Version in der herkömmlichen gewohnten Schwarzschriftdarstellung zu erstellen.

auch auf die inhaltliche Wiedergabe von grafischen Elementen, wie z. B. geometrische Figuren, Diagramme, Graphen usw..

Auch diesen spezifisch konzipierten Lernprogrammen sind Grenzen gesetzt. Trotz einer immensen Entwicklung auf dem Computermarkt gibt es zur Zeit keine wirklich akzeptable Möglichkeit die blinden Nutzerinnen und Nutzern die Erfassung einer Grafik auf taktilem Wege ermöglicht.<sup>49</sup> Diesbezügliche Informationen können demzufolge nur durch die textliche Unterlegung der Grafik vermittelt werden. Mit dieser Methode sind jedoch für blinde Schüler/innen massive Nachteile verbunden. So ist z.B. die Erfassung der Eigenschaften geometrischer Figuren über eine rein sprachlich orientierte Vermittlungsweise sehr viel schwieriger als dies über die visuelle bzw. taktile Darstellung der Fall ist.

Hier müssen Alternativen gefunden werden, die dem blinden Schüler/der blinden Schülerin die taktile Erfassung der grafischen Element ermöglichen. Innerhalb der Blindenpädagogik gibt es verschiedene diesbezügliche Alternativen. Hier sei nur auf die Möglichkeiten der Erstellung ertastbarer Formen auf Schwelppapier (vgl. Kapitel 6.2.1.3) oder die Gestaltung von Modellen verwiesen.

Inwieweit der Einsatz einer Lernsoftware jedoch dann noch sinnvoll ist, muss im Einzelfall überprüft werden.

Als alternative Möglichkeit bietet sich die Erstellung einer eigenständigen, blindenspezifischer Lernsoftware an. Über die Sinnhaftigkeit einer derartigen „Insellösung“ kann man geteilter Meinung sein. Vorteilhaft ist in jedem Fall, dass konkret auf blindenspezifische Bedürfnisse eingegangen werden kann. Grundlegend bedeutet dies natürlich die Notwendigkeit der Digitalisierung mathematischer Inhalte gemäss einer der aufgeführten Standardnotationen. Sämtliche grafischen Elemente würden wegfallen und durch angemessene Alternativen, z. B. durch textliche Beschreibung bzw. durch akustische Elemente ersetzt. Bei der taktilen Präsentation von Daten, die über die Punktschrift hinausgehen, sind jedoch auch einer speziell konzipierten mathematischen Lernsoftware Grenzen gesetzt. Hier sind, wie bereits erwähnt, kreative Überlegungen der Lehrkraft gemäss einer angebrachten Präsentationen erforderlich.

Als Nachteil, speziell für den Integrationsunterricht, ist natürlich die fehlende Kommunikationsgrundlage zu nennen. Eine Zusammenarbeit blinder und normalsichtiger Schüler/innen mit derselben Lernsoftware ist damit ausgeschlossen.

Wie realistisch die Konzeption einer blindenspezifischen mathematischen Lernsoftware tatsächlich ist, bleibt fraglich. Das Problem der Uneinheitlichkeit der verschiedenen Mathema-

---

<sup>49</sup> Zwar existieren Online-Displays zur flächenhaften taktilen Darstellung (vgl. Kapitel ###). Diese sind aber technisch noch nicht ausgereift und werden aufgrund ihrer hohen Kosten in Schulen nicht eingesetzt.

tiknotationen wurde bereits angesprochen. Zudem ist zu bedenken, dass die relativ kleine Zielgruppe, die für dieses Produkt in Frage kommt, kommerzielle Hersteller nicht unbedingt anregen wird, sich mit dieser Problematik auseinander zu setzen.

Festzuhalten bleibt, dass aufgrund der vielen aufgeführten Probleme und Zusatzanforderungen in unmittelbarer Zukunft nicht unbedingt mit einer Zunahme blindenspezifischer Lernsoftware - in welche Form auch immer - gerechnet werden kann.

Wenn ein Lernprogramm aufgrund der beschriebenen Defizite bereits an der Zugänglichkeit für blinde Nutzer/innen scheitert, weil es Daten gar nicht oder nur bruchstückhaft wiedergibt, macht es meines Erachtens keinen Sinn, dieses im Hinblick auf weitere programmtechnische oder didaktisch-methodische Kriterien anhand eines aufgestellten Kriterienkataloges zu untersuchen. Aus diesem Grund möchte ich mich bei der Beschreibung und Beurteilung von mathematischen Lernprogrammen auf Einsatzmöglichkeiten innerhalb der Sehbehindertenpädagogik beschränken.<sup>50</sup>

## 7.6 Sehbehindertengerechte mathematische Lernsoftware

Will man mathematische Lernsoftware im Hinblick auf Einsatzmöglichkeiten für den Unterricht mit sehbehinderten Schüler/innen beurteilen, so muss untersucht werden, in welchem Maße sich diese an Bedürfnissen orientieren, die sich unmittelbar aus der Einschränkung des Sehvermögens ergeben und ob sie den Gebrauch von Hilfsmitteln (z. B. die Nutzung windowsinterner Modifikationen der Standardeinstellungen, Nutzung von Vergrößerungssystemen) zulassen.

In welchem Maße die einzelnen Kriterien für sehbehinderte Schüler/innen tatsächlich relevant sind, hängt von der Einschränkung des individuellen Sehvermögens ab. So kann man nicht von der sehbehindertengerechten Lernsoftware sprechen. Möglicherweise ist ein und dieselbe Software für den einen Betroffenen geeignet, während sie für einen anderen infolge unterschiedlicher Sehstörungen nicht oder nur schwer zu erfassen ist.

---

<sup>50</sup> Sollte dennoch die Notwendigkeit bestehen eine mathematische Lernsoftware im Hinblick auf ihre Geeignetheit innerhalb der Blindenpädagogik beurteilen zu müssen, so verweise ich auf den Kriterienkatalog von Strugholz (unveröffentlichte Examensarbeit 2000). Dieser enthält innerhalb der Kategorien „Bildschirmwiedergabe“, „Interaktivität“ und „Programmsteuerung“ m. E. alle wesentlichen Kriterien, die bei einer Beurteilung von Lernsoftware gemäss der geschilderten Ausgangssituation zu berücksichtigen sind. Neben der Notwendigkeit der Darstellung mathematischer grafischer Zeichen gemäss den Regeln einer standardisierten Mathematikschrift sollte zusätzlich beurteilt werden, wie weit es dem Autoren gelungen ist, mathematische Inhalte mittels akustischer Unterstützung zu präsentieren.

Letztendlich kann immer nur der potentielle Nutzer selbst ein Urteil über die die Geeignetheit der Software abgeben.

Ein Programm ist dann für den Unterricht geeignet, wenn es, unter Hinzuziehung der zur Verfügung stehenden Hilfsmittel, dem sehbehinderten Schüler/der sehbehinderten Schülerin einen vergleichbaren Komfort und dieselbe Effizienz bietet, wie dies für Sehende zutrifft.

## 7.6.1 Zugangsbarrieren

Die visuelle Erfassung der Bildschirmdaten einer Lernsoftwareseite kann häufig für sehbehinderte Schüler/innen zum Problem werden. Analog zu der Situation von Printmedien (vgl. Kapitel 6.1) kann dies u. a. auf zu kontrastarme Darstellungen, zu geringe Größen der Text- und Bildelemente oder einer schwer zu erkennenden Buchstabengestalt zurückgeführt werden.

Logischerweise können bei der Präsentation einer Lernsoftwareseite nicht alle Kriterien einer sehbehindertengerechten Datendarstellung beachtet werden. Je nachdem welche Teilsehfunktion beeinträchtigt ist, benötigt ein Schüler z.B. aufgrund einer Makulaerkrankung stark vergrößerte Text- und Bildpräsentationen, während ein anderer mit einem Röhrengesichtsfeld große Darstellungen nicht mehr überblicken kann. (vgl. Kapitel 1.1.1)

Aufgrund dieser differierenden Ausgangssituation ist eine Lernsoftware als sehbehindertengerecht zu bezeichnen, wenn sie die unter Punkt 7.6 beschriebenen Nutzungsmöglichkeiten von Hilfsmittel zulässt. Insbesondere sind dabei windowsinterne Modifikationen der Standardeinstellungen und die Kompatibilität mit Vergrößerungssystemen impliziert. Auch an dieser Stelle muss jedoch die Einschränkung gemacht werden, dass nicht jede sehbehinderte Schülerin/jeder sehbehinderte Schüler gleichermaßen von den möglichen Datenmodifikationen profitiert. Nur wenn die jeweilige individuelle Störung der Sehleistung einen Faktor betrifft, der bei der computertechnischen Datenpräsentation zu beeinflussen ist, kann die visuelle Erfassung des Bildschirminhaltes erleichtert werden (vgl. Kapitel 1.4.1).

## 7.6.2 Notwendigkeit der Erstellung eines spezifischen Kriterienkataloges

Der nachfolgend aufgestellte Kriterienkatalog soll helfen, mathematische Lernsoftware im Hinblick auf Einsatzmöglichkeiten innerhalb der Sehbehindertenpädagogik zu beurteilen.

Meines Wissens existieren keine offizielle Kataloge, die als Vorlage genutzt werden könnten. Demgemäß ist es notwendig einen eigenen Kriterienkatalog zu erstellen, der der genannten Zielsetzung gerecht wird.

Im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen Kriterienkatalogen, die eine umfassende Beurteilung von Software gemäß programmtechnischer, (fach-)didaktischer und methodischer Kriterien anstreben, erfolgt hier eine Gesichtspunktverlagerung. Im Besonderen werden diejenigen Kriterien berücksichtigt, die sich unmittelbar aus den behinderungsbedingten Bedürfnissen und Notwendigkeiten der Zielgruppe für den Zugang bzw. die Nutzung des Programms ergeben.

Für Kriterien, die über diese Einschränkung hinausgehen, sei auf entsprechende Kriterienkataloge verwiesen, die in großer Anzahl in der Fachliteratur vorliegen.<sup>51</sup>

Für viele mathematische Lernprogramme liegen zudem ausführliche fachkompetente Beschreibung und Beurteilung gemäß didaktischer, methodischer und programmtechnischer Aspekte innerhalb der SODIS-Datenbank<sup>52</sup> vor.

Unter dieser Prämisse kann und will der von mir erstellte Kriterienkatalog keinen Anspruch auf Vollständigkeit im Hinblick auf eine umfassende Beurteilung von Lernsoftware nehmen.

Mir ist es wichtig zu zeigen, welchen Anforderungen mathematische Lernsoftware genügen muss, damit sie pädagogisch vertretbar, im integrativen Unterricht mit sehbehinderten Schülerinnen und Schülern eingesetzt werden kann.

Provokant ist zu fragen: Was nutzen sehbehinderten Schülerinnen und Schülern didaktisch hochqualitative Lernprogramme, deren Zugang ihnen infolge bestehender Barrieren jedoch verwehrt wird?

Um hier kein Missverständnis aufkommen zu lassen, sei noch mal erwähnt, dass es sich hier um Zusatzanforderungen an Lernprogramme handelt. Die Erfüllung der aufgestellten Forderungen bedeutet nicht, dass andere Kriterien vernachlässigt werden dürfen. Gleichwohl muss eine behindertengerechte Lernsoftware denselben didaktisch-methodisch und programmtechnischen Qualitätsansprüchen genügen, die allgemein an Lernsoftware gestellt werden.

Ebenso wie bei der Gestaltung barrierefreier Web-Seiten für das Internet (vgl. Kapitel 8.3.2) soll bei der Entwicklung mathematischer Lernsoftware möglichst keine Sonderlösung ange-

---

<sup>51</sup> vgl. z. B. Becker-Mrotzek S. 13-15; Meißner in Decker 1998, S.157, 158, Duismann 1998, S. 34, Gottke 1997, S. 35, 36, INBAS 1999, S.46 – 52, SODIS-Datenbank 2000, Landesinstitut für Schule und Weiterbildung 1995, S. 26f

<sup>52</sup> “Die Datenbank enthält Nachweise über 4434 Produkte, von denen 2369 bewertet wurden. 148 neue Medien wurden mit dem Prädikat „beispielhaft“ bzw. „bedingt beispielhaft“ versehen.“ (Begleitheft SODIS, S. 3)

In kürzerer Fassung lassen sich die Informationen der SODIS-Datenbank auch über das Internet abrufen (<http://www.sodis.de>)

strebt werden. Unter Berücksichtigung der im nachfolgenden Kriterienkatalog aufgeführten Forderungen kann diese Barrierefreiheit auch für Lernprogramme, in der Regel mittels kleiner Modifikationen auf Seiten der Programmentwicklung, erfüllt werden.

Nur Programme die sehbehindertengerecht gestaltet sind, lassen sich zur Vermittlung fachlicher Inhalte und zur Förderung der fachlichen Kommunikation in einer Integrationsklasse sinnvoll einsetzen.

Die Bewertung der einzelnen Kriterien wird zweigliederig durchgeführt. Zunächst erfolgt eine Bewertung, die die Erfüllung der jeweiligen Anforderung beurteilt. Bei diesem Verfahren habe ich mich gemäss des Beispiels vorhandener Kataloge für eine Checkliste entschieden. Hier wird jeweils angekreuzt, ob das Lernprogramm die Forderung immer, meist, teilweise, selten oder gar nicht erfüllt. Dieser erste Schritt dient einer groben Orientierung bezüglich der Programmqualität. Des weiteren soll mit diesem Verfahren eine möglichst objektive Betrachtungsweise angestrebt werden. Es ist davon auszugehen, dass eine sorgfältige Vorgehensweise bei verschiedenen Personen zum gleichen Ergebnis führt.

Bewusst ist mir, dass ein vorgegebener Kriterienkatalog die Sichtweise auch immer einschränkt. Demzufolge kann er nur als Anregung zu verstehen sein, der im Einzelfall, je nach Bedarf erweitert und ergänzt werden kann und muss.

Um eine möglichst detaillierte und aussagekräftige Aussage über Einsatzmöglichkeiten des jeweiligen Lernprogramms in der Sehbehindertenpädagogik machen zu können, werden die jeweiligen Programmeigenschaften nachfolgend auch beschrieben.

Die Ergebnisse beider Analyseschritte dienen der abschließenden Bewertung der Lernsoftware im Hinblick auf die genannte Zielsetzung.

Sowohl der Kriterienkatalog als auch die Bewertung werden in Anhang aufgeführt.

### 7.6.3 Anforderungen an ein sehbehinderten-gerechtes Lernprogramm

Unter der Prämisse, dass keine Sehbehinderung wie die andere ist, und individuelle Merkmale für das Sehvermögen verantwortlich sind (vgl. Kapitel 1.1.1), versucht der vorliegende Kriterienkatalog möglichst viele der Bedingungen, die sich allgemein aus einer Sehbehinderung ergeben können, zu erfassen.

Er erhebt aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Im Einzelfall ist, wie bereits aufgeführt, eine Ergänzung spezifischer Forderungen infolge einer spezifischen Sehbeeinträchtigung sicher angemessen und notwendig.

Wie bereits erwähnt ist die Notwendigkeit der Erfüllung der jeweiligen Forderung vom individuellen Sehvermögen der Einzelnen abhängig. Nicht jedes Kriterium ist dabei für jede sehbehinderte Schülerin/jeden sehbehinderten Schüler relevant.

So gibt es beispielsweise Schüler/innen, die eine vergrößerte Datendarstellung benötigen, deren Farbsehen aber nicht gestört ist. Für diese ist es dann irrelevant ob das Programm eine kontrastreiche Datendarstellung verwendet. Entsprechende Beispiele sind dem Kapitel 1 zu entnehmen.

Die von mir aufgestellten Kriterien lassen sich zwei unterschiedlichen Ebenen zuweisen.

Ebene 1: Modifikationen der Standardeinstellungen

Ebene 2: Datenpräsentation

### 7.6.3.1 Modifikationen der Standardeinstellungen

Einer ersten Ebene werden Kriterien zugeordnet, die sich auf die individuelle Modifikation von Standardeinstellungen beziehen. Der Erfüllung der hier aufgeführten Kriterien ist allererste Priorität einzuräumen. Da keine Sehbehinderung wie die andere ist, kann es nicht die optimale Datenpräsentation für alle Betroffenen geben. Gemäss dieser Voraussetzung ergibt sich die Notwendigkeit einer individuellen Gestaltung des Bildschirms.

Zu fragen ist, ob das jeweilige Programm die Nutzung von Hilfsmittel zulässt und damit Modifikationen der Standardeinstellungen innerhalb der Kategorien „Datengröße“, „Farben/Kontraste“ und „Schrifttyp“ vorgenommen werden können.

Diesbezügliche Einstellungsänderungen können, wie bereits erwähnt, computertechnisch mittels der Nutzung von Vergrößerungssystemen oder durch die windowsinterne individuelle Veränderung der Standardeinstellungen realisiert werden.<sup>53</sup>

Demgemäß ist bei jeder Lernsoftware erstens zu überprüfen, ob die windowsinternen individuellen Einstellungen von den Programmseiten übernommen werden und zweitens, ob Vergrößerungssoftware und Lernsoftware kompatibel sind.<sup>54</sup>

---

<sup>53</sup> Eine vergrößerte Datendarstellung ist, wie bereits aufgeführt, auch mittels eines Großbildschirmes zu realisieren. Da diese Alternative aber programmunabhängig ist, wird sie nicht extra untersucht.

<sup>54</sup> Eine Inkompatibilität zwischen den beiden Lernsoftwaretypen kann sich auch auf bestimmte Programmelemente beschränken. So berichtete ein von mir befragter Lehrer von häufigen Programmabstürzen, die immer wieder beim Aufrufen von programminternen Videosequenzen auftraten.

Die windowsinterne Möglichkeit der Modifikation von Standardeinstellungen ist abhängig von der vom Programmierer verwendeten Seitengestaltung. Diese Einstellungsmöglichkeiten betreffen ausschließlich alle von Windows vorgegebenen Standardelemente wie Menüzeilen, Buttons usw. aber eben nicht Elemente, die von diesen Standards abweichen. Damit einhergehend ist zu überprüfen, ob die Lupenfunktion mit all ihren Möglichkeiten, Voreinstellungen des (Maus-)Cursor, Voreinstellungen von Text- und Hintergrundfarbe usw. vom Lernprogramm übernommen werden.

Wenn möglich, sollten Programmgestalter auf einen Vollbildmodus verzichten oder wenigstens alternativ einen „standardisierten“ Modus (normales Fenster) erlauben.

Bei der Überprüfung der Kompatibilität zwischen Lernsoftware und Vergrößerungssystemen, muss untersucht werden, ob sämtliche Möglichkeiten der Vergrößerungssoftware, wie Veränderung der Größe, Farbe, Kontrast, Lichtintensität und Buchstabentypografie von der Lernsoftware angenommen werden.

Beide geschilderten Modifikationsalternativen sollten selbstverständlich sämtliche Bildelemente, also Eingabefenster, Fensterrahmen, Menüleisten usw. betreffen.

Dieser Ebene muss m. E. allererste Priorität eingeräumt werden.

In Einzelfällen ist es dabei durchaus möglich, dass eine einzelne Nichterfüllung einer Forderung der betroffenen Schülerin/dem betroffenen Schüler die Programmnutzung verwehrt. Benötigt z. B. eine Schülerin/ein Schüler eine extrem kontrastreiche Vorlage, um überhaupt etwas erkennen zu können und wird diese Bedingungen von der Software nicht erfüllt und kann auch nicht gemäß der oben geschilderten technischen Möglichkeiten modifiziert werden, so kann das Programm von der Betroffenen/ von dem Betroffenen nicht genutzt werden. Analog ist die Notwendigkeit einer vergrößerten Datendarstellung zu sehen.

### 7.6.3.2 Datenpräsentation

Innerhalb einer zweiten Ebene werden Kennzeichen und Merkmale der vorliegenden Programmseitengestaltung im Hinblick auf eine sehbehindertengerechte Datendarstellung überprüft. Die Beachtung der angegebenen Kriterien soll möglichst vielen sehbehinderten Schülerinnen und Schülern die Arbeit mit dem Programm ermöglichen und erleichtern. Ein Absolutheitsanspruch kann dabei nicht berücksichtigt werden.

So wird z. B. eine kontrastreiche Farbwahl für die Gestaltung von Text- und Hintergrundfarbe gefordert. Die Beachtung des Kriteriums kann vielen Schüler/innen mit Farbsinnstörungen (vgl. Kapitel 1.1.1) die visuelle Erfassung des Textes erleichtern. Trotzdem ist es möglich, dass gerade die gewählte Farbkombination für einzelne Schüler/innen aufgrund individueller

Degenerationen spezifischer Sehzellen ungeeignet ist. Diesbezügliche Bewertungen des Lernprogramms können also letztendlich nur vom Betroffenen selbst vorgenommen werden.

Im einzelnen soll das Lernprogramm bezüglich der folgenden Kriterien überprüft werden.

## **Datengröße**

Hilfreich für die Arbeit mit Vergrößerungssystemen ist eine Einhaltung gleichgroßer Abstände zwischen den Buchstaben eines Wortes aber auch zwischen den Wörtern. Gleichgroße Abstände lassen Einheiten als solche leichter erkennen.

Dieses Kriterium ist analog für die Präsentation mathematischer Aufgaben zu fordern. Zusammengehörige Aufgabenelemente müssen als solche erkannt werden können. Dies ist z. B. bei Bruchtermen besonders relevant. Ist der Abstand zwischen Zähler, Bruchstrich und Nenner zu groß oder unregelmäßig, so wird die Arbeit mit Vergrößerungssystemen künstlich erschwert.

Gleichgroße Textelemente erleichtern zudem die Arbeit mit windowsinternen Einstellungsmöglichkeiten und Vergrößerungssystemen. Dies erspart den Wechsel zwischen der Einstellung verschiedener Vergrößerungsfaktoren.

## **Farben und Kontraste**

Eine kontrastreiche Abhebung der Aufgabe bzw. des Textes vom Hintergrund erleichtert die visuelle Erfassung. Weil Personen mit Farbsinnstörungen häufig Farben nur als Grautöne wahrnehmen, ist insbesondere auf die kontrastreiche Unterscheidung der Grauwerte der gewählten Farben zu achten. Dies gilt insbesondere bei der Nutzung von Farben zur Verdeutlichung inhaltlicher Elemente, wie z. B. der Nutzung verschiedener Farben um auf Wesentliches aufmerksam zu machen oder um Zusammengehörigkeiten aufzuzeigen.

## **Textelemente**

Besonders die Auswahl von Schriftart und Schriftgröße ist den Erfordernissen der Benutzergruppe anzupassen. Ein klar strukturierter Schrifttyp ohne Verschnörkelungen bzw. Serifen ist vorzuziehen.

Die visuelle Erfassung von einzelnen Textpassagen, kann durch Hervorhebungen erleichtert werden. Wenig sinnvoll ist dies, wenn die betroffenen Textpassagen unterstrichen oder kursiv abgebildet werden. Beide Darstellungsarten können sehbehinderten Schülern und Schülerinnen ihr Erkennen erschweren.

Alternativ bietet sich der Fettdruck oder eine farbige und kontrastreiche Darstellungsweise an.

## Grafik- und Bildelemente

Graphische Elemente erhöhen bei Normalsichtigen die Dimensionalität des Gelernten und können damit zur besseren Erinnerung des Gelernten beitragen.<sup>55</sup> Inwieweit die graphische Gestaltung des Lernprogramms z. B. durch die Verwendung von Bildern, Symbolen, Tabellen, Animationen usw. bei Sehbehinderten zur Lernunterstützung beitragen kann, ist natürlich u. a. von ihrem Sehvermögen abhängig und individuell zu überprüfen.

Eine Hervorhebung der Konturen und eine kontrastreiche Farbdarstellung kann die visuelle Erfassung der Bildelemente erleichtern.

Für einzelne Sehbehinderte, die aufgrund ihres eingeschränkten Sehvermögens oder der unangemessenen Gestaltung der Bildelemente diese visuell nicht erfassen können, ist eine textliche Unterlegung notwendig.

Aus didaktischer Sicht kann überprüft werden, ob Grafiken und Text in einem angemessenen Verhältnis stehen und ob sie sinnvoll z. B. zur Veranschaulichung mathematischer Inhalte eingesetzt werden oder lediglich die Bildschirmseite visuell „aufpeppen“ sollen.

## Animationen

Animationen können Fachinhalte verdeutlichen. Ihre visuelle Erfassung hängt aber auch hier vom Sehvermögen des Einzelnen ab. Eine zu schnelle Bildabfolge kann die visuelle Erfassung, erschweren oder sogar unmöglich machen. Eine akustische oder textliche Unterlegung derselben ist zielgerechter. Auf Animationen, die von ihrer Gestaltung gemäß der oben aufgeführten Kriterien visuell nur schwer zu erfassen sind und zudem nur aus Motivationszwecken eingesetzt werden, sollte in einem sehbehindertengerechten Lernprogramm gänzlich verzichtet werden.

## Kriterien, die die Programmnutzung erleichtern

Die Beachtung der folgenden Kriterien ist nicht als obligatorisch zu verstehen. Ihre Berücksichtigung kann aber die visuelle Erfassung der Bildschirmdaten vereinfachen. So ist z. B. eine linksbündige Anordnung der Aufgaben und Texte für die Orientierung hilfreich, ein Inhaltsverzeichnis, von dem aus sämtliche Kapitel des Programms aufgerufen werden können, erspart eine mühsame und zeitintensive Suche usw.

## Allgemeine Kriterien

Hilfreich, weil sich damit oft mühsame Orientierung und Suche im Explorer erübrigt, ist ein automatischer Programmstart nach dem Einlegen der CD-ROM.

---

<sup>55</sup> vgl. INBAS 1999, S. 47, 48

Programme, die neben der Einzelarbeit auch die Gruppenarbeit zulassen, fördern einerseits die fachliche Kommunikation, bieten aber auch den Vorteil, dass Bildelemente, die sehbehinderte Schüler/innen nicht gut erkennen, von den Gruppenmitgliedern erklärt werden können.<sup>56</sup>

Auf Elemente, die lediglich der Motivation dienen, sehbehinderten Schüler/innen aber die Nutzung des Programms massiv erschweren, sollte verzichtet werden. Als Beispiel sei auf die Anmeldeprozedur des untersuchten Lernprogramms verwiesen. Mit Namen versehene Anmeldekarten müssen hier mit der Maus erst an eine spezifische Bildschirmposition gezogen werden. Dies mag zwar für normalsichtige Schüler/innen motivierend sein, kann aber für sehbehinderte Programmanwender/innen, die auf die Nutzung von Vergrößerungssystemen angewiesen sind, aufgrund des fehlenden Bildschirmüberblicks zu einem Problem werden.

## **Bildschirmgestaltung und -aufteilung**

Um Orientierungsschwierigkeiten auf einem möglichst geringem Level zu halten, ist eine klare, übersichtliche und einheitliche Bildschirmstrukturierung von Vorteil. Gleichartige Informationen sollten möglichst immer an derselben Bildschirmposition dargestellt werden. Langatmiges und ermüdendes Suchen kann so vermieden werden.

Eine Überfrachtung des Bildschirms sollte auch unter lernpsychologischen Kriterien in jedem Fall vermieden werden.

Die Notwendigkeit der Bildschirmpräsentation als Fenster mit Menüleiste wurde bereits erläutert. Der Großteil des Bildschirms, sollte vollständig für die Präsentation des Programminhaltes und die Dateneingabe genutzt werden.

Für einzelne Sehbehinderte (z. B. bei Gesichtsfeldeinschränkungen) ist eine linksbündige Anordnung der Daten der zentrierten Positionierung, die leichter übersehen werden könnte, vorzuziehen.

## **Dateneingabe und Navigation**

Eine kontrastreiche Abhebung der Eingabefelder erleichtert Personen mit Farbsinnstörungen die Dateneingabe.

Innerhalb des Programms sollte der Nutzer/die Nutzerin jederzeit sämtliche Elemente des Bildschirms erreichen können. Mittels der Maus ist dies prinzipiell möglich. Bildschirmfelder, die dabei anzuklicken sind, müssen ausreichend groß sein und einen angemessenen Min-

---

<sup>56</sup> Im Unterricht ist darauf zu achten, dass innerhalb der Gruppenarbeit alle Teilnehmer/innen gleichermaßen bei der Programmbearbeitung beteiligt sind. Dies ist aber kein spezielles Problem der Lernsoftware.

Abstand einhalten, damit nicht aus Gründen des schlechten Erkennens versehentlich ein falsches Feld angeklickt wird.

Das Programm muss die individuellen Einstellungen des Mauscursors und des Cursors im Hinblick auf Größe und Gestalt übernehmen.

Für Sehbehinderte die Vergrößerungssysteme benutzen, ist es aufgrund des fehlenden Bildschirmüberblicks häufig schwierig sich zu orientieren. Die Möglichkeit zur alternativen Steuerung des Cursors über die Tastatur kann diesen Prozess vereinfachen, impliziert ist damit, dass sämtliche Bildelemente über die Cursorsteuerung zu erreichen sind.

## **Programmablauf**

Wünschenswert wäre die Möglichkeit der individuellen Programmsteuerung. Insbesondere ist damit das aktive Eingreifen in den Programmablauf (Überspringen von Programmteilen, Wiederholung gewünschter Abschnitte) und die jederzeitige Beendigung des Programms gemeint. Qualitativ hochwertige Programme speichern die zuletzt bearbeitete Programmseite und ersparen somit das zeitaufwendige und mühsame Suchen der Abbruchstelle bei Wiederaufnahme der Arbeit.

Analog ist die Existenz eines Inhaltsverzeichnis, von dem die einzelnen Kapitel aufgerufen werden können und die orientierungserleichternde Angabe der aktuellen Position während des gesamten Programmablaufs zu sehen.

## **Hilfefunktion**

Aus fachdidaktischen Gründen ist die Einrichtung einer Hilfefunktion bei auftretenden Fehlern notwendig. Ihr Aufrufen sollte wahlweise über die Maus oder Tastatur möglich sein. Diese letztgenannte Alternative ist besonders bei einem fehlenden Seitenüberblick oder bei einer erschwerten visuellen Wahrnehmung des Bildschirminhaltes sinnvoll.

Eine Einfügung relevanter Grafiken kann sehbehinderten Schülerinnen und Schülern helfen, den Sachverhalt zu verstehen. Auf dabei zu achtende Gestaltungskriterien wurde bereits hingewiesen. Eine akustische Unterlegung der Hilfefunktion kann auch hier angemessen sein.

## **Rückmeldung**

Motivationsfördernd wirkt eine Rückmeldung, die den Lernerfolg bestätigt. Die Einbeziehung optischer Elemente gemäss den oben genannten Gestaltungskriterien kann motivationsfördernd wirken. Eine Einbeziehung akustischer Elemente erfolgt denselben Zweck und ist in Anbetracht der Zielgruppe sicherlich angemessener.

## Akustische Komponenten

Akustische Komponenten können die visuelle Informationsaufnahme unterstützen. Dabei sind jedoch einzelne Kriterien zu beachten: Die Sprache muss verständlich und emotional ansprechend sein. Eine Nichtbeachtung wirkt sich in der Regel motivationshemmend aus. Ein angemessener Redefluss und Sprachrhythmus sollte ebenso selbstverständlich sein wie eine natürliche Betonung und Akzentuierung. Dies gilt ebenso für die Geschwindigkeit der Sprachwiedergabe. Zu schrille Töne und ein zu häufiger Gebrauch dieser wirken eher abstoßend.

Wünschenswert wäre die Möglichkeit zum Abstellen der Sprachwiedergabe, ohne dass dieses mit einem Informationsverlust verbunden ist.

### 7.6.3.3 Bewertung von Lernprogrammen

Aufgrund der bereits erwähnten individuellen Ausprägung jeder Sehbehinderung und der unterschiedlichen Gewichtigkeit einzelner Kriterien ist eine allgemeingültige Bewertung von Lernsoftware nur in eingeschränktem Maße möglich.

Die Bewertung kann daher nur mögliche Grenzen und Defizite des Programms aufzeigen an denen ein unterrichtlicher Einsatz scheitern könnte.

So ist es m. E. ziemlich wahrscheinlich, dass die Nichtbeachtung der Kriterien, die innerhalb der Kategorie „Modifikationen von Standardeinstellungen“ aufgeführt wurden, dafür verantwortlich zu machen ist, dass das Programm für einen Großteil sehbehinderter Menschen ungeeignet ist. Besteht zum Beispiel zwischen Vergrößerungssoftware und Lernsoftware eine Inkompatibilität, so ist damit der Einsatz der Lernsoftware für alle Schüler/innen, die auf die Nutzung von Vergrößerungssystemen angewiesen sind, zum Scheitern verurteilt. Analog ist die fehlende Möglichkeit der Nutzung windowsinterner Vergrößerungsmöglichkeiten zu sehen. Dies schließt nicht aus, dass einzelne Schüler/innen, in Abhängigkeit zur Sehleistung sehr wohl gut mit dem Programm arbeiten können.

Letztendlich ist jedoch das Urteil des Betroffenen für den Einsatz des Programms im Unterricht maßgeblich und entscheidend.

## 7.6.4 Lösungsansätze

Wie innerhalb der oben aufgeführten Analyse aufgeführt wurde, lassen sich viele Faktoren, die sehbehinderten Schüler/innen die visuelle Erfassung von Bildschirmdaten erleichtern können, mit relativ geringem Aufwand programmieren.

Bereits die Nutzung von Windowsfenstern, statt der Darstellung im Vollbildmodus könnte die Situation speziell für Sehbehinderte erheblich verbessern. Am Beispiel der Hilfeseite innerhalb des Lernprogramms, deren Menüleiste eine individuelle Einstellung von Größe, Farbe/Kontrast erlaubt, konnte die Umsetzung dieser Forderung gezeigt werden.

Relativ einfach lässt sich auch die alternative Programmbedienung über Tastatur und die Unterlegung von Grafiken und Animationen mit Texten programmieren. Die verbale Beschreibung dieser Elemente muss jedoch sorgfältig durchgeführt werden und sollte von Personen mit sonderpädagogischen Kenntnissen angefertigt werden.

Die Zusammenarbeit von Informatikern, Pädagogen, Lehrern, Fachdidaktikern, Designer und Kinder, die Krauthausen<sup>57</sup> als notwendig ansieht, um die didaktische Qualität von Lernsoftware zu verbessern, muss für die sonderpädagogische Zielgruppe noch erweitert werden. Meines Erachtens ist hier zusätzlich die Beteiligung von Betroffenen zu fordern.

In der Realität lassen sich Zugangs und Nutzungsmöglichkeiten für (mathematische) Lernsoftware für sehbehinderte Anwender/innen auf zweierlei Art und Weise erreichen.

Wenig sinnvoll ist meines Erachtens dabei eine in der Literatur<sup>58</sup> als passiv bezeichnete Vorgehensweise. Hier wird versucht, Computerprogramme, Datenbanken oder Internetseiten, die bereits existieren, dem sehbehinderten Nutzer/innen zugänglich zu machen, indem technische Hilfsmittel wie Vergrößerungssysteme, Browsern usw. verändert und den neuen Bedingungen angepasst werden. Häufig sind diesbezügliche Versuche jedoch trotz großem Aufwand erfolglos.

Als aktive Lösungsform wird in der angegebenen Literatur die Möglichkeit beschrieben, schon während der Gestaltung der einzelnen Medien auf die Bedürfnisse der behinderten Nutzer/innen einzugehen.<sup>59</sup>

Wie die obigen Beispiele gezeigt haben dürften, ist diese Vorgehensweise sehr viel einfacher zu realisieren. Voraussetzung allerdings ist hierfür ein Umdenken in den Köpfen der Programmierer und Hersteller. Dieses Umdenken setzt jedoch eine Informiertheit bezüglich besonderer Bedürfnisse der Nutzergruppen voraus. Häufig erfolgt eine Nichtbeachtung dieser Kriterien lediglich aus Unkenntnis.

Gegenüber der erstgenannten Variante ist diese Alternative zudem wesentlich preisgünstiger und erfordert zusätzlich nur einen geringen Mehraufwand auf Seiten der Programmgestalter.

Derartig programmierte Lernsoftware ist sowohl von sehenden als auch von sehbehinderten Schüler/innen zu nutzen.

---

<sup>57</sup> vgl. Krauthausen 1995, S. 10 in Decker 1998, S. 149

<sup>58</sup> vgl. Carstens 1998, S. 96

<sup>59</sup> vgl. Warnke 1998, S. 49

Inwieweit und ob sich diese Vorgehensweise tatsächlich zukünftig durchsetzen wird, bleibt abzuwarten. Carstens<sup>60</sup> nennt Möglichkeiten, die diesen Prozess beschleunigen könnten.:

Ein entsprechender Gesetzesentwurf, wie er in den USA bereits verabschiedet wurde, könnte die Hersteller von Lernsoftware verpflichten, behindertenspezifische Nutzungs- und Zugangsmöglichkeiten zu schaffen. Alternativ sind unverbindliche Festlegungen denkbar, die Programmierer und Hersteller auf das Problem aufmerksam machen könnten, deren Beachtung aber auf freiwilliger Basis erfolgt.<sup>61</sup>

Inwieweit es u. a. Blinden- und Sehbehindertenverbänden und – Selbsthilfegruppen gelingt, dieses Problem in die Öffentlichkeit zu bringen, wird die Zukunft zeigen.

## 7.7 Fazit - Lernprogramme als Medium im Integrationsunterricht

Wie die obigen Ausführungen gezeigt haben dürften, ist der Einsatz mathematischer Lernsoftware innerhalb der Blindenpädagogik nur in Ausnahmefällen überhaupt möglich. Aufgrund der analysierten Probleme bei der Gestaltung blindengerechter mathematischer Lernsoftware ist mit einer Verbesserung der Situation in naher Zukunft wohl auch nicht zu rechnen.

Die exemplarisch an einem mathematischen Lernprogramm durchgeführte Beschreibung und Bewertung hat viele Grenzen und Defizite aufgezeigt, die den Einsatz in der Sehbehindertenpädagogik in Frage stellen. Diese Aussage deckt sich mit den Befragungsergebnissen. Lernprogrammen werden von den befragten Pädagogen/ Pädagoginnen eher selten im Unterricht mit sehbehinderten Schülerinnen und Schülern eingesetzt. <sup>62</sup>

Zu bedenken ist jedoch, dass die schlechte Ausstattung der Schulen mit Computern (vgl. Kapitel 4.3.3) an dieser Situation nicht ganz schuldlos ist. Steht innerhalb einer Schule nur ein Computerraum zur Verfügung, so muss zunächst organisiert werden, welche Klasse in welcher Unterrichtsstunde diesen benutzen darf. Die geringe Anzahl von Computerplätzen, die es teilweise notwendig macht, dass mehrere Schüler/innen sich ein Gerät teilen müssen, fördert

---

<sup>60</sup> Carstens 1998, S. 96

<sup>61</sup> Mit der Festlegung der HTML-Sprache durch das WWW- Konsortium wurde bereits eine derartige Voraussetzung geschaffen, die die Ausgabe der Internet-Seiten über die Braillezeile bzw. über Sprachausgaben ermöglicht. (vgl. Kapitel ###). Leider beachten nicht alle Ersteller von Webseiten diese Festlegungen.

<sup>62</sup> Bei den eingesetzten Programmen handelt es sich um Winalice (ein Programm zur Bruchrechnung vom Cornelsenverlag), einer älteren Mathe-Blaster-Version (nicht mehr im Handel erhältlich) und DOS-Programmen (Bruch- und Prozentrechnung der Firma Träger-Software).

nicht eben das Vorhaben. Erschwerend kommt hinzu, dass aufgrund des stetig reduzierten Lehrmitteleinsatzes es immer schwieriger wird, finanzielle Mittel für die Anschaffung von Lernsoftware frei zu machen.

Als Fazit bleibt festzuhalten, dass der Einsatz einer bestimmten Lernsoftware in der Sehbehindertenpädagogik primär davon abhängt, ob das Programm die Nutzung von Hilfsmitteln, respektive Modifikationen von Standardeinstellungen (Übernahme der windowsinternen Modifikationsmöglichkeiten und Übernahme der Modifikationsmöglichkeiten der Vergrößerungssoftware) zulässt und somit an individuelle Bedürfnisse angepasst werden kann.

An dem exemplarisch untersuchten Programm konnte nachgewiesen werden, dass es für Lernprogramme prinzipiell möglich ist, windowsinterne Modifikationen der Standardeinstellungen durchzuführen<sup>63</sup> und das Einstellungsvarianten (Größe, Farbe, Kontrast, Helligkeit) der Vergrößerungssoftware<sup>64</sup> vom Lernprogramm übernommen werden.

Zusätzlich kann der Trend Lernsoftware zunehmend bunter, peppiger und „bewegter“<sup>65</sup> zu gestalten sich negativ auf den Einsatz von Lernsoftware für die genannte Zielgruppe auswirken.

---

<sup>63</sup> Leider beschränkte sich diese Eigenschaft auf die Hilfeseite.

<sup>64</sup> Die Kompatibilität zwischen den beiden Programmen wurde für die Vergrößerungssoftware „Lunar“ nachgewiesen.

Bei Lunar handelt es sich um ein Software-Paket zur Vergrößerung von DOS und Windows auf dem PC-Bildschirm. Es erlaubt die Definition von „hotkeys“ und menügesteuerten Einstellungsmöglichkeiten.

<sup>65</sup> Diese Elemente werden u. a. bereits auf der Verpackung als Gütekriterien hervorgehoben.

# 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 Brailleschrift; 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:  
 Begebar – 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 Men-  
 schen  
 In: horus 4/1999, S. 165-173

Kalina, Ulrich:  
 Der Einsatz der Elektronik bestimmt den Schulalltag – wodurch wird der Einsatz der Elektronik be-  
 stimmt?  
 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 Medienas-  
 pekt 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 Mathematiksschrift 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, Waldtraud:  
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, Waldtraud; 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 – einwichtiges 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](http://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/~mhaanel/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](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](http://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](http://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.oebv.at/englisch/1\\_5.htm](http://www.oebv.at/englisch/1_5.htm) (28.04.2001)

Parslow, Helga 2000  
 WWW-Design für Sehbehinderte  
<http://www.teamone.de/selfaktuell/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-Mathematiksschrift  
<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.)