

Klaus, Joachim / Jaworek, Gerhard / Zacherle, Michael
Studienzentrum für Sehgeschädigte der Universität Karlsruhe (TH)

Mathematikschrift für Blinde - so einfach ist das Problem nicht!

In 4/2000 von "blind-sehbehindert" erschien ein Artikel von Prof. Dr. Erdmuth Meyer zu Bexten / Volker Braun mit dem Titel "LaTeX oder Mathematikschrift für blinde und sehbehinderte Studierende?". Dieser legt einerseits dankenswert die Gesamtproblematik hochschulischer Mathematik und ihrer Zugänglichkeit für Sehgeschädigte dar und geht auf die derzeit vorhandenen Mathematikschriften ein, andererseits ziehen die Autoren jedoch Schlussfolgerungen und präsentieren Lösungsansätze, die eine kritische Stellungnahme herausfordern. Wünschenswert wäre es jedenfalls gewesen, wenn die Autoren - verantwortlich für das 1998 eingerichtete Zentrum für blinde und sehbehinderte Studierende an der Fachhochschule Giesen-Friedberg - auch die Erfahrungen der Zentren (Universität Karlsruhe (TH), TU Dresden, Universität Linz) mit einbezogen hätten, die sich bereits seit den 80er Jahren mit dieser Problematik intensiv auseinandersetzen.

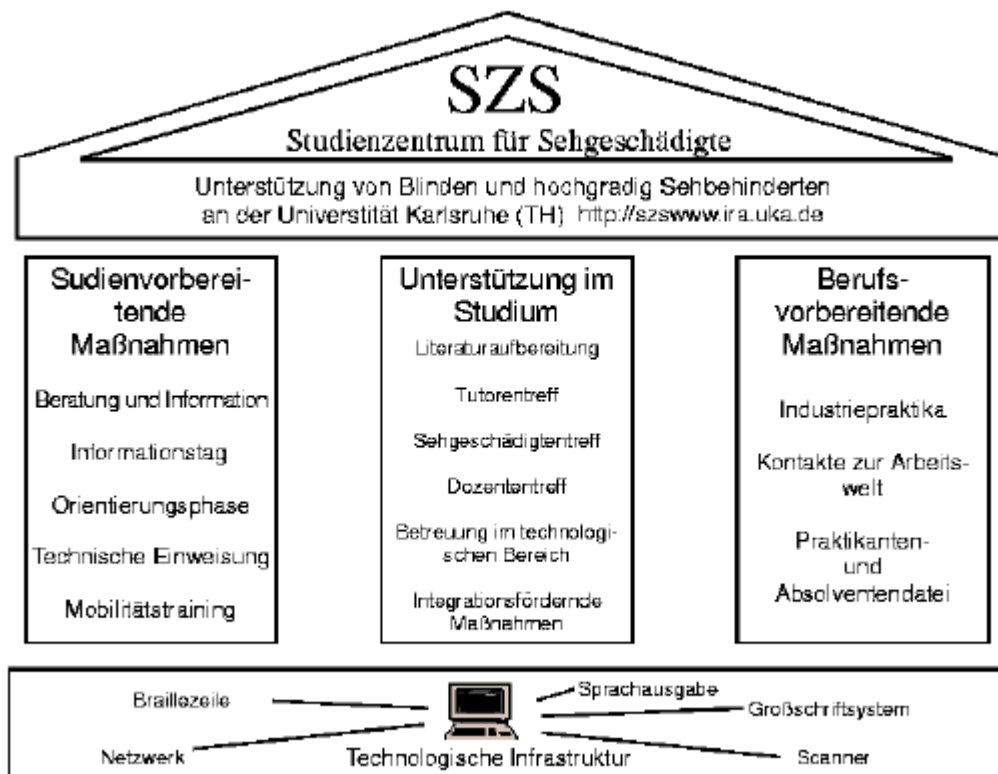
Das Studienzentrum für Sehgeschädigte der Universität Karlsruhe (TH) existiert seit 1986 als Modellversuch der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung. Der innovative wissenschaftliche Ansatz bestand darin, mittels der modernen Informations- und Kommunikationstechnik und eines integrierten Beratungs- und Betreuungskonzeptes, Sehgeschädigten Studien- und Berufsmöglichkeiten in den Feldern zu eröffnen, die ihnen bisher weitgehend verschlossen waren. Dies waren vor allem die gesellschaftlich zunehmend bedeutsamen Bereiche der Natur-, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften. Bis 1993 konnte sich der Modellversuch "Informatik für Blinde - Studium für Blinde und Sehbehinderte in Informatik und Wirtschaftswissenschaften" zu einem holistischen Gesamtkonzept entwickeln, um dann in der Fakultät für Informatik der Universität Karlsruhe (TH) als fakultätsübergreifendes Zentrum institutionalisiert zu werden.

In der Zwischenzeit studieren in Karlsruhe Sehgeschädigte u.a. in den Fächern Informatik, Wirtschaftswissenschaften, Biologie, Physik, Meteorologie, Philosophie, Literaturwissenschaften und Soziologie. Durch das Fernstudienzentrum der Universität Karlsruhe (TH), das eng mit der FernUniversität Hagen zusammenarbeitet, bieten sich noch weitere Studiemöglichkeiten an.

Generelles Ziel des SZS ist es, blinde und sehbehinderte Studierende bei ihrem Einstieg ins Studium, im Studienverlauf und beim Übergang ins Berufsleben zu unterstützen und zu begleiten. Jeder Studienanfänger und jede Studienanfängerin hat daher vor Studienbeginn ein intensives Beratungsprogramm durchlaufen, ein Mobilitätstraining absolviert und eine häusliche technische Ausstattung erhalten, die die behinderungsspezifischen Einschränkungen ausgleichen sollen. Integration und damit Studium, Leben und Arbeiten wie ihre und zusammen mit ihren sehenden Kommilitonen ist die zentrale Botschaft des SZS.

Im Wissenschaftsbetrieb bedeuteten Mathematikschrift und grafische Darstellungen in ihrer Umsetzung für Sehgeschädigte von Anfang an eine zentrale Herausforderung für den Modellversuch und das spätere Studienzentrum für Sehgeschädigte.

Im Folgenden soll nun darauf eingegangen werden, wie man bisher im Studienzentrum für Sehgeschädigte an dieser Problematik gearbeitet hat und welche zukunftsweisenden Entwicklungen und Forschungsarbeiten bezüglich der Aufbereitung graphischer und mathematischer Materialien angedacht sind. Dabei werden nach den Grundlagen der bei uns durchgeführten Literaturumsetzung insbesondere die auftretenden Probleme bei der Umwandlung von For-



meln und Grafiken sowie die Besonderheiten der gängigen Mathematiksschriften beleuchtet. Hierbei können die Autoren aus dem Erfahrungsschatz von mehr als eineinhalb Jahrzehnten integrierter Studienbegleitung unter Verwendung moderner EDV-Systeme sowie angewandter Forschungstätigkeit am SZS schöpfen.

Grundlagen der Literaturumsetzung

Die Umsetzung von Studienliteratur in eine sehgeschädigtengerechte Form ist eine der Hauptaufgaben der Karlsruher Einrichtung. Diese wird von geschulten studentischen Tutoren durchgeführt, welche die Bücher, Skripte und Folien etc. derart übersetzen, so dass die Texte systemunabhängig mittels einer Braille-Zeile oder einer Sprachaussgabe den Studierenden zugänglich sind. Als Zeichensatztablette wird dabei auf den Standard ASCII (American Standard Code for Information Interchange: der ASCII-Zeichensatz ist der Zeichensatz des Computers. Er enthält neben Buchstaben, Ziffern, Satzzeichen und vielen Sonderzeichen auch graphische Zeichen, mit welchem einfache Bilder am Bildschirm dargestellt werden können) zurückgegriffen.

Die sehgeschädigten Studierenden sind dabei gleichermaßen mit für die Qualität der für sie umgesetzten Literatur verantwortlich. Sie sind angehalten, Kontakt zu den Tutoren, welche für die Übertragung der von ihnen persönlich angeforderten Studienliteratur zuständig sind, aufzunehmen, bzw. regelmäßig zu pflegen. Hierdurch wird erreicht, dass auf spezielle Übertragungswünsche eingegangen werden und eine optimale Zusammenarbeit aufgebaut werden kann. Dieser Austausch dient somit auch als Schulung für die Tutoren. Sie können so an ihren Aufgaben wachsen und erhalten über die Studierenden eine direkte Rückkopplung über die Qualität ihrer Arbeit. Für die Studierenden andererseits bietet die Zusammenarbeit mit den Tutoren zudem die Möglichkeit, Erfahrungen und Ideen einzubringen und sich an der konzeptionellen Weiterentwicklung des SZS zu beteiligen. Zusammen mit den Foren und Plattformen des SZS erhalten Studierende und Tutoren hier die Möglichkeit, neben ihrer fachlichen Kompetenz auch ihre Schlüsselqualifikationen im bezug auf Sozialverhalten, Kommunikation und Teamfähigkeit weiter zu entwickeln.

Die Literaturumsetzung, die Zusammenarbeit mit dem Lehrkörper, die Rekrutierung der Tutores, die Betreuung und Überwachung ihrer Arbeit wird derzeit von einem Mitarbeiter koordiniert, welcher selbst blind ist und das Studium der Informatik mit der Unterstützung des SZS an der Universität Karlsruhe (TH) durchlaufen hat. Er ist somit mit den blinden- spezifischen Problemen vertraut und kann seine als Student gewonnenen Erfahrungen auf diesen Gebieten direkt einbringen.

Die Übertragung von Fließtexten stellt heutzutage keinen großen Aufwand mehr dar, da Fließtext in gedruckten Büchern sehr einfach mittels eines Scanners und einer Texterkennungssoftware in den Computer eingelesen werden kann. Ganz anders stellt sich das Problem im Bereich mathematischer und technisch orientierter Texte dar. Mathematische Formeln können von einer Texterkennung nicht umgesetzt werden, da sie in gedruckten Texten immer graphisch dargestellt werden. Da mathematische Sonderzeichen nicht in der ASCII-Tabelle vorhanden sind, mehr noch aber, weil semantische Zusammenhänge der Formeln nicht berücksichtigt werden können, ist die Verwendung einer der Mathematikschriften unumgänglich. Die Wahl der dabei verwendeten Mathematikschrift wird im vorliegenden Artikel später thematisiert werden.

Formeln müssen also immer von Hand nachbearbeitet oder eingefügt werden. Ähnliche Probleme ergeben sich auch für chemische Formeln. Im Bereich der Umsetzung von graphischen Materialien stehen derzeit noch kaum elektronische Automatismen zur Verfügung, welche die Arbeit erleichtern könnten.

Grafikumsetzung

Im SZS werden grafische Informationen und bildliche Darstellungen entweder in tastbaren Schwellkopien ausgedruckt oder verbal als Text beschrieben. Vor allem in den frühen Tagen des Karlsruher Modellversuchs wurden viele Graphiken mittels des ASCII-Zeichensatzes übertragen. Das Schwellkopierverfahren hingegen beruht auf einem Spezialpapier, auf welches die Abbildung direkt gezeichnet, bzw. kopiert wird. Mittels eines Fusers¹ werden dann die eingefärbten Stellen auf diesem Papier erhitzt und infolgedessen erhaben. So entsteht ein tastbares Bild. Eine weitere Möglichkeit, Graphiken zu erzeugen, ist die Verwendung von Punktschriftdruckern, welche heutzutage alle über einen Graphikmodus verfügen. Mit dieser Methode wird im SZS ebenfalls experimentiert.

Im SZS fand 1995 eine internationale Tagung zur Gesamthematik der Umsetzung graphischer Materialien statt. Dabei wurden die verschiedenen Verfahren vorgestellt und deren Vor- bzw. Nachteile erläutert. Mit ASCII erzeugte Bilder wurden für sehr kompliziert empfunden. Die Probleme, welche man mit der Darstellung in Braille und die Einschränkungen, dass man über eine Braille-Zeile nur sehr wenig Text darstellen kann, kommen hier sehr eklatant zum Tragen. Schwierig wurde in diesem Zusammenhang auch gesehen, daß die Form des graphischen ASCII-Zeichens nicht aus dem Braille-Zeichen nachempfunden werden kann.

Ein „Pfeil“ => sieht beispielsweise als Braille-Zeichen nicht wie ein „Pfeil“ aus, sondern wird als eine Punktkombination => dargestellt, deren Bedeutung nicht intuitiv nachvollzogen werden kann, sondern speziell erlernt werden muss. Da die Umsetzung von Bildern mittels des Schwellkopierverfahrens sehr arbeitsintensiv ist und das taktile Erfassen des Bildinhaltes von blinden Studierenden als sehr kompliziert und langwierig empfunden wird, entschied man sich im SZS dafür, Bilder möglichst verbal als Text umzusetzen. Schwellgraphiken werden vor allem für Grundlagenliteratur erzeugt und stehen den Studierenden zum Verleih in der SZS- Bibliothek/ Mediothek zur Verfügung. Wichtiges Grundlagenmaterial für die Arbeit der

¹ Gerät zur flächigen Erwärmung von Schwellpapier

Tutoren im SZS ist daher ein „Handbuch zur Umsetzung von Grafiken“, in welchem Themen wie

- die Wahl der Strichstärken
- Darstellung von Pfeilen
- Platzierung von Beschriftungen
- Abstände zwischen Objekten

erläutert sind.

Die Erzeugung von Graphiken mit Hilfe von Punktschriftdruckern und spezieller Software war und ist nach wie vor Thema im Studienzentrum, da es sich hier um ein relativ leicht zugängliches Konzept handelt und da heutzutage jeder Punktschriftdrucker dazu in der Lage sein sollte.

Anforderungen an die Mathematikschrift AMS

Das Studium in Karlsruhe ist weitgehend technisch-naturwissenschaftlich orientiert. Daher stellte sich von Anbeginn des Modellversuchs die Frage, welche Mathematikschrift zur Darstellung derartiger Texte gewählt werden soll. Der Modellversuch - später in enger Zusammenarbeit mit der TU Dresden - entwickelte für diesen Zweck die Mathematikschrift AMS (ASCII Mathematik Schrift), welche nunmehr seit etwa 15 Jahren im Einsatz ist.

Das Ziel dieser Schrift ist es, mathematische Kontexte zugänglich zu machen. Die AMS ermöglicht es, Formeln mittels einer zeilenorientierten Syntax zu erstellen. Das bedeutet für den Benutzer, dass diese Syntax (Regeln, Schlüsselwörter) erlernt werden muss. Die Schrift liefert keine wohlformatierte Ausgabe, wie man sie beispielsweise aus Büchern oder Skripten kennt. Ganz im Gegenteil ist es Ziel der AMS, mathematische Kontexte möglichst gut semantisch darzustellen. Anders als in dem angesprochenen Artikel "LaTeX oder Mathematikschrift für blinde und sehbehinderte Studierende?" dargestellt war der Anspruch, Texte zwischen Sehenden und Blinden austauschen zu können, eine der treibenden Kräfte bei der Definition der AMS und damit mit ausschlaggebend bei ihrer Normierung.

Häufig werden in der AMS Abkürzungen mathematischer Begriffe gewählt. So wird aus dem Integral das Int, aus der Summe die Sum, aus dem Limes der Lim usw. Andere Sprachelemente der AMS sind aus technischen Schreibweisen, wie sie z. B. in Programmiersprachen gebraucht werden, entlehnt. So wird beispielsweise der Exponent, wie es in Computersprachen früher häufig der Fall war, als Doppelstern ($a^{**}b = a \text{ hoch } b$) dargestellt. Das führt dazu, dass diese Notation für technisch erfahrene Personen sehr leicht zu erlernen ist. Nachweislich hatten die Karlsruher blinden Studierenden bisher nie Probleme, mittels dieser Schrift integrativ mit sehenden Kommilitonen zusammen zu arbeiten. Mangel der AMS ist es: sie leidet auch an einer gewissen Unübersichtlichkeit der Formeln. Dieses liegt daran, dass man auch hier versuchte, die normalerweise mehrdimensionale Darstellung mathematischer Kontexte in eine lineare zeilenorientierte Form zu überführen. Alle Ansätze, mathematische Kontexte für blinde Menschen zugänglich zu machen, basieren auf einer linearen Darstellung des Inhalts. Da bisher noch kein Graphikdisplay existiert, mit welchem derartige Probleme beseitigt werden könnten, wird uns das Problem noch über einige Zeit begleiten. Prinzipbedingt sind diese Schwierigkeiten also auch nicht durch eine Änderung der Notation zu lösen.

Verwendung von LaTeX

Ein großes Problem für den Modellversuch war zum damaligen Zeitpunkt, dass LaTeX zwar unter UNIX-Derivaten zur Verfügung stand, diese Systeme blinden Menschen jedoch noch kaum zugänglich waren. LaTeX konnte 1986 nicht unter MSDOS betrieben werden. Später stand dann der DOS-Compiler für TeX "EMTeX" zur Verfügung. Dieser Umstand dürfte aber

nicht der alleinige Umstand gewesen sein, sich für eine eigene Mathematik-Notation zu entscheiden. Das Ziel der AMS ist es, mathematische Kontexte möglichst gut semantisch darzustellen - im Gegensatz zu LaTeX und TeX, deren Ziel es ist, in erster Linie ein gutes Layout zu erzeugen. Es muss daher klargestellt werden: bei LaTeX handelt es sich nicht um eine Mathematiksschrift, sondern um ein Textsatzsystem. Ein Textsatzsystem dient dazu, ein gutes Layout zu erzeugen. Aus diesem Grund sind die Sprachelemente in LaTeX so gewählt, dass der Computer aus den Sprachkonstrukten ein eindeutiges Layout berechnen kann. Dadurch treten semantische Zusammenhänge häufig in den Hintergrund. Für mathematische Formeln bedeutet das, dass nicht der Sinn des Formelaufbaus im Vordergrund steht, sondern die elektronische Überführbarkeit in ein formatiertes graphisches Layout. Die in LaTeX vorhandene Umgebung zur Darstellung mathematischer Formeln hat nicht unbedingt die gute Lesbarkeit zum Zweck. In dieser Umgebung ist die Beschreibungssprache für mathematische Kontexte so gewählt, dass die Abbildung auf ein gutes Layout möglich wird. Dabei gehen die mathematischen Zusammenhänge leicht verloren bzw. werden verschleiert. LaTeX wird bei den Studierenden sehr gerne als Textsatzsystem, was es ja auch ist, benutzt. Da man in LaTeX die Struktur des Textes beschreibt, können blinde Personen abhängig vom Inhalt ihren Text aufbauen. Die Formatierung wird absolut von dem System übernommen. LaTeX ist zwar sehr verbreitet auf der ganzen Welt, jedoch bisher nicht als Mathematiksschrift unter Blinden etabliert. LaTeX stellt also - vom Vorteil der Layout-Erzeugung abgesehen - lediglich eine weitere Norm im bereits sehr großen Spektrum der Mathematiksschriften dar, welche die allen Schriften anhaftenden Probleme nicht lösen kann. Stattdessen würde bei der Verwendung von LaTeX als Mathematiksschrift der bereits jetzt vorherrschenden babylonischen Sprachverwirrung der vorhandenen und gut dokumentierten Standards allenfalls eine weitere, keinesfalls aber eine im besprochenen Kontext hilfreichere Sprache hinzugefügt. Während LaTeX sich als Textsatzsystem für Blinde hervorragend eignet, stellt es in der Verwendung als Mathematiksschrift eine ungeeignete Insellösung dar, die die angesprochene Vielfalt noch vergrößert. Es ist hilfreich, bei der Diskussion um die jeweils geeignete Mathematiksschrift die Verwendung von LaTeX als Textsatzsystem und als Mathematiksschrift nicht zu vermischen.

Die Marburger Mathematiksschrift

Die Erfahrungen des SZS und in Karlsruhe studierender Blinder gehen dahin, daß LaTeX zwar innerhalb des universitären Bereiches sehr verbreitet ist, bei privaten Benutzern jedoch selten Anklang findet. Man kann sich natürlich fragen, warum hier nicht die traditionelle Marburger Mathematiksschrift zum Einsatz kommt. Die Marburger Mathematiksschrift hat den erheblichen Nachteil, dass sie für sehende Personen nur sehr schwer erlernt werden kann. Sie lässt sich am Bildschirm kaum lesen und kann auch nicht in einer für sehende Personen zugänglichen Art ausgedruckt werden. Nun ist aber gerade im Studium die Zusammenarbeit von blinden und sehenden Studierenden unerlässlich.

Die Marburger Mathematiksschrift wurde beispielsweise zu einer Zeit erdacht, als Punktschrift lediglich mittels Schreiftafeln oder Punktschriftmaschinen erzeugbar war. Damals bestand die Punktschrift aus sechs Punkten. Das bedeutet, dass man nur 64 Zeichen (2 hoch 6) darstellen konnte. Die 8-Punkte-Schrift ermöglicht es uns heute die 256 Zeichen des ASCII-Zeichensatzes auf 256 Braille-Zeichen abzubilden. Das bedeutet, dass sog. Ankündigungszeichen, wie sie im 6-Punkt-Braille häufig benutzt werden müssen, entfallen. Im Sechs-Punkt-Braille werden beispielsweise die Ziffern 0 - 9 mit den Buchstaben a - j dargestellt. Ist nun eine Buchstabenfolge als Ziffernfolge zu interpretieren, wird diese durch das Voranstellen des sog. Zahlenzeichens angekündigt. Ähnlich verhält es sich mit Großbuchstaben, welche durch ein Großschreibzeichen angekündigt werden. Bis heute ist, wo Punktschrift noch traditionell mittels Schreibmaschinen und Tafeln erzeugt wird, diese Schrift sicher am besten geeignet.

Da das Studienzentrum für Sehgeschädigte die Integration von blinden und sehbehinderten Studierenden in ein normales Studium zusammen mit ihren sehenden Kommilitonen ermöglichen will, war diese Schrift nicht einsetzbar. Ein kleines Beispiel soll dies verdeutlichen.

Die Formel "a mal x-Quadrat +b mal x +c =0" (sogen. Mitternachtsformel) sieht in der Marburger Notation wie folgt aus:

'a'x0; +'b'x +'c =#j

Aus dieser noch recht einfachen Formel kann man aber schon deutlich sehen, daß die Lesbarkeit für ungeübte Leser kaum zu erlernen ist. In AMS lautet das Beispiel hingegen:

ax**2 +bx +c =0

Der Vollständigkeit halber sei mit

$\$a*x^{2}+b*x+c\$$

auch die LaTeX-Version dieser Formel erwähnt. Bei zunehmender Komplexität der Formeln wachsen auch die Unterschiede zwischen den verwendeten Mathematiksschriften.

Zusammenfassend ist zu konstatieren:

Die Darstellung von Formeln in einer wie auch immer gearteten zeilenorientierten Notation hat immer den Nachteil der Unübersichtlichkeit. Deshalb ist die Wahl der richtigen Mathematiksschrift immer ein Kompromiss und wird sich wohl nie richtig vereinheitlichen lassen. Diese Tatsache sollte alle auf den Plan rufen, welche in diesen Gebieten forschen möchten. Es kann dabei nicht darum gehen, die eine gegen die andere Notation auszuspielen bzw. eigene Positionen und Entwicklungen zu retten. Vielmehr geht es darum, gemeinsam neue Technologien und Standards zu prüfen, mit deren Hilfe man diesen Problemen besser habhaft werden kann.

Aussicht

Die Fragen, welche in diesem Zusammenhang zu erörtern sein werden, sind z. B., ob der neue Standard XML (eXtended Markup Language) eventuell die gewünschten Vorteile für die Literaturumsetzung bringen kann. XML ist eine formale Metasprache, mittels welcher u. a. auch Texte und Mathematik beschrieben werden können. Die hervorragende Eignung von XML ergibt sich aus der verankerten Trennung zwischen Inhalt und Struktur. Erstmals wäre es so möglich, aus einem einzigen Mutterdokument verschiedene Versionen eines Textes automatisiert erstellen zu lassen. Der Benutzer hätte dabei die Möglichkeit, angepasste Filter einzusetzen, mit denen er zum einen eine ihm geläufige Mathematiksschrift auswählen könnte, zum anderen aber auch Angaben zum von ihm benutzten Zeichensatz bzw. Zeichenkodierung und vor allem zum gewünschten Ausgabeformat (z.B. PDF,HTML, Text oder LaTeX) machen würde. Aus diesem Mutterdokument ließen sich dann also Versionen für blinde, sehbehinderte und sehende Menschen erstellen. Auch Wahlmöglichkeiten zwischen Normaldruck und Großdruck und ggfs. personalisierte Farbeinstellungen sind neben vielen weiteren Angaben denkbar. Die hierzu notwendige Erstellung einer DTD (Document Type Definition) stellt eine genauso aussichtsreiche wie reizvolle Aufgabe für die Zukunft dar.

XML findet bereits jetzt in unterschiedlichen Bereichen zunehmenden Einsatz und wird sich beispielsweise voraussichtlich als Mathematiksschrift im Internet etablieren. Da auch Datenbanken mit ihr beschrieben und definiert werden können ergeben sich ungeahnte Möglichkeiten der Speicherung und des Zugriffs auf Dokumente. Da XML eine streng formale Sprache ist, kann auch die Kontrolle der umgesetzten Literatur automatisiert werden. Der große Charme dieser Idee ergibt sich insbesondere aus der Wahl eines offenen Standards, für den es eine große Auswahl kostengünstiger oder gar kostenloser Bearbeitungsprogramme gibt. Erstellung, Überprüfung, Katalogisierung und personalisierte Ausgabe von Dokumenten sind so

ohne großen Aufwand möglich. XML ist also deutlich mehr als HTML und bietet als vielversprechender Ansatz große Chancen für blinde und sehbehinderte Menschen.

Wissenschaft, Forschung und die aktive Teilhabe der Betroffenen ist sicher noch eine lange Zeit gefordert, um eine schnelle und integrative Zugriffsmöglichkeit auf Schrift und Zeichen zu erreichen.