

Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Zürich

Zugänglichkeit von geographischen E-Learning-Kursen für Sehbehinderte und Blinde am Beispiel von GITTA

Autor:

Gregor Lütolf, gregor@luetolf.ch

Betreuung:

Prof. Dr. Robert Weibel

Geographisches Institut der Universität Zürich

Zürich, 16. 01. 2006

„Accessibility puts the multi in media.“

CLARK (2003, S. 2)



Diese Arbeit wurde mit L^AT_EX¹ gesetzt und ist durch die Bestimmungen der „Creative Commons Attribution-NonCommercial License“ geschützt².

¹Informationen dazu finden sich unter der Adresse <http://www.dante.de/>, Abruf: 16.07. 2005

²This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/> or send a letter to Creative Commons, 559 Nathan Abbott Way, Stanford, California 94305, USA.

Dank

„Leider lässt sich eine wahrhafte Dankbarkeit mit Worten nicht ausdrücken.“

JOHANN WOLFGANG VON GOETHE

Mein herzlicher Dank geht an:

- Prof. Dr. Robert Weibel für die Betreuung dieser Arbeit und den Mut zu einem neuen Thema.
- Dr. Ross Purves und Patrick Laube für ihre wertvollen Inputs zu Literatur und Kontakten im Bereich Geographie und Blinde, sowie Accessibility von E-Learning.
- Florian Gabriel für das Ausleihen seines Mac Powerbooks für die Plattformtests und die spannenden Diskussionen über technologischen Sinn und Unsinn.
- Bülent Yilmaz für seine Erfahrung mit einem Uniabschluss in Geographie in der Türkei.
- Josef Lütolf für das Korrekturlesen dieser Arbeit.
- Kanton Luzern für die finanzielle Unterstützung durch Stipendien.
- Diverse Autoren für das freundliche Überlassen ihrer Arbeiten.
- Alle die sich aktiv an der Diskussion beteiligt haben, ob offline oder online.

Frauen mögen mir die alleinige Verwendung der männlichen Form verzeihen. Dies ist in der Absicht geschehen, die Arbeit einfach und übersichtlich auch im Sinne der Zugänglichkeit zu halten und nicht um zu diskriminieren. Thema und Form der Arbeit sollten dies unabhängig bestätigen können. Wo dies möglich war, habe ich eine geschlechterneutrale Form gewählt.

Vorwort

„Bevor man beginnt, bedarf es der Überlegung und, sobald man überlegt hat, rechtzeitiger Ausführung.“

SALLUST³

Die Geographie und die Wissenschaft im Allgemeinen ist in ihren Methoden zur Vermittlung sehr stark auf visuelle Medien fixiert. Auch E-Learning unter Verwendung heutiger Standardgeräte im Bereich der EDV konzentriert sich auf die visuelle Wahrnehmung. Dabei werden Menschen mit eingeschränkter oder fehlender Sehkraft benachteiligt, ja sie sind oft von den vermittelten Informationen trotz Interesse für sie unüberwindbar getrennt. Im Rahmen dieser Arbeit möchte ich mich mit anderen Medien und Inhaltstypen befassen, welche sich zur Vermittlung von geographischen Informationen an Sehbehinderte und Blinde anbieten. In erster Linie handelt es sich wegen des relativ geringen Aufwandes um Ton, welcher durch eine Screenreader-Software synthetisch aus dem Text erstellt und ausgegeben wird. Im weiteren könnten und sollten aber auch der Tastsinn, der Geschmacks- und Geruchssinn angesprochen werden. Was bei all diesen Bestrebungen im Bereich des E-Learning immer fehlen wird ist die Sympathie, die Gefühle, das Zwischenmenschliche, welches bei der traditionellen Form der Präsenzlehre einen grossen Motivationsfaktor darstellt. Im Gegensatz dazu isoliert E-Learning im herkömmlichen Sinne die Akteure, was sich oft negativ auf den Lernerfolg auswirkt. Fragen welche sich Philosophen, Psychologen und Informatiker, wie auch Geeks seit längerem stellen: Wird es je möglich sein, einer Maschine Gefühle beizubringen? Lässt sich Leben und Liebe am Computer generieren? Ich glaube NEIN.

Diese Arbeit richtet sich an Entwickler von E-Learning-Kursen und an Projektleiter, welche sich mit dem Aspekt der Accessibility auseinander setzen möchten. Im Bereich des Lernens und der Lerntheorien bietet diese Arbeit für Profis der Pädagogik nicht viel Neues, sie kann aber Entwicklern einige Grundlagen liefern und soll die Wichtigkeit interdisziplinärer Zusammenarbeit verdeutlichen. Auf der technischen Ebene setzt diese Arbeit einiges an Grundlagenwissen über das Medium Internet und seine Dienste voraus.

³Gaius Crispus Sallust (86-34), röm. Historiker, Zitat aus: „Die Catilinarische Verschwörung“

E-Learning, wie funktioniert das eigentlich? Wozu und für wen soll es gut sein? Diese und noch viel mehr Fragen haben mich beschäftigt, als ich mir nach der Mitarbeit an der Entwicklung des Online-Kurses über Naturgefahren NAHRIS⁴ weitere Kurse genauer ansah und mit meinen Kommilitonen Erfahrungen austauschte. Da begann die Suche nach Quellen über E-Learning und seine Vorteile gegenüber dem herkömmlichen Unterricht. Für wen eignet sich E-Learning und vor allem, in welcher Form? Mit welchen Theorien lässt sich die Basis von E-Learning bilden? Welche Grundsätze gibt es beim Lernen, speziell beim computerunterstützten Lernen? Welche Medien können sinnvoll eingesetzt werden, damit der Lernprozess unterstützt und in entscheidender Weise verbessert wird? Fragen über Fragen, die zum Teil noch auf Antworten warten.

Trotz der vielen verschiedenen Fragen rund um E-Learning beschäftigt sich diese Arbeit nur mit zwei grundlegenden Themen: Zum einen mit der Zugänglichkeit der Kurse und ihrer Inhalte speziell für Sehbehinderte und Blinde. Die besonderen Bedürfnisse dieser nicht (nur) visuell orientierten Benutzergruppe stellen hohe Anforderungen an die Konzeption und Gestaltung der Lerninhalte. Neben der Zugänglichkeit – engl. Accessibility – geht es zum anderen um die Interaktivität, da ihr Grad oft als bedeutendes Mass für die Qualität von E-Learning-Kursen und den Lernerfolg bezeichnet wird. Beide Parameter sind schwer zu messen, da sich ihre Werte nur mit qualitativen Aussagen (auf der Nominal- oder Ordinalskala) ausdrücken lassen. Im Bereich der Zugänglichkeit haben wir es in den meisten Fällen sogar mit einem binären System (0: nicht erfüllt, 1: erfüllt) zu tun. Deshalb wird im Zusammenhang mit der Accessibility im Deutschen auch oft der Begriff der „Barriere“ verwendet. Bildlich gesehen: Eine offene Barriere ermöglicht den Zugang, eine geschlossene verunmöglicht jegliche Zugangsversuche.

Zu Beginn der Arbeit wurde ich häufig gefragt: „Interessieren sich Sehbehinderte und Blinde denn für E-Learning und erst noch E-Learning von geographischer Information?“ Ich mache es mir in dieser Arbeit nicht zum Ziel, diese Frage abschliessend beantworten zu können, sondern begnüge mich weitgehend mit den Ergebnissen der im Einführungskapitel zitierten Umfrage aus Deutschland. Allein ihre Aussage, dass 63 % der 3 300 Befragten grosses Interesse an Aus- und Weiterbildungsangeboten angeben – nur Stellenangebote und Kontakte wurden häufiger genannt – ist für mich eine klare Antwort auf den ersten Teil der Frage. Ein weiterer Aspekt ist die unterdessen rechtsgültige Verpflichtung, Dienstleistungen und Informationen der öffentlichen Hand für alle zugänglich zu machen. Die Tatsache, dass E-Learning von geographischer Information sich von der Gestalt und den Inhalten her nicht sonderlich von anderen Disziplinen und Fächern unterscheidet, beantwortet den zweiten Teil der Frage. Einige Ausnahmen bestehen in der Suche nach optimalen Darstellungen von Karten und räumlich verteilten Informationen verschiedener Massstäbe

⁴Natural Hazards and Risks, <http://www.planat.ch/index.php?navID=688>, Abruf: 24.06.2005

am Bildschirm, ein Problem, das sich in Geographie und Kartographie häufig stellt. Im Weiteren wird rund um die Raumvorstellung und die Wegfindung von Blinden geforscht. Auf Raumvorstellung und Wegfindung gehe ich im Rahmen dieser Arbeit nicht ein, sie sind Teil von eigenen Forschungsrichtungen und würden den Rahmen der Arbeit sprengen.

Oberstes Ziel dieser Arbeit ist es, aufzuzeigen, welche Möglichkeiten im Bereich der Zugänglichkeit von E-Learning-Kursen bestehen und welchen Aufwand sie benötigen. Es geht dabei um die Voraussetzungen bei der Konzeption und Umsetzung. Im Rahmen meiner praktischen Ausarbeitung des Prototyps GITTAccessible verwende ich die Ansätze 'Typisierung der Inhalte', 'Erfassen von Metadaten' und 'Adaption des Kurses mittels Benutzerprofilen'.

Nun wünsche ich viel Spass beim Lesen meiner Arbeit!
Luzern im Januar 2006, Gregor Lütolf

Inhalt

Dank	iii
Vorwort	iv
Abkürzungsverzeichnis	x
Zusammenfassung	xii
Summary	xiii
1. Ausgangslage und Fragestellung	1
1.1. Ausgangslage	1
1.2. Zielsetzung	4
1.3. Aufbau der Arbeit	5
2. Lernen, E-Learning	7
2.1. Kommunikation	8
2.2. Lerntheorien	10
2.2.1. Behaviorismus	11
2.2.2. Kognitivismus	13
2.2.3. Konstruktivismus	15
2.3. Mediendidaktik	16
2.4. Multimedia, Hypermedia	20
2.5. Interaktivität	24
2.6. Formen des E-Learning	29
2.7. E-Learning und GIS	35
2.8. Fazit	41
3. Das Medium Internet	42
3.1. Benutzungsschnittstelle	43
3.2. Benutzerprofile	46
3.3. Inhaltstypen, Lernobjekte	52
3.4. Multimedia via WWW	59
3.5. Server-Plattformen	67
3.6. Infrastruktur Lernplatz	72

3.7. Adaption	74
3.8. Fazit	80
4. Accessibility von E-Learning	82
4.1. Rechtliche Grundlagen	83
4.2. Lernende mit Behinderungen	85
4.3. E-Learning mit Sehbehinderten und Blinden	86
4.4. Geographie mit Blinden und Sehbehinderten	90
4.5. Zugänglichkeit der Anwendung	92
4.6. Zugänglichkeit des Inhalts	98
4.7. Fazit	105
5. Das Projekt GITTA	108
5.1. Übersicht	108
5.2. Konzepte von GITTA	110
6. Zugänglichkeit von GITTA	114
6.1. Vorgehen	114
6.2. Auswahl der Testlektionen	115
6.3. Zugänglichkeitstest von GITTA	117
6.4. Auswertung des Tests von GITTA	118
6.4.1. Inhalt: Validität des Quellcodes	118
6.4.2. Präsentation: Sicht-, hör- und ertastbar?	121
6.4.3. Funktionalität: Benutzbar?	125
7. Der GITTAaccessible Prototyp	132
7.1. GITTAaccessible Konzeption	132
7.2. Entwicklungsumgebung	136
7.3. Variante für stark Sehbehinderte	138
7.4. Variante für Blinde	146
7.5. Umfang und Aufwand	151
8. Zugänglichkeit von GITTAaccessible	153
8.1. Inhaltsauswahl für den Zugänglichkeitstest von GITTAaccessible	153
8.2. Auswertung des Tests von GITTAaccessible	154
8.2.1. Validität des GITTAaccessible-Codes nach Standards des W3C	154
8.2.2. Browserplattform-Test von GITTAaccessible	156
8.2.3. Funktionalität von GITTAaccessible	159
8.3. Vergleich der Tests von GITTA und GITTAaccessible	164
8.4. Erkenntnisse aus den Zugänglichkeitstests	165
8.5. Empfehlungen zur Verbesserung der Zugänglichkeit von E-Learning-Kursen	166

9. Schlussfolgerungen und Ausblick	171
9.1. Zusammenfassung zur eingehenden Zielsetzung	172
9.2. Ausblick	175
A. Verzeichnisse	179
Verzeichnis der Abbildungen	180
Verzeichnis der Tabellen	183
Literatur- und Quellenverzeichnis	185
B. Anhang	208

Abkürzungsverzeichnis

<i>ADO</i>	ActiveX Data Objects
<i>API</i>	Application Programming Interface (deutsch: Programmierschnittstelle)
<i>CAI</i>	Computer Aided Instruction
<i>CBT</i>	Computer Based Training
<i>CGI</i>	Common Gateway Interface
<i>CHI</i>	Computer-Human Interaction
<i>CSS</i>	Cascading Style Sheets, Version 2.1 (siehe Bos u. a. 2005)
<i>DBI</i>	Database Independent
<i>ECMA</i>	European Computer Manufacturers Association
<i>FTP</i>	File Transfer Protocol
<i>GIST</i>	Geographic Information Science and Technology
<i>GITTA</i>	Geographic Information Technology Training Alliance (siehe GITTA 2005)
<i>GIUZ</i>	Geographisches Institut der Universität Zürich, http://www.geo.unizh.ch/ , Abruf: 14.07.2005
<i>GPRS</i>	General Packet Radio Service
<i>GPS</i>	Global Positioning System
<i>HCI</i>	Human Computer Interaction
<i>HTML</i>	Hypertext Markup Language, Version 4.01 (siehe Raggett u. a. 1999)
<i>IP</i>	Internetprotokoll
<i>IRC</i>	Internet Relay Chat
<i>ITS</i>	Intelligente tutorielle Systeme
<i>JDBC</i>	Java Database Connectivity
<i>KI</i>	Künstliche Intelligenz
<i>LBS</i>	Location-based Services
<i>NAHRIS</i>	Natural Hazards and Risks, http://www.planat.ch/index.php?navID=688 , Abruf: 24.06.2005
<i>ODBC</i>	Open Database Connectivity

Inhalt

<i>PHP</i>	PHP: Hypertext Preprocessor
<i>SOAP</i>	Simple Object Access Protocol
<i>SSH</i>	Secure shell
<i>SVC</i>	Swiss Virtual Campus (siehe Swiss Virtual Campus 2005)
<i>URL</i>	Uniform Resource Locator
<i>VFH</i>	Virtuelle Fachhochschule Deutschland
<i>W3C</i>	World Wide Web Consortium
<i>WAP</i>	Wireless Application Protocol
<i>WBT</i>	Web Based Training
<i>WCAG</i>	Web Content Accessibility Guidelines, Version 1.0 (siehe Chisholm u. a. 1999)
<i>WLAN</i>	Wireless Local Area Network
<i>WML</i>	Wireless Markup Language
<i>WTA</i>	'Wireless Telephony Application Specification', WAP Forum TM , WAP-169-WTA. http://www.openmobilealliance.org/
<i>XHTML</i>	Extended Hypertext Markup Language, Version 1.0 (siehe Pemberton u. a. 2002)
<i>XML</i>	Extensible Markup Language

Zusammenfassung

Diese Diplomarbeit über die „Zugänglichkeit von geographischen E-Learning-Kursen für Sehbehinderte und Blinde am Beispiel von GITTA“ nennt wichtige theoretische Grundlagen aus den Bereichen *Lernen/E-Learning*, *Internet* und *Accessibility von E-Learning*. Die unterschiedlichen Ausrichtungen dieser Themengebiete weisen auf den interdisziplinären Charakter der Arbeit hin.

Neben den Grundlagen über Kommunikation und Lerntheorien erhält der Leser einen Einblick in die Konzepte der Mediendidaktik, welche die zentrale Disziplin im Bereich des E-Learning darstellt. E-Learning, im Rahmen dieser Arbeit vorwiegend auf WBT bezogen, wird von Multimedia/Hypermedia und von Interaktivität geprägt. Die Eignung von GIS für E-Learning-Zwecke schliesst die Betrachtungen über E-Learning ab. Das Medium Internet mit seinen Eigenschaften wird wegen der starken Gewichtung von WBT im Rahmen dieser Arbeit und des getesteten E-Learning-Kurses GITTA umfangreich beschrieben. Das zentrale Element bei computergestütztem Unterricht stellt die Benutzungsschnittstelle dar. Die verschiedenen Inhaltstypen werden im Vorgang der Adaption mit den Benutzer- und Geräteprofile kombiniert, um den verschiedenen Bedürfnissen aller Beteiligten zu entsprechen.

Die Betrachtung der Accessibility von E-Learning bildet den Übergang von der Theorie zur Praxis. Es wird auf die neue rechtliche Situation in der Schweiz hingewiesen und ein Versuch zur Kategorisierung der Behinderungstypen unternommen. Im weiteren konzentriert sich die Arbeit auf die Zugänglichkeit von E-Learning für Sehbehinderte und Blinde, und auf die Möglichkeiten zur Vermittlung von geographischen Inhalten an Sehbehinderte und Blinde. Zum Schluss werden die Anforderungen an die Zugänglichkeit von Anwendung und Inhalt detailliert beschrieben.

Im Rahmen des praktischen Teils dieser Arbeit wurden Inhalte aus dem E-Learning-Kurs GITTA mit automatischen Softwaretools auf ihre Zugänglichkeit hin getestet. Die Resultate wurden für die Konzeption der beiden Varianten des Prototyps *GITTAAccessible* verwendet. Eine Variante hat als Benutzergruppe 'stark Sehbehinderte', die andere 'Blinde seit Geburt'. Die Zugänglichkeitstests von *GITTAAccessible* zeigen, dass der Prototyp *GITTAAccessible* zugänglicher ist, als das GITTA-Original. Weitere Erkenntnisse aus diesen praktischen Experimenten, rollenbezogene Empfehlungen zur Verbesserung der Zugänglichkeit von E-Learning-Kursen und Schlussfolgerungen mit Ausblick und Visionen schliessen die Arbeit ab.

Summary

This thesis about „Accessibility of geographic e-learning courses for vision impaired and blind users, considering GITTA as example“ mentions important theoretical basics from the fields of *Learning/e-learning*, *Internet* and *Accessibility of e-learning*. The different topics show the interdisziplinarity of this work.

Beneath the basics about communication and learning theories, the reader gets an insight to the concepts of media didactics as the key discipline in e-learning. E-learning (mainly wbt for the domain of this thesis) is dominated by multimedia/hypermedia and interactivity. The eligibility of gis for e-learning purposes closes the section about e-learning. Internet as a media is one of the main topics of this work because of the wbt character of the GITTA course tested in the practical part. The focus of any computer based training lies on the user interface. A course and its different content types are adapted in respect to the users needs, modelled by the user and device profile

Accessibility of e-learning ist the transition from theory to practical work. First, the new equivalence law for the disabled in Switzerland and the different categories of disabilities are discussed. Further, this work points out the accessibility of e-learning for the vision impaired and blind people and the possibilities of teaching geographic information to them. The requirements for the accessibility of applications and content are explained in detail.

For the practical part of the thesis, content from the e-learning-course GITTA was tested with automatic software tools to detect accessibility errors. The results of this tests are used for the concept of both versions of the *GITTAaccessible* prototype. The first version for highly visual impaired people, a second for blind people born without sight. The accessibility tests of *GITTAaccessible* show that the prototype is more accessible than the original version of GITTA. Further knowledge from this experiments, rule-based recommendations to improve the accessibility of e-learning courses, conclusions and visions form the end of the thesis.

1. Ausgangslage und Fragestellung



Abb. 1.1.: Fernstudium mit Einsatz von Multimedia
(Quelle: TIDE Project MART)

1.1. Ausgangslage

„The power of the Web is in its universality. Access by everyone regardless of disability is an essential aspect.“

TIM BERNERS-LEE¹

Die meisten Informationen und Dienstleistungen in unserer Gesellschaft orientieren sich am Massenmarkt und entsprechen den Bedürfnissen eines fiktiven durchschnittlichen Benutzers ohne Behinderungen. Es ist aus diesem Grunde leicht zu verstehen, dass sehbehinderte und blinde Menschen einen erschwerten Zugang zu diesen Informationen und Dienstleistungen haben. Deshalb nennen wir diese Menschen ja auch „behindert“. Dieser erschwerte Zugang gilt auch im Bereich der Aus- und Weiterbildung. Bis heute werden behinderte Menschen durch die gängigen Konzepte und

¹Tim Berners-Lee, W3C Director, Zitat in Web Accessibility Initiative

Entwicklungen unserer Gesellschaft ausgegrenzt und benachteiligt. Erst nach und nach entwickelt sich ein Bewusstsein, welches uns Behinderte auch als vollwertige Menschen sehen lässt. Gefördert wurde dieser Prozess vorwiegend durch die Behindertenorganisationen und die durch sie angestrebten Gleichstellungsgesetze im Bereich des täglichen Lebens. In der Schweiz trat am 01.01. 2004 das Behindertengleichstellungsgesetz (BehiG²) zusammen mit der Behindertengleichstellungsverordnung (BehiV³) des Bundes in Kraft, welches die Gleichstellung gesetzlich regelt. Die Verordnung sieht vor, dass die Bundeskanzlei und der „Informatikrat Bund“ für die Verwaltungseinheiten des Bundes die notwendigen Richtlinien erlassen. Am 23. Mai 2005 hat der „Informatikrat Bund“ diese Richtlinien für die Gestaltung von barrierefreien Websites verabschiedet. Sie wurden von einer Expertenkommission des Bundes, der Stiftung „Zugang für alle“ und weiteren Experten ausgearbeitet und schreiben vor, dass alle Websites des Bundes, die neu erstellt werden, die Konformitätsstufe AA der WCAG 1.0⁴ erreichen müssen. Bestehende Websites müssen bis zum 31. 12. 2006 ebenfalls diese Konformität erreichen.

Die Mensch-Maschine-Schnittstellen der Computer zu Zeiten der Betriebssysteme wie MS-DOS basierten auf linearer Ein- und Ausgabe von Informationen mittels Texten. Die Schnittstelle bestand nur aus einer Eingabeaufforderung, dem Prompt, der die aktuelle Eingabezeile markierte. Befehle wurden mittels Tastatur eingegeben und die Ausgabe geschah auf einem monochromen Monitor. Für Blinde existierte schon damals eine akustische Sprachausgabe. Die Weiterentwicklung dieser Schnittstellen führte zu grafischen Benutzeroberflächen wie dem heute von den meisten Betriebssystemen verwendeten Desktop. Diese Benutzeroberflächen stellen Ein- und Ausgabe grafisch dar und ermöglichen damit eine gleichzeitige räumliche Darstellung verschiedener Informationen. Für die Eingabe wurden die Maus und andere Zeigegeräte erfunden. Dies stellte sich für den Durchschnittsmenschen mit seiner visuellen Orientierung als grosser Gewinn heraus. So lassen sich auch Informationen in Form von Grafiken und Bildern darstellen, erstellen und bearbeiten und mehrere Informationen gleichzeitig überblicken. Die Steuerung der Benutzeroberfläche geschieht über grafisch orientierte Hilfsmittel und die Tastatur. Für Blinde und Sehbehinderte führte dies nach Schneider u. Strothotte (1999) jedoch zu vermehrten Problemen der Benutzbarkeit und der Zugänglichkeit, da für sie die Orientierung und Strukturierung durch die erhöhte Komplexität verloren gingen und sich die Informationen nicht mehr in sequentieller Abfolge präsentieren. Dies gilt in besonderem Masse für das World Wide Web (WWW, kurz 'Web' genannt), welches jedoch nach der Vorstellung von Tim Berners-Lee universell und allen zugänglich sein sollte. Dies erstaunt nicht, entwickelte sich das Web doch auf der Grundidee des Hypertext-Modells, welches Texte unterschiedlicher Quellen und Speicherorte mittels Verweisen (Links)

²siehe SR 151.3

³siehe SR 151.31

⁴Web Content Accessibility Guidelines, Version 1.0 (siehe Chisholm u. a. 1999)

miteinander verbinden lässt.

Das Web sowie andere Internetdienste wie E-Mail stellen heute für alle, die einen Anschluss haben, einen echten Mehrwert dar, ja sie sind unterdessen nicht mehr aus dieser Welt wegzudenken. Insbesondere behinderte Menschen profitieren von der Unabhängigkeit von Raum und Zeit, die das Internet bietet. Laut einer Umfrage der „Stiftung Digitale Chancen“ 2001 in Deutschland mit über 3000 Benutzern nutzen gerade deshalb sehr viele Behinderte häufig diese Medien. Bei dieser Umfrage gaben auch 63 % der Befragten an, dass sie Bedarf an Aus- und Weiterbildungsangeboten haben. Untersuchungen über die Benutzerfreundlichkeit von Benutzeroberflächen im Bereich des computerunterstützten und computergestützten Lernens sowie der Simulation wurden ursprünglich in den USA vom Militär durchgeführt und sind nicht erst mit dem Internet-Boom entstanden. Viele der dort formulierten Richtlinien und Ratschläge sind heute noch aktuell.

Die Problematik der Benutzerfreundlichkeit von Informationstechnologien, wozu auch das Internet gehört, wird von den Experten für CHI⁵ und von Usability-Spezialisten untersucht. Die Usability-Forschung beschäftigt sich mit technischen Problemen und der Erarbeitung von Richtlinien sowie mit Tests der Benutzeroberflächen mit Nichtbehinderten zur Steigerung der Bedienerfreundlichkeit. Der anerkannte Usability-Guru Nielsen schreibt in seiner Webkolumne darüber:

„The 944 guidelines related to military command and control systems built in the 1970s and early 1980s; most used mainframe technology. You might think that these old findings would be completely irrelevant to today’s user interface designers. If so, you’d be wrong.“

NIELSEN (2005)

Seit kurzem befasst man sich mit der Notwendigkeit des Zugangs für alle, um sich so nicht zuletzt auch einen grösseren Nutzerkreis zu erschliessen. Seit den Anfängen des computergestützten Unterrichts (CBT) hat eine schnelle und kontinuierliche Entwicklung der Technik stattgefunden. E-Learning erhielt durch den grossen Erfolg des Internets ein neues und universelles Medium für die Verbreitung der Inhalte und für die Kommunikation. Leider sind viele Entwicklungen von Online-Lerninhalten im Zuge des Internet-Booms zu wenig systematisch erfolgt und oft ohne ein Konzept in das konventionelle Lehrangebot integriert worden. Diese Diplomarbeit berücksichtigt Kriterien der Accessibility schon in der Konzeptphase des Prototyps und zeigt die dadurch erzielten Vorteile auf. Seit 2000 werden in der Schweiz im Rahmen des Projektes „Swiss Virtual Campus“⁶ auch im Bereich der Geographie staatlich geförderte E-Learning-Kurse entwickelt. Da diese Kurse teilweise die konventionellen

⁵Computer-Human Interaction (weitere Abkürzungen siehe Abkürzungsverzeichnis)

⁶SVC (siehe Swiss Virtual Campus 2005)

Lehrveranstaltungen ersetzen oder ergänzen sollen, gelten für sie dieselben gesetzlichen Verpflichtungen über die Zugänglichkeit wie für konventionelle Lehrangebote.

1.2. Zielsetzung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Frage: „Wie lässt sich für Sehbehinderte und Blinde die Zugänglichkeit von E-Learning-Kursen verbessern?“ Diese Frage wird für die genauere Bearbeitung in folgende Teile zerlegt:

- Accessibility: Wie zugänglich sind bestehende E-Learning-Kurse im Bereich der Geographie für Sehbehinderte und Blinde?
- Multimedia & Didaktik: Wird durch den Einsatz multimedialer Inhalte die Qualität von E-Learning-Kursen für alle verbessert?⁷
- Technik: Welche zusätzlichen technischen Massnahmen sind notwendig, um bestehende E-Learning-Kurse für Sehbehinderte und Blinde zugänglich zu machen? Welche Rolle spielt dabei das Einhalten von (Web)-Standards?

In den Bereichen Accessibility und Technik werden eine genaue Durchsicht der Inhalte und des Quellcodes sowie automatische Softwaretests durchgeführt. Diese Tests werden anhand der am Geographischen Institut der Universität Zürich (GIUZ)⁸ entwickelten Kursmodule von GITTA⁹ durchgeführt. Vorhandene Barrieren¹⁰ werden dabei identifiziert und die Arbeit wird auf konkrete Zugänglichkeitsprobleme hinweisen. Angelehnt an internationale Empfehlungen wie den WCAG¹¹ wird aus den gewonnenen Erkenntnissen eine Liste von Kriterien erstellt, welche die Verbesserung der Accessibility von E-Learning-Kursen ermöglichen soll. Als Ergänzung zu den automatischen Softwaretests wird der 'Quick Check' aus dem durch die Stiftung „Zugang für alle“ in Zusammenarbeit mit der „namics AG“ erstellten Testprotokoll „Bewertung der Zugänglichkeit (Accessibility) von Websites für Menschen mit Behinderungen“¹² verwendet.

Im Bereich Multimedia und Didaktik möchte die Arbeit aufzeigen, dass mit dem Einsatz alternativer Lerninhalte auch für Sehbehinderte und Blinde eine interaktive

⁷nach Clark (2003, S. 2&3): „*Accessibility puts the multi in media*“, „*Accessibility is value-adding*“

⁸Geographisches Institut der Universität Zürich, <http://www.geo.unizh.ch/>, Abruf: 14. 07. 2005

⁹Geographic Information Technology Training Alliance (siehe GITTA 2005),
<http://www.gitta.info/>, Abruf: 14. 07. 2005

¹⁰Ein einfaches Beispiel für eine solche Barriere ist der fehlende Alternativtext zu einem Bild.

¹¹Web Content Accessibility Guidelines, Version 1.0 (siehe Chisholm u. a. 1999),
<http://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT/>, Abruf: 14. 07. 2005

¹²siehe (Zugang für alle u. namics ag 2004)

multimediale Lernumgebung geschaffen werden kann. Entscheidend ist, dass Nicht-behinderte durch eine solche alternative Gestaltung des Kurses nicht ihrerseits beim Lernen behindert werden. Die Berücksichtigung der Accessibility-Kriterien fordert von keiner Seite einen Verzicht, sondern bereichert alle Lernenden in individueller Weise. Dies soll in dieser Arbeit durch die Ausgestaltung eines Prototyps demonstriert werden. Die Ergebnisse sollen bewirken, dass bei der Gestaltung von E-Learning-Kursen in Zukunft auf Accessibility-Kriterien geachtet wird.

1.3. Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit bewegt sich in den drei Feldern E-Learning, GIS und Accessibility. Jeder der drei Bereiche ist eine Welt für sich mit mehreren Fachrichtungen und Schwerpunkten. Abbildung 1.2 dient daher der Übersicht.

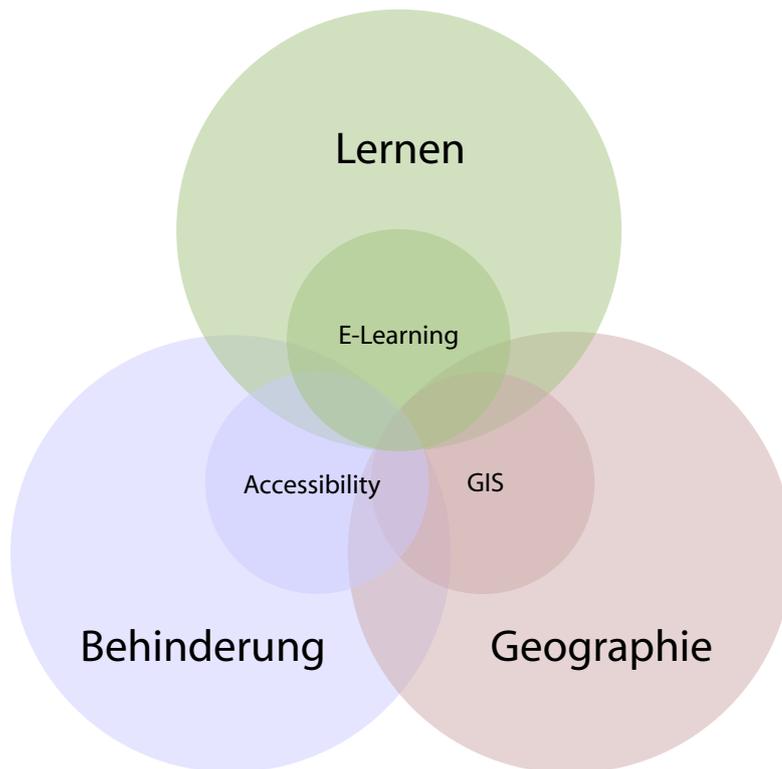


Abb. 1.2.: Die drei Bereiche Lernen, Geographie, Behinderung und ihre im Rahmen dieser Arbeit wichtigen zugehörigen Felder E-Learning, GIS, Accessibility

Nach dem einleitenden ersten Kapitel beschäftigt sich Kapitel 2 mit „Lernen und E-Learning“, der Wissensvermittlung in multimedialen Umgebungen. Dazu gehören einige Grundsätze der Kommunikation und des Lernens, welche klar machen,

dass nicht jeder Mensch auf dieselbe Art und Weise Informationen aufnimmt. Die Forschung lässt sich auf diesem Gebiet in drei Grundrichtungen der Lerntheorien fassen. Das Kapitel behandelt weiter die Mediendidaktik, Multimedia, Interaktivität und verschiedene Aspekte des E-Learning, z.B. im Einzugsbereich der Fachdidaktik Geographie, welche sich mit speziellen Ansätzen und Methoden zur Vermittlung von geographischen Informationen beschäftigt.

Kapitel 3 behandelt wesentliche Teile der Technik und der technischen Umsetzungsmöglichkeiten von Multimedia rund um computergestütztes Lernen, im Speziellen des Web based training (WBT). Es geht um Teile des Informatik-Konzepts, welche dem didaktischen Konzept entsprechen müssen, sowie um die Werkzeuge und Methoden, die bei der Umsetzung einer Lernumgebung zur Verfügung stehen.

Kapitel 4 geht auf die Thematik der Accessibility ein. Es werden die verschiedenen Behinderungskategorien vorgestellt und ihre bedeutenden Behinderungen für die Arbeit am Computer und dadurch auch für die Lernumgebung. Standards und die rechtlichen Grundlagen bilden die Rahmenbedingungen bei der Entwicklung von E-Learning-Kursen für Behinderte. Die Einhaltung dieser grundlegenden Kriterien der (Web)-Accessibility wird durch Testverfahren überprüft. Spezielle Aspekte der Accessibility für Sehbehinderte und Blinde in den Bereichen E-Learning und Geographie werden zum Schluss dieses Kapitels aufgezeigt.

Kapitel 5 stellt das Projekt GITTA mit seinen Konzepten vor. Kapitel 6 liefert eine Übersicht und Beschreibung des Vorgehens bei der praktischen Arbeit. Der verwendete Testkatalog von GITTA wird vorgestellt, der Zugänglichkeitstest beschrieben und im Anschluss der Test anhand von GITTA durchgeführt. Kapitel 7 handelt vom GITTAaccessible-Prototypen, der im Rahmen dieser Arbeit konzipiert und erstellt wurde. Die beiden Varianten für stark Sehbehinderte und Blinde sind detailliert beschrieben. Ziel des Prototypen ist die Demonstration einer möglichst guten Zugänglichkeit von GITTA für Sehbehinderte und Blinde. Kapitel 8 beschreibt die Inhaltsauswahl für den Zugänglichkeitstest von GITTAaccessible vor und präsentiert die Resultate dieses Tests. Im Anschluss wird ein kurzer Vergleich zwischen den Resultaten aus den Tests von GITTA und GITTAaccessible angestellt, wichtige Erkenntnisse aus diesen Tests diskutiert und eine Liste von Empfehlungen zur Verbesserung der Zugänglichkeit von E-Learning-Kursen präsentiert.

Das letzte Kapitel 9 liefert zusammenfassend Antworten auf die eingangs formulierten Fragen und zeigt mögliche Weiterentwicklungen im Bereich dieser Arbeit und der Zugänglichkeit von Information auf.

2. Lernen, E-Learning

„Das Lernen ist wie ein Meer ohne Ufer. . . “

KONFUZIUS¹

Lernen ist ein Prozess; wir bezeichnen damit jede Veränderung unseres Verhaltens (behavior) oder unseres Wissens (knowledge), unabhängig davon, ob es beabsichtigt (intendiert) oder unbeabsichtigt (inzidentuell) erfolgt. Eine solche Veränderung wird durch Reize, Signale oder Situationen herbeigeführt. Lernen und Gedächtnis stehen dabei in engem Zusammenhang zueinander – jedoch beschränkt sich das Gedächtnis auf Prozesse der Speicherung. Das inzidentuelle Lernen (Lernen ohne Intention oder Absicht) wird in unserer Gesellschaft wenig beachtet, obwohl wir täglich Dinge lernen, ohne es tatsächlich zu beabsichtigen. Kinder lernen in hohem Masse inzidentuell. Mit zunehmendem Alter wird das inzidentuelle Lernen durch beabsichtigtes, intendiertes Lernen ergänzt. (Holzinger 2001)

Wie Abbildung 2.1 zeigt, ist erfolgreiches Lernen von vielen Faktoren abhängig, die von Softwareentwicklern bei der Erstellung von Lernprogrammen zwingend berücksichtigt werden müssen.

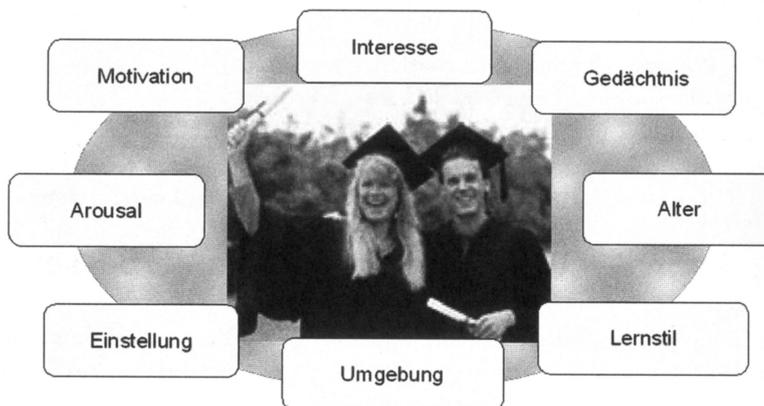


Abb. 2.1.: Auswahl von Einflussfaktoren
(nach Holzinger 2001, S. 108)

Der Computer kann das Lernen nicht verbessern, aber durch den Einsatz multimedialer Lernsoftware stehen neue Möglichkeiten zur Verfügung. Dabei liegen nach

¹Konfuzius, eig. Kung-fu-tse, chin. Philosoph, 551 v.Chr. - 479 n.Chr.

Holzinger (2001) die grossen Chancen eines multimedialen, computergestützten Lernens in zwei wesentlichen Bereichen:

- Verbesserung der Didaktik
- Erhöhung der Motivation, Aufmerksamkeit und Aktivierung (Arousal)

2.1. Kommunikation

„Kommunikation dient dem einseitigen oder wechselseitigen Austausch von Informationen. Treten diese Informationen in Form von Text, Sprache, Bildern und Videos auf, wird von Telekommunikation gesprochen. Wird die Telekommunikation dazu noch um die Möglichkeit der Interaktion erweitert, dann liegt eine „echte“ Multimedia-Kommunikation vor.“

HOLZINGER (2002, S. 37)

Holzinger (2002) unterscheidet drei Arten von Kommunikation, abhängig vom Einsatz von Maschinen. Als erstes nennt er die Mensch-Mensch-Kommunikation, die durch interaktive Gestik, Mimik, Laute und Sprache unmittelbar von Mensch zu Mensch erfolgt. Sowohl Sender als auch Empfänger müssen aus dem gleichen Zeichenvorrat schöpfen, um sich verstehen zu können.² Die beiden durch Maschinen unterstützten Kommunikationsformen unterscheiden sich dadurch, ob die Maschine nur als Übertragungsmedium dient oder aber eigentlicher Kommunikationspartner ist. Bei der Mensch-Maschine-Mensch Kommunikation (indirekte Kommunikation) sind Sender und Empfänger Menschen, die Maschine dient nur als Medium zur Übertragung der Informationen. Computer haben sich durch die universelle Einsetzbarkeit zudem als Element in der Mensch-Maschine-Mensch Kommunikation etabliert. Diese Art der Kommunikation ist im Internet sehr verbreitet. Beispiele dafür sind E-Mail, IRC (Internet Relay Chat), Internet-Telefonie (IP-Telefonie).

Die Kommunikation von Mensch zu Maschine ist aufwändiger, weil die kommunikative Kompetenz bei Sender und Empfänger sehr hoch sein muss. Der Mensch muss zusätzliche Fertigkeiten³ besitzen, um Nachrichten entschlüsseln zu können. In der Informatik wird bei Mensch-Maschine-Kommunikation allgemein von HCI (Human Computer Interaction) gesprochen. HCI beschäftigt sich mit der Gestaltung, Implementierung und Evaluation interaktiver Informationssysteme und stützt sich auf Software-Ergonomie und Usability. Die Mensch-Maschine-Schnittstelle (Benutzerschnittstelle) wird CHI (Computer Human Interface) genannt und definiert die Benutzersicht. Nach einer anfänglich starken Orientierung an der Maschine und der

²z. B. die selbe Sprache sprechen

³wie z. B. die Bedienung der Maschine oder ein Systemverständnis

damit verbundenen Anpassung des Menschen an die Maschine, wird heute gefordert, dass diese Schnittstelle möglichst an menschliche Arbeits- und Denkweisen angepasst werden sollte. Mensch und Computer haben nach Holzinger (2001) in verschiedenen Bereichen ihre Stärken.

Überlegenheit des Menschen über den Computer:

- Empfindlichkeit für schwache visuelle und auditorische Reize.
- Erkennen zeitveränderlicher, komplexer, unscharfer Reize (z. B. Sprache).
- Fähigkeit zu eigenständigem kreativen Problemlösen.

Überlegenheit des Computers:

- Entdecken eindeutig definierter Signale.
- Messen, Zählen, Rechnen und formale logische Operationen.
- Ermüdungsfreie Leistung auch bei hoher Signaldichte und Ablenkreizen.

Eine weitere wichtige Unterscheidung, unabhängig von der Kommunikationsform, ist diejenige in synchrone (gleichzeitige) und asynchrone (zeitlich versetzte) Kommunikation. Bei der Mensch-Mensch-Kommunikation findet synchrone Kommunikation z. B. in einem direkten Gespräch statt, asynchrone beim herkömmlichen Briefwechsel, der Postkarte oder in Form einer kurzen schriftlichen Notiz am Kühlschrank. Ein modernes Beispiel für synchrone Kommunikation von Mensch zu Mensch über eine Maschine (Computer) sind die Internet-Telefonie oder der Chat. Daneben können E-Mail und Diskussionsforen als asynchron angesehen werden. Bei der Mensch-Maschine-Kommunikation ist die Unterscheidung in synchron und asynchron schwieriger, denn die meisten Dinge geschehen dabei synchron. Der Texteditor reagiert (antwortet) beim Tippen dieser Buchstaben auch sofort durch die Anzeige des jeweiligen Zeichens, das zur angeschlagenen Taste auf der Tastatur gehört. Synchrone Kommunikation in Form von unmittelbarer Rückmeldung ist in dieser Kommunikationsform besonders wichtig, da der Benutzer diese Rückmeldung benötigt, um weitere Schritte zu unternehmen. Genauso kann aber der Computer auf gewisse Anfragen des Benutzers erst nach einer gewissen zeitlichen Verzögerung (asynchron) reagieren.

Eine detaillierte Zusammenstellung über die Technologien und Dienste des Internets zur Kommunikation und Zusammenarbeit auch aus der Sicht des WBT (Web based training) bietet Horton (2000) mit Abbildung 2.2.

Mechanism	Conveys					Bandwidth	Routing				Received		Technical difficulty	Synchronous
	Text	Images	Choices	Sound	Motion		One-to-one	Broadcast	Some-to-some	All-to-all	Automatically	Voluntarily		
E-mail	Y					Low	Y	Y			Y		Low	
E-mail list	Y					Low		Y		Y	Y		Medium	
Newsgroup	Y					Low			Y			Y	Medium	
Forum	Y					Low			Y			Y	Medium	
Chat	Y					Low	Y			Y		Y	Medium	Y
Response pad			Y			Low				Y		Y	Medium	Y
Whiteboard		Y				Medium	Y	Y				Y	Medium	Y
Screen sharing		Y				Medium	Y	Y				Y	Medium	Y
Audioconferencing				Y		Medium	Y	Y		Y		Y	High	Y
Videoconferencing		Y		Y	Y	High	Y	Y		Y		Y	High	Y

Abb. 2.2.: Internet-Technologien zur Kommunikation (nach Horton 2000, S. 368)

2.2. Lerntheorien

„Werden Erkenntnisse über das Lernen, wie beispielsweise Lernbedingungen und Lernerfolge, systematisch und analytisch zusammengeführt erhalten wir Lerntheorien. Diese umfassen die grundlegenden Konzepte, nach denen eine Lernsoftware 'funktioniert'.“

HOLZINGER (2001, S. 108)

Jede Lernsoftware basiert also auf einer Lerntheorie. Meistens werden diese grundlegenden Konzepte nicht offen dargelegt, auch weil sie vielen Softwareentwicklern selbst gar nicht bewusst sind. Werden Experten aus Psychologie oder Pädagogik herangezogen, ist dort oft ein Desinteresse an der Informatik und/oder ein Mangel an technischem Basiswissen feststellbar. Im Bereich der neuen Medien ist interdisziplinäres Denken jedoch von grösster Wichtigkeit. (Holzinger 2001)

Die vielen verschiedenen Lerntheorien werden oft in drei Hauptströmungen zusammengefasst:⁴

- Behaviorismus
- Kognitivismus
- Konstruktivismus

Eine detaillierte, tiefere Betrachtung dieser Ansätze liegt selbstverständlich ausserhalb der Möglichkeiten dieser Arbeit, und so seien für jede Richtung jeweils bloss die Grundkonzepte und die wichtigsten Aussagen der jeweiligen Vertreter erwähnt.

2.2.1. Behaviorismus

Der klassische Behaviorismus beschäftigt sich ausschliesslich mit messbaren und beobachtbaren Daten und schliesst ausdrücklich Ideen, Emotionen, innere Erfahrungen u.ä. aus. Nach Auffassung des Objektivismus, einer ersten Strömung des Behaviorismus, soll es eine vollständige und korrekte objektive Form geben. In behavioristischer Denkweise ist Lernen die Beeinflussung (conditioning) von Reaktionen der Lernenden. (Holzinger 2001)

Der Behaviorismus ist eine prominente und einflussreiche akademische Richtung innerhalb der Lernpsychologie. Sein Ziel ist die möglichst objektive Beschreibung von messbaren und beobachtbaren Reaktionen des Individuums. Lernprozesse werden als Reiz-Reaktions-Mechanismen gesehen, die von der äusseren Umgebung und von inneren biologischen Prozessen abhängig sind. Für Behavioristen ist Psychologie die Lehre vom beobachtbaren Verhalten (behavior) ohne Berücksichtigung innerer mentaler Prozesse. (Holzinger 2001)

Das traditionell erste Paradigma ist die klassische Konditionierung. Iwan Pawlow machte 1900 die Beobachtung, dass einige seiner Laborhunde Speichel absonderten, bevor sie Futter erhielten. Dieses Verhalten zeigten aber nur Tiere, die schon länger bei ihm im Labor waren. Um dieses Verhalten genauer zu untersuchen, produzierte er in seinem Experiment zuerst einen Ton mit Hilfe einer Stimmgabel. Das Tier – der berühmte Pawlowsche Hund – reagierte mit einer Orientierungsaktion, indem es seine Ohren spitzte. Einige Sekunden später bekam der Hund eine kleine Menge Fleischpulver. Nach nur wenigen Wiederholungen fand Pawlow heraus, dass allein die Präsentation des Tones eine Speichelabsonderung bewirkte. Diese Reaktion bezeichnete er als konditionierten Reflex. (Lefrancois 1995)

⁴Tabelle B.1 im Anhang bietet eine Gegenüberstellung nach Baumgartner u. Payr (1994, S. 110, verändert und ergänzt).

In den Fussstapfen von Wundt untersuchte Edward Lee Thorndike experimentell die Lernmechanismen an Hühnern, Ratten und Katzen. Für Thorndike ist Lernen die Bildung neuraler Verbindungen zwischen Reizen (stimuli) und Reaktionen (responses); das Vergessen ist die Aufhebung solcher Verbindungen⁵. 1913 formulierte Thorndike nach Experimenten mit hungrigen Katzen in Käfigen sein Gesetz der Übung (Law of exercise). Es besagt, dass Verbindungen zwischen Reizen und Reaktionen gefestigt werden, wenn diese häufig wiederholt werden. Das Gesetz der Auswirkung (Law of effect) besagt nach Thorndike, dass Lernen umso schneller erfolgt und die Stärke der Verbindungen umso ausgeprägter wird, je grösser das Ausmass der Befriedigung durch diesen Lernvorgang ist. Das Gesetz der Lernbereitschaft (Law of readiness) nach Thorndike besagt, dass für einen optimalen Lernerfolg ein bestimmter Zustand des Organismus gegeben sein muss und dass bestimmte Verhaltensmuster leichter erlernt werden als andere. (Lefrancois 1995)

Der heute am meisten mit dem Behaviorismus in Zusammenhang gebrachte Name ist jener von Burrhus Frederick Skinner. Skinner sprach von einem operanten Verhalten als einem Verhalten, das durch seine Folgen in der Umwelt beeinflusst wird. Bei der Operanten Konditionierung wird die Auftretenswahrscheinlichkeit eines Verhaltens auf Grund der Konsequenzen dieses erlernten Verhaltens beeinflusst. Folgt dem gezeigten Verhalten eine angenehme Konsequenz, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass dieses Verhalten in gleichen oder ähnlichen Situationen wieder gezeigt wird. Folgt dem Verhalten eine unangenehme Konsequenz, so verringert sich die Wahrscheinlichkeit, dass es wieder auftritt. Dieses Modell beruht auf Prinzipien des Hedonismus: Unser Verhalten ist auf Steigerung der Lust und Verminderung von Schmerz ausgerichtet. Skinner war der Ansicht, dass die Ursachen für das Verhalten ausserhalb des Organismus liegen. Nach seiner Auffassung ist die Wissenschaft vom Verhalten das Entdecken und Formulieren von Gesetzen⁶, welche die Interaktion zwischen Individuum und Umwelt beschreiben. (Lefrancois 1995)

Skinner begründete das in den 50er Jahren populär gewordene Programmierte Lernen. Er gilt als Vater von klassischen Lernmaschinen, wobei diese auf Arbeiten von Thorndike basieren. Skinner formulierte für seine Lernprogramme sieben didaktisch wichtige Schritte, die bei der Umsetzung zu berücksichtigen sind:

- Auf eine Antwort muss unmittelbar eine Rückmeldung folgen.
- Alle Lernenden müssen eine Unterrichtseinheit jeweils in ihrem persönlichen Lerntempo bewältigen können.

⁵Heute ist man nach Untersuchungen der Hirnforschung eher der Ansicht, dass die Verbindungen nicht aufgehoben werden, sondern lediglich verblassen.

⁶Formulieren oder Beschreiben von Gesetzen: Beim Formulieren wird davon ausgegangen, dass die Gesetzmässigkeiten erst dadurch entstehen, beim Beschreiben werden bereits vorhandene (Natur)-Gesetze wiedergegeben.

- Alle Lernziele müssen klar, objektiv und eindeutig formuliert werden, um gezielt Rückmeldungen geben zu können.
- Aufgaben sollten so gestellt werden, dass diese mit hoher Wahrscheinlichkeit richtig gelöst werden können. Dies dient der Erfolgssicherheit und vermeidet Frustrationen.
- Der Lernstoff muss in eine genau geregelte und festgelegte Abfolge von Frage- und Antwort-Kombinationen gebracht werden, mit sukzessivem Anstieg des Schwierigkeitsgrades.
- Die Lernenden sollten möglichst aktiv und selbstständig sein und die Fragen und Aufgaben auch wirklich selbst bearbeiten.
- Besonders ausdauerndes, gutes und korrektes Arbeiten sollte durch zusätzliche Belohnungen weiter verstärkt werden.

In einer behavioristischen Lernsituation, der klassischen Unterrichtsstunde, haben Lehrer die volle Kontrolle über die Lernumgebung. Die Vermittlung von Faktenwissen steht dabei extrem im Vordergrund, was zunächst auch wichtig und grundlegend ist, beispielsweise für späteres Konzeptlernen und selbstständiges Problemlösen. Allerdings bleibt es meistens nur bei dieser Vermittlung des Faktenwissens. Eine Hauptkritik am Behaviorismus bezieht sich denn auch auf die grundsätzlich stark eingeschränkte und einseitige Auffassung über die Natur des Lernens. In einer Prüfung wird lediglich Faktenwissen abgefragt, was einer blossen Wiedergabe von eingepprägten Informationen entspricht. In den meisten Fällen gehen diese Informationen bald nach der Prüfung wieder verloren und stehen daher für die Konzeptbildung oder spätere Problemlöseprozesse, dem Transfer, kaum zur Verfügung. (Holzinger 2001)

2.2.2. Kognitivismus

Lernen wird im Kognitivismus als Wechselwirkung eines externen Informationsangebots mit einer bereits intern vorhandenen Wissensstruktur verstanden. Da ein Schwerpunkt beim Kognitivismus auf die im Gehirn ablaufenden Verarbeitungsprozesse gelegt wird, besteht ein enger Zusammenhang zum Forschungsgebiet der künstlichen Intelligenz (KI). In dieser Forschung wird versucht, intelligentes Verhalten in technischen Systemen zu simulieren. Auf dieser Basis wurden auch die intelligenten tutoriellen Systeme (ITS) entwickelt. Unter einem ITS versteht man ein adaptives Lernsystem, welches sich auf den Lernenden einstellt und ihm individuelle Hilfestellungen bietet.

Unter Kognition wird jeder mentale Prozess verstanden, der mit den zentralen Elementen Erkennen und Wissen zu tun hat. Deshalb stehen beim Kognitivismus die Denk- und Verarbeitungsprozesse der Lernenden im Mittelpunkt. Ein Lernvorgang läuft aus Sicht des Kognitivismus wie ein klassischer Informationsverarbeitungsprozess ab. Im Kognitivismus werden die Lernenden als eigenständige Persönlichkeiten betrachtet, die äussere Stimuli selbstständig und aktiv internal verarbeiten und sich nicht einfach durch äussere Reize steuern lassen. (Holzinger 2001)

Jean Piaget⁷ erforschte das Lernen von Kindern. Seinem Stufenmodell der kognitiven Entwicklung liegt die Erkenntnis zu Grunde, dass Kinder ihr eigenes Modell der Umwelt konstruieren und sich Wissen auf der Tatsache von Konzeptbildung aneignen. Dabei werden abhängig vom Alter ständig einfache durch zunehmend komplexere Konzepte ersetzt.

Die soziale Interaktion als integraler Teil menschlicher Informationsverarbeitung betonte Jerome Seymour Bruner 1961. Er entwickelte unter anderem die Entdeckungstheorie des Lernens und sah das Problemlösen mit strukturierten Suchstrategien als zentralen Bestandteil des Entdeckenden Lernens. Seine Theorie des Entdeckenden Lernens besagt in den wichtigsten Punkten:

- Entdeckendes Lernen wird durch die Lernenden selbst gesteuert.
- Die Lernenden müssen selbstständig Informationen entdecken, priorisieren und neu ordnen und danach Wissen generieren, Regeln ableiten und Konzepte bilden, um damit neue Probleme lösen zu können.
- Lernvorgänge werden durch die Neugier und das Interesse der Lernenden geleitet. Sie sollen ihre eigenen Lösungsansätze und Lösungswege entwickeln.

Bei diesem selbst gesteuerten Lernen ist ein hoher Grad an intrinsischer Motivation⁸ erforderlich. Dem impliziten Lernen und der Intuition wird dabei ein grosser Stellenwert beigemessen. Dem Entdeckenden Lernen wird – im Allgemeinen auch durch Schulmeister (2002a) bestätigt – eine motivierende Wirkung zugesprochen. Entdeckendes Lernen ist ein positiver Ansatz, nicht jedoch ein Patentrezept für effektiveres Lernen.

⁷Jean Piaget (1896-1980) ist einer der bedeutendsten Entwicklungspsychologen unserer Zeit. In unzähligen Büchern hat er sich der geistigen Entwicklung des Kindes gewidmet. Seine Arbeit kann man den Bereichen des Kognitivismus und Konstruktivismus zuordnen. Seine Ergebnisse standen im Gegensatz zu den damals vorherrschenden des Behaviorismus und der Psychoanalyse.

⁸Von intrinsischer Motivation wird gesprochen, wenn ein innerer subjektiver Anreiz besteht, einen Sachverhalt zu verstehen. Neugiermotivation in Form des menschlichen Explorationsbedürfnisses ist ein Beispiel dafür. Ungewissheit, Neuheit und Komplexität führen zum Bedürfnis, diese zu untersuchen. (Blumstengel 1998)

Abschliessend kann gesagt werden, dass beim Kognitivismus von einer einzigen, objektiv wahren und erkennbaren Realität ausgegangen wird, die jeder Mensch mit seinen Sinnesorganen als Reize aufnimmt und in individuellen internen Prozessen unterschiedlich verarbeitet. Die Lehrenden haben die Rolle von Tutoren, die bei Bedarf Hilfestellung geben und die Lernenden auf nicht erkannte Fehler hinweisen. Es geht darum, die eigenständigen Lernprozesse zu begleiten und nicht strikt vorzugeben. Oberstes Lernziel ist das Entdecken von Lösungsmethoden. (Holzinger 2001)

2.2.3. Konstruktivismus

Der Kern der konstruktivistischen Position ist die Annahme, dass Wissen erst durch eine subjekte Konstruktion von Ideen und Konzepten entsteht. Im Extremfall neigen radikale Konstruktivisten zu einem Solipsismus. Dieser schliesst jegliche Existenz einer äusseren, realen und objektiven Wirklichkeit aus. Demnach sind Sinneswahrnehmungen keine objektiven Abbilder, sondern individuelle Konstruktionen. Die eigentliche Wahrnehmung findet nicht in den Sinnesorganen statt, sondern erst als Ergebnis kognitiver Prozesse in den Hirnarealen. Das Vorwissen der Lernenden ist von entscheidender Bedeutung. Neues Wissen wird immer in Bezug darauf konstruiert.

Nach konstruktivistischer Sicht soll anhand von authentischen Situationen gelernt werden. Informationen sollen nicht in kleine Stücke aufgeteilt, sondern anhand realistischer Probleme in komplexen Zusammenhängen mit einer Vielzahl gegenseitiger Abhängigkeiten dargestellt werden. Die Aufgabe von Lehrern wird primär als die von Coaches gesehen, die individuelle Konstruktionsprozesse anregen und unterstützen, aber nicht wirklich steuern können. Eine konstruktivistische Lernumgebung soll ein herausforderndes Milieu gewährleisten. Es soll die Lernenden dazu anregen, Probleme in Zusammenarbeit mit anderen zu lösen. (Holzinger 2001)

Aus den Überlegungen zur konstruktivistischen Sicht des Lernens und dem situierten Lernen lassen sich einige konkrete Anforderungen für die Gestaltung von Lernumgebungen ableiten. Reinmann-Rothmeier u. a. (1994) nennen für die Gestaltung konstruktivistischer Lernsysteme folgende Prinzipien:

- Die Authentizität der Lernumgebung soll bei den Lernenden das Verständnis für den tatsächlichen Nutzen des Lerninhalts erhöhen.
- Sachverhalte und Konzepte werden im Sinne der 'situierten Anwendungskontexte' immer in Verbindung mit dem sozialen (und physischen) Kontext, in dem gelernt wurde, gespeichert.
- Die Darstellung multipler Anwendungskontexte für das erworbene Wissen ist wichtig, um die Dekontextualisierung und den Transfer auf andere Situationen

zu fördern. Multiple Perspektiven (z. B. aus dem Blickwinkel verschiedener theoretischer Ansätze oder verschiedener Personen) dienen der Förderung der kritischen Auseinandersetzung mit dem Stoff.

- Der soziale Kontext betont die Beziehungen der Lernenden untereinander und zu Lehrern bzw. Fachexperten, welche ein wesentlicher Bestandteil der Lehr-/Lernsituation sind.

Nach den Ideen des Konstruktivismus sollen Computer nicht als Mittel zur Steuerung von Lernprozessen, sondern als Informations- und Werkzeugangebote für selbstgestaltete Lernprozesse eingesetzt werden. Dies kann gut durch den Einsatz von Multimedia erreicht werden. Das Hauptziel des Konstruktivismus ist Kompetenz, nicht Wissen wie im Kognitivismus oder Leistung wie im Behaviorismus. Der Entwicklungsaufwand für konstruktivistische Lernumgebungen ist dafür aber sehr viel höher. (Holzinger 2001)

2.3. Mediendidaktik

„Die Entwicklung des didaktischen Geschicks von Interaktionsdesignern ist eine zentrale Aufgabe einer Multimediadidaktik. Interaktionsdesign sollte nicht allein den kumulierten Praxiserfahrungen und der Intuition eines Lernprogrammators oder eines Entwicklungsteams überlassen bleiben, sondern aus dem breiten interdisziplinären Wissenspool der Lern- und Instruktionspsychologie, der Human-computer-interaction-Forschung und der Designwissenschaften Anregungen schöpfen. Es wäre von grossem Vorteil, wenn die Multimediadidaktik dabei eine ordnende und systematisierende Rolle übernehmen könnte, um praktikable Designmodelle für die Interaktion von Lernenden mit hypermedialen Lernumgebungen zu entwickeln.“

HAACK (2002, S. 136)

Die Definitionen und Anwendungen des Begriffs 'Medium' sind sehr vielschichtig. Im Allgemeinen wird darunter nach Häss (2004) ein „vermittelndes Element zur Weitergabe oder Verbreitung von Informationen durch Sprache, Gestik, Mimik, Schrift und Bild verstanden.“ Aus technischer Sicht kann nach Bauer (2000) die Funktion eines Mediums als Ordnungskriterium dienen. Danach ergibt sich laut ISO die Unterteilung in Tabelle 2.1.

Perzeptionsmedien	Medien, die Reize auf den Menschen bedeuten (Licht, Schall, Geruch, ...)
-------------------	---

Fortsetzung auf der nächsten Seite ...

Präsentationsmedien	Medien der Mensch-Computer-Interaktion (Papier, Bildschirm, Lautsprecher, Karten)
Repräsentationsmedien	Darstellungsformen im Computer (ASCII-Code, JPEG, MPEG, ...)
Speichermedien	Arbeitsspeicher, Festplatte, Diskette, CD, ...
Übertragungsmedien	Koaxkabel, Glasfaser, Luft, Internet, ...

Tab. 2.1.: Medien, nach ihrer Funktion geordnet
(nach Bauer 2000)

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird in Kapitel 3 auf das Übertragungsmedium 'Internet' und auf die verschiedenen Repräsentationsmedien eingegangen. Die Repräsentationsmedien bilden im Bereich der Informatik den eigentlichen Kern des Begriffs Multimedia. Die Disziplin der Mediendidaktik untersucht ihrerseits die Nutzung aller Medien zu Lehr- und Lernzwecken. Nach Holzinger (2001) werden Computerprogramme zwar technisch sehr anspruchsvoll entwickelt, ihre multimediale Umgebung erweist sich aber als nicht wirkungsvoll. Kerres (1999) führt dies darauf zurück, dass die Medienkonzeptionen nicht primär an der Lösung von Bildungsproblemen ausgerichtet werden.

Dies führt unweigerlich zur Forderung der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Informatik und Pädagogik, speziell bei der Konzeption. Holzinger (2001) betont, dass es aber nicht genügt, lediglich die Experten aus den jeweiligen Fachbereichen isoliert für sich arbeiten zu lassen. Vielmehr sind eine Offenheit gegenüber dem Basiswissen der anderen Gebiete, sowie eine intensive Zusammenarbeit notwendig. Im weiteren sind experimentelle Untersuchungen in Labor- und Feldtests zusammen mit Lernenden und Lehrenden unverzichtbar, wenn wirkungsvolle Lernsoftware entwickelt werden soll.

Eine mediendidaktische Analyse umfasst nach Kerres (1999) folgende, sich gegenseitig beeinflussende Faktoren:

- Zielgruppe
- Lernziele
- Lerninhalte
- didaktische Methode(n)
- Strukturierung des Lernangebotes
- Spezifikation der Lernorganisation

- ausgewählte Medien und Hilfsmittel

Die Mediendidaktik ist ein Teilbereich der Medienpädagogik und eine Anwendung der allgemeinen Didaktik. Nach Holzinger (2001) geht es dabei vorwiegend um die Entwicklung, Verwendung und Evaluation von Medien mit Blick auf ihre Eignung in Lehr- und Lernsituationen. Die Mediendidaktik soll Möglichkeiten, Formen und Wirkungsweise des Einsatzes verschiedener Medien im Unterricht aufzeigen.

Lernumgebungen, die sich als didaktisch sinnvoll erwiesen haben und in der Nutzung erfolgreich waren, zeichnen sich nach Kerres (1999) durch folgende Merkmale aus:

- Sie enthalten ein Arrangement unterschiedlicher Medien (Audio, Video, Interaktion), Hilfsmittel, Einrichtungen und persönlicher Dienstleistungen, die aufeinander bezogen und abgestimmt sind.
- Die Medien sind so aufbereitet, dass sie das Eintauchen in eine besonders anregende Umwelt fördern: Allein die Beschäftigung mit dem Medium regt bereits die Motivation der Lernenden an.
- Die Lernprozesse basieren zwar auf Eigenaktivitäten der Lernenden, diese sollen aber in der Verfolgung ihrer Lerninteressen durch die Umgebung entsprechend Unterstützung finden. Gleichzeitig sollen sie so wenig wie möglich bei ihren Lernaktivitäten eingeschränkt werden.

Für Holzinger (2001) beginnt die professionelle Konzeption von Bildungsmedien mit der Wahl des Bildungsproblems anhand der ersten drei Faktoren der mediendidaktischen Analyse nach Kerres (1999): Bestimmung einer Zielgruppe, Benennung von Lerninhalten und Festlegung von Lernzielen. Eine erfolgreiche Kommunikationsstrategie beruht auf der genauen Definition von Zielgruppe, Inhalten und Zielen.

Zur Charakterisierung der Zielgruppe können nach Holzinger (2001) folgende Merkmale herangezogen werden:

- soziodemographische Daten
- Vorwissen
- Lerngewohnheiten
- Lerndauer
- Einstellungen
- Erfahrungen
- Medienzugang

Zusätzlich sollten die persönliche Veranlagung mit den daraus resultierenden Hindernissen (sog. Behinderungen), sowie weitere daraus resultierende Merkmale berücksichtigt werden, die nicht zum selbst beeinflussbaren Verhalten gehören.

Ein Lernziel gibt an, was die Lernenden nach dem Durcharbeiten eines Lernangebotes wissen und können sollten. Im weiteren sollte ein Lernziel auch definieren, wie und anhand welcher Fragestellung dieses Lernziel überprüft werden kann.

Um den Aspekt der Interaktion hervorzuheben, wird die Lernumgebung (real oder virtuell) häufig als Interaktionsraum bezeichnet. Für die mediendidaktische Forschung stellen sich nach Holzinger (2001) im Zusammenhang mit diesem Raum Fragen wie: Wie ist der Interaktionsraum eines Mediums (z.B. Internet) zu gestalten, um Lernerfolge zu sichern bzw. zu erhöhen? Speziell stellt sich im Zusammenhang mit Hypertextsystemen⁹ die Frage, ob die Interaktion anhand vorgegebener Lernwege sequentiell oder in einem offenen Interaktionsraum erfolgen soll. Kerres (1999) beantwortet diese entscheidende Frage anhand von fünf Kriterien zur Struktur des Interaktionsraumes: Vorwissen, Motivation, Lernstoff, Lernverhalten, Zielgruppe. Siehe dazu Tabelle 2.2.

SEQUENTIELLE LERNWEGE	OFFENER INTERAKTIONSRaum
wenig Vorwissen	viel Vorwissen
extrinsische Motivation	intrinsische Motivation
Lehrstoff streng gegliedert	Lehrstoff nicht gegliedert
unselbstständiges Lernen	selbstständiges Lernen
inhomogene Zielgruppe	homogene Zielgruppe

Tab. 2.2.: Entscheidungskriterien für die Struktur des Interaktionsraumes (nach Kerres 1999)

Daraus kann gefolgert werden, dass ein komplett offener Interaktionsraum nur dann seine Berechtigung hat, wenn die Zielgruppe über genügend Vorwissen des Fachgebiets verfügt, der Lerngegenstand bei den Lernenden grosses Interesse hervorruft und der Lehrstoff nach keiner logischen Abfolge durch Abhängigkeiten verlangt. Im weiteren setzt eine offene Lernumgebung mehr selbstständiges Lernen voraus und sie eignet sich besser im Zusammenhang mit einer klar abgrenzbaren Zielgruppe, welche im Hinblick auf soziodemographische und lernpsychologisch relevante Merkmale homogen ist.

Da diese Anforderungen in den wenigsten Fällen erreicht werden können, kommen meistens sequentielle Lernwege zur Anwendung. Wie lässt sich ein Lernangebot aber

⁹vgl. Abschnitt 2.6

sinnvoll in Sequenzen einteilen? Dazu entwickelte Gagné (1965) das in Tabelle 2.3 dargestellte Modell mit neun instruktionalen Ereignissen (Aktivitäten der Lehrenden), um einen optimalen Lernerfolg zu sichern. Das Augenmerk ist dabei auf die Aktivitäten der Lernenden zu richten, da die korrespondierenden Aktivitäten der Lehrenden nur zur Sicherstellung jener Handlungen dienen. Bemerkenswerterweise beschäftigte sich Gagné (1965) schon in den 70er Jahren mit der Anwendung dieses Modells auf das computerunterstützte Lernen.

AKTIVITÄT DER LEHRENDEN (SYSTEM)	A. DER LERNENDEN (BENUTZER)
Erzielung von Aufmerksamkeit	Aktivierung der Konzentration
Bekanntgabe der Lernziele	Aufbau der Erwartungshaltung
Anknüpfung an Vorwissen	Aktivierung im Langzeitgedächtnis
Präsentation des Lernmaterials	Aufnahme des Lernmaterials
Anbieten von Lernhilfen	Übernahme in das Langzeitgedächtnis
Anwendung des Gelernten	Rückschluss auf Lernergebnis
Erteilung von Rückmeldung	Feedback in Form von Verstärkung
Testen der Lernleistung	Feedback in Form von Kontrolle
Förderung des Lerntransfers	Erprobung in neuen Situationen

Tab. 2.3.: Instruktions-Modell (nach Gagné 1965)

2.4. Multimedia, Hypermedia

Der Begriff Multimedia kann nicht scharf definiert werden, da sich der Bereich sehr schnell weiterentwickelt. Folgende Merkmale gelten nach Bibliographisches Institut u. F. A. Brockhaus AG (2005) aber als charakteristisch:

- Verschiedene Medientypen (z. B. Texte, Grafiken, Fotos, Videosequenzen, Musik, Sprache) werden integrativ verwendet. Wenigstens ein dynamischer (zeitveränderlicher) Informationstyp (z. B. bewegte Bilder, Ton) muss einbezogen sein.
- Die Nutzung der Angebote ist interaktiv. Der Nutzer ist nicht nur Empfänger, sondern kann über Rückkanäle reagieren, indem er Inhalte verändert oder auslöst. Zu diesem Merkmal zählt auch die Verwendung von Hypertext (Hypermedia).
- Darüber hinaus kann mit Hilfe von Spezialgeräten auch der Tastsinn oder die dreidimensionale Wahrnehmung angesprochen werden.

Diese allgemein gefasste Definition vermischt und vernachlässigt eine Dimension, die Holzinger (2002) bewusst ausweist, da Multimedia in der technischen Umsetzung nicht nur als der Einsatz mehrerer Medien angesehen werden kann. Die zusätzlichen Aspekte Codierung und Sinnesmodalität betonen, dass es neben der Wahl der Medien auch auf die Form und Präsentation der Inhalte für die Aufnahme über verschiedene Sinne ankommt. Bei der Gestaltung und technischen Umsetzung von E-Learning-Kursen wird in Bezug auf Multimedia wohl mehr von der Codierung als von den eigentlichen Medien gesprochen. Siehe dazu Tabelle 2.4.

	MONO . . .	MULTI . . .
Medium	monomedial: Buch, Bildschirm	multimedial: Audio, Video und Interaktivität
Codierung	monocodal: Nur Text, nur Bilder	multicodal: Text mit Bildern, Text mit Musik
Sinnesmodalität	monomodal: nur visuell, nur auditiv	multimodal: auditiv, visuell und haptisch

Tab. 2.4.: Verschiedene Möglichkeiten medialer Angebote
(nach Holzinger 2002, S. 16)

Braungart (1998) weist auf das „Problem der Multimedia-Theorie“ hin, wie er es nennt. Damit ist die bei Multimedia geforderte Kombination von verschiedenen Medien und Codierungen (Repräsentationen der Daten) gemeint. Abbildung 2.3 zeigt die Unterscheidung in statische und dynamische Medien von Bauer (2000) nach dem Gesichtspunkt der Datencodierung. Texte haben immer eine visuelle und eine akustische Dimension, Texte können auch Bilder sein. Wenn Bilder und Texte zusammenkommen, können sie sich in ihrer Wirkung steigern, sie können aber auch in Konflikt zueinander geraten. Braungart (1998) nennt dazu das Beispiel eines zerstreuten Nutzers einer CD-ROM, bei der sich ein wichtiger Text und eine ablenkende slide-show konkurrenzieren.

Nach Lehner u. a. (1998) ist Multimedia schliesslich eine Technologie, die der Marktentwicklung voraus ist. Der Markt für netzbasierte Multimediaanwendungen befindet sich zur Zeit in einer Entwicklungsphase, die zuverlässige Marktprognosen kaum erlaubt. Es besteht allerdings die übereinstimmende Auffassung, dass es sich um einen Bereich mit starkem Wachstum handle.

Dem Konzept von Hypermedia liegt jenes des Hypertextes zu Grunde. Im Rahmen dieser Arbeit wird Hypermedia als das Medium verstanden, welches nach Steinmetz (1999) durch die mögliche nicht-lineare Informationsverkettung (Multimedia-)Inhalte in Netzwerk- oder Graphenstruktur (Grundgedanke des Hypertextes) charakterisiert werden kann. Im Gegensatz zur meist vorgegebenen linearen (sequenti-

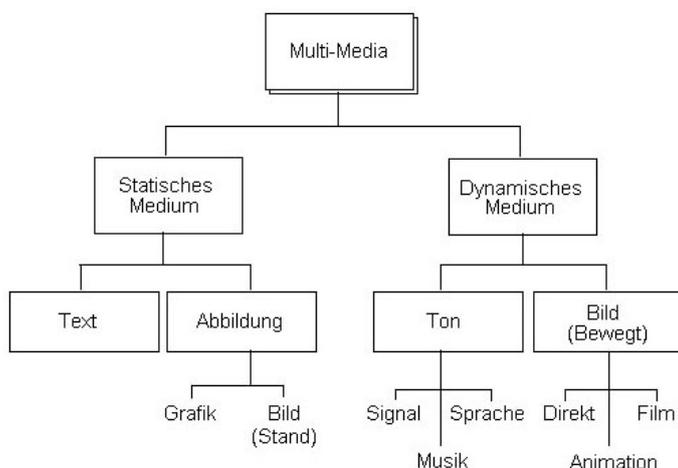


Abb. 2.3.: Multimedia-Komponenten (aus Bauer 2000)

ellen) Struktur der Inhalte herkömmlicher Printmedien wie Bücher oder Zeitungen überlässt Hypertext dem Leser die Freiheit¹⁰ über den Lesepfad. Die Knoten dieses Graphen bestehen aus einzelnen Informationseinheiten (Multimedialinhalten), die durch Kanten miteinander verbunden werden können. Diese Kanten, im Zusammenhang mit Hypertext '(Hyper-)Links' oder 'Verweise' genannt, gehören durch den Erfolg und die Verbreitung des Web heute bereits zum Allgemeinwissen. Nach der Graphentheorie gibt es gerichtete und ungerichtete Kanten. In der Praxis des Web repräsentiert ein Hyperlink eine gerichtete Kante. Steinmetz (1999) merkt an, dass auch in der jeweiligen Verkettung selbst Information steckt. Die Abbildung 2.4 zeigt einen solchen Graphen für das Begriffsnetz zum Begriff „Hypertext“. Der Graph im SVG-Format wurde automatisch aus den Cozitationen generiert. Die Pfeile stellen die gerichteten Kanten dar, die Ovale die Knoten.

Zur Veranschaulichung der Beziehung zwischen Multimedia, Hypertext und Hypermedia liefert Steinmetz (1999) die Abbildung 2.5 und zur Unterscheidung die strenge Definition eines Hypermedia-Systems: „Ein Hypermedia-System beinhaltet die nicht-lineare Verkettung von Informationen, die im strengen Sinn in mindestens einem kontinuierlichen und in einem diskreten Medium vorliegen. Besteht z. B. eine nicht-lineare Verkettung von Text- und Videodaten, so zählt dies zu Hypermedia, Multimedia und Hypertext.“

Wie Blumstengel (1998) ausführt, spielt die fachliche Schwerpunktsetzung des jeweiligen Autors eine bedeutende Rolle bei dieser Unterscheidung zwischen Hypermedia,

¹⁰Negativ gesehen auch als 'lost in Hyperspace' und als grösstes Risiko bezeichnet. Im positiven Sinne ermöglicht diese Freiheit individuelle Lernprozesse, die sich in der Struktur der Inhalte an den Assoziationen einzelner Gedanken und Ideen im menschlichen Gehirn anlehnen. Steinmetz (1999) zitiert dazu Gloor u. Steitz (1990)

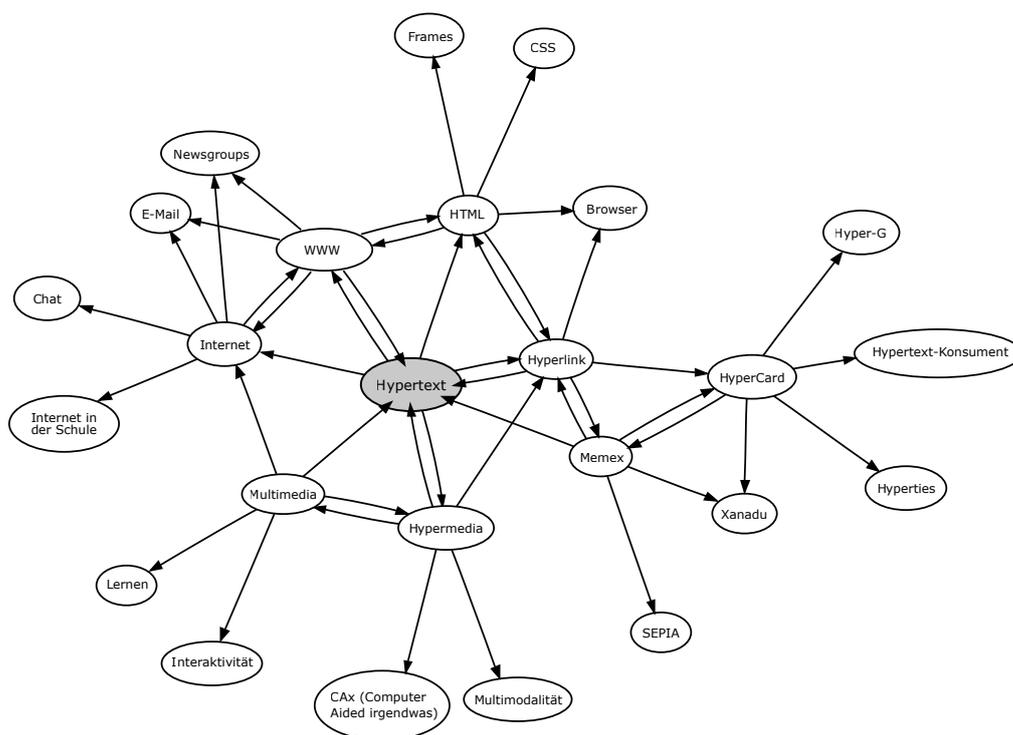


Abb. 2.4.: Begriffsnetz zum Begriff „Hypertext“ (nach Doebe 2005)

Multimedia und Hypertext. Im weiteren zitiert Blumstengel (1998) Nielsen (1995, S.13) für diese Präzisierung und den Begriff der Interaktivität¹¹ von Hypermedia: „... the fact that a system is multimedia-based does not make it hypertext. ... Only when users interactively take control of a set of dynamic links among units of information does a system get to be hypertext. It has been said that the difference between multimedia and hypermedia is similar to that between watching a travel film and being a tourist yourself.“

Blumstengel (1998) definiert Hypermedia durch folgende vier Begriffe:

- **Struktur:** Hypermedia besteht aus Knoten und Verbindungen zwischen diesen. Die Knoten beinhalten oder repräsentieren Informationen in integrierter digitalisierter Form.
- **Operationen:** Das Anlegen von Hypermedia durch Autoren ist ebenso wie das Lesen durch Benutzer eine prinzipiell nicht-sequentielle Tätigkeit. Der Leser bestimmt die Reihenfolge des Zugriffs auf die Knoten, indem er seinem Wissen und seiner Motivation entsprechend Hyperlinks benutzt bzw. anlegt.

¹¹siehe Kapitel 2.5

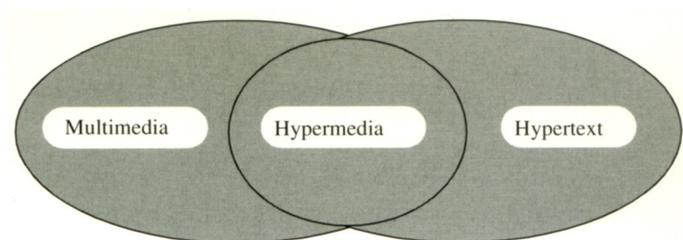


Abb. 2.5.: Hypermedia als Schnittmenge von Multimedia und Hypertext
(nach Steinmetz 1999, S. 702)

- **Medium:** Hypermedia wird auf Computerplattformen realisiert. Die Inhalte werden multimodal und multicodal präsentiert.
- **Interaktion:** Auf Hypermedia wird - im allgemeinen über eine direkt manipulierbare grafische Benutzeroberfläche - interaktiv zugegriffen.

2.5. Interaktivität

„Der Begriff der Interaktivität kommt in der Forschung zu Lernsystemen und E-Learning besonders häufig vor und spielt eine besondere Rolle in der aktuellen Diskussion über Metadaten. Interaktivität bezeichnet den aktiven Umgang des Lernenden mit Lernobjekten.“

SCHULMEISTER (2002B, S. 193)

Interaktivität ist nach Issing u. Klimsa (2002) ein umfassender Begriff für Eigenschaften eines Computersystems, welche dem Benutzer Eingriffs- und Steuermöglichkeiten bieten. Im Idealfall sind dies eine wechselnde Dialoginitiative von Mensch und Computer sowie von Mensch zu Mensch über ein Computernetz. Gerade weil die Interaktivität ein solch umfassender Begriff ist, gibt es unzählige Ansätze zur Kategorisierung solcher Eingriffs- und Steuermöglichkeiten in verschiedene Grade oder Levels.

„Although computers and the Web may help in instructional processes it is necessary to be cautious: cognitive psychology of learning processes show that passive processes are not enough, but that active work by the learner is necessary: the most we can achieve with (networked) computers is to make knowledge acquisition (learning) either more interesting or less expensive, or both. The motivation to use computers for the learning process in schools and universities is usually to achieve better motivation and more enjoyable learning; in companies the main driving force

is to reduce the cost incurred in training or retraining of employees or newcomers.“

MAURER (2001, S. 1)

Software enthält verschiedene Formen von Interaktivitäten. Sims (2000) identifiziert aus der Perspektive eines Softwareentwicklers verschiedene Interaktivitäten in Abhängigkeit zur Rolle des Lernenden. Seine Taxonomie bietet kombinierbare, interaktive Konstrukte, woraus umfassende und interessante 'instructional transactions' aufgebaut werden können. Die vorgeschlagenen Konstrukte sind in Tabelle 2.5 zusammengefasst. Die meisten davon können direkt entsprechenden Software-Komponenten zugeordnet werden. Learning Objects setzen sich typischerweise aus diversen Komponenten zusammen und können deshalb schwer in einem Framework klassifiziert werden. Sims (2000) bietet im weiteren Tipps, wie diese Konstrukte erweitert werden können, um Aussagen über Didaktik und Qualität zu machen. (Hanisch 2004)

CONSTRUCT	DESCRIPTION
Object	Object activation (e.g. button clicks) followed by a system response.
Linear	Forward/backward movements through a predetermined linear sequence.
Hierarchical	Linear interactivity preceded by a selection (e.g. menu selection).
Support	Optional performance support (e.g. general or context-sensitive help).
Update	Analysis of a user action, and generation of a matching update/feedback.
Construct	Problem solving requires manipulating component objects.
Reflective	Non-intelligent feedback opposing user's response with correct answer.
Simulation	User control; individual selections determine a training sequence.
Hyperlinked	Browsing a knowledge base.
Microworld	Training tasks of the work experience in a virtual environment.
Virtual Reality	Moving and acting inside of a complete virtual world that responds.

Tab. 2.5.: Taxonomie der kombinierbaren interaktiven Konstrukte (nach Sims 1995), (Darstellung aus Hanisch 2004, S. 20)

Schulmeister (2002a) zitiert Giardina (1992), der folgende Arten der Interaktivität nach dem Grad der Eigentätigkeit des Lernenden unterscheidet:

- Klicken-und-Zeigen
- Notizen in Hypertext-Systemen
- Objekte kreieren und animieren
- Wirkungsgefüge konstruieren
- produktiv arbeiten

Schulmeister (2003) schlägt im Anschluss daran ein eigenes qualitatives Framework vor, welches aus sechs Stufen der Interaktivität besteht. Diese sechs Stufen, in Tabelle 2.6 dargestellt, können direkt in die LOM Level (siehe Kapitel 2.6) umgesetzt werden. Die zugrunde liegende Lerntheorie ändert sich mit zunehmendem Grad an Interaktivität, vom Behaviorismus über den Instrukionalismus¹² hin zum Konstruktivismus. Der vierte Level entspricht dem 'learning by discovering', dem Entdeckenden Lernen, der fünfte Level dem 'learning by construction', dem konstruierenden Lernen. Wie beim LOM, enthält jeder höhere Level alle Aspekte der tieferen Levels. Hanisch (2004) weist darauf hin, dass in der Praxis nur sehr selten eine solche aufbauende Hierarchie existiert. Ein Lernobjekt vermittelt meistens einen Mix aus Konstrukten nach Sims (1995). Ein Lernobjekt kann z.B. Feedback bieten, aber dafür nur in einer Repräsentation vorliegen.

LVL.	LEARNING OBJECT	DESCRIPTION
0	Observation (no interactivity)	The user contemplates a multimedia object (e.g. image, video, sound, automated program) and performs necessary media actions (e.g. start, stop), or navigation.
1	Observe multiple representations (illustrative actions)	The user may choose from a set of options and contemplate temporal (slow motion, step-wise) or spatial (point of view) versions of multimedia objects. Examples: slide show, alternative data lists.
2	Modification of representation (motivating actions)	The user may vary the visualization, but not the content of a multimedia object (e.g. pan, zoom, rotate graphical scenes and objects).

Fortsetzung auf der nächsten Seite ...

¹²Nach Werner (2002) bedienen sich viele der frühen Lernprogramme einer Abwandlung des Behaviorismus, dem Instrukionalismus. Dem Lernenden wird eine kleine Aufgabe gestellt, die er lösen muss, und nur bei richtiger Antwort wird die nächste Frage gestellt.

2. Lernen, E-Learning

LVL.	LEARNING OBJECT	DESCRIPTION
3	Modification of content (interaction with cognitive concepts)	Content is no more pre-prepared, but generated as response to the user. The user may create different visualizations or visualize different relations by varying parameters. E. g. parameter manipulation in physical simulations.
4	Construct objects or models (microworld)	The user constructs new objects and designs underlying models or processes.
5	Feedback (intelligent analysis)	The user gets intelligent responses according to his actions. Schulmeister mentions again Cinderella, which applies an automated theorem checking engine.

Tab. 2.6.: Qualitatives Framework zur Klassifikation eines Learning Objekts in sechs Levels der Interaktivität (nach Schulmeister 2003), (Darstellung aus Hanisch 2004, S. 23)

Roblyer u. Ekhaml (2000) präsentieren schliesslich einen Katalog mit vier separaten Elementen zur Bewertung der Interaktivität von 'Distance Learning'-Kursen durch die Anbieter. Jedes der Elemente 'Social Rapport-building Activities', 'Instructional Designs for Learning', 'Technology Ressources' und 'Impact of Interactive Qualities as reflected in Learner Response' wird unabhängig mit Punkten auf einer Skala von 1-5 bewertet. Jeder nächst höhere Wert setzt die Eigenschaften der tieferen Werte voraus. Zur Bewertung des totalen Interaktivitätsgrades werden die Werte dieser vier Elemente addiert und nach drei Stufen bewertet. Total 1-7 Punkte bedeuten 'Low interactive qualities', 8-14 Punkte 'Moderate interactive qualities' und 15-20 Punkte 'High interactive qualities'. Tabelle 2.7 zeigt einen durch den Autor dieser Arbeit vereinfachten Bewertungsraster. Der Originalkatalog ist im Anhang als Tabelle B.2 wiedergegeben.

PT.	SOZIALE KONTAKTE	INSTRUKTIONS-DESIGNS	MEDIEN	INTERAKTIONEN
1	höchstens kurze Einführung ¹³	nur einseitige Kommunikation	Informationslieferung an Lernende ¹⁴	nur wenn verlangt
2	Austausch persönlicher Informationen	gegenseitige individuelle Kommunikation	gegenseitiger asynchroner Informationsaustausch ¹⁵	20-25 % freiwillig

Fortsetzung auf der nächsten Seite ...

¹³Studenten lernen sich nicht persönlich kennen

¹⁴z. B. Web, Fax, ...

¹⁵z. B. E-Mail, Mailliste, Newsgroup, Anschlagbrett, Wiki, ...

2. Lernen, E-Learning

PT.	SOZIALE KONTAKTE	INSTRUKTIONS- DESIGNS	MEDIEN	INTERAKTIONEN
3	eine klasseninterne Aktivität	Zusammenarbeit, Resultateaustausch in Lerngruppe	synchroner Austausch von Texten ¹⁶	25-50 % freiwillig
4	mehrere klasseninterne Aktivitäten	Zusammenarbeit, Resultateaustausch in Klasse	einseitig visuelle und gegenseitig auditive Kommunikation ¹⁷	50-75 % freiwillig
5	verschiedene klasseninterne und -externe Aktivitäten	Zusammenarbeit mit externen Experten, Resultateaustausch in Klasse	gegenseitig visuelle und auditive Kommunikation ¹⁸	über 75 % freiwillig

Tab. 2.7.: Bewertungsraster der Interaktivität von 'Distance Learning' Kursen (nach Roblyer u. Ekhaml 2000, verändert)

Hinter 'Soziale Kontakte (Austausch)' steckt nach Roblyer u. Ekhaml (2000) die Variable 'Social Goals of Interaction', welche vor allem auf der Aussage von Gilbert u. Moore (1998) beruht, dass soziale Kontakte und verstärkte Zusammenarbeit zu höheren Interaktionslevels führen können. 'Instruktionsdesigns' bezeichnet die Variable 'Instructional Goals of Interaction' mit dem Hintergrund der vermehrten Reflexion und Diskussion der Kursinhalte als eine der wichtigen Funktionen von Interaktionen in E-Learning-Umgebungen. Mit 'Medien (tech. Ressourcen)' ist die Variable 'Types and Uses of Technologies' bezeichnet, also der Einsatz verschiedener Technologien zur Animierung und Vereinfachung von Interaktionen. Die Kategorie 'Interaktionen (Auswirkung des Lernerverhaltens)' schliesslich steht für die Variable 'Impact of Interactivity-Changes in Learner Behaviors' welche ausschliesslich den Effekt der Interaktivität auf das Verhalten der Lernenden betont. Diese Variable ist nach Roblyer u. Ekhaml (2000) sehr wichtig, da sie ein direkter Gradmesser für die Akzeptanz und den freiwilligen Einsatz der Technologien des Kurses ist.

Die vorliegende Arbeit folgt der Argumentation von Roblyer u. Ekhaml (2000), welche auf die zum Teil in der Forschungsliteratur vorhandene Unterscheidung zwischen den Begriffen 'Interaktion' und 'Interaktivität' hinweist, dann aber zum Schluss kommt, dass die beiden Begriffe auf jeden Fall zusammenhängen und somit der Unterschied für die Bewertung nicht von Bedeutung ist.

¹⁶z. B. Chat

¹⁷z. B. Telekonferenz

¹⁸z. B. Videokonferenz

Die Interaktivität einer jeden Internet-Anwendung wird durch Kombination verschiedener Technologien auf der Server- sowie auf der Clientseite ermöglicht. Wie Holzinger (2002) beschreibt, bietet HTML alleine für die Interaktivität nur Formulare mit Eingabefeldern, Auswahlmenüs, Kästchen, usw. Die Formulardaten werden an den Server geschickt und über CGI¹⁹ können Programme oder Skripte auf dem Server diese Daten auswerten oder weitergeben. So können Inhalte als Antwort bereits auf der Serverseite dynamisch generiert werden. Heute existiert eine Vielzahl von Möglichkeiten um ein System mit der gewünschten Interaktivität zu erstellen. Dabei ist immer mehr der Trend zur Verschmelzung von herkömmlichen Anwendungen und Technologien mit der Präsentation und dem Zugang über Internet zu beobachten. Kombinierte Serverarchitekturen, wie sie im Abschnitt 3.5 beschrieben werden, ermöglichen die dynamische Generierung, Konvertierung und Transcodierung von Inhalten aus XML- oder Datenbankquellen. Auf der Clientseite, welche im Abschnitt 4.2 beschrieben ist, ermöglichen Skriptingtechnologien die dynamische Visualisierung und direkte Interaktivität mit dem Benutzer. Da die Infrastruktur der Client-Plattformen sehr verschieden ist und dem Entwickler die Konfiguration der Serverseite gut vertraut ist, gilt für auf der Server- wie der Client-Seite dynamische Anwendung meist der Grundsatz: Generierung, Konvertierung und Integration der Inhalte auf der Serverseite und nur dynamische Funktionalitäten für die Interaktion zwischen Benutzer und GUI auf der Clientseite. Daneben muss sichergestellt werden, dass die Information und Navigation auch bei verminderter Unterstützung der Funktionalität zugänglich und benutzbar bleibt. Dieser Ansatz bringt mehr Stabilität und bessere Unterstützung, dafür ist ein solcher Online-Kurs nicht ohne weiteres offline²⁰ benutzbar. Bei GITTA wurde für die Offline-Verwendung des Kurses ein eigenes Format gewählt, welches die Inhalte einer Lektion in einem Dokument integriert.

2.6. Formen des E-Learning

„For tens of thousands of years, human beings have come together to learn and share knowledge. Until now, we had to come together at the same time and place. But today, the technologies of the Internet have eliminated that requirement. Soon anybody will be able to learn anything anywhere at any time, thanks to a new development called Webbased training.“

HORTON (2000, S. 1)

¹⁹Nach Holzinger (2002) ist CGI ein Protokoll, das der Kommunikation zwischen HTML-Forms und einem Programm dient. Ein CGI-Skript kann in jeder Sprache geschrieben sein.

²⁰In diesem Kontext wird offline als getrennt vom Internet verstanden, wie die Wortkombination 'off line' besagt.

E-Learning ist die Kurzform von 'Electronic Learning', nach dem Vorbild der Abkürzung von 'E-Mail'. Man kann also E-Learning als Elektronisches Lernen bezeichnen. Der Begriff E-Learning fasst jegliche Lehr- und Lernaktivitäten zusammen, welche durch den Einsatz von elektronischen Hilfsmitteln, Medien, ermöglicht wird. Seufert u. Mayr (2002, S. 45) liefern zum Begriff E-Learning folgende Definition: „E-Learning findet statt, wenn Lernprozesse in Szenarien ablaufen, in denen gezielt multimediale und (tele)kommunikative Technologien integriert sind.“

Für Baumgartner u. a. (2002a) war die Bedeutung des Begriffs E-Learning zu Beginn seines Auftretens „stärker auf das elektronisch unterstützte Lernen (satellitengestütztes Lernen, Lernen per interaktivem TV, CD-ROM, Videobänder, etc.) konzentriert.“ Durch den riesigen Boom des Internets und durch die Integration mehrerer Technologien und Medien bot sich das Internet geradezu für die Verwendung in E-Learning-Anwendungen an. Nach Horton (2000) ist WBT die neuste Technologie, welche zur Weiterentwicklung des 'Distance learning' dient. Das Internet bietet in diesem Sinne viele Verbesserungen gegenüber früher eingesetzten Medien wie z. B. Radio oder Fernsehen. WBT unterscheidet sich von anderen Varianten des E-Learning lediglich durch den Einsatz des Mediums Internet.²¹

Hanisch (2004) erläutert, dass sich aus der Grundidee des computergestützten Unterrichts (computer-based training, CBT) und des Web based trainings (WBT) verschiedenste Varianten mit den zugehörigen englischen und deutschen Abkürzungen entwickelt haben. Schulmeister (2002a) widmet den Formen des E-Learning ein ganzes Kapitel²², Blumstengel (1998) fügt eine umfangreiche Übersicht der Terminologien inklusive ihrer Autoren an²³. Abkürzungen sind etwa CBT, WBT, CBE, CBI, CAT, CAI, CAL, CBL, CML, CMT, ICAI oder ITS, usw. . . . Hanisch (2004) zerlegt diese Abkürzungen in die zugrunde liegenden Begriffe „computer“ (C), „web“ (W) als Basis „based“ (B) von „intelligent“ (I), „interactive“ (I), „aided“ (A), „assisted“ (A), „managed“ (M), „supported“ (S) Formen von „education“ (E), „instruction“ (I), „learning“ (L), „teaching“ (T), „training“ (T), „tutoring“ (T), „system“ (S).

Der kombinierte Einsatz der klassischen (analogen) Lernmedien mit den neuen (digitalen) nach dem Ansatz des 'blended learning' beschreibt Braungart (1998):

„Schliesslich ist es wichtig, dass nicht von einem Verdrängungswettbewerb der verschiedenen Lehr- und Lernmedien ausgegangen werden sollte, sondern von einem Zusammenwirken. Es geht also auch um die Vernetzung

²¹Die Abkürzung WBT enthält nach der Meinung des Autors dieser Arbeit fälschlicherweise den Buchstaben W für 'Web', denn erst die Kombination der verschiedenen Dienste (Medien) des Internets wie Web, E-Mail, Chat, usw. bildet den Mehrwert dieser Variante des E-Learning. (siehe Kap. 3) Es müsste also eigentlich IBT heissen.

²²siehe Kapitel 4: „CAL, CAI, ICAI, CUU, CBT, PU, PI, oder was?“ (Schulmeister 2002a)

²³siehe Kapitel 1.2: „Klassifikation computerunterstützter Lehr- und Lernsysteme“ (Blumstengel 1998)

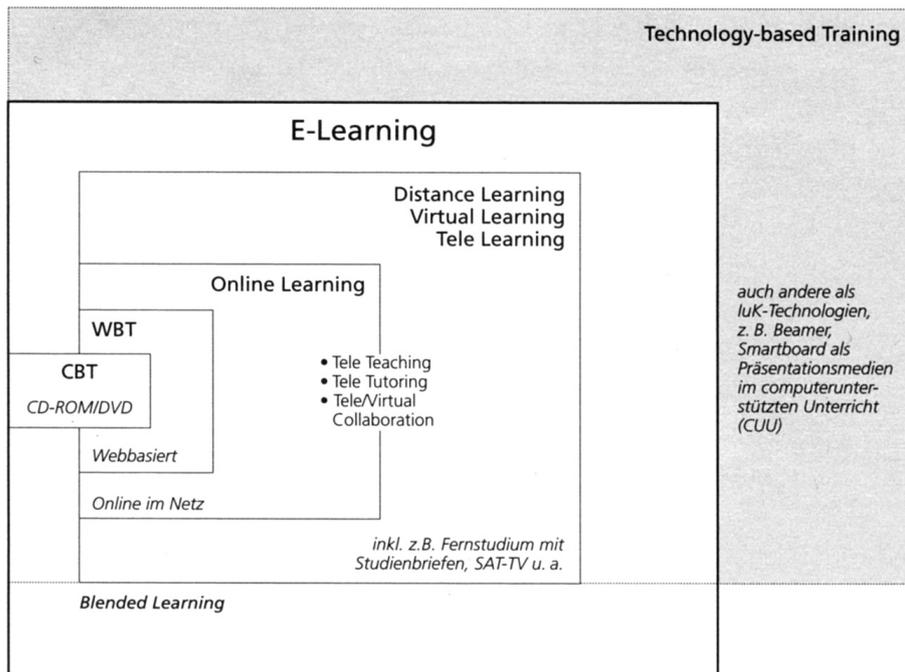


Abb. 2.6.: Begriffe im Bereich E-Learning (nach Back u. a. 2001)

von Multimedia-Systemen mit anderen Medien und Lernpraktiken (Buch, Team- und Projektarbeit usw.) – im Idealfall wären die Schnittstellen für diese Vernetzung bereits im Produkt mit eingebaut.“

(BRAUNGART 1998, S. 115)

Eine Möglichkeit zur Unterscheidung von WBT und CBT ergibt sich aus der Tatsache, ob ein Austausch über das Netzwerk stattfindet, was als grosser Vorteil des WBT gegenüber dem reinen CBT am Einzelplatz angesehen wird. Leider nutzen Kurse im Bereich WBT die durch die Vernetzung unterstützten Möglichkeiten zur Kommunikation und Interaktion zwischen den Systemen und Lernpartnern in der Regel zu wenig. Dies rührt vor allem daher, dass WBT zu sehr nur als Sammlung von Webseiten angesehen wird und zu wenig als Software, die das Lernen unterstützen oder ermöglichen soll. Im Rahmen dieser Arbeit werden WBT-Kurslektionen und deren Hypertext-Inhalte betrachtet. Tabelle 2.8 listet Vor- und Nachteile bei CBT und WBT auf.

	CBT	WBT
Vorteile:	+ Datenträger (CD-ROM, DVD) erlauben umfassenderen Einsatz von multimedialen Elementen, da der 'Flaschenhals' geringer Übertragungsraten bei Online-Verbindungen wegfällt.	+ Leichte und schnelle Aktualisierung der Lehrinhalte möglich, da die WBT-Module auf Servern liegen und 'in-time' online benutzt werden.
Nachteile:	- Aktualisierung der Lerninhalte schwierig, wenn auch möglich durch Updates.	- Eingeschränkte Übertragungsraten bei Online-Verbindungen verhindern umfassenderen Einsatz von multimedialen Elementen. ²⁴ - Online Verbindungsgebühren (für Privatpersonen) immer noch teuer.

Tab. 2.8.: Vor- und Nachteile bei CBT und WBT (nach Seufert u. Mayr 2002, S. 26)

„CBT and WBT are often understood as offering 'multimedia modules' that learners work through at their own pace, intermixed with some simple questionnaires to reinforce knowledge obtained and to advise persons on how to proceed. This naive approach has been tried innumerable many times since the early sixties. With some exceptions, it has proven to be unsuccessful: learners feels that such systems are not much superior to books with pictures, or even inferior to high quality videos that can be stopped and scenes reviewed when necessary; knowledge providers finds that creating 'high quality courseware' (as such teaching modules are usually referred to) is expensive to an extent that a pay-off is not easy to see.“

MAURER (2001)

Im weiteren nennt Maurer (2001) einige wichtige Punkte, die es bei der Erstellung von qualitativ hochwertigen webbasierten Lösungen (WBT) zu beachten gilt:

- Der Wissensstand der Lernenden muss vor dem Beginn eines Kurses durch die Lehrenden oder das System selber in Erfahrung gebracht werden. Danach gilt es, dem jeweiligen Lernenden nur Module anzubieten, welche für ihn neue Informationen beinhalten. Dies deshalb, weil nichts demotivierender ist, als

²⁴Nach Meinung des Autors dieser Arbeit ist der Einsatz von heute gängigen Webbrowsern ein zusätzlicher Grund für fehlende multimediale und interaktive Inhalte. Im Gegenzug bietet der vermehrte Einsatz von Standards eine verbesserte Transparenz und damit Wiederverwendbarkeit der Anwendungen und ihrer Inhalte.

sich mit Unmengen von bekannten Inhalten zu beschäftigen, bevor man auf eine neue Information stösst. Idealerweise sollten neben dem Wissensstand auch der Lerntyp bestimmt und die Voraussetzungen jedes Lernenden eruiert werden.²⁵

- Die Struktur der Inhalte sollte nie diktatorisch sein und die Lernenden zwingen, diese von vorne bis hinten durchzuarbeiten.²⁶ An jedem Punkt muss es dem Lernenden möglich sein, zu einer Inhaltsübersicht zurückzukehren, um zu sehen, was bereits bearbeitet wurde und was nicht.
- Ungeachtet der Inhalte sollten Lernende immer die Möglichkeit haben, eigene Notizen zu machen, Teile des Inhalts hervorzuheben, Links zu verwandten Inhalten zu erstellen, eigene Ideen einzufügen usw. Statt das Material nur passiv durchzuarbeiten, muss es den Lernenden erlaubt sein, aktiv damit zu arbeiten.²⁷ Eine vernetzte Lernumgebung sollte den Austausch von Anmerkungen und Änderungen zwischen den Lernenden von Grund auf ermöglichen.
- Die Lerninhalte sollten auf keinen Fall isoliert dargeboten werden sondern zusammen mit ausreichender Möglichkeit zur leichten Erschliessung neuer Quellen, welche auf Wunsch zu Nachforschungszwecken benutzt werden können. Das Web sowie die online verfügbaren Quellen aus Bibliothekskatalogen und weiteren elektronischen Sammlungen können dabei eine zentrale Rolle spielen.
- Der beste Weg zu lernen ist oft 'not by viewing but by doing'. Zum Beispiel kann es motivierender sein, eine Multimediapräsentation eines geographischen Themas zu erstellen, als über dasselbe Thema einige Texte zu lesen.
- Die Möglichkeiten des Netzwerks (Intranet oder Internet) zur Kommunikation und zur Kooperation müssen richtig ausgenutzt werden, um die häufig beobachtbare Isolation der Lernenden beim computergestützten Lernen zu durchbrechen. Drei Hauptkomponenten sollen unterstützt werden: (a) Lernende haben die Möglichkeit, untereinander zu chatten oder Fragen zu stellen. Dies ist natürlich besonders sinnvoll, wenn gerade an den gleichen Themen gearbeitet wird. Die Lernenden sollen dabei die Möglichkeit haben zu entscheiden, ob sie für andere gerade erreichbar sind. (b) Werkzeuge zur asynchronen Kommunikation wie Diskussionsforen oder gemeinsame (virtuelle) Arbeitsplätze ermöglichen die Zusammenarbeit, auch wenn die Lernenden nicht zur selben Zeit online sind und lernen. (c) Lernende sollen zu jeder Zeit die Möglichkeit

²⁵Maurer (2001) nennt es den 'cognitive style' und meint damit die individuellen Unterschiede zwischen den Lernenden und ihren Lernstrategien. Einige lernen z. B. besser aus Texten, andere mit Bildern, wieder andere durch taktile Vorgänge wie die Eingabe von Text, usw.

²⁶Maurer (2001) nennt diese Situation der Lernenden das 'tunnel syndrome'

²⁷Anmerkung des Autors: 'Erlaubt' ist ein zu schwacher Ausdruck, vielmehr müssen die Lernenden aufgefordert werden, sich aktiv mit den Inhalten auseinander setzen.

haben, Fragen an einen Experten zu stellen, der so schnell wie möglich darauf antwortet.²⁸

Generell müssen vernetzte Trainings- und Lernsysteme Werkzeuge bieten, um Inhalte zu erstellen, zu unterhalten und zu testen, den Kurs sowie die Teilnehmer zu administrieren sowie Rückmeldungen und andere statistische Daten zu erfassen und auszuwerten. Solche Systeme, welche die meisten dieser Punkte beachten und umsetzen werden, in nächster Zeit verfügbar sein und WBT zu einem wertvollen Werkzeug für den Unterricht- und das Lernen machen. (Maurer 2001)

Die Entwicklung solcher Lernsysteme, Lernplattformen, geht in Richtung von Learning Management Systemen (LMS). Hanisch (2004) nennt LMS als ideale Lernsoftware, welche die Bedürfnisse von Hypermedia und Pädagogik erfüllt. Ein LMS besteht aus einer Sammlung von Funktionen für die Bereitstellung, das Verfolgen, das Rapportieren und die Verwaltung von Lerninhalten, Lernfortschritten und Interaktionen jedes Lernenden. Im Gegensatz zu Inhalten proprietärer Lernsoftware sind Inhalte eines LMS wiederverwendbare, vollständig kompatible Einheiten. Die Grundlage für diese LMS-Systeme bieten die Technologie-Standards für Lernsoftware. Die drei nach Schulmeister (2003) in einem idealen LMS enthaltenen Bereiche Administration, Lernen und Entwicklung sind in Tabelle 2.9 dargestellt. Ein Speicher, bestehend aus einer oder mehreren Datenbanken, enthält alle Daten, auf welche über offene Schnittstellen (API) zugegriffen werden kann. Zu den administrativen Bereichen gehören die Erstellung und Verwaltung von Kursen, die Verwaltung und Unterstützung von Benutzern anhand von spezifischen Rollen (z. B. Lerner, Lehrer, Tutor, Administrator, Entwickler, usw.), die institutionellen Einrichtungen (z. B. Lehrpläne, Bibliothek, Verwaltung) sowie die Überwachung und Verfolgung der Benutzeraktivitäten und die Möglichkeiten zu Selbsttests und Evaluationen. Die Lernumgebung beinhaltet die Präsentation des Kurses und Werkzeuge zur Unterstützung und Organisation des Lernens (z. B. Kalender, Mindmaps, usw.), zur Kommunikation (z. B. E-Mail, Chat, Wiki, Diskussionsforum) und für die Personalisierung (des Designs, Layouts und der Inhalte). Der Bereich Entwicklung beinhaltet Funktionen für das Erstellen und Editieren des Lernmaterials, angefangen beim Interface Design über einzelne Elemente eines Lernobjekts (z. B. Texte, Abbildungen, Animationen, interaktive Elemente) bis hin zu Prüfungen und Tests.

ADMINISTRATION	LEARNING ENVIRONMENT	AUTHORING
user	courses	interface design
courses	communication	learning objects
institutions	tools	exercises
evaluation	personalization	tests

Fortsetzung auf der nächsten Seite ...

²⁸Horton (2000) weist in diesem Zusammenhang auf die Wichtigkeit hin, den zu erwartenden Zeitaufwand für die Bearbeitung der Frage den Lernenden gegenüber klar auszuweisen.

ADMINISTRATION	LEARNING ENVIRONMENT	AUTHORING
Interfaces – API		
Repository – Database		
user data, course data, learning objects, metadata		

Tab. 2.9.: Bereiche eines idealen LMS
(nach Schulmeister 2003)

2.7. E-Learning und GIS

„Raum und Zeit sind Denkweisen, die wir benutzen. Raum und Zeit sind nicht Zustände unter denen wir leben.“

ALBERT EINSTEIN²⁹

Schulmeister (2002a) nennt die Systeme 'SCHOLAR' und 'GEO Tutor' als frühe Vertreter von ITS im Bereich der Geographie. AI in CAI wird im Allgemeinen auf Carbonell, den Erfinder von SCHOLAR, zurückgeführt. Carbonell (1970) beschreibt die Entwicklung des Prototyps der geographisches Faktenwissen zu Südamerika abfragt für seine Dissertation 1970. Die Antworten des Studenten werden anhand einer Inferenzmaschine analysiert und daraus die weiteren Schritte ableitet. Schulmeister (2002a) nennt die Entwicklung dieser Inferenzmaschine für SCHOLAR bemerkenswert, denn sie ist so angelegt, dass ihre Mechanismen unabhängig vom aktuellen Wissensgebiet funktionieren. Puppe (2003) enthält neben zwei Beispieldialogen auch eine Darstellung des Wissensmodells von SCHOLAR. Für Informationen zu GEO Tutor, siehe Duchastel (1989).

E-Learning im Bereich der geographischen Informationswissenschaft bietet sich wegen der computergestützten Form dieser Informationssysteme an. Die Lehre im Bereich GIS ist in vielen Teilen schon eine Art E-Learning. Roosaare u. a. (2002) führen aus, dass es im GIS-Bereich bereits viele E-Learning-Anwendungen gibt, welche sich (wie GITTA) mit den Grundlagen von GIS als solchem beschäftigen, aber auch im Einsatz zur computergestützten Vermittlung von Informationen in Bereichen mit georeferenzierten oder räumlichen Daten wie Geographie, Raumplanung, Administration usw. Den Einsatz eines Geographischen Informationssystems in einer anderen Disziplin demonstriert die Arbeit von Filbert (2004). Dies wird durch folgende Aussage aus der einführenden Lektion 'What is a GIS?' von GITTA verdeutlicht:

²⁹Zitiert nach: Kirchmann, Kay (1998): Verdichtung, Weltverlust und Zeitdruck – Grundzüge einer Theorie der Interdependenzen von Medien, Zeit und Geschwindigkeit im neuzeitlichen Zivilisationsprozess. Opladen : Leske+Budrich

„A major part of human activities and decisions has a direct or indirect relation to space...“

GITTA: LEKTION 'WHAT IS A GIS?'

Zur Eignung von GIS als Instrument im Bereich des E-Learning schreiben Plümer u. Asche (2004, S. IV): „Geoinformation (im deutschsprachigen Raum auch als Geoinformatik, Geomatik oder einfach GIS bezeichnet) ist eine junge geowissenschaftliche Querschnittsdisziplin, die sich im Überschneidungsbereich der klassischen Disziplinen Geographie, Kartographie, Geodäsie, Photogrammetrie, Fernerkundung und Informatik sowie weiteren Raum- und Umweltwissenschaften herausbildet. [...] Geoinformation lebt vom Raumbezug und der Visualisierung räumlicher Zusammenhänge und ist in besonderer Weise für den Medieneinsatz in Lehre und Studium prädestiniert.“ Das Team des Saguaro Project (2001) fügt hinzu: „GIS-based instructional modules have the potential to impact student learning by reinforcing concepts through discovery and by improving problem solving, visualization and computational skills.“

Der Umgang mit Informationstechnologie gehört für einen GIS-Spezialisten zur Allgemeinbildung. In praktischen Veranstaltungen im Bereich der GIS-Lehre sehen sich alle Beteiligten neben den speziellen Lerninhalten von GIS immer wieder mit den Grundlagen der Bedienung und des Einsatzes von Computertechnologie konfrontiert. Die Orientierung an neuen Technologien zur Erprobung neuer Einsatzbereiche oder Funktionen von GIS liefert die Grundlage für das ständige Interesse an neuen Technologien. Weibel (2004) nennt einige Gründe für den Start des Projektes GITTA, welche allgemein für die GIS-Lehre (einige auch allgemein für E-Learning) gelten:

- **Synergiepotential:** Einführende Lehrveranstaltungen in Geoinformation besitzen eine grosse Ähnlichkeit der Inhalte, dadurch können gleichzeitig auch bestehende Überschneidungen der einzelnen Veranstaltungen koordiniert werden. Weiterführende Inhalte als gegenseitige Bereicherung, da unterschiedliche Spezialisierungen.
- **Qualität der Lehre:** Vereinheitlichung der Lehre durch Nutzung des Synergiepotentials und Einsatz von 'Blended Learning' für die vertiefte Stoffvermittlung.
- **Nachfrage an Aus- und Weiterbildung:** Starke Zunahme der Nachfrage im Bereich der Geoinformation, vor allem durch Studierende raumrelevanter Nachbardisziplinen (z. B. Umweltwissenschaften, Erdwissenschaften, Biologie) und durch Hochschulabsolventen, welche diese Inhalte noch nicht vermittelt erhielten.

- **Unabhängigkeit von Raum und Zeit:** Typische Lehrveranstaltungen einer Campus-Universität sind für viele Interessierte zeitlich und örtlich zu unflexibel und meist zu beschränkt im Angebot an Studienplätzen.
- **Interesse an neuen Lehrformen sind Technologien:** Erfahrungen mit dem Einsatz von elektronischen Mitteln bereits vorhanden. Nun bot sich die Gelegenheit, koordiniert und in grösserem Rahmen Erfahrungen mit spezieller Didaktik und technischen Ansprüchen neuer Lehr- und Lernformen zu machen und die Lehrveranstaltungen des Regelcurriculums umzugestalten.

Neben dem Lehrgang GITTA, der in der vorliegenden Arbeit im Kapitel 5.1 genauer beschrieben und anschliessend auch getestet wird, wurden einige weitere Kurse und Lehrgänge im Bereich GIS entwickelt. Weibel (2004) nennt das britische Projekt 'e-MapScholar'³⁰ und das deutsche BMBF-Verbundprojekt 'geoinformation.net'³¹. Stroemer liefert eine Übersicht der E-Learning-Projekte aus Deutschland, der Schweiz und Österreich im Bereich GIS. Der grösste kommerzielle Anbieter von GIS-Software, ESRI (2005), bietet seit 1998 den 'ESRI Virtual Campus' an. Ziel dieses Portals ist in erster Linie die Werbung für die eigenen Produkte, aber auch GIS-Ausbildung und Training via Internet. Weitere Zusammenstellungen von E-Learning-Projekten für die GIS-Ausbildung mit kurzen Beschreibungen bieten Brox (2003), Katterfeld u. Kreimeike (2004) und weitere.

Purves u. a. (2004) vergleichen die beiden Projekte GITTA und e-MapScholar, und gewinnen neue Erkenntnisse aus diesen Unterschieden. GITTA setzte sich zum Ziel, einen GIS-Lehrgang zu entwickeln, während e-MapScholar zum Ziel hat, verschiedene Lehr- und Lernwerkzeuge zur Illustration der Verwendungsmöglichkeiten von bereits vorhandenen Geodaten im britischen Hochschulbereich zu entwickeln. GITTA und e-MapScholar benutzen beide XML als technologische Grundlage, was eine klare Vorgabe für eine gültige Struktur der Lerninhalte bietet und einfache Anpassungen und verschiedenste Ausgabeformate ermöglicht. Da in Grossbritannien im Jahr 2001 der 'Special Educational Needs and Disability Act' (SENDA)³² in Kraft trat, war das Projektteam von e-MapScholar dazu verpflichtet, wo immer möglich eine alternative Darstellung auszuarbeiten, welche die Zugänglichkeit der Lerninhalte garantiert. Besonders im Bereich von Informationen im Karten-Format ist dies eine grosse Herausforderung, bei der die Verwendung von Standards bei der Präsentation eine wichtige Hilfe darstellt. Nach Kent u. Robertson (2002) wurde die Accessibility bei e-MapScholar in jeder Projektphase berücksichtigt. So zuerst in der Planungsphase, in welcher das Augenmerk auf technischen Standards und Abhängigkeiten gelegt wurde. Berücksichtigt wurden neben gutem Webdesign, E-Learning und Online-Prüfungen auch die Accessibility im Speziellen. So wurde Accessibility

³⁰Für Informationen zu e-MapScholar siehe e-MapScholar project consortium (2004)

³¹Plümer u. Asche (2004) bieten umfangreiche Informationen zum Projekt 'geoinformation.net'.

³²siehe The Stationery Office (2001)

von Beginn weg ein integraler Bestandteil des Projektes und nicht ein möglicher Zusatz am Ende des Projekts. Während der Entwicklungsphase wurden spezielle Tools und Inhalte neben dem Benutzerinterface erstellt. In der folgenden Testphase wurde der Zugang mit Hilfe verschiedener Browser sowie mit Zugänglichkeitsprüfern wie Bobby getestet. In der abschliessenden Evaluationsphase wurde der Kurs direkt mit Benutzern getestet um Rückmeldungen über die Benutzungsfreundlichkeit und den Zugang zu erhalten.

„Consideration of accessibility in the context of map data is challenging.“

PURVES U. A. (2004, S. 4)

Genau bei diesen meist interaktiven Elementen sehen Purves u. a. (2004) die grössten Unterschiede in der technischen Umsetzung der beiden Kurse. Während GITTA mit einigen wenigen Ausnahmen mehrheitlich Macromedia Flash Animationen für die Darstellung von grossflächigen (Karten-)Informationen und für die Interaktivität verwendet, werden bei e-MapScholar eine Kombination von Java Applets und einfachen Anfragen an Dienste wie z. B. einen Mapserver verwendet. Die Werkzeuge von e-MapScholar ermöglichen die Abfrage und Interaktion mit den Geodaten aus den Datenbanken der EDINA³³ unter Verwendung der 'Implementation specifications'³⁴ des Open Geospatial Consortiums. Durch die Einbettung der Interaktivität in die einzelnen Flash-Animationen bei GITTA ist keine rasche Anpassung an neue Bedürfnisse möglich. Die Verwendung von Macromedia Flash bei e-MapScholar würde nach Robertson (2002) dafür einen höheren Level an Interaktivität ermöglichen und die Entwicklung der Werkzeuge zur Visualisierung vereinfachen.

Werner u. Stern (2003) weisen auf das häufig beobachtete Problem bei der Darstellung von räumlicher Information hin, nämlich die Darstellung von Karten auf kleinen Displays. Diese weisen im Gegensatz zu den analogen Karten eine bedeutend kleinere Auflösung auf und fordern den konsequenten Einsatz von geeigneten Technologien. Im Bereich des Webmapping³⁵ wurden viele Versuche und Entwicklungen unternommen, welche die interaktive Darstellung von räumlicher Information für den Benutzer besser zugänglich und lesbarer machen. Parallel dazu entwickelt sich die Initiative des WebGIS, welche sich zum Ziele gesetzt hat, Geodaten via Web einer breiteren Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. International bestehen nach der ersten Phase der autonomen Erstellung von Kursinhalten nun Bemühungen, um die Inhalte dieser verschiedenen Kurse austauschen zu können und so von zusätzlichen Synergien zu profitieren. Eine klare Strukturierung der Inhalte z. B. auf der Basis von XML ist

³³siehe <http://edina.ac.uk/>, Abruf: 29.07. 2005

³⁴siehe <http://www.opengeospatial.org/specs/?page=specs>, Abruf: 29.07. 2005

³⁵Eine Sammlung der neusten Veröffentlichungen und Beispielen aus dem Bereich Webmapping mittels neusten Technologien liefern Neumann u. Winter (2005)

dabei sehr hilfreich, wenn nicht Voraussetzung für eine erfolgreiche Wiederverwendung und den Austausch mit Anpassungen an die jeweils fremde Kursumgebung. Siehe dazu z. B. Purves u. a. (2004), Brox (2004), Brox (2003), Brox u. a. (2003) und Probst u. a. (2004). In diesem Zuge geht es auch um die allgemein verbesserte Zugänglichkeit der Inhalte dieser Kurse im Sinne von 'Open Content'³⁶.

Die Darstellung und Präsentation von räumlichen Daten auf Papier oder via Benutzeroberfläche am Computer ist seit jeher ein schwieriger und viel versuchter Vorgang. Dabei muss das graphische Problem gelöst werden, eine mehrdimensionale Umgebung für die Darstellung auf ein zweidimensionales Medium zu reduzieren. Sämtliche Disziplinen sind davon betroffen, welche Bilder oder Grafiken benutzen. Schwarb-Odermatt (2001) weist darauf hin, dass Saurer u. Behr (1997) in ihrem Einführungsbuch zu GIS die verschiedenen Arten von Informationssystemen als Modelldarstellung unserer realen Welt beschreiben. Zu einem 'geographischen' Informationssystem gehören per Definition zusätzlich der räumliche und eventuell der zeitliche Faktor, die beiden Dimensionen mit deren Hilfe sich die Menschen auch nach Einstein, James und Picasso im Leben orientieren.³⁷

Die Abbildung 2.7 von Saurer u. Behr (1997) zeigt schematisch, wie die Umsetzung einer Realwelt in ein Modell geschehen kann. Diese Realwelt besteht nach Saurer u. Behr (1997) aus Daten über

- die Geometrie einer Erscheinung auf der Erdoberfläche,
- die (nicht-geometrischen) Eigenschaften dieser Erscheinung,
- die Prozesse, die zur festgestellten Ausprägung der Erscheinung führten und
- die zeitliche Gültigkeit dieser Erscheinung oder Prozesse.

Diese Datengrundlage und ihre Bedürfnisse an die Repräsentation beeinflussen massgeblich die Wahl der Codierung und somit den geeigneten Inhaltstyp (siehe Abschnitt 3.3). Räumliche Zusammenhänge lassen sich einfacher auch räumlicher Darstellung wiedergeben, zeitliche in einer ebenso zeitlichen Abfolge von Situationen.

³⁶siehe Wiley (2005)

³⁷William James stellt in seiner Raum- und Formwahrnehmungslehre die Theorie auf, dass bei jeder unserer Wahrnehmungen unser 'aktives Bewusstsein' die wesentlichen Empfindungen (essentielle Form), die den Gegenstand am genauesten repräsentieren, auswählt. Die übrigen Empfindungen sind Erscheinungen, die von den Verhältnissen des Augenblicks geprägt werden (perspektivische Umwandlungen). So charakterisiert die Eigenschaft 'Quadratischsein' das Wesentliche eines Tisches (die essentielle Form), welche auch als 'wirkliche Form in Normalposition' (d. h. unverkürzt) bezeichnet wird. Diese essentielle Form nehmen wir als Massstab für alle perspektivischen Umwandlungen, wie zum Beispiel am perspektivisch dargestellten Tisch, die zwei spitzen und die zwei stumpfen Winkel. Dieser Vorstellung folgten auch die Kubisten wie z. B. Picasso. (Maiwald 1998)

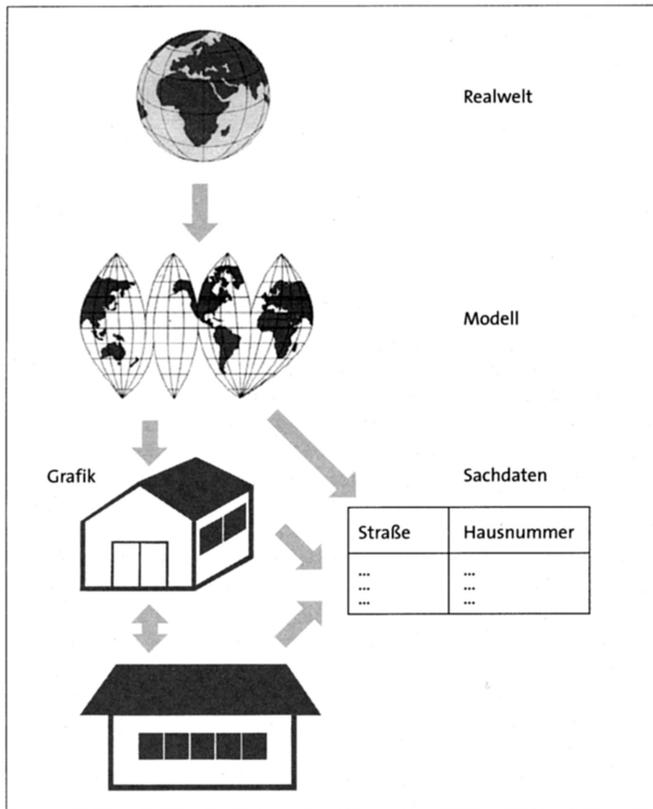


Abb. 2.7.: Umsetzung einer Realwelt in ein Modell
(nach Saurer u. Behr 1997, S. 2)

Die von Saurer u. Behr (1997) beschriebenen Daten über die Prozesse und ihre zeitliche Gültigkeit stellen besondere Anforderungen an die Visualisierung, spielen dabei doch die Zeit und die räumlichen Veränderungen über die Zeit hinweg entscheidende Rollen. Diese 'Wahl der Dimensionalität' für die Darstellung solcher Phänomene beschreibt Schnirch (2004) und nimmt einen durch Raum und Zeit definierten vierdimensionalen Raum an. Danach gibt es Daten, welche einen Raum- und Zeitbezug haben (4D: geographische Messdaten, z. B. Ballonsondenmessungen), nur einen Raumbezug haben (2D oder 3D: die meisten Geodaten, z. B. politische Grenzen oder Topographie), nur einen Zeitbezug haben (1D: Klimatologie, z. B. globale Jahresmitteltemperatur) oder weder Raum- noch Zeitbezug haben (0D: eher selten in Geographie, z. B. chemische Eigenschaften wie pH-Wert einer Lösung, oder die meisten Metadaten). Nach Schnirch (2004) ist bei der Wahl der Darstellung aus Gründen der Komplexität und des Produktionsaufwandes jeweils die Darstellung mit weniger Dimensionen vorzuziehen. 0D und 1D lassen sich leicht als Text wiedergeben, bei grafischer Darstellung wird der Zeitbezug häufig als zeitabhängige Variable auf einer Diagrammachse und nicht als Animation (Bewegtbild) umgesetzt. 2D lässt sich re-

lativ leicht durch eine Abbildung darstellen oder durch einen Text beschreiben (auf 1D reduzieren, linearisieren). Bereits bei 3D hingegen kommt die Perspektive hinzu, welche es ermöglicht, 3D auf einem 2D-Medium (Bildschirm, Papier) darzustellen. Handelt es sich bei der dritten Komponente um einen anderen Wert als die räumliche Höhe, wird häufig von 2.5D gesprochen. Die dritte räumliche Dimension wird so nur für die Darstellung einer Eigenschaft mit 2D-räumlicher Datengrundlage verwendet. Dabei ist zu beachten, dass 2.5D-Darstellungen im Gegensatz zu 2D mit einer anderen Gestaltungsvariablen für die dritte Dimension (z. B. Farbe) eine ungleich höhere Komplexität besitzt. 3D lässt sich schwer durch Text ausdrücken, kommen doch viele neue topologische Beziehungen zwischen den Elementen hinzu. Soll schliesslich 4D grafisch dargestellt werden, erfordert dies die Wahl des Inhaltstyps Animation (Bewegtbild).

2.8. Fazit

- Jeglicher Vermittlung von Information mit Hilfe von E-Learning liegt Kommunikation zugrunde. Es ist deshalb wichtig die Prozesse dieses Informationsaustauschs zu kennen.
- Die grundlegenden Konzepte der Lerntheorien bieten systematische und analytische Werkzeuge aus der Psychologie und Pädagogik.
- Die Mediendidaktik soll Möglichkeiten, Formen und Wirkungsweise des Einsatzes verschiedener Medien im Unterricht aufzeigen.
- Multimedia ist nicht bloss eine auf das Sehen beschränkte Kombination mehrerer Medien. Echtes Multimedia spricht durch seine unterschiedliche Codierung und die multimodale Präsentation möglichst viele Sinne an. Hypermedia ist ein für diese Zwecke geeignetes Medium.
- Die Interaktivität fasst die Eingriffs- und Steuermöglichkeiten zusammen, welche ein Computersystem dem Benutzer bietet. Interaktivität ermöglicht aktives Lernen am Computer.
- Der Begriff E-Learning umfasst sehr viele Ausprägungen von computerunterstütztem Lernen. Im Rahmen dieser Arbeit wird E-Learning vorwiegend auf WBT bezogen.
- E-Learning und GIS können gegenseitig verschiedene Funktionen erfüllen. Einmal kann wie im Falle von GITTA hauptsächlich E-Learning dazu dienen um Konzepte von GIS zu vermitteln. Dann wiederum ist ein GIS selbst aber auch ein geeignetes Mittel um räumliche Informationen zu vermitteln, dient also selber als E-Learning-Umgebung.

3. Das Medium Internet

„Das Medium Internet integriert alle – bisher bekannten – Kommunikationsformen und fügt die interessante Möglichkeit der Interaktivität hinzu.“

HOLZINGER (2002, S. 207)

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit dem Übertragungsmedium Internet und dem Kommunikationspartner Maschine. Das Internet ist ein Netzwerk von Computersystemen (Server, Client) und für den Datenaustausch und die Kommunikation konzipiert. Das Hauptaugenmerk dieses Kapitels liegt auf den Computersystemen auf der Server- und auf der Clientseite. Der einzig relevante Faktor des Netzwerks ist die Bandbreite, vor allem auf der Clientseite (Heimcomputer der Lernenden). Seufert u. Mayr (2002) weisen auf die hohen Bandbreiten hin, welche multimediale Elemente benötigen. Live-Videoübertragungen oder Videokonferenzen fordern mindestens eine Bandbreite von 300 kbps und dies in beiden Richtungen, also Up- und Downstream. Genau dies führt heute auch in der technologisch entwickelten Schweiz noch zu Problemen. Downstream wird diese Bandbreite durch Breitbandverbindungen via ADSL oder TV-Kabel ermöglicht, Upstream erreichen die selben Verbindungen in der Regel aber lediglich einen Bruchteil davon. Die effektive Bandbreite hängt zusätzlich von den Anzahl Anschlüssen bis zur nächsten Verzweigung des Netzwerks und von der Auslastung der Netzwerkknoten ab. Viele dieser Breitbandverbindungen haben einen Upstream von 100 kbps, was nach Horton (2000) und der praktischen Erfahrung des Autors knapp für eine Audiokonferenz mittlerer Qualität ausreicht. Angebote mit höherer Upstream-Rate sind nur schwer mit dem Budget von Studenten vereinbar¹.

Das Internet beinhaltet mehrere Dienste, welche miteinander kombiniert werden können. Der wohl bekannteste und oft auch mit dem Internet gleichgesetzte ist das World Wide Web (WWW, kurz Web), welches über das gängige Protokoll HTTP Dokumente über eine eindeutige Referenz, dem URL (Uniform Resource Locator)

¹Beispiele für aktuelle Angebote: Bluewin bietet eine ADSL-Verbindung mit 1200kbps/200kbps zum Preis von SFr. 69.- an (http://de.bluewin.ch/internetzugang/index.php/1200_adsl, Abruf: 21.07. 2005). und keine ADSL-Verbindung von Bluewin bietet mehr als 200kbps Upstream. Cablecom bietet eine TV-Kabel-Verbindung mit 2000/400kbps zu SFr. 75.- an (<http://www.cablecom.ch/internet/hispeed.htm>, Abruf: 21.07. 2005). Die schnellste Verbindung von Cablecom bietet theoretische 800kbps Downstream. Die Auswahl der Anbieter geschah ohne finanzielle Absichten des Verfassers.

zur Verfügung stellt. Informationen im Web ändern sich sehr schnell, und das Web wächst täglich schneller. Gerade weil Information im Web sehr schnellen Veränderungen ausgesetzt ist, weisen Berners-Lee u. a. (2005) auf die Wichtigkeit eines zeitlich beständigen URL hin.

Holzinger (2002) erwähnt die zwei unterschiedlichen Architekturen im Netzbereich: Peer-to-Peer und Client-Server. Das Web ist eine typische Client-Server-Struktur und deshalb basieren die meisten Internet-Multimedia-Anwendungen auch auf diesem Client-Server-Prinzip.

E-Mail, Telnet und SSH, FTP, Internet Relay Chat (IRC, kurz 'Chat') und Newsgroups sind weitere Dienste des Internets, welche sich nach Münz u. Nefzger (1999) durchgesetzt haben. E-Mail (elektronische Post) erlaubt das Versenden von digitalen Nachrichten und Dateien von einem Sender an einen Empfänger. Telnet und sein Nachfolger SSH ermöglichen die Bedienung eines fernen Computers durch die Kommandozeile (Eingabeaufforderung). Dieser Dienst wird heute vorwiegend von Systemadministratoren verwendet. FTP ist ein Internet-Dienst, der speziell dazu dient, Dateien zwischen dem eigenen und einem entfernten Computer zu übertragen. Chat ist der Dienst des Internets, der es ermöglicht, synchron miteinander zu diskutieren, zu 'chatten', was ungefähr soviel wie „plaudern“ heisst. Eine Newsgroup ist mit einem schwarzen Brett vergleichbar, an das jeder Teilnehmer Nachrichten heften (posten) kann, die dann alle Besucher lesen und beantworten können.

3.1. Benutzungsschnittstelle

„Eine Benutzerschnittstelle, besser Benutzungsschnittstelle, ist der Teil eines Programms, der den Datenaustausch mit dem Benutzer durchführt“

WIKIMEDIA FOUNDATION INC. (2005A)

Die Bezeichnung 'Benutzungsschnittstelle' wurde absichtlich verwendet, um in Bezug auf die Sinnesmodalität neutral zu bleiben, obwohl sich heute die grafischen Benutzeroberflächen (GUI) mit der Desktop-Metapher als Standard auf den meisten Computersystemen durchgesetzt haben. Die Elemente² dieser grafischen Schnittstelle des Betriebssystems werden für die weitere Verwendung in den verschiedenen Anwendungen zur Verfügung gestellt. Dies gilt auch für die meisten der Webbrowser³ (kurz Browser genannt), welche den Zugriff und die grafische Darstellung von Informationen aus dem Web ermöglichen. Nur 'Text-only'-Browser wie Lynx stellen die Informationen lediglich mit Hilfe von Textzeichen dar. Die Disziplin der

²z. B. Fenster, Icons, Menüs, Symbolleisten, Schaltflächen, usw.

³Das grösste Archiv von Webbrowsern ist im Web unter der Adresse <http://browsers.evolt.org/>, Abruf: 30.07. 2005 zu erreichen.

'Human-Computer Interaction' (HCI) beschäftigt sich nach Hanisch (2004) mit der Beziehung zwischen Mensch und Maschine (Technologie). Teilbereiche der HCI sind Design, Evaluation, Erstellen von interaktiven Computersystemen und menschliche Faktoren.

„In HCI terminology, an interaction is formed by a user action using a range of input devices (keyboard, mouse, touch screen, etc.) and resulting in some form of visual or audio output (text, graphics, etc.). As we focus on Web-based teaching, we restrict ourselves to input devices mouse and keyboard, and to limited Web browser GUI.“

(HANISCH 2004, S. 18)

Die grafische Präsentation der Informationen aus dem Web innerhalb des Browsers wird mit Hilfe der Techniken gemäss den Standards des W3C sowie weiteren Anbietern bestimmt. In den Anfängen des Web wurde die Darstellung einer Datei mit Hypertext-Informationen durch die Gestaltungselemente des HTML-Standards vorgenommen. Häufig sprach man deshalb anfänglich neben den Begriffen Homepage und Website auch von einer HTML-Seite. Um den wachsenden Ansprüchen an die grafische Gestaltung und der Wichtigkeit zur Trennung von Inhalt, Aussehen und Funktion gerecht zu werden, verabschiedete das W3C in der Folge mehrere Aktualisierungen des HTML-Standards, sowie dessen Weiterentwicklung XHTML auf dem Weg Richtung XML. Hinzu kam der CSS-Standard, welcher flexible und revolutionäre Möglichkeiten zur (grafischen) Gestaltung der Inhalte für mehrere unabhängige Medien bietet. Nach der Entwicklung von JavaScript durch Netscape als Erweiterung für ihren Browser Netscape Navigator 2.0, der Nachbildung von Microsoft als JScript und einem längeren Streit zwischen Netscape und Microsoft wurde für die clientseitige Funktionalität (client-side scripting) die Empfehlung des ECMAScript durch die ECMA⁴ verabschiedet.

Meyrowitz (1989) sieht in seiner Vision 'The Desktop of Tomorrow' zur Zeit der Entwicklung der ersten ausgereiften grafischen Benutzeroberflächen von Microsoft (Windows 3.0) und Apple (System 7) den Desktop der Zukunft, die Benutzungsschnittstelle aufbauend auf dem Hypermedia-Prinzip.⁵ Er erwähnt neben den verschiedenen benötigten Datentypen als Grundlage⁶ auch die wichtigsten Aufgaben dieser Benutzeroberfläche (siehe Tabelle 3.1), abgeleitet aus den Bedürfnissen der Benutzer, obwohl er in seiner Arbeit einen Wechsel des Fokus vom Benutzer auf die Information fordert. Seiner Meinung nach besitzt ein Hypermedia-System die ideale Eignung für diese Aufgaben.

⁴siehe <http://www.ecma-international.org/>, Abruf: 30.07. 2005

⁵Er setzte seine Ideen später in der Entwicklung von Shockwave um, woraus auch Flash entstand, und wurde Präsident von Macromedia.

⁶Meyrowitz (1989) nennt die verschiedenen Inhaltstypen als Standardausrüstung, Grundbausteine für ein solches System.

3. Das Medium Internet

THEME	TASKS OF THE DESKTOP OF TOMORROW
Integration	Ease of linking, associating, combining, and incorporating components. Technology therefore has to provide a link database, link modes such as hyperlinking, warm linking (sending data), and hot linking (synchronizing data), and a container component model to create composites.
Aesthetics	Provide a sophisticated look (visual) and feel (operational). Allow users to develop components conform to the highest graphical design ideals, and maintain consistency, reliability, familiarity, and direct-manipulability.
Perspective	Provide multiple views of information. Support e.g. tasks, or trails.
Access	Allow for exploring, browsing, retrieving, and storing data. Technology therefore has to provide a database with a lens-like user interface.
Service	Provide standard general-purpose tools (linking, reference, linguistic services such as dictionary, thesauri, spell-checker, etc., and online services).
Community	Support user groups in synchronous and asynchronous collaboration (access rights, annotations, conferencing, shared editing).
Adaptation	Adapt to the user and, inversely, enable users to customize the system to perform functions that were not included by the system designers. Technology must allow for scripting to manipulate functions, let the user interactively manipulate an application's internal components. Applications should be able to register objects and methods that can be queried or manipulated by scripting.

Tab. 3.1.: Die Vision des 'Desktop of tomorrow' (nach Meyrowitz 1989), (Darstellung aus Hanisch 2004, S. 28)

In der praktischen Umsetzung und bei Verwendung eines Standard-Browsers wie dies beim Projekt GITTA und den meisten webbasierten Kursen der Fall ist, sprechen wir im Bereich der Benutzungsschnittstelle vorwiegend von der Gestaltung des Seiten-Layouts und der einzelnen Inhaltstypen. Die Disziplin des Screendesign beschäftigt sich mit der Mediengestaltung für den Bildschirm, also mit der grafischen Gestaltung eines Teils der Benutzeroberfläche. Asche u. a. (2004) erwähnen in der Beschreibung der Konzeption und Gestaltung der Benutzungsschnittstelle des Projektes geoinformation.net die Funktion des Screendesigns als doppelte Zielsetzung:

- eine auf die Zielgruppe abgestimmte, stimulierende Lernatmosphäre schaffen;
- die Vermittlung des dargebotenen Lernstoffs optimal unterstützen.

Im Weiteren gehen Asche u. a. (2004) näher auf die grafische Gestaltung von Text am Bildschirm und auf die Medienintegration (Integration verschiedener Inhaltstypen) ein.

„Zusätzlich sollten die Autoren von VisEl Kenntnisse der grundlegenden (karto-) graphischen Designregeln besitzen. Für 'moderne' ebenso wie für 'klassische' Medien geltende graphische Gestaltungskriterien werden ausführlich in Standardwerken der Kartographie und statistischen Visualisierung dargelegt. An dieser Stelle sei hierzu auf die Werke von BERTIN (1981) und TUFTE (1983 UND 1990) verwiesen.“

(SCHNIRCH 2004, S. 55)⁷

Die Darstellung der grafischen Benutzeroberfläche im Browser ist abhängig von der Grösse des Displays, vom Betriebssystem, vom Browser, von den Inhalten, von der Bildschirmauflösung, vom Farbprofil, den Einstellungen des Monitors und von individuellen Anpassungen des Benutzers. Diese Eigenschaften werden im nächsten Abschnitt 3.2 beschrieben.

3.2. Benutzerprofile

„Im Rahmen von netzbasierten Lehr- und Lernsystemen ist Benutzermodellierung vor allem im Hinblick auf zwei Aspekte interessant: Problemlöseunterstützung und Adaptivität (Self, 1974), (Self, 1994). Dabei kann Adaptivität in adaptiver Navigationsunterstützung oder adaptiver Präsentation (oder aus Elementen von beiden) bestehen (Brusilovsky, 1999), (Kay und Kummerfeld, 1997), (Bra und Calvi, 1999).“

(PEYLO U. THELEN 2000, S. 5)⁸

⁷Der Begriff 'VisEl' Visualisierungs-Elemente steht bei Schnirch (2004) als Umschreibung für 'multimediale, interaktive Darstellungen' im Zusammenhang mit dem Einsatz moderner Medien. Literatur: BERTIN, J. (1981): Graphics and graphic information-processing. New York: de Gruyter. TUFTE, E. R. (1983): The visual display of quantitative information. Cheshire: Graphics Press. TUFTE, E. R. (1990): Envisioning information. Cheshire: Graphics Press.

⁸SELF, J.A. (1974): Student models in computer aided instruction. International Journal of Man-Machine Studies 6: S. 261–276. SELF, J.A. (1994): Formal Approaches to Student Modelling. In: Student Modelling: The Key to Individualized Knowledge-Based Instruction, herausgegeben von Geer, J.E. und McCalla, G.I., Berlin [etc.]: Springer, S. 295–355. BRUSILOVSKY, P. (1999): Adaptive and Intelligent Technologies for Web-based education. Künstliche Intelligenz 4: S. 19–26. KAY, J. und KUMMERFELD, B. (1997): User models for customized hypertext. In: Intelligent Hypertext: Advanced Techniques for the World Wide Web, herausgegeben von Nicolas, C. und Mayfield, J., Berlin [etc.]: Springer, LNCS. BRA, P. und CALVI, L. (1999): Aha! An open Adaptive Hypermedia Architecture. The new review of Hypermedia and Multimedia 4: S. 115–139.

Nach El-Saddik (2002) speichert, verarbeitet und verbreitet das Benutzerprofil die Wünsche und Bedürfnisse der Benutzer. Um ein Informations- oder Lernsystem optimal an die Bedürfnisse und Wünsche des Lernenden anzupassen und damit den Zugang zu den Lerninhalten sowie eine positive Lernatmosphäre zu schaffen, sind Informationen über den Benutzer und die verwendete Client-Plattform unverzichtbar. Ein Benutzerprofil beinhaltet also Metadaten über den Benutzer. Im Bereich der Betriebssysteme kennen wohl alle die Bedeutung eines Benutzerprofils, welches die persönlichen Daten über das Aussehen der Benutzeroberfläche und weitere Informationen wie Berechtigungen und Links beinhaltet. Im Bereich von webbasierten Anwendungen dürfen auf Grund der globalen Verbreitung des Internets, Aspekte der Kultur und im Speziellen die Sprachen nicht vernachlässigt werden.

Welche Informationen über den Benutzer sind für welche Zwecke von Bedeutung, wovon sind sie abhängig und wie werden sie erhoben? Um diese Fragen zu beantworten, wird, wie häufig in der Forschung, mit Modellen gearbeitet. Die Informationen dieser Modelle werden in Benutzerprofilen gespeichert. Es gibt verschiedenste Ansätze für solche Benutzer- oder Lernermodelle und die Erhebung der notwendigen Informationen über den Benutzer. Haack (2002) weist auf verschiedene Eigenschaften des Lernenden hin und erwähnt die Rolle des Vorwissens, welches einen Kontext für neue Informationen bereitstellt und Entscheidungen bei der Auswahl neuer Lernstoffe beeinflusst. Steinmetz u. a. (2000) und Seeberg u. a. (1999) beschreiben in ihren Artikeln zum Multibook-Projekt⁹, einem adaptiven hypermedialen Lernsystem, die Verwendung von individuellen Präsentationen, welche anhand der Bedürfnisse und Einstellungen der Benutzer erzeugt werden. Steinmetz u. a. (2000) betonen, dass die zu erfassenden Informationen vom Lernsystem abhängen und nennen Kategorien wie: Vorkenntnisse, Abstraktionsniveau, Lernziele, bevorzugte Medien, Lernmethode, Vertrautheit mit Computersystemen sowie persönliche Merkmale des Benutzers wie Sprache und Alter. Das System sollte so viele Daten wie möglich automatisch finden, denn nicht bei allen Kategorien sind die Lernenden in der Lage, die richtigen Angaben zu machen. Zur Vorkonfiguration und bei Unsicherheiten über die optimale Zuordnung können Stereotypen¹⁰ wie die klassische Einteilung in Anfänger, Fortgeschrittene und Experten zu guten Resultaten führen.

⁹Das Multibook-System wurde an der TU Darmstadt entwickelt und basiert auf der neusten Ausgabe von Steinmetz (1999). Weitere Informationen bei El-Saddik (2002).

¹⁰„Der Begriff 'Stereotyp' tritt in verschiedenen Zusammenhängen mit unterschiedlicher Bedeutung auf. Allen Bedeutungen ist gemeinsam, dass ein bestimmtes gleichbleibendes oder häufig vorkommendes Schema bezeichnet werden soll. Ein Stereotyp kann als eine griffige Zusammenfassung von Eigenschaften oder Verhaltensweisen aufgefasst werden, die häufig einen hohen Wiedererkennungswert hat, dabei aber in aller Regel für sich genommen den gemeinten Sachverhalt sehr vereinfacht. Somit steht es in engem Bedeutungszusammenhang zum Klischee.“ (Wikimedia Foundation Inc. 2005d)

Während Steinmetz u. a. (2000) Informationen über die Hard- und Softwareausstattung und die Verbindung zum Server dem Benutzerprofil (user model, user profile) zuordnen, weisen Velasco u. a. (2004) auf die Wichtigkeit und den Nutzen der Trennung von Benutzer- und Geräteprofilen (environment model, device profile) hin. Gleichzeitig wird die notwendige Abhängigkeit der beiden Profiltypen betont. In der vorliegenden Arbeit wird der Wichtigkeit der Trennung zwischen Benutzer- und Geräteprofilen durch die Beschreibung der Infrastruktur des Lernplatzes im separaten Abschnitt 3.6 Rechnung getragen.

Kobsa u. a. (2001) arbeiten mit drei Profilen bzw. Modellen, indem sie die dynamische Komponente der Benutzungsdaten (usage model) mit einbeziehen. Dieses 'usage model' besteht aus direkten Folgerungen beobachtbarer Merkmale. Velasco u. a. (2004) betonen die Wichtigkeit von dynamischen Benutzerprofilen, um auf vorübergehende Bedürfnisse oder Einschränkungen eingehen zu können, wie z. B. Handfrei-Modus, laute Umgebung, ungewohnte Umgebung. Erwähnt wird auch die Möglichkeit zur Anpassung des Angebotes, basierend auf der aktuellen geographischen Position des Benutzers als Location-based Service, mittels Techniken wie GPS, GPRS, WLAN oder Bluetooth. Hinzu kommen mögliche dynamische Anpassungen des Benutzerprofils durch die Daten aus dem 'usage model'.

Zur Datenerfassung für die Erstellung und Aktualisierung von Benutzerprofilen nennen Kobsa u. a. (2001) vier Methoden, welche sich durch ein System gezielt kombinieren lassen:

- Demographische Daten, Informationen zu Fähigkeiten und Fachwissen werden bei der **aktiven Datenerfassung** durch den Benutzer selber eingegeben.
- Bei der **passiven Datenerfassung** ermittelt das System automatisch die relevanten Informationen aus Interpretationen des Verhaltens, Beobachtung der Handlungen, Messungen und Statistiken.
- Eine einfache Methode zur Abschätzung der Eigenschaften des Benutzers ist die des **Stereotype Reasoning**. Dabei wird ein Anwender anhand von wenigen Informationen in die dafür typische Kategorie (Benutzergruppe) eingeteilt.
- **Interface Agents** modellieren Anwendungsdaten (usage data) aufgrund von Beziehungen zwischen der Situation des Benutzers und seinen Handlungen.

Der Standardisierung von Benutzerprofilen wurde bisher nicht viel Beachtung geschenkt, obwohl dieser Schritt nach Velasco u. a. (2004) eine Voraussetzung für weitere Personalisierungs- und Adaptionmöglichkeiten der Mainstream-Anwendungen ist. Eine der wenigen Möglichkeiten zur Definition von Benutzer- und Geräteprofilen für die Adaption von Internetdiensten bietet das CC/PP Framework¹¹. Es basiert

¹¹Für Informationen zu Composite capability/preference profiles (CC/PP) siehe Klyne u. a. (2004).

auf dem Resource Description Framework (RDF)¹², der W3C Recommendation zur Beschreibung von Beziehungen zwischen Ressourcen im World Wide Web.

Der für Lernumgebungen relevanteste Standard zur Modellierung von Benutzern ist wohl das IMS Learner Information Package (LIP)¹³. Nach Robson u. a. (2001) ist die Struktur des LIP in 11 Hauptkategorien unterteilt (siehe Abbildung 3.1). Dies sind die wichtigsten Kategorien zur Unterstützung von Informationen über die Lernenden. Dieser zusammengesetzte Ansatz bietet die Flexibilität, dass nur benötigte Informationen auch wirklich angegeben und gespeichert werden müssen.

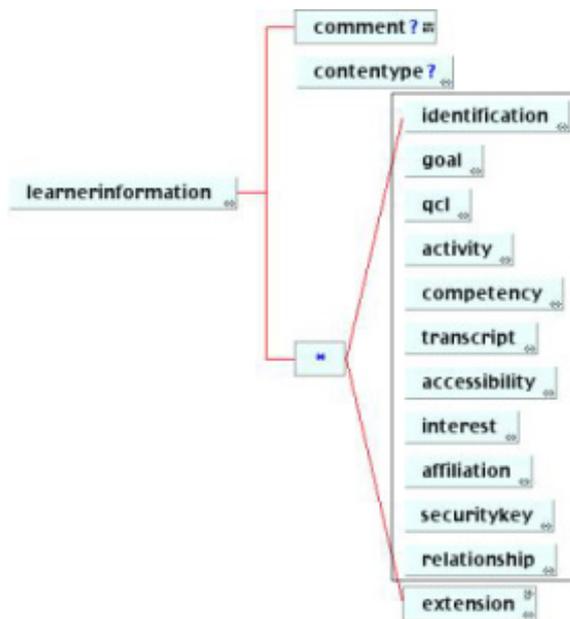


Abb. 3.1.: Hauptkategorien des IMS Learner Information Package (LIP)
(nach Robson u. a. 2001)

Zitiert aus Robson u. a. (2001):

- **„Identification:** Biographic and demographic data relevant to learning.
- **Goal:** Learning, career and other objectives and aspirations.
- **Qualifications, Certifications and Licenses (qcl):** Qualifications, certifications and licenses granted by recognized authorities.
- **Activity:** Any learning-related activity in any state of completion. Could be self-reported. Includes formal and informal education, training, work experience, and military or civic service.

¹²siehe Lassila u. Swick (1999)

¹³siehe Robson u. a. (2001)

- **Transcript:** A record that is used to provide an institutionally-based summary of academic achievement. The structure of this record can take many forms.
- **Interest:** Information describing hobbies and recreational activities.
- **Competency:** Skills, knowledge, and abilities acquired in the cognitive, affective, and/or psychomotor domains.
- **Affiliation:** Membership of professional organizations, etc. Membership of groups is covered by the IMS Enterprise specification.
- **Accessibility:** General accessibility to the learner information as defined through language capabilities, disabilities, eligibilities and learning preferences including cognitive preferences (e.g. issues of learning style), physical preferences (e.g. a preference for large print), and technological preferences (e.g. a preference for a particular computer platform).
- **Securitykey:** The set of passwords and security keys assigned to the learner for transactions with learner information systems and services.
- **Relationship:** The set of relationships between the core components. The core structures do not have within them identifiers that link to the core structures. Instead all of these relationships are captured in a single core structure thereby making the links simpler to identify and manage.“

Als Erweiterung des IMS LIP Modells wurde nach Karampiperis u. Sampson (2004) 2003 die Spezifikation 'IMS Accessibility for LIP Information Model (AccLIP)' geschaffen. Sie enthält Accessibility-Eigenschaften für die Bereiche Display, Bedienung und Inhalt. Die weitere Definition dieser Kategorien wurde weiter aufgeschoben, was Karampiperis u. Sampson (2004) veranlasste ihr 'Accessibility application profile' als Erweiterung der IEEE LOM vorzuschlagen. Für detaillierte Informationen zu diesem Vorschlag eines möglichen Profils siehe Karampiperis u. Sampson (2004). Das Accessibility-Element des 'IMS LIP' ist in Abbildung 3.2 dargestellt.

Peylo u. Thelen (2000) weisen auf die Sensibilität der Daten eines Benutzerprofils hin. Auf der einen Seite sind diese Daten für das System und für Tutoren interessant¹⁴, auf der anderen enthalten sie vertrauliche und persönliche Angaben. Dies erfordert einen sensiblen Umgang, Transparenz über die gespeicherten Informationen und einen Einsatz im Dienst der Benutzerunterstützung, damit der Nutzen für den Lernenden grösser ist als der Eingriff in seine Privatsphäre. Es sollten in jedem Fall nur Informationen erhoben werden, die für das jeweilige System auch wirklich verwendet werden.

¹⁴Ein Benutzerprofil ermöglicht Rückschlüsse auf das Leistungsniveau und eine Möglichkeit zur Gruppenbildung.

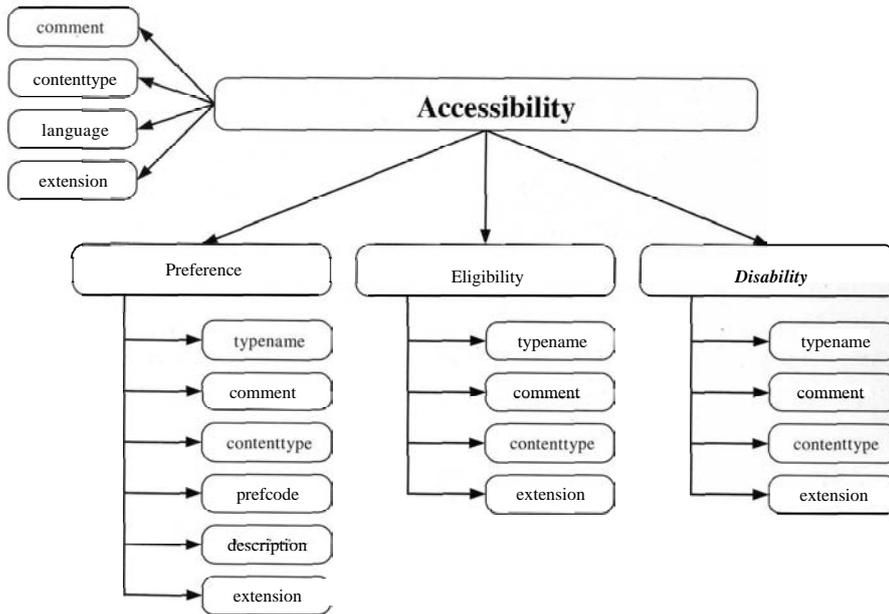


Abb. 3.2.: Accessibility-Element des 'IMS Learner Information Package (LIP)' (aus Karampiperis u. Sampson 2004, S. 185)

Zentrale Benutzermodell-Server können die mühsame Arbeit der aktiven Datenerhebung für die Benutzerprofile erheblich vereinfachen. In der Schweiz arbeitet SWITCH an der Umsetzung eines Benutzermodell-Serverdienstes¹⁵ auf der Basis von LDAP¹⁶, welcher die Möglichkeit eines zentralen Lernerprofils für jeden Studenten in der Schweiz bieten soll. Dieses System bringt aber auch Probleme, da nur an Schweizer Hochschulen eingeschriebene Personen davon erfasst werden, die Kurse aber weltweit im Internet angeboten werden. Es ist zu hoffen, dass eine Zusammenarbeit mit anderen Organisationen ein globales Benutzerprofil möglich machen. Einen weiteren LDAP-basierten Benutzer-Modellierungs-Server beschreiben Kobsa u. Fink (2005).

Benutzerprofile sind im Bereich der Kommunikation und beim Zugang zu Client-Plattformen eine wichtige Voraussetzung zur exakten Identifikation des Benutzers. Hier zeigt sich ein weiterer wichtiger Grund zur Trennung von Benutzer- und Geräteprofilen, denn in einem Übungsraum an der Uni werden die Computer z. B. im Verlauf einer Woche von verschiedenen Benutzern verwendet. Zu diesem Zweck arbeitet heute praktisch jedes elektronische Gerät mit Benutzerprofilen für den Zugang und die Personalisierung. Es wäre zu wünschen, dass solche Profile universeller verwendet werden könnten. Im Bereich der Bibliotheksverbunde in der Schweiz ist

¹⁵Informationen zur 'Authentication and Authorization Infrastructure' unter <http://www.switch.ch/aai/>, Abruf: 05.08. 2005

¹⁶Für die Spezifikation des 'Lightweight Directory Access Protocol' (LDAP) siehe RFC 2252

dies heute schon möglich. So muss sich ein Student nur noch ein einziges Mal einschreiben und erhält so Zugang zu allen angeschlossenen Katalogen. Dies ist eine enorme Erleichterung für den Studienalltag. Im Gegensatz dazu benötigt der gleiche Student mehrere Benutzerprofile allein für die Verwendung der verschiedenen Computersysteme innerhalb der Universität Zürich. Jeder kennt wohl heute den Stress, die unzähligen Benutzernamen und Passworte für alle Arten von elektronischen Dienstleistungen nicht zu vergessen und sie trotzdem sicher zu halten, z. B. bei einer Ferienabwesenheit.¹⁷ Bestrebungen und vor allem die Akzeptanz von technischen Lösungen solcher vereinheitlichten Benutzerprofile in einem digitalen Pass setzen sich in erster Linie wegen Sicherheitsbelangen nur langsam durch.

Velasco u. a. (2004) erwähnt die spezielle Bedeutung der Benutzer- und Geräteprofile für die Anpassung an Bedürfnisse von behinderten Benutzern. Mehr dazu im Abschnitt 4.5 Zugänglichkeit der Anwendung.

3.3. Inhaltstypen, Lernobjekte

„Ursprünglich war weder das Internet noch das Web „multimedial“, sondern auf die Übertragung von Text unter Verwendung der Hyper Text Markup Language (HTML) ausgerichtet. [...] HTML-Dokumente sind reine Textdateien, die spezielle Steuerbefehle und Formatierungsangaben (TAGs) enthalten.“

HOLZINGER (2002, S. 235)

Die Bezeichnung Inhaltstypen ist auf die Zielgruppe dieser Arbeit mit technischer Prägung und auf das Medium Internet ausgerichtet, denn aus mediendidaktischer Sicht müsste dieser Abschnitt wohl 'Repräsentationsmedien' heissen. Nach Häss (2004, S. 9) „beschreiben Repräsentationsmedien das Format einer Information, in dem sie verarbeitet wird. Abhängig von der Art der Information kann sich ein Medium gut, schlecht oder gar nicht zur Repräsentation eignen. Oft kann der Inhalt des Repräsentationsmediums vom Menschen nicht direkt eingesehen werden, er braucht zur Dekodierung eine Maschine.“

Das 'IEEE Learning Technology Standards Committee' (LTSC) definiert nach Harnisch (2004, S. 42) „ein 'learning object' (Lernobjekt) als eine Einheit, digital oder analog, welche zu computerunterstütztem Lernen benutzt, wiederverwendet und referenziert werden kann, folglich jede Ressource, die zur Unterstützung des Lernens wieder verwendet werden kann.“ Bei der genaueren Betrachtung der Kategorien der

¹⁷In vielen Betrieben gilt die Bekanntgabe des Passwortes für den Zugang zum Benutzeraccount im Firmennetzwerk bei Ferienabwesenheit als normal.

IEEE-LOM¹⁸ lässt sich leicht feststellen, dass diese Definition nicht in einem technischen Sinn auf die Dateiebene bezogen werden kann, sondern aus pädagogischer Sicht definiert wurde. Um auf die technische Umsetzung von Inhalten im Medium Internet einzugehen, wird in der Folge mit kleineren Informationseinheiten gearbeitet, welche dann zu LOMs kombiniert werden können.

Nach dem Prinzip von Hypermedia liegt der gesamte Inhalt des Web in Form kleiner Informationseinheiten vor, welche durch Hyperlinks miteinander verbunden werden können. Ursprünglich enthielt das Web nur Textdokumente, welche durch die Auszeichnungssprache HTML strukturiert werden konnten. Diese Strukturierung war viel mehr semantisch als graphisch vorgesehen. Auch heute noch werden in HTML Nichttext-Inhalte wie Bilder, Videos usw. über einen Hyperlink in die Seitengestaltung eingebunden. Die Seitengestaltung wird heute mittels CSS vorgenommen und setzt sich aus verschiedenen Strukturelementen des Textes wie Titel, Abschnitt, Liste, Tabelle, etc., sowie Nichttext-Inhalten zusammen. Welche Inhaltstypen werden nun aber zu welchem Zweck unterschieden, und wie lassen sich deren Inhalte und Beziehungen beschreiben?

Eine Möglichkeit zur Kategorisierung der Inhalte ist die Unterscheidung anhand der Codierung der enthaltenen Information, sozusagen ihrer Gestalt im multimodalen Sinn, (vgl. Abschnitt 2.4). Abbildung 2.3 zeigt die Unterscheidung in statische und dynamische Medien nach Bauer (2000) unter dem Gesichtspunkt der Codierung der Daten. Kerres (2002) unterscheidet die vier in Tabelle 3.2 dargestellten Typen multimedialer Information Text, Audio, Einzel- und Bewegtbild. Bei dieser Unterscheidung ist zu beachten, dass Texte immer eine visuelle und eine akustische Dimension haben, Texte können auch Abbildungen sein. Dies auf Grund der historischen Tatsache, dass Schrift die visuelle Abbildung der Sprache mittels eines Zeichensystems ist. Schrift(Zeichen) ist/sind die visuelle Darstellung von Text, Sprache die akustische Repräsentation von Text. Abbildungen können deshalb auch Texte enthalten, in Form von Schrift, Ton kann auch Texte enthalten in Form von Sprache. Bewegte Bilder, bei Bauer (2000) 'Bild (Bewegt)', enthalten eine Kombination von Bildern, welche zeitlich geordnet sind. Ton enthält akustische Signale, welche auch immer eine zeitliche (dynamische) Komponente enthalten. Die Kombination von bewegten Bildern mit Ton ergibt den (Ton-)Film. Bei der Unterscheidung spielt nicht bloss die Codierung, sondern auch die Modalität eine wichtige Rolle. Dies ist in gewissen Sinn der Versuch zur Unterscheidung der Inhaltstypen auf ihre monomediale, monocodale und monomodale Ebene.

¹⁸siehe IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC) P1484.12 Learning Object Metadata (LOM) working group (2002)

3. Das Medium Internet

TYP	DURCH COMPU- TER ERZEUGT	DURCH COM- PUTER DIGI- TALISIERT	REPRÄSEN- TIERT Z. B. ALS	DATEN- MENGE (BSP.)	PRODUK- TIONS- AUFWAND
Text	KI- Anwendungen, Beratungssyste- me, 'intelligente tutorielle Systeme' (ITS)	eingeebene oder 'erkann- te' (OCR)- Texte	ASCII- Code, Syntax, Semantik	sehr nied- rig: 1 Seite $\hat{=}$ ca. 4 KB (4096 Zei- chen)	sehr nied- rig: 1 Seite $\hat{=}$ ca. 50 €
Audio	Klangsynthese, Spracherzeu- gung	Musiksamples, Sprachdaten	Wave-, MP3- Format	mittel: 1 Min. $\hat{=}$ ca. 10 KB - 10 MB	mittel: 1 Min. $\hat{=}$ ca. 50 - 500 €
Einzelbild	fotorealistische Darstellung (Rendering, Raytracing)	eingelese Fotos, Grafi- ken	Bitmap, JPEG, Vektorgra- fik	niedrig: 1 Bild $\hat{=}$ ca. 20 KB - 1 MB	mittel: 1 Bild $\hat{=}$ ca. 50 - 500 €
Bewegtbild	Computersi- mulation und -animation, 'vir- tuelle Realität'	eingelese Video, Be- wegungsauf- zeichnung	Real Video, MPEG	hoch: 1 Min. $\hat{=}$ ca. 100 KB - 100 MB	hoch: 1 Min. $\hat{=}$ ca. 250 - 2500 €

Tab. 3.2.: Typen multimedialer Information (S.22 Kerres 2002, DM in € umgerechnet, 1 € $\hat{=}$ ca. 2 DM nach dem EURO-Referenzkurs (1 € $\hat{=}$ 1,9583 DM) festgelegt bei der Währungsumstellung)

Da im Rahmen des webbasierten Lernens aber das Medium Internet bereits gewählt ist, beschäftigt sich die vorliegende Arbeit mit den beiden verbleibenden Dimensionen Codierung und Modalität, angelehnt an die Unterscheidung von Bauer (2000). Diese Betrachtungsweise befreit Autoren nicht von der wichtigen Aufgabe der Wahl des geeigneten Mediums zur Übertragung und Präsentation von Informationen z. B. in Form von Lerninhalten. Die vorliegende Arbeit möchte vielmehr auf die technischen Möglichkeiten des Mediums Internet zur Codierung und Modulierung von Informationen eingehen. Dabei ist zu erwähnen, dass die Wahl der Codierung beträchtliche Auswirkungen auf die Modalität haben kann. So kann z. B. die Information in einem Bild durch Sehbehinderte und Blinde nur sehr schlecht aufgenommen werden; darunter fällt auch darin eingeschlossener Text in Form von Schrift. In diesem Abschnitt werden die beiden statischen Inhaltstypen (Medientypen) genauer kategorisiert, typische Speicherformate für den Einsatz im Web genannt und Möglichkeiten zur Beschreibung der Absichten des jeweiligen Autors für den Verwendungszweck dieser Inhalte mittels Metadaten aufgezeigt. Der nächste Abschnitt

3.4 beschäftigt sich mit den dynamischen Inhaltstypen.

In der Abbildung 2.3 von Bauer (2000) werden Abbildungen in Grafik und Bild (Stand) unterschieden. Schnirch (2004) unterscheidet in dieser Kategorie weiter zwischen realistischen Bildern (z. B. Fotos), logischen Bildern (z. B. Diagramme) und Kombinationen davon, z. B. Karten. Mirabella u. a. (2004) konzentrieren sich in ihren Ansätzen auf die für die Accessibility relevanten Untertypen der Inhaltstypen Einzel- und Bewegtbild.¹⁹ Ihr Katalog umfasst die 'Learning Resource Typen'²⁰ Diagram, Figure, Graph, Table aus Kategorie 5.2 des IEEE-LOM²¹ Multimedia und Math/scientific expression aus Freed u. a. (2003). Friesen u. a. (2004) liefern wertvolle Erklärungen zu den einzelnen Inhaltstypen. Diagram und Graph sind wiederum spezielle Formen einer 'Figure' und sollten innerhalb eines 'Figure'-Containers verwendet werden. Diagram ist eine schematische Abbildung eines Objektes unter Einhaltung der Formen und Beziehungen zwischen den Einzelteilen. Graph ist ein symbolisches Diagram (z. B. in Mathematik, Chemie). Figure ist eine Abbildung (auch als Gegenteil von Text zu verstehen) im Sinne von Foto, Karte, Video, Animation, visuelles Hypermedia. 'Table' ist die gewohnte Darstellung von Messwerten in Zeilen und Spalten und als Mischform zwischen Text und grafischer Darstellung zu verstehen. Unter die Kategorie Multimedia fallen nach Freed u. a. (2003) aus technischer Sicht SMIL²² und SAMI²³, weil sie Audiodeskription und Videocaptioning ermöglichen. Flash wird nur am Rand erwähnt. Unter der Kategorie 'Math/scientific expression' sind ganz einfach mathematische oder allgemein wissenschaftliche Formeln zu verstehen.

Kopp (1998) erläutert diverse Inhaltstypen anhand ihrer Vorteile in einer multimedialen Lernumgebung. Umfangreiches Bildmaterial kann hervorragend in elektronischen Medien farbig dargestellt werden. In Lehrbüchern muss aus Kostengründen oft darauf verzichtet werden. Abstrakte Zusammenhänge und komplexe Formeln lassen sich wiederum am Bildschirm schwerer vermitteln. Sprachausgabe ergänzt die geschriebenen Texte in den Lernprogrammen, um den Lerneffekt zu erhöhen.

Die Unterscheidung der beiden statischen Inhaltstypen Text und Bild ist in Bezug auf die praktische Umsetzung von Bedeutung, geht es doch um die geeignete Wahl der Codierung und damit um die Verwendung der richtigen Technologie. Usability-Studien belegen den Grundsatz, dass aus Sicht des Anwenders möglichst wenig Text in Bildern und Flash-Animationen oder in proprietären (geschlossenen) Formaten

¹⁹Informationen zur Accessibility von Inhaltstypen siehe Abschnitt 4.6

²⁰Es existiert noch eine Reihe weiterer Inhaltstypen. Die Lern-Ressourcetypen sind aber eine didaktische Unterscheidung von Inhalten und keine technische.

²¹siehe IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC) P1484.12 Learning Object Metadata (LOM) working group (2002)

²²Synchronized Multimedia Integration Language, siehe auch Abschnitt 3.4

²³Synchronized Accessible Media Interchange, Microsoft eigenes Format.

verwendet werden sollte. Im Bereich der Texte werden durch HTML und konsequenter in XML Möglichkeiten zur Strukturierung geboten. In den Ansätzen von Fidler u. a. (2005) werden Text-Inhalte anhand der daraus entstehenden Texttypen `table`, `list`, `term`, `citation` und `indexItem` unterschieden.

Nach Freibichler (2002) ist im Zusammenhang mit dem Layout von Webseiten, welches den 'ersten Eindruck' beim Benutzer hinterlässt, nicht nur der Inhalt der Texte, Grafiken und anderer Objekte von Bedeutung, sondern vielmehr auch ihre Platzierung und Gestaltung. Bei Texten geschieht die Gestaltung und Formatierung mittels Schriftart, Schriftgrösse und -stil, Farbe und Gliederung. Dabei ist beim Einsatz im Web sehr wichtig, dass die verwendete Schriftart von der Client-Plattform unterstützt wird. Zu diesem Zweck werden generische Schriftfamilien verwendet. Beim Schriftstil ist zu beachten, dass die Unterstreichung in Hypertexten für Links reserviert ist. Die ästhetische und pädagogische Wirkung von Grafiken und Fotos hängt auch von der Einbettung in das Umfeld ab. Das Layout umfasst auch die Benutzeroberfläche, über welche die Navigation zwischen den Informationen erfolgt. Bei Lernsystemen kommen weitere Funktionen hinzu wie etwa Hilfe, Lösung, Lexikon, Taschenrechner, Notizbuch, Auswahl von Touren, etc. Weitere Elemente von HTML dienen der Darstellung von Formularen zur Integration von Interaktivität.

In der technischen Kategorie der IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC) P1484.12 Learning Object Metadata (LOM) working group (2002) und Friesen u. a. (2004) werden die verschiedenen Speicherformate auf Grund ihrer im Internet üblichen MIME-Mediatypen²⁴ unterschieden. Ressourcen, die nicht digital vorliegen, sollen nach der Empfehlung als Typ 'non-digital' ausgewiesen werden. Bei IANA (2002) werden die Typen `application`, `audio`, `image`, `message`, `model`, `multipart`, `text` und `video` mit jeweils weiteren zugehörigen Untertypen definiert. Die Vergabe und Publikation der MIME-Typen unterliegt der IANA (Internet Assigned Numbers Authority). Jeder neue Medientyp muss zur Registrierung der IANA vorgelegt werden, die über die Vergabe entscheidet. Tabelle B.3 im Anhang zeigt eine alphabetisch geordnete Auswahl von im Web häufig verwendeten MIME-Typen.

Bei der Anfrage einer Seite wird vom Browser der HTTP-Header 'Accept' mit der Angabe der unterstützten MIME-Typen an den Server übermittelt. Der Server schliesst in seiner Antwort den HTTP-Header 'Content-Type' ein, welcher dem Browser signalisiert, um welchen Inhaltstyp es sich beim übermittelten Dokument handelt. Entsprechend dieser Angabe wird im Browser der Inhalt decodiert und dargestellt. Es ist wichtig, dass sowohl Webserver als auch Browser diesen MIME-Typen unterstützen. Bei der Wahl des Speicherformates ist ebenso darauf zu achten, um die Zugänglichkeit des Inhaltes einer solchen Datei für den Browser zu ermöglichen. Eine weitere Abmachung und wichtige Voraussetzung für die richtige Decodierung

²⁴Multipurpose Internet Mail Extensions, heute gebräuchlich: Multimedia Internet Message Extensions siehe IANA (2002)

und Darstellung der Inhaltstypen ist die Verwendung der Standard-Spezifikation des angegebenen MIME-Typs. Diese Webstandards sind eine zwingende Voraussetzung für die richtige Kommunikation zwischen Webserver und Webbrowser. Zeldman (2003) liefert eine kompetente Diskussion über Webstandards. Horton (2000) gliedert seine Liste der zur Auswahl stehenden Speicherformate anhand von Kategorien in der Reihenfolge ihrer Wichtigkeit: browser-native, platform-independent, popular web formats, popular proprietary. (siehe Tabelle 3.3) Zu meiden sind nach Horton (2000) Formate, welche selten verwendete Plug-ins benötigen.

DATEIFORMATE	MIME-TYPEN
browser-native (IE5.0)	
HTML, DHTML und CSS	text/html, application/xhtml+xml, text/css, application/x-httpd-php
Text (ASCII und Unicode)	text/plain
JavaScript	application/javascript
GIF, JPEG, (PNG)	image/gif, image/jpeg, (image/png)
XML, XSL	application/xml
Java	application/octetstream (.class)
platform-independent	
Audio: MIDI	audio/x-midi
Video: MPEG	video/mpeg
VR: VRML	model/vrml
popular web formats	
Audio: WAV, Real Audio, MP3	audio/x-wav, audio/x-pn-realaudio, audio/x-mpeg
Video: Shockwave Director, Flash, Quicktime, AVI	application/x-director, application/xshockwave-flash, video/quicktime, video/x-msvideo
Text: PDF, RTF	application/pdf, application/rtf, text/rtf
popular proprietary	
MS Word, Excel, Powerpoint	application/msword, application/msexcel, application/mspowerpoint

Tab. 3.3.: Tabelle der Kategorien (nach Horton 2000)

Für den Inhaltstyp Abbildung bieten sich die beiden Formate Vektor und Raster (Bitmap) an, wobei die meisten heute gebräuchlichen Browser noch immer nur die drei Raster-Formate JPEG, GIF und PNG unterstützen. Weitere Grafikformate,

darunter auch alle Vektorformate, benötigen entweder ein Plug-in oder eine zusätzliche auf der Client-Plattform installierte Software. Vektorgrafiken bieten im Bereich des Untertyps 'Grafik' der Abbildungen nach Holzinger (2002) Vorteile gegenüber Raster, so die genaue Beschreibung geometrischer Formen, welche eine verlustfreie Vergrößerung (Zoom) ermöglicht, die Unabhängigkeit von der Auflösung (Unabhängigkeit vom Ausgabemedium) und die meist geringere Datenmenge. Wie aus der GIS-Lehre bekannt, besitzen Vektorformate im Gebiet der Visualisierung und Analyse von Geodaten erhebliche Vorteile gegenüber von Rasterdaten. Das Vektorformat entspricht dem Vektordatenmodell, welches nach Jones (1997) die Objekte Punkt, Linie, Fläche, Oberfläche und Volumen repräsentiert. So lässt sich mit Objekten arbeiten, welche die real vorkommenden Phänomene repräsentieren und damit bietet sich ein leichter Zugang zu einem einzelnen Objekt. Seine grafische Darstellung ist nur eines der vielen Merkmale, die sich so leicht verknüpfen lassen. Dies wiederum bietet grosse Vorteile im Bereich der Analyse, Interaktivität und schliesslich Zugänglichkeit. Diese Vorteile lassen sich anhand von SVG im Abschnitt 3.4 erkennen. Leider lässt sich SVG noch heute meist nur durch ein zusätzliches Plug-in in Standardbrowsern verwenden. Wegen seiner grafisch hochwertigen Darstellung (Rendering) von Vektordaten und der grossen Verbreitung des Plug-ins wird Flash von vielen Multimedia-Designern auch im Bereich von statischen Abbildungen eingesetzt. Aus verschiedenen Gründen wie z. B. dem proprietären Dateiformat und den daraus entstehenden Problemen bei der Anpassung, Zugänglichkeit und Wiederverwendbarkeit erachtet der Autor der vorliegenden Arbeit die Codierung von Text und Abbildungen als problematisch. Demgegenüber besteht zur Zeit noch immer kein Dateiformat, welches bei gleicher Akzeptanz den selben hohen Anforderungen genügen kann. Abbildung 3.3 zeigt die statischen Inhaltstypen.²⁵

Für die Adaption (siehe Abschnitt 3.7) an die Systemvoraussetzungen und die Bedürfnisse der Benutzer sind eine klare Abgrenzung der Inhaltstypen, die konsequente Verwendung von Standards sowie Konvertierungsmöglichkeiten zwischen den einzelnen Repräsentationsformen der Inhaltstypen erforderlich. Hitzenberger u. Wormser-Hacker (1998) gehen im Rahmen ihres Ausblicks über Medialitätstransformation²⁶ auf diesen Wunsch ein, der eine möglichst grosse Unabhängigkeit der Codierung vom Repräsentationsmedium bedeutet. Dies ist durch eine medienunabhängige Speicherung oder durch Medialitätstransformationen zu erreichen. Diese Fragen werden nach Hitzenberger u. Wormser-Hacker (1998) die zukünftigen Schwerpunkte einer multimedialen Informationswissenschaft bilden. Eine wichtige Voraussetzung dazu

²⁵Diese Grafik stellt einen Ausschnitt aus der Abbildung B.1 der technischen Inhaltstypen im Anhang dar, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit erstellt wurde, um die Inhaltstypen zu kategorisieren.

²⁶Inhalte sind nicht zwangsläufig an eine einzelne Medialität gebunden. Daher können sie durch den Vorgang der Medialitätstransformation aus ihrem ursprünglichen Medium in ein anderes transformiert werden.

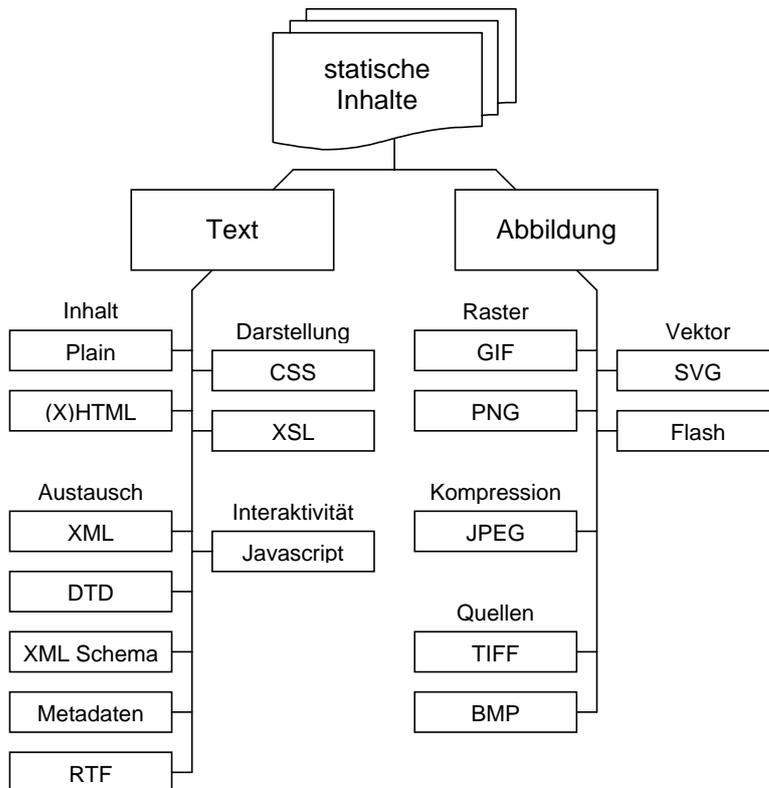


Abb. 3.3.: Statische Inhaltstypen im WWW

ist in der Idee des Semantic Web enthalten, die nach Thallmair (2004) im Jahr 1998 von Tim Berners-Lee formuliert wurde. Informationen im Semantic Web sollen nicht nur zwischen Menschen ausgetauscht werden, sondern auch maschinell erfassbar sein.

3.4. Multimedia via WWW

„Noch keine 60 Jahre gibt es das Fernsehen, aber in dieser Zeit hat es das Leben in fast allen Industriestaaten nachhaltig beeinflusst. Doch in gewisser Weise hat es nur den Rundfunk ersetzt, der damals schon seit 20 Jahren elektronische Unterhaltung ins Haus brachte. Weder Rundfunk noch Fernsehen in der Form, wie sie heute haben, wird mit den Kommunikationsmedien zu vergleichen sein, die uns das Internet bescheren wird, sobald es über die Breitbandkapazität verfügt, die erforderlich ist, um hochwertige Videobilder zu übertragen.“

GATES (1995, S. 110)

Unter Multimedia und Interaktivität via WWW wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit die Integration der verschiedenen Inhaltstypen (unterschieden nach ihrer Codierung) mit Hilfe von Hypertext zu einer Hypermedia-Anwendung verstanden. Holzinger (2002) erachtet diesen Ansatz von Multimedia via Internet (Darbietung von Text, Grafik, Audio, Video und Interaktion) als Hypermedia-Applikation innerhalb eines Standard-Browsers als den spannendsten. Weiter hält er wie Gates (1995) fest, dass die Zukunft der Telekommunikation durch Multimedia über Breitbandnetze bestimmt wird. Dafür eignet sich das Medium Internet sehr gut, denn „das WWW ist wahrscheinlich das erfolgreichste vernetzte Informationssystem in der Geschichte der Menschheit. Einer der zentralen Vorteile ist sicherlich die leichte Bedienbarkeit des Interfaces.“ (Holzinger 2002, S. 21) Dies gilt auch unter dem Aspekt, dass das WWW heute nicht nur die Darstellung von Text, sondern auch die Einbindung von Multimedia (Audio, Bilder, Video) und Interaktivität, sowie die Einbindung von Kommunikation via Internet ermöglicht.

„Die beschränkten Möglichkeiten, Interaktionen im Rahmen von HTML zu verwirklichen, lassen auch nur beschränkte Chancen einer didaktischen Konzeption zu. Die Möglichkeiten werden erst durch die Einbettung in einen didaktischen Gesamtzusammenhang (mit Tutor etc.) oder von serverseitigen Scripten oder HTML integrierter Scriptsprachen wie Javascript oder DHTML erweitert.“

FREIBICHLER (2002, S. 223)

Die multimedialen Eigenschaften von Internet-Anwendungen hängen auch heute noch in direkter Weise von den Möglichkeiten der Seitenbeschreibungssprache des WWW, der Hypertext Markup Language (HTML) und der MIME-Type-Unterstützung der Browser ab. Alle anderen Inhaltstypen lassen sich nur durch Browser-Plug-ins und/oder durch die Verwendung von komplexeren Sprachen und Autorenumgebungen wie z. B. Java, JavaScript oder Flash realisieren. Zusätzlich ist bei Multimedia via WWW die bereits in Abschnitt 3.3 erwähnte Kapazität des Übertragungswegs vom Server zum Client, die effektive Bandbreite, von höchster Bedeutung.

Dieser Abschnitt behandelt nun die Kategorien der dynamischen Medien nach Bauer (2000), darunter die Bewegtbilder und die verschiedenen Arten von Ton. Da bei Hypertext grundsätzlich von statischen Medien ausgegangen wird, führt die Kombination mit mindestens einem dynamischen Medium zu einer Multimedia-Anwendung. Welche Technologien existieren nun aber, um Bilder im Web zum Laufen und Töne zum Klingen zu bringen und in welchem Mass bieten diese Technologien Interaktivität? Für die reine Integration von Audio (Ton) existieren eine Reihe von Formaten, welche durch verschiedene Techniken mit den ebenfalls diversen Formaten für die Bewegtbilder kombiniert werden können. Es ist konsequent zwischen verschiedenen Formen von Bewegtbildern zu unterscheiden, denn es gibt nach Schnirch (2004)

verschiedenste Varianten von Animationen und Videos. Weidenmann (2002) weist darauf hin, dass dynamische Inhalte im Sinne von Multimedia die Gestaltungsmöglichkeiten für Abbildungen gegenüber den Printmedien ganz erheblich erweitern. Er nennt die drei Erweiterungen: Einbeziehung des auditiven Sinneskanals, von Bewegtbildern und die Interaktivität. Als störend wird die gleichzeitige auditive und visuelle Darbietung von Text genannt, hingegen als vorteilhaft die gleichzeitige auditive Darbietung eines Textes und die visuelle Darbietung eines Bildes, dies aufgrund der Tatsache, dass Nutzer die gleichzeitige Darbietung von Bild und gesprochenem Text als angenehm erleben. Für die Gestaltung von Lernangeboten ist deshalb die Nutzung von gesprochenem Text als Kommentar zu Bildern ein Fortschritt gegenüber den geschriebenen Bildkommentaren. Zusätzlich kann der Ton genutzt werden, um die Aussagekraft einer bildlichen Darstellung zu verstärken. Schliesslich kann Audio für bestimmte Signaltöne genutzt werden, welche die Interaktivität des Anwenders mit dem Lernangebot begleiten und steuern.

Die Einbindung von dynamischen Inhalten in Hypermedia geschieht über eine Referenz auf die Datenquelle. Dies kann in Form eines normalen Hyperlinks geschehen, welcher auf den dynamischen Inhalt zeigt, oder innerhalb eines `object`-TAGs mit zusätzlichen Attributen zur Einbindung in ein Hypertext-Dokument. So lassen sich dynamische Inhalte einbinden, welche durch ein Plug-in innerhalb des Browsers angezeigt werden. Um die Kompatibilität mit älteren (Netscape-) Browsern zu erhalten, ist es entweder notwendig, eine Adaption anhand der Informationen über die Plattform aus dem Benutzerprofil zu machen oder wie bisher den Code für beide Varianten verschachtelt zu integrieren. Der von Netscape entwickelte `embed`-TAG ermöglicht ebenfalls die Integration vieler dynamischen Quellen. (Siehe dazu auch Abschnitt 6.4.1)

Für den Audio-Bereich liefert Holzinger (2002) eine Übersicht der gebräuchlichsten Formate und nennt die meisten der in den Abbildungen 3.4 und B.1 abgebildeten Audioformate. In letzter Zeit haben sich im Web immer mehr die Formate Real-Audio, Windows Media und MP3 gegenüber WAV und MIDI durchgesetzt. Dies wegen der guten Komprimierung, den Streamingmöglichkeiten und wohl auch wegen dem fehlenden Kopierschutz bei MP3. Bei der Übertragung von Audio als auch Video unterscheiden wir zwischen zwei Methoden, dem Herunterladen der ganzen Datei vor dem Abspielen oder dem Streaming Audio, bei welchem das Abspielen der Quelle sofort nach dem Eingang der jeweiligen Daten erfolgt, sozusagen live, in Echtzeit. Dieses zweite Verfahren eignet sich für Livesendungen von Radio und Fernsehen. Es existiert ein grosses Angebot an Livestreams von Radio- und Fernsehsendern. So kann der Lieblingssender ortsunabhängig über das Web gehört oder

gesehen werden. Beispiele dafür sind etwa NASA TV²⁷ oder SWR3²⁸. Streaming hat den Vorteil, dass bei grösseren Datenmengen nicht zuerst auf den gesamten Download der Quelle gewartet werden muss, was schnell einige Minuten dauern kann. Im Fall eines Livestreams wäre ein kompletter Download überhaupt nicht möglich. Für Streaming eignen sich mehrheitlich Real-Audio und Windows Media mittels Auslieferung über einen Streaming-Server. Der Server kann dabei die Qualität und Datenmenge des Streams an die Bandbreite der Verbindung zur Client-Plattform anpassen. Boutell (2003) beschreibt aber auch eine technische Möglichkeit, um MP3 im Streamingverfahren ohne zusätzlichen Streamingserver auszuliefern. Dabei ist aber zu beachten, dass die Quelle selber in einer relativ kleinen Samplingrate vorliegt, um kontinuierliches Streaming zu ermöglichen. Die Übertragung einer WAV-Audiodatei in CD-Qualität (44.1 kHz, 16 Bit, Stereo) benötigt nach Holzinger (2002) bereits eine Bandbreite von 1.5 Mbps. Bei MP3 lässt sich dank der starken Kompression die Samplingrate bei unbedeutend schlechterer Tonqualität bedeutend senken. So entspricht eine Bitrate von 192 kbit/s bei MP3 wiederum CD-Qualität. Für die Übertragung im Web gilt die Voraussetzung, dass die Bitrate niedriger ist als die Bandbreite der Verbindung vom Server zum Client. Dazu ist es oft notwendig, die Bitrate von Audiodateien zu reduzieren. Für die Bearbeitung und Konvertierung von Audio-Inhalten existiert eine grosse Anzahl von Werkzeugen.

Bei jeder Verwendung von Audio im Web ist daran zu denken, dass die Client-Plattform für die Wiedergabe mit Lautsprechern, Kopfhörer oder Headset ausgerüstet sein muss. Bei Verwendung von Lautsprechern kommt es in Schulungsräumen schnell zur gegenseitigen Störung beim Lernen; es ist daher die Verwendung von Kopfhörer oder Headset (Kopfhörer mit Mikrofon) zu empfehlen.

Die Inhaltstypen der Gruppe der Bewegtbilder lassen sich nicht eindeutig einordnen, ermöglichen doch einige Formate diverse Möglichkeiten zur Visualisierung und zur Interaktivität. So zum Beispiel die verschiedenen Quicktime-Formate, welche nach Holzinger (2002) dem Programmierer die Möglichkeiten bieten, eigene Multimedia-Anwendungen zu entwickeln. Quicktime-VR bietet sogar die Möglichkeit, wie in VRML oder X3D eine virtuelle Welt zu visualisieren. Trotzdem wurde Quicktime vom Autor der vorliegenden Arbeit aufgrund der häufigeren Verwendung im Bereich Video eingeteilt. Die wesentliche Schwierigkeit bei der Verwendung digitaler Videos besteht in der anfallenden riesigen Datenmenge der Inhaltstypen in der Untergruppe Video und Streaming, welche auch gleich Audio und Video kombinieren. Kompression ist da noch wichtiger als bei den Inhaltstypen der Gruppe Audio. MPEG existiert

²⁷Angeboten in den Videoformaten RealMedia und ASF (beides proprietäre Formate) oder in RealAudio unter <http://www.nasa.gov/multimedia/nasatv/>, 12.08.2005. So liessen sich bei der Discovery-Mission Livebilder von der Helmkamera der Astronauten bei ihren Weltraumspaziergängen im Internet bestaunen.

²⁸Angeboten in den Audioformaten Real-Audio und Windows Media unter <http://www.swr3.de/audioplayer/>, Abruf: 12.08.2005

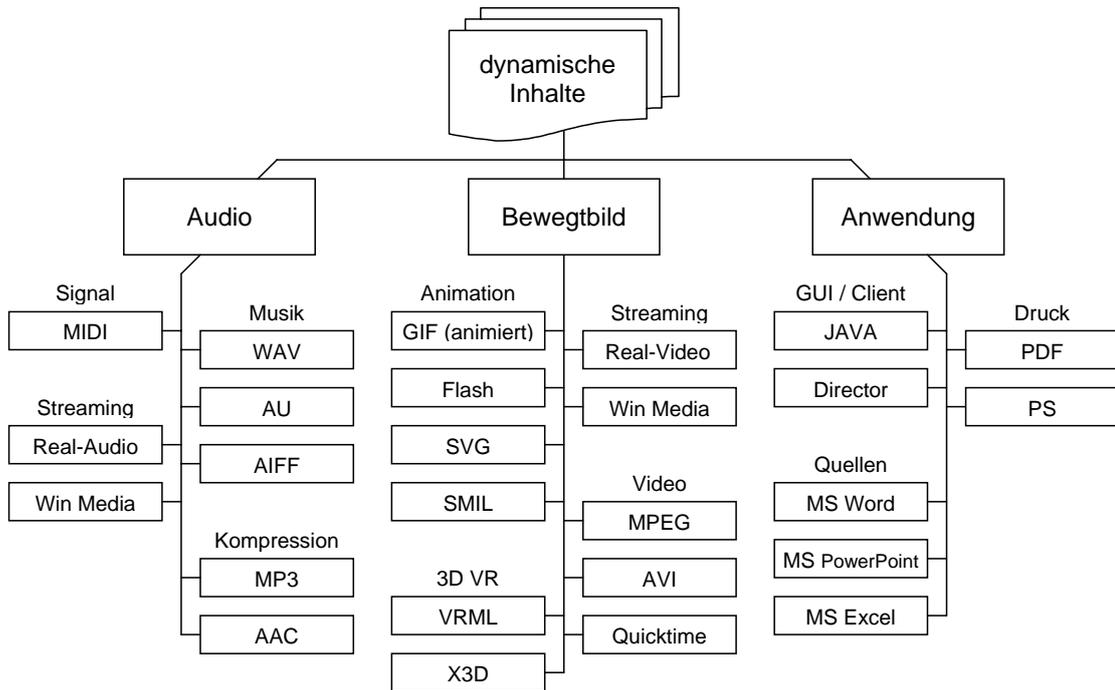


Abb. 3.4.: Dynamische Inhaltstypen im WWW

in verschiedenen Versionen (MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 und MPEG-7) und verwendet für die Kompression eine Bewegungskompensation, d. h. es werden bei aufeinander folgenden Bildern oft anstelle der gesamten Information nur die Veränderungen gespeichert. Für ausreichende Qualität auf DVD und für digitales Fernsehen fallen nach Holzinger (2002) bei MPEG-2 stolze 6 MBit/s an. Sowohl MPEG-2 als auch MPEG-4 lassen sich im Streaming-Verfahren wie die reinen Streaming-Formate Real-Media und Windows Media ausliefern, wobei die hohe Kompressionsrate auffällt, benötigt MPEG-4 in der Grösse 240x160px und 15 Bildern pro Sekunde doch gerade mal 15 KB bei erträglicher Qualität. Eine Möglichkeit zur Interoperabilität zwischen Multimedia und Hypermedia wurde nach Jaster (2003a) durch das 'Extensible MPEG-4 Textual Format' (XMT) geschaffen. XMT ist eine Sprache zur Beschreibung von MPEG-4 Inhalten und integriert Konzepte aus SMIL und X3D. Dabei werden nach Jaster (2003b) nur die Szenen beschrieben, nicht die Audio- und Videodaten selbst. Holzinger (2002) beschreibt die weiteren Bestrebungen zur Entwicklung eines einheitlichen Austauschformats MHEG (Multimedia and Hypermedia information coding expert Group) für Multimedia-Präsentationen (z. B. interaktives Fernsehen), welches die Bereiche Multimedia und Hypermedia kombinieren soll. Das dritte Format der Untergruppe Video ist AVI (Audio Video Interleaved), welches von Microsoft mit Windows 3.1 als Multimediaerweiterung eingeführt wurde. AVI

ermöglicht die Verwendung verschiedener Komprimierungs-Codecs²⁹ für Audio und Video.

Eine erste Möglichkeit zur Erstellung einfacher Animationen wurde durch den GIF-Standard 89 geschaffen, wobei diese Sequenz von statischen GIF-Bildern nur einige wenige Möglichkeiten zur Steuerung der Abfolge bietet. Interaktivität besitzt GIF 89 nicht. Um komplexere und interaktive Animationen zu erstellen, eignen sich die Formate Flash, SVG (Scalable Vector Graphics) oder SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language)³⁰ besser, wobei SMIL im Grunde genommen nur eine Sprache zur Steuerung der zeitlichen Abstimmung und Steuerung von Multimedia-Inhalten in Hypermedia ist. Leider ist nach Zeldman u. Heid (2001) im Bereich von SVG und SMIL die Browser- und Plug-in-Unterstützung auf den verschiedenen Plattformen immer noch ein grosses Problem. Flash hat sich in dem Bereich zu einem Quasistandard entwickelt, da für die Erstellung von Flash-Animationen eine eigene, hoch entwickelte Autorenumgebung existiert und die verschiedensten Inhaltstypen in Flash kombiniert werden können, so auch etwa Video und Audio. Externe Quellen wie z. B. XML oder Datenbankresultate lassen sich genauso einbinden wie verschiedene Elemente für die Interaktivität. Mit Actionscript besitzt Flash eine integrierte Skriptsprache, welche auf ECMAScript aufbaut und die einfache Steuerung der Objekte innerhalb einer Flash-Animation ermöglicht. Daneben besitzt Flash viele weitere Werkzeuge und Möglichkeiten, welche es zu einem praktischen und wirtschaftlichen Autorenwerkzeug machen. Das zur Einbindung in eine HTML-Seite notwendige Flash-Plug-in ist unter den Webnutzern weit verbreitet. Einer der grössten Nachteile von Flash ist das proprietäre binäre Dateiformat; damit verbunden ergeben sich Probleme bei der Kombination mit anderen Systemen oder beim Editieren und Konvertieren. Im Gegensatz dazu baut SVG auf XML und ermöglicht so die leichte Konvertierung und Transcodierung in andere Formate sowie die Generierung von SVG-Grafiken z. B. aus Geodaten³¹, wie Woltering (2004) und Barth (2004) in ihren Arbeiten erläutern. Nach Neumann u. Winter (2003) definiert das W3C das Format SVG als eine standardisierte, in XML formulierte Sprache zur Beschreibung von 2D-Grafiken mittels Vektorgraphik, Text und eingebetteten Rastergrafiken. Mögliche Anwendungsbereiche von SVG sich nach Neumann u. Winter (2001):

- User-Interfaces für Webseiten und Webapplikationen
- technische Illustrationen
- wissenschaftliche Datenvisualisierung

²⁹Nach Wikimedia Foundation Inc. (2006a) bezeichnet man als Codecs (englisches Akronym aus **c**oder und **d**ecoder) Verfahren bzw. Programme, die Daten oder Signale digital codieren und decodieren.

³⁰siehe <http://www.w3.org/AudioVideo/>, Abruf: 14. 08. 2005

³¹Die GML (Geography Markup Language) baut auch auf XML auf.

- Webmapping und Online GIS-Dienste, Navigation und Wegfindung
- Location-based Services mittels Mobile SVG
- Online-Lern-Systeme
- SVG als offenes Grafik-Austauschformat

Die direkte Integration von Video und Audio ist nicht möglich, aber über die Kombination mit SMIL vorgesehen. Die Verwandtschaft von SVG mit SMIL ermöglicht nach Neumann u. Winter (2001), dass innerhalb einer SVG-Grafik beinahe jedes Element und v. a. seine Attribute animiert werden können. Die Syntax und Spezifikation wird dabei von SMIL ausgeliehen. Über die Möglichkeiten zur Interaktion schreiben Neumann u. Winter (2001, S.8): „Interaktivität ist ohne Zweifel eine der Stärken, die SVG interessant machen für dynamische Webseiten mit graphischen Inhalten. Interaktivität kann im Client-System und am Server implementiert werden – mit verschiedenen Antwortzeiten natürlich. In der Praxis wird man die beiden Ansätze häufig kombinieren. Serverseitige Datenbanken und Applikationen kann man zum Selektieren und Berechnen von Daten verwenden, während man am Client Maus-, Keyboard- und Status-Events verwenden kann, um mit Hilfe eines Subsets der extrahierten Daten schnell auf Anfragen des Benutzers reagieren zu können.“ SVG besitzt im Vergleich zu Flash mindestens zwei grundlegende Nachteile, nämlich weniger Autorenwerkzeuge und eine geringere Verbreitung des für die Anzeige im Browser erforderlichen Plug-ins. Im Gegenzug bietet SVG ein offenes Format im Sinne des W3C und ermöglicht so die Erweiterbarkeit und Einbindung in eine interaktive Multimediaumgebung. Eine umfangreiche Gegenüberstellung von Flash und SVG bieten Held u. a. (2004). SVG ist nicht für den Einsatz im 3D-Bereich vorgesehen, denn dafür unterhält das W3C die Empfehlung des Formates X3D³², welches auch auf XML aufbaut und VRML ablösen soll, das sich nie richtig durchsetzen konnte. Nach Holzinger (2002) bietet VRML die Möglichkeit zur Beschreibung von 3D-Grafiken, wie ihr Nachfolger X3D. Dabei werden nur Anweisungen zum Client übertragen, wie eine dreidimensionale Animation aussehen soll. Die Animationen werden erst auf dem Client erzeugt. Die Entwicklung von VRML begann bereits anfangs 1994. VRML ist nach Steinmetz (1999) in der Lage, „statische und animierte Objekte zu repräsentieren und Hyperlinks zu anderen Medien wie Ton, Filmen und Bildern zu repräsentieren.“ Zur Navigation durch eine virtuelle Welt stehen drei Modi zur Verfügung: walk, fly und examine³³. X3D soll nach Klaf (2004) den Grundstein für Echtzeit-3D-Kommunikation zwischen Netzwerken und Anwendungen legen und erweitert den vorherigen Web3D/ISO-Standard VRML 97 bei Abwärtskompatibilität.

³²Informationen zu X3D finden sich unter <http://www.web3d.org/x3d/>, Abruf: 14.08.2005

³³Rotieren von Objekten zur genaueren Untersuchung beim Entwurf

Die dritte Gruppe 'Anwendung' in der Grafik der dynamischen Inhalte (Abbildung 3.4) wurde bewusst durch den Autor der vorliegenden Arbeit eingeführt, da es sich bei diesen Inhaltstypen um direkte Alternativen oder um Spezialformate handelt. So bieten JAVA und Director verschiedenste Funktionalitäten, welche über den reinen Ansatz von Hypermedia hinausgehen. JAVA³⁴ bietet als plattformunabhängige Programmiersprache die Möglichkeit, von Standardbrowsern losgelöste Anwendungen mit Serverdiensten und Clients zu erstellen. Die Integration von JAVA in Hypermedia ist durch das reduzierte Funktionsset der Applets möglich. Solche Entwicklungen sind sehr aufwändig, wie Purves u. a. (2004) am Beispiel von Anwendungen im Rahmen von e-MapScholar erläutern. Ganz in JAVA gehaltene (Web-)Clients ermöglichen die freie Kommunikation über Internet und die Erstellung von verteilten Anwendungen. Director ist ursprünglich für die Erstellung von Multimedia-Anwendungen in CD- oder DVD-Anwendungen ausgelegt und bietet gegenüber Hypermedia eine um ein Vielfaches höhere Flexibilität bei der Gestaltung der Benutzeroberfläche. Ein Beispiel für eine Anwendung mit hochkomplexem GUI ist der 'Atlas der Schweiz'³⁵, welcher als CD/DVD am Institut für Kartographie an der ETH Zürich entwickelt wird. Eine auf die Bedürfnisse des Web angepasste Form von Director stellt Flash dar, wobei Flash und Director immer mehr miteinander verschmelzen.

Postscript (PS) wird von Holzinger (2002) als eine von Adobe 1984 entwickelte Seitenbeschreibungssprache auf der Basis von ASCII-Dateien beschrieben und als Bild-File-Format genannt. Der Autor der vorliegenden Arbeit hat PS und PDF bewusst unter einer separaten Kategorie aufgeführt, da die beiden Formate im Grunde genommen von ihrer Entstehung her Druckformate sind. So beschreibt PS den kompletten Aufbau einer Druck- oder Bildseite, also Text, Vektorgrafik und eingefügte Rasterbilder. PS bietet neben der reinen Beschreibung auch erweiterte Funktionalitäten, vergleichbar mit einer Programmiersprache. Da die Interpretation der Vektorinformation erst im Ausgabegerät geschieht, ist PS hardwareunabhängig. Für die Anzeige von PS-Dokumenten am Bildschirm ist ein spezieller Postscript-Previewer nötig. Eine Weiterentwicklung aus PS ist PDF³⁶, ein Format, das es im Bereich des Web zu grosser Bekanntheit und Akzeptanz gebracht hat. So werden heute über das Web praktisch alle für den Druck formatierten Dokumente als PDF-Dateien angeboten. PDF wird deshalb oft synonym mit der Bezeichnung 'Druckversion' verwendet. PDFs können mit Hilfe eines Plug-ins direkt im Browser angezeigt werden, eignen sich aber laut Nielsen (2001) nicht für das Lesen am Bildschirm. Der Vorteil von PS und PDF liegt in der exakten Übereinstimmung der Anzeige am Bildschirm und der gedruckten Version auf Papier, nachteilig sind die fehlende Flexibilität und die

³⁴JAVA wurde von Sun entwickelt. Für Informationen zu JAVA siehe <http://www.java.com>, Abruf: 14.08.2005

³⁵siehe <http://www.atlasderschweiz.ch/>, Abruf: 14.08.2005

³⁶Portable Document Format

meist kleineren Displays im Vergleich mit dem Seitenformat des Papiers.

„[...] Es ist jedoch fast unmöglich, diese PDF-Datei an einem Bildschirm zu lesen, der kleiner ist als das Blatt Papier, für das die Seite eigentlich gedacht war. [...] Erstellen Sie immer auch einen Link zu einer HTML-Version für die Online-Lektüre.“

(NIELSEN 2001, S. 96)

Jacobsen (2004) fügt an, dass viele Benutzer längere Texte ausdrucken. Er schlägt deshalb vor, den Benutzern eine Druckversion im PDF-Format anzubieten, wie sie auch das GITTA-Projekt anbietet. Dies ist dann von grossem Nutzen, wenn der gesamte Text eines Bereichs gelesen werden soll. Die Papierversion des GITTA-Kurses wird nach Aussagen von Lernenden gerne komplementär verwendet und eignet sich sowohl für das Durcharbeiten im Zug, wie auch für handschriftliche Notizen und das Markieren von Textstellen. Über die Notwendigkeit von statischen Alternativen zu dynamischen Inhalten in der Druckform schreiben Schmiedecke u. Weber-Wulff (2005): „Oft drucken die Studenten Teile des Materials aus, um Notizen einfügen zu können. Deshalb ist es wünschenswert, zu jeder dynamischen Visualisierung eine statische, druckbare Variante zu haben.“

Häufig verwendete Quellen stellen MS Word, Powerpoint oder Excel-Dokumente dar, welche oft ohne weitere Bearbeitung von den Autoren ins Web oder auf Lernplattformen gestellt werden. Wegen ihrer grossen Verbreitung und den im Umgang mit Office häufig gut vertrauten Autoren werden Office-Dokumente zur Erstellung und Produktion von Lerninhalten verwendet. Weibel (2004) beschreibt die projektinterne Verwendung eines 'Codierungsformulars' im Word-Format bei GITTA, welches den Autoren als Arbeitswerkzeug und Zwischenschritt bei der Erstellung der Kursinhalte im XML-Format dient. Bei einer Weiterverarbeitung dieser Quellen ist gegen diese Verwendung nichts auszusetzen, Office-Dokumente eignen sich nur nicht als Webinhalte. Möglicherweise können sie neben anderen als Vorlagen für praktische Übungen im Bereich des E-Learning dienen.

3.5. Server-Plattformen

„Ein Server ist ein Programm, welches auf die Kontaktaufnahme eines Client-Programmes wartet und nach Kontaktaufnahme mit diesem Nachrichten austauscht.“

WIKIMEDIA FOUNDATION INC. (2005C)

Das Web folgt in seiner Architektur dem Client-Server-System, wie es häufig in der EDV zur Anwendung kommt. Hierbei stellt ein Server Dienste für Clients zur Verfügung.³⁷ Um den Server³⁸ nicht nur als stillen Diener zu halten und Möglichkeiten zur Interaktivität zu bieten wurde die CGI-Schnittstelle definiert, welche die Kommunikation des Servers mit anderen auf dem selben Host installierten Programmen und Informationen ermöglicht. Dabei kann nach Holzinger (2002) für die Erstellung von CGI-Skripten jegliche Programmiersprache verwendet werden, solange sie das Lesen des Inputs vom Webserver und die Ausgabe an den Webserver, sowie den Zugriff auf Umgebungsvariablen des Host ermöglicht. Diese Freiheit führt dazu, dass viele verschiedene Programmiersprachen auf unterschiedlichen Plattformen entwickelt und verwendet werden. Die minimalen Anforderungen der CGI-Schnittstelle und die Konzentration auf die Verarbeitung von Texten erfordert hauptsächlich Skript-Funktionen, wie sie von den verschiedenen oft eigens dafür entwickelten Skriptsprachen (z. B. PHP, JSP, ASP³⁹) geboten werden. Eine vollständige und umfangreiche Programmiersprache bietet dem gegenüber ein viel grösseres Set an Funktionen. Die verschiedenen Webserver bieten als Alternative zu CGI die direkte Integration der zusätzlichen Funktionalitäten in den Webserver-Dienst als Module wie z.B. die Server-Container (Servlets, ASP.NET) oder Webservices (SOAP). Dies macht aus statischen HTML-Seiten dynamische Webanwendungen, welche Benutzereingaben verarbeiten und Informationen zur Laufzeit dynamisch aus verschiedenen Quellen wie z.B. XML oder aus Datenbanken zusammenstellen.⁴⁰ Für den Zugriff auf Datenbanken existieren Schnittstellen wie z. B. ADO oder DBI und Treiber wie z. B. ODBC oder JDBC, oder die Skriptsprachen wie z. B. PHP bieten einen eigenen Wrapper⁴¹ für die C-Schnittstellen der Datenbanken, der die Anfragen an die Datenbank weiterleitet. Der Vorteil der Treiber und Schnittstellen ist die Unabhängigkeit von der verwendeten Datenbank, der Vorteil von Wrappern ist in der Regel die Geschwindigkeit und das Entfallen der Konfiguration. So wird auch eine Anpassung an die verschiedenen Gegebenheiten auf der Clientseite ermöglicht, worauf Abschnitt 3.7

³⁷Eine einfache Form dieser Dienstleistung ist das Bereitstellen von Webseiten unter den jeweiligen URLs durch einen Webserver. Hierbei läuft der Server meist permanent, wartet auf die Anfrage eines Clients (z. B. Browser) und sendet bei Vorhandensein des gewünschten Dokuments dieses an den Client zurück. Der Browser verarbeitet die erhaltene HTML-Seite intern, stellt deren Inhalt im Browserfenster dar, fordert weitere durch Referenzen angegebene Inhalte wie Bilder usw. vom Server separat an und zeigt diese dann in der Seite integriert an.

³⁸'to serve' heisst auf Deutsch etwa soviel wie 'dienen'.

³⁹ASP ist eigentlich nur der Name des von Microsoft entwickelten Interfaces und nicht der dabei verwendeten Skriptsprache wie z. B. VBScript oder JScript. Meistens wird aber in Entwicklerkreisen von ASP gesprochen und damit explizit serverseitiges VBScript gemeint.

⁴⁰Nielsen (2001) erwähnt die besondere Bedeutung von raschen Antwortzeiten bei der 'on-the-fly'-Berechnung von Webseiten, da es den Benutzer nicht interessiert, weshalb die Antwort so lange auf sich warten lässt. Er nennt eine Antwortzeit von maximal 10s für den Ladevorgang einer Webseite als oberste Limite.

⁴¹Funktionen, welche als Schnittstelle zwischen dem aufrufenden und dem umschlossenen (engl. wrapped) Programmcode agieren.

über die Adaption näher eingeht.

So ist es möglich, anstelle von statischen und isolierten Webseiten eigentliche Webanwendungen mit dem allgemeinen Charakter von Software herzustellen, welche den Informationsaustausch mit anderen Systemen und Medien und die Wiederverwendung der selben Inhalte in mehreren Medien für das Crossmedia-Publishing und die Content-Syndication ermöglicht. Dieses Umdenken öffnet den Möglichkeiten von Angeboten, die per Web zur Verfügung gestellt werden, fast jegliche Schranken. So werden auch Anwendungen im Bereich von Online-GIS und E-Learning dynamisch und interaktiv, als wenn man als Benutzer direkt vor dem Rechner sitzen würde, der die Funktionalitäten und Daten zur Verfügung stellt. Anstelle die Daten direkt von der Festplatte zu laden und die Funktionen einer lokal installierten GIS-Software zu benutzen, werden die Daten einfach zwischen dem Server und dem Client via Internet übertragen und die Funktionen auf dem Server ausgeführt. Das Resultat wird danach über die etwas längere Leitung Internet als nur vom Rechner zum Bildschirm übertragen. Die direkte Interaktivität des Benutzers findet nur am Client statt, die Zusammenarbeit und Aufgabenteilung von Server und Client ist aber sehr wichtig. Eine Internet-Anwendung ist immer eine verteilte Anwendung und so eine geschickte Kombination von verschiedenen Serverdiensten und den dazu notwendigen Clients, welche die Schnittstelle zu den Benutzern bieten. Diese Serverdienste können durch einen einzelnen Hostrechner oder wiederum durch eine Kombination von Rechnern wie z.B. getrennte Hosts für Web- und Datenbankserver erbracht werden. Ebenso kann ein Client natürlich Informationen und Funktionen von den verschiedensten Serverdiensten aus unabhängigen Quellen nutzen.

Für die Serverumgebung einer Lernplattform stellen Piendl u. Brugger (2001, S. 9) fest, dass „die reibungslose Systemintegration einer Lernplattform in ein bestehendes Umfeld aus Datenbank- und anderen Informationssystemen ständig an Bedeutung zunimmt. So ist eine dokumentierte Schnittstelle zum vorhandenen Datenbanksystem der Studentenadministration fast schon eine Notwendigkeit, um den Anmeldeprozess in den einzelnen Lernumgebungen einer Lernplattform möglichst effizient zu gestalten.“ Nach Brugger (2002) hat die Auswahl der richtigen Serversoftware für das Gelingen eines E-Learning-Projektes eine grosse Bedeutung. Für Baumgartner u. a. (2002b, S. 16) ist eine Lernplattform „eine Software für die Organisation und Betreuung webunterstützten Lernens.“ Baumgartner u. a. (2002b) unterscheiden fünf verschiedene Funktionsbereiche:

- Präsentation von Inhalten (Text, Grafik, Bild, Ton, Film...)
- Kommunikationswerkzeuge (asynchrone wie z.B. e-Mail und Webforen sowie synchrone wie z.B. Chat und Whiteboard)
- Werkzeuge zur Erstellung von Aufgaben und Übungen

- Evaluations- und Bewertungshilfen
- Administration (von Lernenden, Inhalten, Kursen, Lernfortschritten, Terminen, etc.)

Hettrich u. Koroleva (2003, S.9) schreiben: „Für die Erstellung, Speicherung, Verwaltung und Distribution von (wiederverwendbaren) Lernobjekten sowie die Organisation, Administration und Betreuung webunterstützten Lernens sind unterschiedliche technische Systeme und Tools erforderlich.“ Die selben Bausteine dieser Systeme werden je nach Herkunft der Autorenschaft unterschiedlich definiert. Hier sind die von Brugger (2004) genannten Unterschiede des E-Learning in Unternehmen und an Hochschulen zu erkennen. Für Baumgartner u. a. (2002b) ist die Bezeichnung 'Learning Management System' (LMS) synonym zur Bezeichnung 'Lernplattform'. Die kleinste Lerneinheit in einem LMS ist der Online-Kurs selbst. Wiederverwendbarkeit (Reusability) von Content ist nur auf der Kurs-Ebene durch die Nutzung des Kurses durch mehrere Teilnehmer möglich. Für Hettrich u. Koroleva (2003) ist ein LMS aus der Sicht von E-Learning im Unternehmen hauptsächlich für die Verwaltung der User zuständig (Tracking und Administration) und beinhaltet auch die Kommunikationstools, hat aber nichts mit den eigentlichen Lerninhalten zu tun. Kombiniert mit weiteren Bausteinen wie den Autorentools sowie einem 'Learning Content Management System' (LCMS) entsteht daraus nach Hettrich u. Koroleva (2003) eine Lernumgebung (Abbildung 3.5). Die Autorentools unterstützen die Autoren bei der Erstellung von Inhalten und den zugehörigen Metadaten und ein LCMS dient der Verwaltung und Distribution von Lerninhalten. Diese Lernumgebung kann dann für verschiedene Anwendungen wie dem WBT, VC (Virtual Classroom), BTV (Business-TV) oder im klassischen Präsenzseminar verwendet werden. Diese Anwendungen stehen denn auch bewusst im Zentrum der Abbildung 3.5. Die zusätzlichen E-Business-Funktionalitäten ermöglichen die Integration von und den Datenaustausch zwischen E-Learning und anderen technischen Anwendungen.

Bör (2003) bietet eine Übersicht in Abbildung 3.6, welche die gesamte Landschaft der Lern- und Lehrtechnologien darstellt. Wobei für Baumgartner u. a. (2002b) die Kombination von CMS und LMS ein LCMS ergibt. Ob ein LCMS nun die Möglichkeiten zur Administration der Benutzer bietet oder nicht spielt allerdings keine entscheidende Rolle. Auf jeden Fall soll eine komplette Lernumgebung all diese Dinge anbieten. Wichtiger ist die Notwendigkeit der Integration eines Content Management Systems in die Lernumgebung. Ursprünglich waren CMS nach Baumgartner u. a. (2002b) für die Organisation und das Management von Inhalten konzipiert, haben sich aber zu komplexen Redaktionssystemen entwickelt. Solche Systeme zeichnen sich aus durch die strikte Trennung von Inhalt und Layout, die Verwaltung der Inhalte auf Objektebene und durch ihr Workflow-Management. Baumgartner u. a. (2002b) erwähnen auch, dass XML immer mehr zur Muttersprache des Content-Management wird,

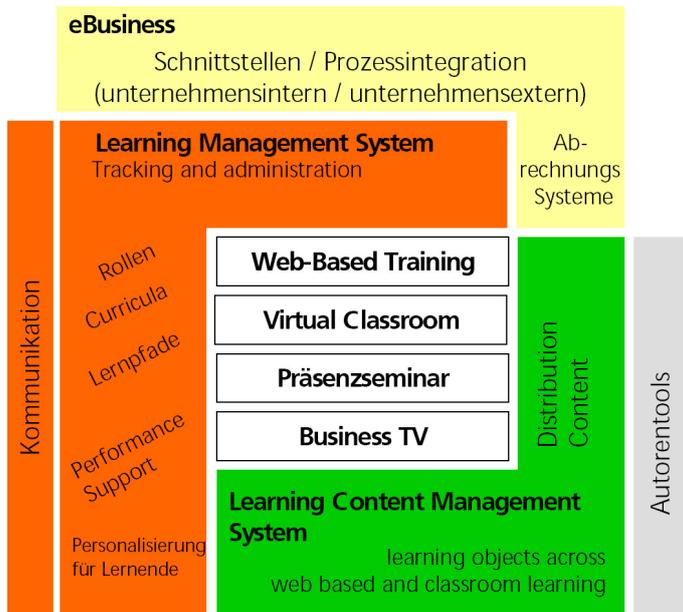


Abb. 3.5.: Technische Bausteine einer Lernumgebung (nach Hettrich u. Koroleva 2003, S. 10)

da diese die Kernfunktionen eines CMS hervorragend unterstützt. Dabei ist im Gegensatz zum LMS bei einem LCMS die Wiederverwendbarkeit der Inhalte auf der Ebene der Content-Komponenten (Texte, Bilder, Videos, etc.) möglich. Man spricht im Kontext der Lernumgebungen von Lernobjekten (LO oder RLO für 'reusable learning objects'). Diese LOs sind nach Baumgartner u. a. (2002b, S. 24) definiert als „die kleinste sinnvolle Lerneinheit, in die ein Online-Kurs zerlegt werden kann. Demnach kann ein LO entweder aus einem einzelnen Bild, einer Grafik, einem Text, einer Flash-Animation oder auch aus einer kurzen Anweisung mit einem definierten Lernziel und einem Test zur Lernerfolgskontrolle bestehen.“

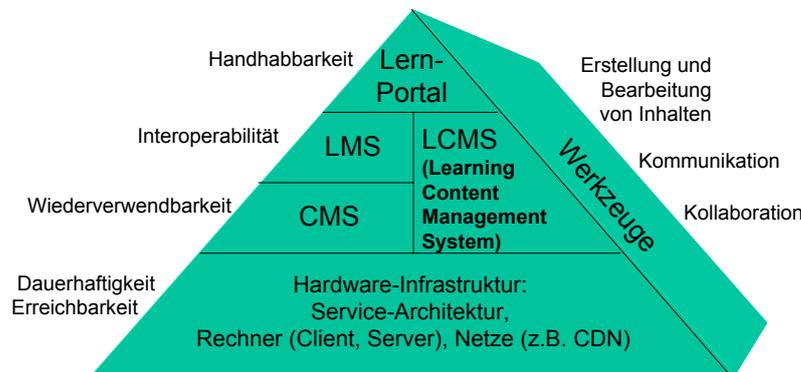


Abb. 3.6.: Übersicht der Lern- und Lehrtechnologien (nach Bör 2003)

Wie wichtig die Anpassungsmöglichkeiten dieser Umgebungen ist, belegt eine Randnotiz von Brugger (2004, S.12) über den Medida-Prix: „Seit dem Bestehen des Medida-Prix im Jahr 2000 war keines der 32 Finalisten-Projekte mit Hilfe einer der bekannten Standard-Lernplattformen implementiert worden. Offenbar waren bis anhin Lernplattformen nicht flexibel genug, um den hohen Ansprüchen von qualitativ hochwertigen eLearning Projekten gerecht zu werden.“ OLAT⁴² (Online Learning and Teaching), eine solche Lernumgebung, wurde von Studierenden an der Universität Zürich entwickelt, wofür sie den Medida-Prix 2000 erhalten haben. Döring (2002) liefert eine kurze Zusammenstellung der E-Learning-Plattformen BSCW, ILIAS, WebCT, TopClass und LearningSpace.

3.6. Infrastruktur Lernplatz

„Users access information services with a variety of devices and with different interaction modes that depend on personal characteristics (including disabilities) and on the context of usage.“

(VELASCO U. A. 2004, S. 88)

Kobsa u. a. (2001) weisen darauf hin, dass zwar Informationen zur eingesetzten Software durch Testskripte und Informationen aus dem HTTP-Request in Erfahrung gebracht werden können, es aber wesentlich schwieriger ist, die Hardware des Anwenders zu erkennen, obwohl eine Anpassung an diese genauso wichtig ist. Eine Adaption an die Bandbreite, das Display, die Eingabegeräte und die Rechenleistung ist vor allem im Bereich von mobilen Geräten und den LBS oft notwendig.

Einer der wenigen Standards zur Beschreibung der Hardware von Client-Plattformen ist die 'User Agent Profile Specification' (UAPROF) der Open Mobile Alliance, eine Implementierung des CC/PP Framework, ursprünglich für mobile Geräte entworfen. Die Hauptkategorien sind nach Open Mobile Alliance (2003):

- **HardwarePlatform:** A collection of properties that adequately describe the hardware characteristics of the terminal device. This includes, the type of device, model number, display size, input and output methods, etc.
- **SoftwarePlatform:** A collection of attributes associated with the operating environment of the device. Attributes provide information on the operating system software, video and audio encoders supported by the device, and user's preference on language.
- **BrowserUA:** A set of attributes to describe the HTML browser application

⁴²siehe <http://www.olat.org/>, Abruf: 23.08. 2005

- **NetworkCharacteristics:** Information about the network-related infrastructure and environment such as bearer information. These attributes can influence the resulting content, due to the variation in capabilities and characteristics of various network infrastructures in terms of bandwidth and device accessibility.
- **WapCharacteristics:** A set of attributes pertaining to WAP capabilities supported on the device. This includes details on the capabilities and characteristics related to the WML Browser, WTA, etc.
- **PushCharacteristics:** A set of attributes pertaining to Push specific capabilities supported by the device. This includes details on supported MIME types, the maximum size of a push-message shipped to the device, the number of possibly buffered push-messages on the device, etc.“

Nach Velasco u. a. (2004) birgt Open Mobile Alliance (2003) zwei Probleme. Erstens besitzen gängige Betriebssysteme und Standardbrowser keine CC/PP-Profile und zweitens gibt es keine bereits integrierte Möglichkeit für die Beschreibung der speziellen Hard- und Software, welche z.B. von behinderten Benutzern verwendet wird. Nach dem Vorschlag von Velasco u. a. (2004) kann das erste Problem durch einen clientseitigen Proxy⁴³ gelöst werden, welcher das Geräteprofil umsetzt. Um die zusätzlichen Elemente der Hard- und Software beschreiben zu können, haben Velasco u. a. (2004) die Kategorien HardwarePlatform, SoftwarePlatform, UserAgent und NetworkCharacteristics erweitert. Eine der wichtigsten Erweiterungen ist die Einführung der zwei Untergruppen InputDevices und OutputDevices zur HardwarePlatform, um unterstützende Geräte genau beschreiben zu können. Eine analoge Unterscheidung in InputSoftware und OutputSoftware wurde zur Kategorie SoftwarePlatform hinzugefügt. Eine solche Möglichkeit zur Erweiterung ist im UAPROF vorgesehen, hat sich aber an strenge Regeln zu halten, welche in Open Mobile Alliance (2003) beschrieben sind. Diese Erweiterung des CC/PP-basierten Schemas ist dank der Verwendung des RDF möglich, welches darauf ausgelegt ist, sich auch an neue Geräte und Entwicklungen anpassen zu können. Dabei ist zu beachten, dass ein eindeutiger XML-namespace⁴⁴ dafür verwendet wird. Bestehende Elemente des Basisschemas müssen nach der Spezifikation der Interoperabilität des RDF nicht erneut spezifiziert werden. Bei der Benennung ist darauf zu achten, dass keine bereits für die Weiterentwicklung des Basisschemas reservierten Bezeichnungen verwendet werden, dass jeder Anfangsbuchstabe eines Elementen- oder Attributnamens gross

⁴³Nach Wikimedia Foundation Inc. (2006b) ist ein Proxy oder Proxyserver (von engl. proxy representative = Stellvertreter) ein Dienstprogramm für Computernetze, das im Datenverkehr vermittelt.

⁴⁴Ein XML-namespace ist eine Sammlung von Namen welche in XML-Dokumenten als Element-Typen und Attribut-Namen verwendet werden (dürfen). Die Angabe des verwendeten namespace erfolgt im jeweiligen XML-Dokument als URI.

geschrieben wird und Wortkombinationen ohne Zwischenraum geschrieben werden (erster Buchstabe des zweiten Begriffs wiederum gross geschrieben). Falls ein neues Element oder Attribut in eine der bestehenden Kategorien passt, muss es dort eingefügt werden.

3.7. Adaption

„It is commonly accepted that universal access to information services depends upon the adaptation and customization of content and presentation.“

(VELASCO U. A. 2004, S. 88)

Nach Jung (2003) gibt es drei verschiedene Möglichkeiten der Adaption: die Adaption des Inhalts, der Präsentation oder der Struktur. Die Umsetzung der *Anpassung der Inhalte* kann dabei entweder komplett vorgefertigt sein, mittels Fragmentvariablen⁴⁵, Verfahren wie Stretchedtext⁴⁶ oder – am aufwändigsten – durch direkte Sprachgenerierung⁴⁷ geschehen.

Bei der *Anpassung der Präsentation* ist nach Jung (2003) vor allem darauf zu achten, dass der Informationsgehalt erhalten bleibt. Hier liegt ein Hauptaugenmerk, was die Accessibility angeht. Das Ziel ist die optimale Anpassung der Präsentation an Umgebungsbedingungen, an die Performance der Clientplattform oder an Behinderungen und Fähigkeiten des Benutzers. Die beiden möglichen Variationen sind dabei das Layout und die Verwendung von alternativen Inhaltstypen. Als Beispiele nennt Jung (2003) Standbilder anstelle von Video, Text anstelle von Audio oder aber Low-Quality statt High-Quality Multimedia-Content bei schlechterer Performance und langsamerer Anbindung ans Internet. Als praktische Anwendung wird das Touristikinformationssystem AVANTI genannt, welches automatisch die graphische Stadtkarte mit Museen, Sehenswürdigkeiten und Restaurants für Sehbehinderte anpasst und sie gegen eine Textversion ohne Museen und Kirchen austauscht, da Kirchen und Museen für blinde Anwender wenig bis keinen Nutzen bieten.

Für die *Anpassung der Struktur* bieten sich der Einsatz von Navigationshilfen, die Anzeige oder das Verstecken von Links sowie Empfehlungen über verschiedene Lernpfade an. Dadurch soll dem Benutzer die Orientierung erleichtert sowie Hilfe bei

⁴⁵Fragmentvariablen entsprechen den Inhalts-Containern oder Templates, welche bei Web-Contentmanagement-Systemen eingesetzt werden. Dabei werden nicht ganze Seiten ersetzt, sondern einzelne Bausteine einzelner Inhaltstypen.

⁴⁶Stretchedtext ist eine besondere Form des 'canned text'. Dabei wird der Text nicht verändert oder gekürzt, sondern lediglich durch elastische Elemente repräsentiert, welche durch die Applikation entsprechend dem für den Benutzer idealen Detailgrad zusammengefasst werden.

⁴⁷Bei der Sprachgenerierung würde zu einem Inhaltstyp dynamisch der dazugehörige Text in der für den jeweiligen Benutzer idealen Komplexität generiert.

der Navigation geboten werden. Ein konkretes Mittel ist die Link-Sortierung, bei der man Linklisten nicht alphabetisch, sondern nach der Relevanz für den jeweiligen Benutzer sortiert oder durch zusätzliche Metainformation anreichert. Eher zu unterlassen ist die Deaktivierung und Aktivierung von Links, da dies die Mensch-Maschine-Interaktion stört. Im Extremfall können Links zur besseren Übersicht entfernt werden oder die Navigation kann durch vereinfachende zusätzliche Links erweitert werden. Generell ist nach Jung (2003) „der Ansatz der Unterstützung bei der Navigation und beim Auffinden von Inhalten durch adaptive Struktur sinnvoll, jedoch sollte der Anwender die Kontrolle nicht verlieren“.

Nach Steinmetz u. a. (2000) liegt der Schlüssel bei der Auswahl der relevanten Inhalte durch ein adaptives System in der Abbildung von Benutzereigenschaften (Benutzerprofilen) auf Medienbeschreibungen (Metadaten). Abbildung 3.7 veranschaulicht schematisch den Prozess von der Auswahl von Rohdaten (Inhalte aus dem Web oder anderen Informationssystemen) bis hin zu den multimedialen Ressourcen zur Präsentation in der mit Hilfe des Benutzerprofils angepassten Lernumgebung. Dies gilt für Rohdaten aus dem Web. Bei Informationssystemen im Bereich von LMS werden die Medienobjekte durch Autoren in aufwändiger Arbeit erstellt, dies auch unter Berücksichtigung von traditionellen analogen Quellen, welche in digitale Medienobjekte (Lernobjekte) umgesetzt werden. Geschieht dieser Vorgang der Wissensextraktion voll- oder halbautomatisch durch ein System, kommen komplizierte Verfahren wie z. B. die Text- oder Mustererkennung zum Einsatz. Dieses systematische Auffinden von Informationen wird im Wissenschaftszweig des 'Information Retrieval' zusammengefasst. Informationen können so verschiedene Sinnesorgane ansprechen, was für Lernende mit unterschiedlichen Medienpräferenzen oder auch körperlichen Einschränkungen abweichende Endpräsentationen der Lektionen und Übungen ergibt.

Anhand der Abbildung 3.7 werden auch die verschiedenen relevanten Informationen deutlich. Es sind dies die Metadatenschemata, Domänenmodelle⁴⁸ und die Benutzerprofile, welche die für die Adaption wichtigen Detailinformationen beinhalten. Velasco u. a. (2004) betonen die Wichtigkeit von speziellen Accessibility-Metadaten, um auf spezielle Bedürfnisse der Benutzer eingehen zu können. Mehr Informationen zu Accessibility-Metadaten finden sich im Abschnitt 4.6 der vorliegenden Arbeit.

„Adaptivity is the way to avoid of either writing several times a document to meet the needs of the diverse users or offering each user the

⁴⁸Nach Sarstedt (2004) stellt ein Domänenmodell für den Modellierer bedeutende Konzepte eines Anwendungsbereichs dar: „Ein Domänenmodell ist die Repräsentation von konzeptuellen Klassen aus der realen Welt.“ Nach VSEK Projektbüro (2005) wird ein System mit Hilfe der Domänenmodellierung in kleinere, in sich geschlossene Begriffssysteme (Domänen) unterteilt. Dies dient u.a. dazu, sich mit den Begriffen einer Domäne und ihren Zusammenhängen auseinander zu setzen. Die Domänenmodellierung dient dazu, klare (begriffliche) Grenzen zu schaffen und damit letztlich auch die notwendige Trennung von Funktionalitäten zu gewährleisten.

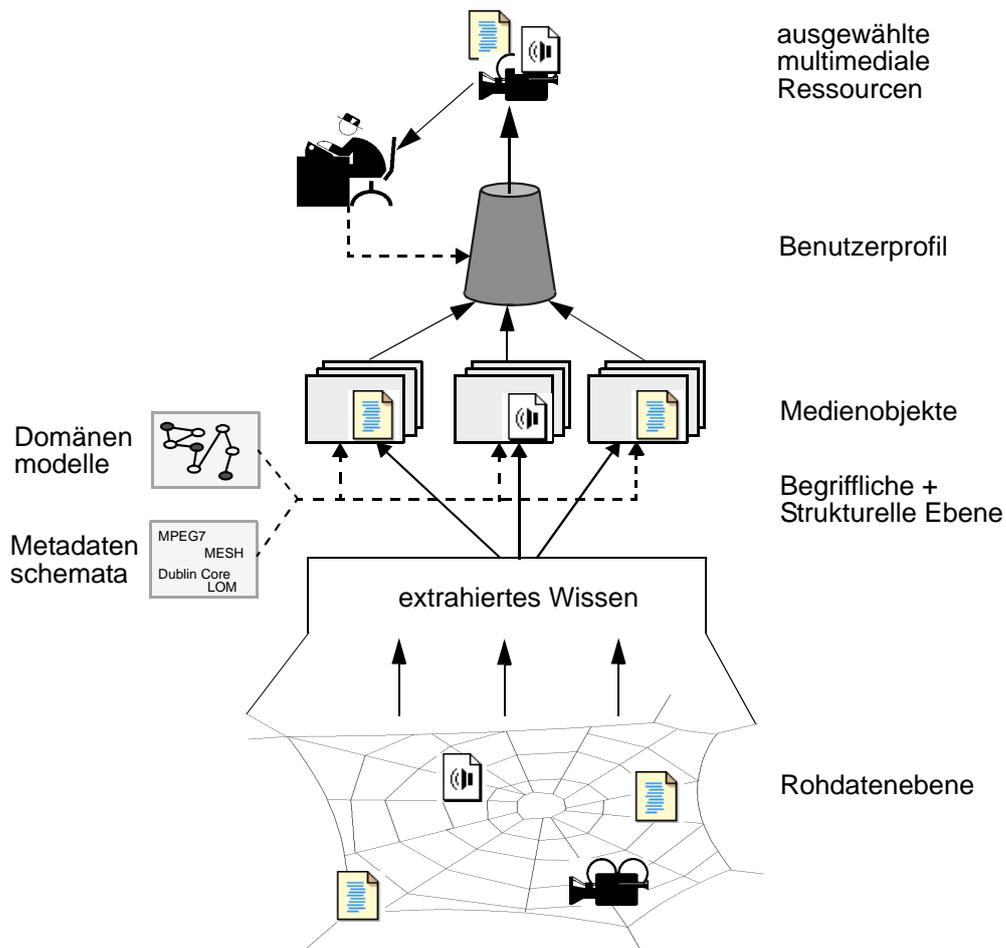


Abb. 3.7.: Adaptives Hypermedia-System (aus Steinmetz u. a. 2000, S. 2)

same document. Especially for learning systems which are supposed to be used from different classes of learners without help from a teacher, it is important to support the users individually.“

(SEEBERG U. A. 1999, S. 1)

Adaption besteht nach Issing u. Klimsa (2002, S.,547) aus Adaptierbarkeit und Adaptivität. Adaptierbarkeit definieren sie wie folgt: „Ein Lehr- und Informationssystem ist dann adaptierbar, wenn es (auf Grund einer extern vorgenommenen Diagnose durch extern vorgenommene Eingriffe) so eingestellt werden kann, dass es dem Unterstützungsbedarf der Lernenden möglichst gut entspricht.“ Beispielsweise durch Textvergrößerung, Zoomen, also durch manuelle Vorgänge. Im Gegensatz dazu steht als automatische Lösung die Adaptivität, welche Issing u. Klimsa (2002, S. 547) folgendermassen definieren: „Ein Lehr- und Informationssystem ist dann ad-

aktiv, wenn das System selbst in der Lage ist, den Unterstützungsbedarf der Lernenden zu diagnostizieren und das Ergebnis der Diagnose in geeignete (angepasste) Lehrtätigkeiten umzusetzen.“

Velasco u. a. (2004) nennen bei der Bestimmung der beteiligten Akteure von Internet-Services neben dem Benutzer, der Client-Plattform, dem Inhalt, der Anwendung zur Übertragung der Inhalte auch den Autor. Mit den Schwierigkeiten bei der Erstellung von Benutzeroberflächen und Inhalten für mehrere Client-Plattformen beschäftigen sich Braun u. a. (2004) bei ihrem Ansatz einer Autorensprache für 'multi-device interfaces' mittels erweiterter XForms und XHTML. Die Wahl von XHTML wird durch die grosse Verbreitung und die vielen Werkzeuge zur Prozessierung und Transkodierung nach HTML sowie die Möglichkeit der Wahl von Standardbrowsern zur Anzeige der Inhalte begründet. Solche Techniken sind notwendig, weil sich eine manuelle Erstellung all dieser Varianten von UIs wegen des hohen Aufwandes nicht lohnt. Die Umsetzung, das Transcoding, für ein 'voice-only interface' beschreibt Hartl (2003). Die Angabe eines Wertes zur Wichtigkeit der einzelnen Elemente des Benutzerinterfaces in Bezug auf die Ein- und Ausgabe, sowie eine Möglichkeit zur Gruppierung von Elementen bietet die automatische Anpassung an neue Anforderungen. Um diese Auswahl zu ermöglichen, ist es notwendig, über zuverlässige Geräte- und Anwendungsmodelle zu verfügen, wie sie in Abschnitt 3.2 beschrieben wurden.

„It is in the nature of learning that learners do not know in advance much about the domain they want to learn about, therefore they are not able to decide which aspects of the domain are relevant.“

(SEEBERG U. A. 1999, S. 6)

Seeberg u. a. (1999) beschreiben das Vorgehen eines Autors bei der Erstellung von Lerninhalten und betonen dabei die Wichtigkeit der Berücksichtigung von Lernerbedürfnissen. Nach der Erstellung eines Storyboards für die Lerninhalte werden zu den einzelnen Teilen die benötigten Quellen gesucht. Dies geschieht unter ständiger Berücksichtigung der Lerner-Perspektive. Die Erstellung der Lerninhalte erfordert somit ein didaktisches Geschick und ist schwer durch automatische Adaption von Quellen in direkte Lerninhalte realisierbar. Die Adaption sollte deshalb auch erst auf einer höheren Stufe einsetzen, nämlich bei der Auslieferung der bearbeiteten Inhalte. Trotzdem sollte bei der Erstellung dieser Lerninhalte berücksichtigt werden, dass diese in verschiedenen Inhaltstypen und Codierungen vorliegen müssen, um Benutzerbedürfnissen oder Behinderungen gerecht zu werden.

„It is ambitious to expect that a machine can do such an intelligent work, since teaching has been a complex cultural technique, and to become a teacher means long years of learning her/himself, and dedication.“

(SEEBERG U. A. 1999, S. 1)

Für die technische Realisierung können formalisierte Regeln verwendet werden wie sie z. B. de Vrieze u. a. (2004) in ihrem generischen Modell vorschlagen. Durch diese Regeln werden die Angaben der Benutzerprofile und die Inhalts-Metadaten einander zugeordnet, damit das System über die Information verfügt, unter welchen Bedingungen es welche Anpassungen durchführen soll. Ein solches System existiert in Multibook, welches von El-Saddik (2002) genauer beschrieben wird. Dabei verwendet Multibook eine modulare Wissensbasis mit Meta-Informationen, um so bei Abruf dynamisch individuelle Lernpfade generieren zu können. Unterschiedliche Benutzergruppen erhalten so unterschiedliche Inhaltsverzeichnisse nach dem Vorbild des Lehrers, der entsprechend der jeweiligen Zielgruppe einen Lektionsaufbau plant. Erst im zweiten Schritt werden geeignete Inhalte und deren Darstellungsformate durch das System gewählt. Multibook ist dabei so flexibel, dass es während der Lektion das Konzept ändern kann, wenn der Lernende z.B. überfordert oder gelangweilt ist. Die Adaptions-Engine von de Vrieze u. a. (2004) stellt folgende Funktionen zur Verfügung:

- Unterhalt einer abstrahierten Adaptions-Beschreibung. Beinhaltet das Laden und Speichern dieser Beschreibung von und in eine XML-Datei.
- Unterhalt eines abstrahierten Benutzermodells. Beinhaltet das Laden und Speichern dieser Beschreibung von und in eine XML-Datei.
- Verarbeiten eingehender Ereignisse und automatische Anpassung des Benutzermodells anhand dieser Informationen.
- Verarbeiten von eingehenden Fragen und Ausgabe der richtigen Antworten.

Im Bereich der praktischen Umsetzung für das Web beschreiben Kobsa u. a. (2001) den Prozess als Anpassung der Darstellung an den Browser und installierte Plug-ins anhand von Informationen, welche unter anderem durch Testskripte und HTTP-Requests in Erfahrung gebracht werden. Ebenso praktisch arbeitet Horton (2000) bei seiner Verwendung verschiedener Kombinationen von Inhaltstypen, um den im Benutzerprofil festgelegten Bedürfnissen des Benutzers und den verwendeten Technologien am Lernplatz optimal zu entsprechen. Die selbe Information wird multimedial präsentiert, um sie leichter zugänglich zu machen. Horton (2000) schreibt dazu: „Do not rely on text alone to convey your message. Mix text with voice narration, pictures, animation, and other media.“

Nielsen (2001) nennt den oft fehlenden Fokus auf die Bedürfnisse der Benutzers und die Eigenschaften des Mediums Internet als Ursache für die meisten Usability-Probleme, welche direkten Einfluss auf den Erfolg einer Website haben. Eine Eigenschaft des Mediums Internet ist die von Nielsen (2001) schon 2001 beschriebene

Tatsache: „WYSIWYG ist tot.“ Die Anforderungen, welche die Vielfalt von Geräten an die Gestaltung von Inhalten im Web stellt, lässt es nicht zu, wie in den Printmedien eine in jedem Fall exakt identische Darstellung zu entwerfen. Screendesigner müssen daher ein Layout entwickeln, welches eine optimale, an die jeweilige Client-Plattform angepasste Darstellungsform ermöglicht. Dies führt zur Forderung nach einer Trennung von Inhalt und Gestaltung und zur Einführung von Stylesheets zur Gestaltung der strukturierten Inhalte. Das Hauptprinzip für auflösungsunabhängiges Design gebietet, niemals mit absoluten Pixelmassen zu arbeiten, sondern nur mit einem Prozentsatz des verfügbaren Platzes auf dem Bildschirm. Ausnahmen können z. B. dünne Streifen am Seitenrand sein. Eine Form der Adaption ist bei GITTA mit der Unterscheidung von Druck- und Onlineversion umgesetzt, was dem Grundsatz von Nielsen (2001) entspricht, der fordert, von jedem längeren Text, der eingehend bearbeitet werden soll, sei eine druckbare Version zur Verfügung zu stellen. Eine an die speziellen Bedürfnisse von Sehbehinderten und Blinden angepasste Version kann bei GITTA analog zur Druckversion technisch umgesetzt werden. Das optimale Drucken einer Webseite ist nach Nielsen (2001) nichts anderes als die Adaption der Darstellung an die Geräteeigenschaften des jeweiligen Druckers.

Hanson (2004) betrachtet die Adaption von der Seite der Accessibility her und sieht darin eine andere Betrachtung der Accessibility. Ihr Ansatz beschäftigt sich mit der Benutzerkontrolle der Darstellung, wobei Seiten zur Laufzeit 'on the fly' anhand der Benutzereinstellungen adaptiert werden. Hanson (2004) nennt verschiedene Ansätze der Beeinflussung der Seitendarstellung durch Einstellungen und Bedürfnisse. Ein erster Ansatz ist die Verwendung von Browserfunktionen. Standard-Webbrowser bieten alle Funktionen, welche es dem Benutzer ermöglichen, die Darstellung anzupassen. Wie Gunderson (2004) ausführt, stellt bereits die Verwendung dieser Funktionen ausgerechnet jene Benutzer vor Probleme, welche diese dringend benötigen. Eine Vielzahl solcher Technologien wurde für Hilfsprogramme und die Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit entwickelt. Technisch gesehen, handelt es sich dabei um Applikationen, Gateways und Proxyserver. Im Rahmen ihrer Untersuchungen entwickelte Hanson (2004) die 'Web Adaptation Technology software', deren Entwicklung ursprünglich für die Zielgruppe der älteren Erwachsenen geplant war. Die Software wird nun aber nicht nur für diese Zielgruppe eingesetzt, sondern auch im Bereich von Menschen, denen verschiedenste Behinderungen den Webzugang erschweren. Die Entwicklung basiert auf dem Standard der 'User Agent Accessibility Guidelines' nach Jacobs u. a. (2002). Die Software arbeitet für die Adaption mit dem Internet Explorer zusammen und passt laufend die HTTP-Requests entsprechend an. Alle Anpassungen geschehen nur auf Benutzerebene, die Originalinhalte werden nicht verändert. Dabei hat die individuelle Anpassung der Darstellung in bezug auf das Design Vor- und Nachteile. Der grösste Nutzen für den Benutzer ist die optimale Anpassung der Darstellung und ihre Kontrolle in Bezug auf seine individuellen Bedürfnisse. Designer müssen dazu lediglich die notwendige Flexibilität bei der Sei-

tengestaltung einhalten. Diese Flexibilität ist in den verwendeten Standards wie HTML und Accessibility-Empfehlungen bereits spezifiziert. Auf der anderen Seite müssen sich – wie schon Nielsen (2001) erwähnte – die Designer bewusst sein, dass ihre Layouts im Endeffekt nicht immer wie beabsichtigt aussehen werden. Um trotzdem die Konsistenz der Information zu erhalten, ist eine ausreichende Redundanz von Darstellung und Inhalt erforderlich. Konkret werden von den Benutzern häufig folgende Möglichkeiten an Anpassungen genannt:

- Vergrößerung der Inhalte und Browserschaltflächen, Bannertext, Seitenvergrößerung (Anpassung des Layouts notwendig)
- Schriftanpassung (Vergrößerung der Abstände zwischen den Buchstaben bzw. Zeilen, Schrifttypenwechsel, Farbwechsel für besseren Kontrast)
- Reduzieren von Ablenkungen (Ausblenden des Hintergrunds, Verstecken von Grafiken, GIF-Animationen stoppen, Seitenvergrößerung)
- Vorlesen von Text (Verwendung von text-to-speech-Technologie, um ausgewählte Bereiche oder angeklickte Objekte vorlesen zu lassen, gleichzeitiges Lesen und Vorlesenlassen)

Nach Hanson (2004) bergen dabei Nichttext-Elemente einige Probleme wie z. B. Text, welcher in Form (Codierung) von Bildern eingebunden wird. Hier ist ein entsprechender ALT-Tag unerlässlich, um trotzdem den Zugang zur im Text enthaltenen Information zu ermöglichen. Ebenso wird in Bildern enthaltener Text durch Textvergrößerung nicht angepasst und so meist von Menschen mit einer Sehbehinderung übersehen. Transparente Farben in Bildern können bei der Anpassung der Farben Probleme darstellen, da sich dabei die Hintergrundfarbe von z.B. weiss nach schwarz ändert. Grafische Schaltflächen mit Text sind dabei ganz besonders delikat, da sie die Navigation und Steuerung beeinflussen, wenn der Benutzer nicht erkennen kann, was auf den einzelnen Schaltflächen steht. Informationen in Animationen sind durch zusätzliche statische Versionen zu ergänzen, um die Vermittlung und den Zugang sicher zu stellen, falls diese Animationen durch den Benutzer gestoppt werden. Der Kontrast zwischen Vorder- und Hintergrundfarbe ist grosszügig zu wählen, ja im Falle von Sehbehinderten sogar möglichst zu vergrössern.

3.8. Fazit

- Das Internet ist nicht bloss ein Browserfenster und es besteht auch nicht aus einzelnen Webseiten! Das Internet ist ein für E-Learning-Zwecke sehr geeignetes Transportmedium, bringt auch behinderten Menschen die Welt ins Wohnzimmer. Es umfasst mehrere Dienste, von denen der Dienst 'Web' zur Einord-

nung oft als Stellvertreter des Internets gesehen wird, was allerdings so nicht stimmt.

- Die Benutzungsschnittstelle soll die für die erfolgreiche Kommunikation zwischen Mensch und Computer benötigten Funktionen bereitstellen und mit dem Benutzer kommunizieren. Die meisten dieser Schnittstellen basieren hauptsächlich auf dem Sehen.
- Um auf die genauen Eigenschaften des Benutzers eingehen zu können ist es notwendig, Informationen über diese Eigenschaften in einem Profil abzulegen. Diese Benutzerprofile ermöglichen danach eine optimale Anpassung an die Bedürfnisse des Benutzers.
- Standardisierungsgremien wie das W3C sowie die Unterstützung durch die Webbrowser und Plug-ins bestimmt, welche statischen und dynamischen Inhaltstypen im Web eingesetzt werden können. Leider existiert erst eine ungenügende Unterstützung für verbreitete Formate wie MP3 oder für die Transcodierung geeignete wie SVG. Die Unterstützung und Verbreitung solcher offenen Formate würde die Zugänglichkeit für Behinderte erheblich steigern!
- Für die Bereitstellung der einzelnen Internetdienste, sowie für die Erstellung, Verwaltung und Bereitstellung von E-Learning-Inhalten via Web ist im mindesten eine Server-Plattform notwendig.
- Analog zu den Benutzerprofilen soll ein komplettes Profil über die Infrastruktur am Lernplatz erstellt werden. Dies dient ebenso der Anpassung des Kurses an die Möglichkeiten der technischen Geräte am Lernplatz. Eine wichtige Ergänzung für herkömmliche Arbeitsplätze sind Lautsprecher oder noch besser Kopfhörer oder Headset für die Sprachsteuerung.
- Die Anpassung (Adaption) anhand der vorhandenen Informationen über Benutzer und Lernplatz erfolgt schliesslich auf drei Ebenen: Inhalte, Präsentation, Struktur.

4. Accessibility von E-Learning



Abb. 4.1.: „On the Internet, nobody knows you're a dog.“
(nach THE NEW YORKER, Vol. 69 no. 20, S. 61, Autor: STEINER, P.)

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich vorwiegend mit der technischen Umsetzung von E-Learning, und dabei steht die Barrierefreiheit der Informationstechnik im Vordergrund. Auf weitere Zugänglichkeitsprobleme im Alltag, welche auch unter dem Sammelbegriff der Accessibility zusammengefasst werden, wird nur am Rand eingegangen. Hellbusch (2005a, S. 7) betont, „dass barrierefreie Informationstechnik¹ sehr

¹„ Barrierefreie Informationstechnik bedeutet die technische Zugänglichkeit der Software verbun-

unterschiedlich geartet ist und dass damit viele Bereiche der Informationsvermittlung angesprochen werden. Eine völlige Barrierefreiheit ist wegen der vielen weichen und somit sehr individuell begründeten Barrieren, vor denen bestimmte Nutzergruppen stehen, nicht erreichbar.“ Der deutsche Begriff 'Barrierefreiheit' umfasst die Bereiche der beiden englischen Begriffe 'Accessibility' und 'Usability'². Accessibility lässt sich als Gebrauchstauglichkeit von Software für Menschen mit Behinderungen definieren. Im Rahmen dieser Arbeit geht das vorliegende Kapitel auch auf Aspekte der Usability ein.

Nach Grote (2000) ist das Internet als Medium für behinderte Menschen ein wichtiges Kommunikations- und Informationsmedium und teilweise sogar die Basis für ihre Integration in die Arbeitswelt. Auch wenn jede Behinderung wie der Mensch selbst verschieden ist, liefert Abschnitt 4.2 dennoch eine Übersicht der heute gebräuchlichen Behinderungskategorien im Hinblick auf eine mögliche Definition der Benutzergruppen.

Besonders betroffen sind nach Schulte (2005) Menschen mit einer motorischen Behinderung oder eingeschränkter Sehkraft und vollständiger Blindheit. Für sie stehen jedoch auf ihre Bedürfnisse angepasste Eingabe- und Ausgabehilfen zur Verfügung. Bei Sehbehinderten ist dies etwa eine Vergrößerungssoftware, bei Blinden ein Screenreader oder eine Braillezeile, welche in Abschnitt 4.3 beschrieben sind.

Die Zugänglichkeit von webbasierten E-Learning-Anwendungen lässt sich nach Karampiperis u. Sampson (2004) in drei Dimensionen mit dem grössten Einfluss auf die Accessibility von E-Learning unterteilen: Lernender, Inhalt und Anwendung (Plattform, System für E-Learning). Es existieren bereits Richtlinien und Empfehlungen für die Anpassung an die Kriterien der Accessibility für jede dieser drei Dimensionen. Diese sollen garantieren, dass E-Learning-Inhalte nicht nur in einem speziell dafür konstruierten System verwendet werden können.

4.1. Rechtliche Grundlagen

„(1) Alle Menschen sind vor dem Gesetz gleich. (2) Niemand darf diskriminiert werden, namentlich nicht wegen der Herkunft, der Rasse, des Geschlechts, des Alters, der Sprache, der sozialen Stellung, der Lebensform,

den mit grundlegenden Prinzipien der Software-Ergonomie.“ (Hellbusch 2005a, S.6)

²Usability wird in der ISO 9241-Norm definiert (spezialisiert auf Software), wonach sich diese Gebrauchstauglichkeit aus Effektivität, Effizienz und Zufriedenstellung zusammensetzt. Die deutsche Übersetzung davon ist in DIN 55350-11, 1995-08, Nr. 4, definiert als „die Eignung eines Gutes im Hinblick auf seinen bestimmungsgemässen Verwendungszweck; diese Eignung beruht auf subjektiv und nicht objektiv feststellbaren Gebrauchseigenschaften. Die Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit leitet sich aus individuellen Bedürfnissen ab.“ Wikimedia Foundation Inc. (2005b)

der religiösen, weltanschaulichen oder politischen Überzeugung oder wegen einer körperlichen, geistigen oder psychischen Behinderung. (4) Das Gesetz sieht Massnahmen zur Beseitigung von Benachteiligungen der Behinderten vor.“

SR 101 (1999, ART. 8 RECHTSGLEICHHEIT, ZIFFERN 1, 2 UND 4)

Lindenmeyer (2004) listet fünf nationale Regulierungen auf. Die erste von 1998 stammt aus den USA und ist unter dem Namen 'Section 508' bekannt. In Europa verabschiedete Grossbritannien 2001 den 'Special Educational Needs and Disability Act' der auf dem schon seit 1995 gültigen 'Disability Discrimination Act' aufbaut. Seit 2002 läuft unter der Leitung der EU das Projekt 'eEurope', welches sich zum Ziel gesetzt hat, die digitalen Angebote innerhalb der EU zu koordinieren und eine Strategie dafür zu entwickeln. Eine Parlamentsresolution in diesem Zusammenhang ist 'Accessibility of Public Web Sites and their content'; sie beschäftigt sich mit der Zugänglichkeit der Websites und ihrer Inhalte im öffentlichen Sektor. Für das erste Mal 2004 in der Schweiz in Kraft getretene Behindertengleichstellungsgesetz (BehiG) und die darauf aufbauende Verordnung waren das Behindertengleichstellungsgesetz (BGG) und die Barrierefreie Informationstechnik-Verordnung (BITV) von 2002 aus Deutschland in weiten Teilen die Vorlage.

Im Bereich der technischen Umsetzung stützen sich diese Gesetze und Verordnungen alle auf die 'Web Accessibility Initiative' WAI des W3C, welche seit 1997 Empfehlungen für die technische Umsetzung des Zugangs für alle erarbeitet. Im Allgemeinen ist der Web-Zugang für alle, unabhängig von Kultur, Sprache, Bildung, Fähigkeiten, Ressourcen, Geräten und sonstigen Limitierungen, das erklärte Ziel. Ein grundlegendes Problem ist dabei, dass die Originalversion der WAI auf Englisch existiert, aber dazu keine autorisierten Übersetzungen in der lokalen Amtssprache.

In der Schweiz trat das neue Behinderten-Gleichstellungsgesetz BehiG per 1.1.2004 in Kraft. Der Geltungsbereich der in Artikel 2 umschrieben ist, umfasst folgende Bereiche:

- Zugang zu öffentlichen Bauten und Anlagen
- Inanspruchnahme des öffentlichen Verkehrs
- Inanspruchnahme von Dienstleistungen
- Zugang zu Aus- und Weiterbildung
- Spezielle Bestimmungen für Bund und Kantone

Konkret heisst das für Internetangebote des Staates (Bund, Kantone, Gemeinden), dass diese für Behinderte ohne erschwerende Bedingungen zugänglich sein müssen. Im Fall von E-Learning-Kursen gilt besonders Punkt vier (Zugang zu Aus- und

Weiterbildung). Bei der Definition von Web-Accessibility wurde grundsätzlich vorgeschlagen, sich im Sinne der EU und analog zur BITV aus Deutschland an der WCAG1 zu orientieren. Am 23. Mai 2005 hat der „Informatikrat Bund“ diese Richtlinien für die Gestaltung von barrierefreien Websites verabschiedet. Sie wurden von einer Expertenkommission des Bundes, der Stiftung „Zugang für alle“, und weiteren Experten ausgearbeitet und schreiben vor, dass alle Websites des Bundes, welche neu erstellt werden, die Konformitätsstufe AA der WCAG 1.0³ erreichen müssen. Bestehende Websites müssen bis zum 31. 12. 2006 ebenfalls diese Konformität erreichen. Zur Überprüfung der Konformität sollen automatische Testprogramme sowie Benutzertests mit behinderten Testpersonen durchgeführt werden. Die Stiftung „Zugang für Alle“ hat in Zusammenarbeit mit der namics ag ein Testverfahren mit Checkliste⁴ erarbeitet und bildet behinderte Tester für die Durchführung solcher Tests aus.

4.2. Lernende mit Behinderungen

„Verschiedene Formen von Behinderungen können die Nutzung von IKT⁵ erschweren oder diese betroffenen Gruppen gar von der Teilnahme an der Informationsgesellschaft ausschliessen. Blinde und sehbehinderte Menschen können von normalen Bildschirmen nicht lesen, gehörlose und hörbehinderte Menschen können Tondokumente aus dem Internet nicht benutzen, motorische Behinderungen können die Bedienung von Tastatur und Maus erschweren, bzw. verunmöglichen, Lernbehinderte haben Schwierigkeiten, Informationen aufzunehmen und zu verarbeiten.“

BUNDESAMT FÜR BERUFSBILDUNG UND TECHNOLOGIE (2004, S. 20)

Behinderungen lassen sich wie manch anderes im Leben nicht einfach in Kategorien einteilen. Die individuellen Voraussetzungen jedes behinderten Menschen sind zu verschieden. Deshalb geht dieses Kapitel nur auf eine grobe Einteilung gemäss der Schweizerische Stiftung zur behindertengerechten Technologienutzung (2005) ein, ohne Anspruch auf Vollständigkeit. Auch dieser Stiftung geht es hauptsächlich darum zu „zeigen, dass durch eine körperliche, geistige oder psychische Behinderung eine funktionale Beeinträchtigung der Wahrnehmungs- und Handlungsfähigkeiten von Menschen erfolgen kann, die ihnen die Nutzung elektronischer Kommunikationsformen wie das Internet erschweren oder verunmöglichen“. (Schweizerische Stiftung zur behindertengerechten Technologienutzung 2005)

³Web Content Accessibility Guidelines, Version 1.0 (siehe Chisholm u. a. 1999)

⁴siehe Zugang für alle u. namics ag (2004)

⁵Informations- und Kommunikationstechnologien

- **Blinde:** Unfähigkeit, normale Schrift zu lesen, Grafiken zu erkennen und die Maus zu bedienen.
- **Sehbehinderte (mit nutzbarem Sehrest):** Begrenzte Wahrnehmung von Farben; Beeinträchtigung durch ungenügende Schriftgrösse, ungenügenden Kontrast und unübersichtliche Informationsanordnung.
- **Motorisch Behinderte (Gelähmte, Spastiker):** Begrenzte oder mangelnde Fähigkeit, Tastatur oder Maus zu benutzen, angewiesen auf Ersatzeingabegeräte (Mund-, Augen- oder Sprachsteuerung).
- **Gehörlose und Hörbehinderte:** Fehlende oder eingeschränkte Fähigkeit, Tondokumente zu verstehen und akustische Signale zu erkennen.
- **Kognitiv Behinderte (Legastheniker, psychisch und geistig Behinderte):** Eingeschränkte Fähigkeit, den Informationsgehalt zu verstehen und zu interpretieren und der angebotenen Navigation zu folgen; verunsichert bzw. überfordert durch zu krasse und zu rasch aufeinander folgende Multimediaeffekte.

Für die technische Umsetzung dieser Eigenschaften existiert im Umfeld von E-Learning die wichtige Erweiterung 'IMS Accessibility for LIP Information Model' (AccLIP) zum 'IMS LIP' für die relevanten Informationen speziell zur Zugänglichkeit. Abschnitt 4.6, sowie IMS Global Learning Consortium (2003) und Karampiperis u. Sampson (2004) liefern weitere Informationen dazu.

4.3. E-Learning mit Sehbehinderten und Blinden

„The number of people with visual impairment worldwide in 2002 was in excess of 161 million, of whom about 37 million were blind.“

RESNIKOFF U. A. (2004, S. 844)

Hellbusch (2005a) erläutert, dass barrierefreie Informationstechnik für viele Menschen mit Behinderungen durch den Einsatz besonderer Hard- und Software erreicht werden kann. Damit diese Computerhilfsmittel funktionieren können und die Informationen korrekt weitergeleitet werden, müssen Informationsanbieter bestimmte Aspekte wie die Textorientierung oder die Linearisierbarkeit der Inhalte bei der Gestaltung von Informationen berücksichtigen. Dieses Kapitel geht auf die Hilfsmittel ein. Die zu berücksichtigenden Aspekte werden in den Abschnitten 4.5 'Zugänglichkeit der Anwendung' und 4.6 'Zugänglichkeit des Inhalts' erläutert.

Um Informationsangebote für Blinde zugänglich zu machen, ist es von grösster Wichtigkeit, sich deutlich zu machen, wie Blinde am Computer arbeiten. Wertvoller Anschauungsunterricht wurde dem Autor anlässlich zweier Accessibility-Workshops an der Hochschule für Technik + Architektur Luzern⁶ und an der ETH Zürich⁷ durch blinde und sehbehinderte Mitarbeitende der Stiftung 'Zugang für alle' geboten. Die Präsentationen von blinden und sehbehinderten Experten an der 'Info Vision 04'⁸ in Bern boten detaillierte Einblicke in den Computer-Alltag von Blinden und Sehbehinderten, auch die Ausstellung von diversen Herstellern von Computerhilfen im selben Rahmen war sehr lehrreich.

Blinde einerseits und Sehbehinderte andererseits haben entgegen ersten Erwartungen, welche wohl auf Vorurteilen basieren, nicht die selben Bedürfnisse nach Hilfsmitteln im Umgang mit dem Computer. Während die meisten Blinden den Computer nur mit der Tastatur steuern, verwenden Sehbehinderte, die über einen genügend grossen Sehrest verfügen, meistens Tastatur und auch Maus zur Eingabe. Clark (2003) führt aus, dass die Bedienung einer normalen Maus für Blinde nicht möglich ist, weil es dazu einer Koordination zwischen Hand und Auge bedarf.⁹ Diese Annahmen werden zusätzlich durch persönliche Vorlieben und Fertigkeiten jedes Einzelnen überlagert. Neben der Tastatur als alleinigem Eingabegerät existieren mehrere Bestrebungen zur Konstruktion und Verbreitung von weiteren Eingabehilfen, von denen allerdings bis heute noch keine ausgereift sind. Besonders in die Sprachsteuerung von Computersystemen wird heute viel investiert. Im Weiteren gibt es Ansätze und Experimente mit taktilen Mäusen, welche nicht mehr reine Eingabegeräte darstellen, sondern eine Kombination von Ein- und Ausgabegerät sind.

Viele Blinde verwenden im Weiteren eine automatisierte Kombination von Scanner und OCR-Software zum Einlesen von Information, welche nur in analoger Form vorhanden ist. Zusätzlich gibt es Scandienste für Bücher und Skripten für Blinde, die nicht über die notwendigen Computerhilfsmittel verfügen. Dabei wird zuerst festgestellt, ob die Quelle bereits digital verfügbar ist. Ist dies nicht der Fall, wird die analoge Quelle unter hohem Aufwand digital aufbereitet und anschliessend in mehreren Formaten¹⁰ zur Verfügung gestellt. Im Bereich von Büchern und Skripten aus herkömmlichen Lehrveranstaltungen sowie bei der Verwendung von analogen Quellen im Bereich von E-Learning ist nach Aussage von Lorenz Kühni¹¹ die Frei-

⁶Informationen zum Workshop vom 20.08.2004 unter <http://www.design4all.ch/workshop/>, Abruf: 18.07.2005

⁷Informationen zum Workshop vom 21.09.2004 unter <http://www.weboffice.ethz.ch/news/workshops/2004>, Abruf: 18.07.2005

⁸Informationen zur Info Vision 04 vom 26./27.09.2004 unter <http://www.info-vision.ch/>, Abruf: 18.07.2005

⁹Um zu sehen wo sich der Mauszeiger gerade auf dem Bildschirm befindet.

¹⁰Einige mögliche Formate sind Hypertext, Braillebuch oder Audiobuch (MP3, Daisy).

¹¹Lorenz Kühni ist blind und studiert an der Universität Fribourg. Er hielt an der Info Vision 04 einen Vortrag zum Thema 'Computer in Schule und Ausbildung'.

gabe und Bereitstellung der digitalen Quellen durch die Autoren eine grosse Hilfe und ein entscheidender Schritt in Richtung besserer allgemeiner Zugänglichkeit von Lehrveranstaltungen.

Sehbehinderte benutzen je nach Art und Weise des ihnen zur Verfügung stehenden Sehrests unterschiedliche Hilfsmittel zur Ausgabe am Bildschirm. Allgemein lässt sich aber sagen, dass jeder auch noch so kleine Sehrest dazu verwendet wird, mittels geeigneten Hilfsmitteln mit dem Bildschirm als Ausgabemedium zu arbeiten. Erst wenn der Sehrest eines Menschen nicht mehr zur visuellen Aufnahme von Informationen ausreicht, wird nach Aussage von Betroffenen auf die Hilfsmittel von Blinden zurückgegriffen. Gängige Hilfsmittel für Sehbehinderte und Blinde umfassen:

- Vergrösserung
- Sprachausgabe
- Braillezeile
- Screenreader
- Webreader
- Brailledrucker
- Personalisierte Benutzeroberfläche

Blinde arbeiten am Computer ohne das am weitesten verbreitete Ausgabemedium Bildschirm. Die wichtigsten Computerhilfsmittel für Blinde sind Screenreader-Software und Braillezeile. Der Screenreader stellt aufgerufene Informationen und Systembefehle in synthetischer Sprache z. B. über eine Sprachausgabe (auditiv) dar. Die Braillezeile ist ein spezielles Ausgabegerät (Hardware), das Inhaltsausschnitte in der Blindenpunktschrift auf einem taktilen Display wiedergibt und mit der normalen PC-Tastatur als Eingabegerät kombiniert ist. Wie der Begriff 'Zeile' bereits sagt, besteht dieses taktile Display lediglich aus einigen wenigen Zeilen. Die gebräuchlichste Ausführung der Braillezeile beinhaltet nur eine Zeile mit 80 Zeichen. Jedes dieser Zeichen besteht aus einer Kombination von 2x4 Stiften aus Nylon oder Metall, welche das Alphabet der DIN-Braille oder auch Computer-Braille, bestehend aus 8 Punkten pro Zeichen, darstellen. Es handelt sich bei diesem Alphabet um eine Weiterentwicklung des ursprünglichen Braille-Alphabets¹² mit Zeichen aus 6 (2x3) Punkten. Eine Treibersoftware steuert das Auf und Ab dieser Stifte automatisch. Darüber hinaus existieren Braillezeilen mit zwei und mehr Zeilen, jede Zeile zu 80 Zeichen, sowie handlichere Ausführungen mit 40 oder auch nur 24 Zeichen.

Diese Limitierung auf wenige Zeilen besteht vor allem deshalb, weil bereits solche Geräte sehr teuer sind und weil Informationen damit in linearer Form aufgenommen

¹²siehe Abbildung B.2



Abb. 4.2.: Arbeitsplatz mit Braillezeile und Scanner mit OCR (nach Hellbusch 2005a, S. 8, Wiedergabe mit freundlicher Genehmigung des dpunkt-Verlags)

werden. Nach Clark (2003) existieren für Taubblinde sogar taktile 'Displays' in einer mit MS-DOS-Systemen mit 24x80 Zeichen vergleichbaren Größe. Allerdings sollen solche Luxusdisplays den Gegenwert von Platin in Gewicht haben. Solche Geräte sind deswegen in der Regel unerschwinglich und sie werden hier nur im Zusammenhang mit der möglichen Darstellung von taktilen Grafiken und Karten erwähnt. Spezielle Drucker können heute schon sowohl Texte in Brailleschrift für Blinde ausgeben, als auch taktile Grafiken erstellen. Experimente mit taktilen Grafiken befinden sich erst in der Anfangsphase. Es sei auch erwähnt, dass nicht alle Blinden die 8-Punkt Brailleschrift in genügendem Masse beherrschen, da im täglichen Gebrauch eher die ursprünglich von Braille entwickelte 6-Punktschrift vorkommt. Es existiert heute kein Ausgabegerät, welches digitale Informationen für Blinde in räumlicher Darstellung aufbereiten kann. Hellbusch (2005a) weist ausdrücklich darauf hin, dass Blinde für den Zugang zu Informationen eine Informationsgestaltung benötigen, welche textorientiert und linearisierbar ist. Sowohl bei der Verwendung eines Screenreaders und/oder einer Braillezeile bleiben Inhalte von Bildern und Grafiken für Blinde nach wie vor verborgen. Auch bedeutet die eindimensionale Betrachtung eine Einschränkung gegenüber der zweidimensionalen Betrachtung am Bildschirm.

4.4. Geographie mit Blinden und Sehbehinderten

„Currently, none of the eighteen basic premises of the Geographic Standards can be readily taught to blind people.“

ANDERSON (S. 89 2001, GOLLEDGE 1999, PERS. COMMUNICATION)

Der grösste Streitpunkt im Zusammenhang mit der Geographie für Sehbehinderte und vor allem Blinde ist die Raumvorstellung. Haben Blinde eine räumliche Vorstellung der geographischen Beziehungen wie Distanz, Anordnung und Hierarchie? Darüber scheiden sich die Geister. Kitchin u. a. (1997) teilen die Auffassungen der Forscher in drei Gruppen ein. Die erste Gruppe erachtet das Sehen als den 'räumlichen Sinn par excellence' und geht davon aus, dass Blinde, die von Geburt an nie sehen konnten, keine Vorstellung des Raumes haben, weil sie die räumliche Verteilung von Objekten nie gesehen haben. Eine zweite Gruppe geht davon aus, dass auch solche Menschen eine räumliche Vorstellung und das Verständnis von räumlichen Konzepten haben. Diese Vorstellung wird allerdings von den Forschern als weniger präzise und detailliert angesehen, da sie auf auditiven und haptischen Reizerfahrungen basiert. Die dritte Gruppe spricht von einer gleichwertigen Raumvorstellung der Blinden, da sich allfällige Abweichungen im Vergleich mit den Sehenden durch die Zugänglichkeit, Erfahrung oder Stress begründen lassen. Wie Kitchin u. a. (1997) erläutern, basieren diese Resultate allerdings meistens auf Laborversuchen in kleineren Umfeldern. Sie fordern daher Experimente in geographischen Umgebungen, in welchen sich Sehbehinderte und Blinde täglich bewegen.

Golledge, selbst stark sehbehindert, führt bei seiner Beschreibung der grössten Einschränkungen im Leben für Blinde neben der kommunikativen Einschränkung beim Lesen und Schreiben an, dass die Blinden häufig nicht unabhängig reisen und mit der Umwelt interagieren können (Golledge 1993). Dies macht deutlich wie wichtig die Geographie und im speziellen die Forschung im Bereich der Kognitiven Karten und der Geographischen Informationswissenschaft für Sehbehinderte und Blinde ist. Es wurden speziell für Blinde hergestellte, taktile Karten entwickelt, welche sich als geeignetes Medium zur Vermittlung von geographischen, örtlichen Zusammenhängen an Blinde nun anbieten. Leider ist die Herstellung dieser Karten sehr aufwändig, teuer und wie Schneider u. Strothotte (1999) beschreiben, der Detailgrad nicht sehr hoch, sodass solche Karten nur für ausgewählte Gebiete existieren. Sie werden für den Geographieunterricht, zur Orientierung und Mobilität verwendet. Schneider u. Strothotte (1999) haben Prototypen entwickelt um Blinden und stark Sehgeschädigten die flexible Erkundung eines geographischen Gebietes zu ermöglichen.

Nach Anderson (2001) ist es keine Überraschung, dass sich die Geographie so schwer tut bei der Erforschung der Behinderten und ihrer Umgebung. Es gibt an Universitäten oder Instituten nur sehr wenige behinderte Geographen, welche genügend

sensibel für die Thematik wären. Neben der Zugänglichkeit der Gebäude der Geographie, Hörsälen und Computerräumen stellt Anderson (2001) auch die Frage nach der Zugänglichkeit der Geographie selber. Geographen haben das Konzept des Raumes bisher häufig anhand von Karten, Diagrammen, Tabellen und Exkursionen weitervermittelt. Diese Unterrichtsmittel wurden nicht genügend an die Bedürfnisse der Behinderten angepasst. Anderson (2001) fordert deshalb eine Restrukturierung innerhalb der Geographie, um den behinderten Menschen den Zugang zur Forschung und Lehre der Geographie zu ermöglichen. Es liegt am Willen der Geographen, diesen Zugang zu ermöglichen. Seit einige behinderte Menschen sich mit der Geographie beschäftigen, haben ihre Ideen vermehrt in der Forschung Einzug gehalten. Anderson (2001) schreibt aus eigener Erfahrung über Barrieren beim Zugang für die Teilnahme an internationalen Konferenzen. Diese Barrieren mögen in vielen Fällen für die nichtbehinderten Organisatoren unentdeckt bleiben. Am Beispiel der Konferenz der 'Association of American Geographers' auf Hawaii erläutert Anderson (2001) die Bedeutung der Feldbegehungen und Exkursionen in der Geographie. Gerade diese Aktivitäten müssen den behinderten Konferenzteilnehmern dringend zugänglich gemacht werden. In Amerika gibt es das 'Disability and Geography Network' (DAGIN), welches sich um die speziellen Bedürfnisse von behinderten Geographen kümmert. Wer eine Konferenz oder ähnliche Aktivitäten plant, sollte unbedingt Kontakt mit einem Mitglied des Netzwerks aufnehmen, um die Zugänglichkeit abzusprechen. Es gibt viele freiwillige Helfer, welche die Behinderten auf den Exkursionen persönlich begleiten und assistieren können. Anderson (2001) erwähnt auch die Mailingliste GEOGABLE für Diskussionen von Geographen, welche sich mit der Forschung im Zusammenhang mit Behinderungen oder chronischen Krankheiten befassen. Die Liste steht jedermann offen und die einzige Voraussetzung für Neumitglieder ist eine kurze Vorstellung der eigenen Person und der Forschungsgebiete, Themen, sowie der Forschungsfragen.¹³

Jacobson u. Kitchin (1997) sehen die Chancen der Vermittlung geographischer Informationen trotz ihrer visuellen Orientierung an Sehbehinderte und Blinde als intakt. Da in einem GIS die Informationen von räumlichen Beziehungen zwischen Objekten logisch abgelegt werden, können alternative, nichtvisuelle Methoden verwendet werden, um diese Informationen zu vermitteln. Jacobson u. Kitchin (1997) erwähnen verschiedene Ansätze der Adaption von GIS an die Bedürfnisse von Menschen mit Sehbehinderungen. Die Vermittlung dieser Informationen ist für Sehbehinderte und Blinde sehr nützlich, da diese ihre Mobilität und Unabhängigkeit im Alltag stark verbessern können. Neben dem Sehen werden Fühlen, Schmecken, Riechen und Hören als mögliche Sinne zur Gewinnung von räumlichen Gegebenheiten genannt. Diese Sinne arbeiten in jeweils unterschiedlichen Massstäben, wobei Sehen und Hören Informationen über weitere Entfernungen aufnehmen können. Neben diesen direkten

¹³Um Mitglied bei der Mailingliste GEOGABLE zu werden genügt es, eine E-Mail an die Adresse listserv@lsv.uky.edu zu senden, deren Inhalt lediglich 'SUB GEOGABLE' ist.

Quellen existieren auch Sekundärressourcen wie Bücher, TV, Radio, Zeitungen oder Karten. Interessante Anwendungsbereiche von GIS sind für Blinde die Möglichkeiten der multimedialen Präsentation¹⁴ der räumlichen Informationen zu Lernzwecken, sowie die Verwendung dieser Informationen in tragbaren Navigationshilfen in Kombination mit GPS. So könnten Sehbehinderte und Blinde üben, sich in einer neuen Umgebung zurecht zu finden, bevor sie wirklich physisch da sind. Golledge u. a. (1995) erwähnen die grosse Übereinstimmung der Funktionalität eines GIS und der Möglichkeiten, welche eine menschliche Kognitive Karte bietet. Nach Jacobson u. Kitchin (1997) existieren zur Zeit zwei Möglichkeiten für die Entwicklung eines non-visuellen Mediums für die Kommunikation räumlicher Zusammenhänge. Die erste Methode basiert auf Berührung (Touchscreen), die zweite auf einer speziell entwickelten räumlichen Sprache welche zwischen den Menschen und der Maschine gesprochen wird. Ein System mit einem virtuellen auditiven Display ist das PGS (Personal Guidance System)¹⁵, welches von einem Team von Geographen und Psychologen an der Universität von Kalifornien in Santa Barbara entwickelt wurde (Loomis 1985). Dieses System vermittelt dem Benutzer die räumlichen Objekte um ihn herum über Kopfhörer als virtuelle Sounds an ihren korrekten Positionen innerhalb des auditiven Raumes.¹⁶

4.5. Zugänglichkeit der Anwendung

„In recent years, accessibility has been recognized as a key design consideration for web-based educational systems (Schmetzke 2001, Mirabella et al. 2004).“¹⁷

KARAMPIPERIS U. SAMPSON (2004, S. 181)

Analog zu den bekannteren WCAG 1.0 existieren für die Zugänglichkeit der Anwendung ebenfalls Guidelines, genau gesagt deren 12, welche unter dem Namen User Agent Accessibility Guidelines (UAAG 1.0) des W3C nach Jacobs u. a. (2002) die Probleme der Zugänglichkeit von Webbrowsern behandeln:

¹⁴Wie bereits erläutert, umfasst der Begriff 'Multimedia' entgegen der weit verbreiteten Meinung, sehr wohl auch Ton und beschränkt sich nicht bloss auf eine visuelle Präsentation. Sind explizit auch Ton und weitere Medien angesprochen, wird zur besseren Unterscheidung oft von 'echtem' Multimedia gesprochen.

¹⁵Sehr viele Informationen zum 'UCSB Personal Guidance System (PGS)' liefert die offizielle Website unter der Adresse <http://www.geog.ucsb.edu/pgs/main.htm>, Abruf: 10.01.2006.

¹⁶Den selben verblüffenden Effekt wendet das IMAX Filmtheater in Luzern vor der Vorstellung an, um Besucher daran zu erinnern, ihre Mobiltelefone auszuschalten. Dabei werden verschiedene Klingeltöne so abgespielt dass sie den Besuchern als räumliche Sounds zwischen den Sitzreihen erscheinen.

¹⁷siehe Schmetzke (2001), Mirabella u. a. (2004)

1. Support input and output device-independence
2. Ensure user access to all content
3. Allow configuration not to render some content that may reduce accessibility
4. Ensure user control of rendering
5. Ensure user control of user interface behavior
6. Implement interoperable application programming interfaces
7. Observe operating environment conventions
8. Implement specifications that benefit accessibility
9. Provide navigation mechanisms
10. Orient the user
11. Allow configuration and customization
12. Provide accessible user agent documentation and help

Barstow u. Rothberg (2002) haben die 'IMS Guidelines for Developing Accessible Learning Applications' verfasst, welche sich in folgende Bereiche einteilen lassen:

- Accessible Delivery of Text, Audio, Images and Multimedia
- Accessible Asynchronous Communication and Collaboration Tools
- Accessible Synchronous Communication and Collaboration Tools
- Accessible Interfaces and Interactive Environments
- Testing and Assessment
- Accessible Authoring Tools
- Topic Specific Accessibility

Nach dem Konzept des 'Course Framework' von Horton (2000) gehören die Bekanntmachung, die Registration, die Kursadministration, die Kursübersicht, der Support, das Feedback und schliesslich der Kursabschluss auch zum Kurs selber. Somit gelten für diese Systeme die gleichen Richtlinien der Accessibility wie für die eigentlichen Lernmaterialien. Spätestens damit kommen administrative Belange hinzu, denn diese Teile eines Kursframeworks unterliegen sinnvollerweise in einem virtuellen Campus nicht der Zuständigkeit eines einzelnen Kursleiters oder Entwicklers.

Eine Idee für bessere Zugänglichkeit der Anwendungen bzw. der Benutzungsschnittstelle ist jene des Universellen Designs mit dem Ziel der Geräteunabhängigkeit, besonders auch für Ein- und Ausgabe. Die Arbeitsgruppe 'User Interfaces for All'

4. Accessibility von E-Learning

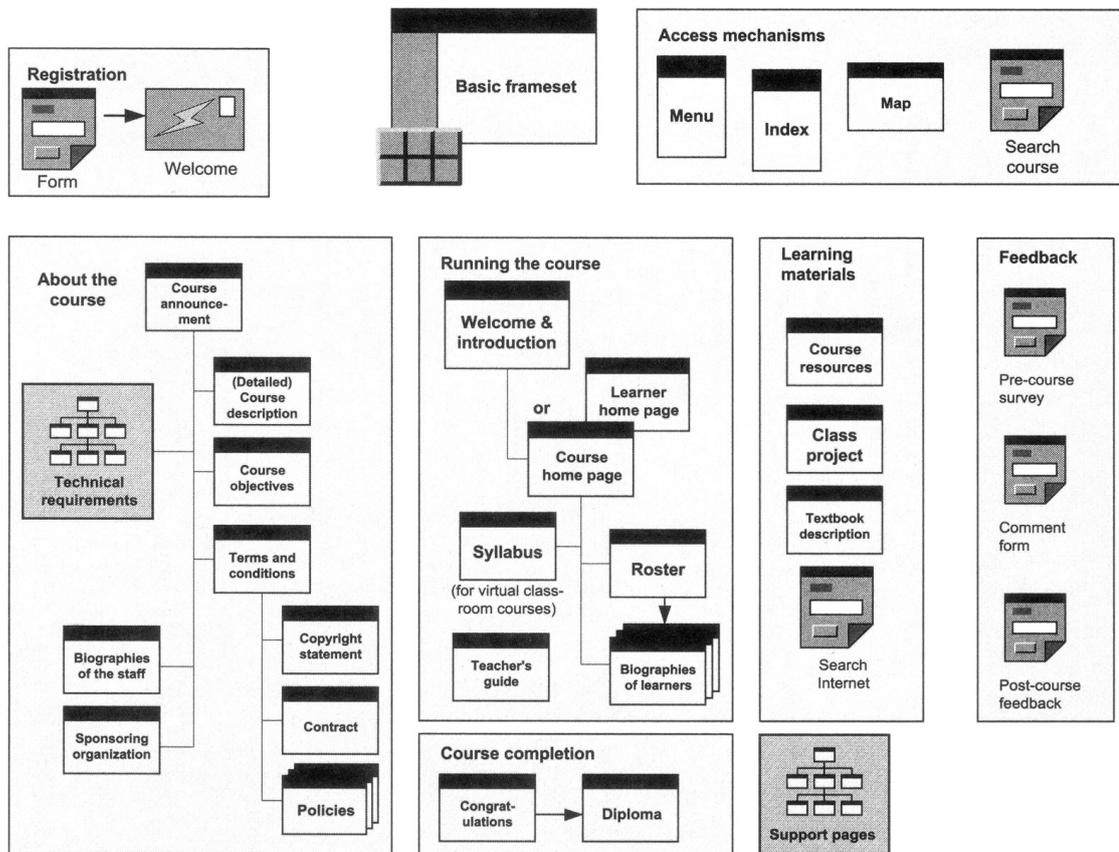


Abb. 4.3.: Komponenten eines kompletten Kursframeworks (aus Horton 2000, S. 78)

(UI4ALL)¹⁸ beschäftigt sich mit den verschiedenen Aspekten der Zugänglichkeit von Benutzungsschnittstellen. Einige aktuelle Ansätze und Anforderungen an Software für die Benutzungsschnittstelle sind in den Arbeiten von Brajnik (2004), Lozano u. a. (2004), Kleindienst u. a. (2004) und Duggan (2004) beschrieben. Ein Beispiel eines Webbrowsers für Blinde und Sehbehinderte liefern King u. a. (2004) und King (2005) mit Webbie.

Geräteunabhängigkeit und Dynamik sind klare Forderungen für die Zugänglichkeit einer Anwendung. Was die Eingabegeräte wie Tastatur und Maus angeht, ist darauf zu achten, dass Webseiten mit beliebigen Eingabegeräten bedient werden können. Programmierte Objekte mit einer eigenen Schnittstelle sind nach Hellbusch (2005a) besonders für Benutzer von Computerhilfsmitteln problematisch. Konkret heisst dies, dass alle Objekte, die einen interaktiven Austausch zwischen Benutzer und Anwendung ermöglichen, auch ohne Maus bedienbar sein müssen. Ein weiterer Spezialfall ist die Bedienbarkeit von Formularen auf XHTML-Seiten. Wer es mit der

¹⁸siehe <http://www.ui4all.gr/>, Abruf: 31.07. 2005

Zugänglichkeit von Formularen zu tun kriegt, sollte sich genügend Zeit nehmen, um sich all die spezifischen Probleme genau anzuschauen und mit den zur Verfügung stehenden Mitteln auszutesten.

„Demnächst wird es sprachbasierte Browser geben. Verbesserte Zugangsmöglichkeiten für Anwender mit Behinderungen (besonders Sehbehinderungen) sind ein Grund für den Einsatz dieser Art von Browsern. Auch gut sehende Anwender profitieren davon, wenn sie sich in Situationen befinden, in denen sowohl die Hände als auch die Augen beschäftigt sind (zum Beispiel beim Autofahren), indem sie auf laut vorgelesene Informationen aus dem Web zugreifen können. Selbstverständlich werden Sprachschnittstellen zum Web wesentlich besser funktionieren, wenn eine semantische Kodierung benutzt wird. Denn dann kann das System die Struktur der Seite verstehen. [...] Ein letzter Grund für die Rückkehr zur semantischen statt der Verwendung darstellungsbasierter Kodierung ist die zunehmende Vielfalt der Software, mit der auf das Internet zugegriffen wird. [...] Statt den Code für das Erscheinungsbild der Seite in ihren Inhalt einzubetten, sollten Sie besser Inhalt und Befehle zur Darstellung der Seite voneinander trennen.“

NIELSEN (2001, S. 38)

Die bedeutendste Forderung zur Sicherstellung der Zugänglichkeit von Anwendung und Inhalt ist genau diese von Nielsen (2001) erwähnte und immer wieder betonte Trennung von strukturiertem Inhalt und der Präsentation.

„Die Trennung von Inhalt und Struktur einerseits und Präsentation andererseits ermöglicht der Zugangsoftware die Navigation innerhalb von Dokumenten und Anwendungen.“

HELLBUSCH (2005A, S. 7)

Gerade diese Navigation ist einer der Schlüsselpunkte bei der Zugänglichkeit von Web-Anwendungen, bilden doch die Hyperlinks die grundlegende Innovation und Stärke des Mediums Web und des Hypertextes. Links unterscheidet man denn auch nach Hellbusch (2005a) in im Text eingebettete Links (embedded links) und in Links der Navigation. Eingebettete Links ermöglichen Querverweise zu weiteren Informationen (auch externe). Links zur strukturierten Bedienung eines Webauftritts, eines E-Learning-Kurses oder einer Lektion werden dagegen gesondert als Navigation zusammengefasst. Die Navigation bietet dabei folgende Information und Funktionalität:

- Übersicht über die gesamte Lektion (Kurs), bzw. alle einzelnen Seiten der Lektion.
- Orientierung innerhalb der Lektion (des Kurses).
- Direktes Aufrufen von einzelnen Unterseiten oder Funktionen.

Bei der Gestaltung und Implementierung der Funktionalität der Navigation ist besondere Vorsicht geboten, beeinträchtigt doch bereits ein kleines Problem in diesem Bereich die Zugänglichkeit sehr schnell. So sollte z. B. auf die Verwendung von Grafiken als Navigationselemente verzichtet werden, dies wegen der schlechten Lesbarkeit von kleinen Schriftgrößen und dem Qualitätsverlust bei der Vergrößerung dieser Grafiken. Besonders für die Navigation gilt, dass diese auch ohne die Verwendung von Plug-ins oder JavaScript bedienbar bleiben muss. Bei der Verständlichkeit der Navigation sollte darauf geachtet werden, dass diese eindeutig und selbsterklärend ist. Jeder Link auf der Seite sollte unterschiedlich benannt sein, da bei der Ausgabe einer Liste aller Links durch den Screenreader jeder Link eindeutig identifizierbar sein sollte.

Die Gestaltung des Layout soll sehr flexibel sein und das Layout als dynamisch konzipiert werden. Auch bei geringer Bildschirmauflösung soll der gesamte Inhalt im Browserfenster angezeigt werden. Ist die Seite ohne Scrollen nicht mehr bedienbar, widerspricht dies den Standards zur Gebrauchstauglichkeit (Usability). Bei einem CSS-Layout muss nach Hellbusch (2005a) speziell darauf geachtet werden, dass es nicht zu Überlappungen von Inhalten kommt. Im Allgemeinen gilt der Anspruch der Linearisierbarkeit eines Layouts, besonders für die Benutzer eines Screenreaders. Hellbusch (2005a, S. 153) spricht ein deutliches Wort, was die Verwendung von HTML-Tabellen zu Layoutzwecken angeht: „*Layouttabellen sind wie Briefe in Excel*“. Viel eleganter lässt sich dies mit Hilfe von CSS lösen.

Kelly u. Swift (2004) schlagen ein ganzheitliches Modell für die Accessibility von E-Learning vor. Dieses in Abbildung 4.4 dargestellte Modell wurde von Kelly u. Swift (2004) entwickelt, da sie der Meinung sind, die W3C WAI Guidelines sollten lediglich einen Teil eines viel weiter gefassten Ansatzes der Accessibility von E-Learning-Ressourcen ausmachen. Auch beinhaltet das Modell den Ansatz des Blended Learning, also die Forderung nach der Kombination der verschiedenen Medien im Dienste der Verbesserung der Zugänglichkeit. Als eindruckliches Beispiel wird die Zugänglichkeit einer hoch interaktiven 3D-Visualisierung eines chemischen Moleküls genannt, welche am einfachsten durch ein entsprechendes physisches 3D-Modell des Moleküls erreicht werden kann.

Zu dieser Meinung kamen sie nach umfassender Betrachtung der bestehenden Bestrebungen, welche die allermeisten lediglich auf den WCAG 1.0 beruhen. Dabei stellten

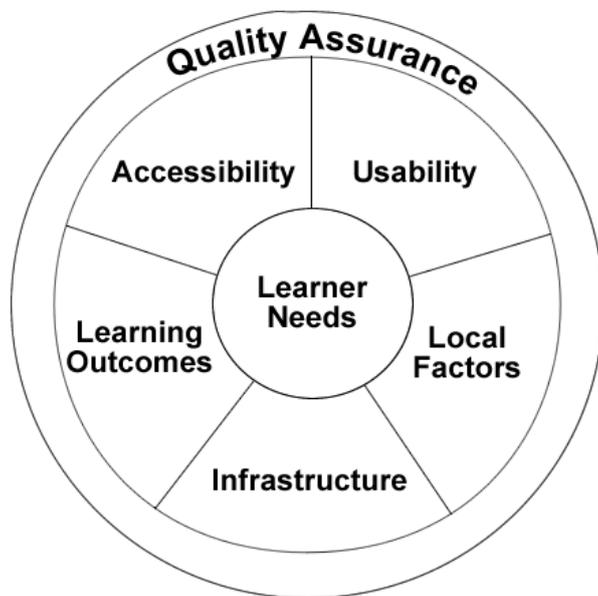


Abb. 4.4.: Ganzheitliches Modell für die Accessibility von E-Learning (aus Kelly u. Swift 2004, S. 11)

sie mehrere Probleme zwischen der wirklichen Zugänglichkeit und den WCAG 1.0 fest:

- Schwierigkeiten die Guidelines zu verstehen, da sowohl die WCAG 1.0 als auch die UAAG 1.0 teilweise schwer verständlich sind.
- Konflikte zwischen Usability und Accessibility durch Forderungen der Guidelines, sowie daraus geforderte aber unerwünschte Anpassungen des Systems.
- Die Guidelines der WAI sind zu idealistisch und theoretisch. Dies führt dazu, dass Webstandards zur Verwendung vorgeschlagen werden, welche sich noch nicht durchgesetzt haben.
- Trotz Standards besteht bei der Umsetzung ein Bedürfnis nach proprietären Formaten. Deshalb ist es notwendig, sich weiterhin mit der Zugänglichkeit dieser Formate zu beschäftigen, auch wenn dies durch die WAI nicht abgedeckt wird.
- Abhängigkeit von anderen W3C Formaten. Die WCAG 1.0 fordern in Checkpunkt 11.1 die Verwendung von W3C Technologien, wenn möglich in der letzten Version. Streng genommen würden Inhalte, welche in HTML gehalten sind,

durch eine neue HTML-Spezifikation automatisch vom WAI Level AA ins Level A zurückgestuft.

Schlageter u. Feldmann (2002) stellen in ihrem Artikel den E-Learning Prototyp 'Virtuelle Universität Hagen' vor, welcher schon seit 1996 in Betrieb ist und im deutschen Sprachraum die Pionierrolle einnimmt. Heute nennt er sich 'Lernraum Virtuelle Universität' und ist unter der Adresse <https://vu.fernuni-hagen.de/> zu erreichen (Abruf: 24. 12. 2005). Ein Besuch lohnt sich!

4.6. Zugänglichkeit des Inhalts

„At present there is no well-specified format for a description of the accessibility of a piece of content or 'ressource', for general purposes“

VELASCO U. A. (2004, S. 90)

Die für die Zugänglichkeit des Inhalts notwendigen Massnahmen sind in den Web Content Accessibility Guidelines 1.0 (WCAG 1.0) des W3C nach Chisholm u. a. (1999) festgehalten. Diese Guidelines sind die wohl am meisten zitierten theoretischen Grundlagen im Bereich der Web-Accessibility. Zahlreiche rechtliche Verordnungen beruhen auf dieser Sammlung von 14 Guidelines, welche insgesamt 66 Checkpunkte enthalten. Diese Checkpunkte wiederum sind in 3 Prioritätsstufen unterteilt. Für Dokumente lassen sich nach WCAG 1.0 grundsätzlich drei Konformitätsstufen unterscheiden, A, AA und AAA¹⁹. Die einzelnen Guidelines sind im Konkreten:

1. Provide equivalent alternatives to auditory and visual content.
2. Don't rely on color alone.
3. Use markup and style sheets and do so properly.
4. Clarify natural language usage.
5. Create tables that transform gracefully.
6. Ensure that pages featuring new technologies transform gracefully.
7. Ensure user control of time-sensitive content changes.
8. Ensure direct accessibility of embedded user interfaces.
9. Design for device-independence.
10. Use interim solutions.

¹⁹Gesprochen: A, Double-A, Triple-A

11. Use W3C technologies and guidelines.
12. Provide context and orientation information.
13. Provide clear navigation mechanisms.
14. Ensure that documents are clear and simple.

Probleme gibt es mit den WCAG 1.0 genügend, z. B. existiert keine offiziell gültige Übersetzung, die rechtliche Grundlage bietet die Originalfassung in Englisch. Noch problematischer ist jedoch das komplette Fehlen von Guidelines zu neuen Technologien wie PDF oder Flash. Durch eine WCAG 1.0 Konformität lassen sich also direkt keine Aussagen über die Zugänglichkeit dieser Inhalte machen. In den WCAG 2.0, welche wegen Grundsatzdiskussionen noch immer nicht fertig gestellt sind, sollen diese Aspekte dann geregelt sein.

Die Barrierefreiheit der Informationstechnik lässt sich nach Hellbusch (2005a) in folgende sieben Forderungen gliedern:

1. **Texthinterlegung:** Blinde Menschen brauchen für Screenreader und Braille-Zeile Texte zu jeder Inhaltsform.
2. **Kontraste, Farben und Schriftbild:** Wahrnehmbarkeit am Bildschirm wird durch grafisches Design bestimmt.
3. **Verständlichkeit, Navigation und Orientierung:** Benutzerfreundlichkeit (Usability) für alle Benutzergruppen.
4. **Skalierbarkeit**²⁰: Betrifft Sehbehinderte, Senioren und alle anderen, die mit einer Vergrößerung am Bildschirm arbeiten.
5. **Linearisierbarkeit**²¹ **und Layout:** Nutzer von Sprachausgaben und anderen eindimensionalen Ausgabemedien benötigen gut strukturierte Inhalte.
6. **Geräteunabhängigkeit und Funktionalität:** Blinde, aber auch körperlich behinderte Menschen verwenden möglicherweise keine Maus und benötigen deshalb einen geräteunabhängigen Zugang zu allen Inhalten, auch den interaktiven.
7. **Strukturen und Validierung:** Einsatz von Standards und ergänzenden, speziellen Elementen ermöglichen weitere Navigationshilfen und die Orientierung im Inhalt.

²⁰Skalierbarkeit ist nach Bibliographisches Institut u. F. A. Brockhaus AG (2005) „allgemein die Bezeichnung dafür, dass ein Objekt in seiner Größe zu verändern ist.“

²¹Als linearisierbar bezeichnet man nach DIAS GmbH (2004) „Webseiten und Tabellen, wenn die Lesereihenfolge der linearisierten Ausgabe (also die Ausgabe eines Screenreaders oder eines Textbrowsers) Sinn macht und für den Benutzer verständlich ist. Linearisierbarkeit ist ein sehr wichtiges Kriterium für Barrierefreiheit.“

Um eine Einordnung der Zugänglichkeits-Probleme bezogen auf die einzelnen Inhaltstypen zu machen, spielt es eine Rolle, wie man diese Inhaltstypen definiert und welche Bedeutung man ihnen zuweist. Mögliche Kategorien von E-Learning-Inhalten sind nach Freed u. a. (2003): Images, Multimedia, Forms, Tables, Textbooks, Interactivity, Graphs, Math. IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC) P1484.12 Learning Object Metadata (LOM) working group (2002) teilt diese Typen wieder ganz anders ein: Exercise, Simulation, Questionnaire, Diagram, Figure, Graph, Index, Slide, Table, Narrative text, Exam, Problem statement, Self assessment, Lecture. In der XML-Struktur von eLML stehen nach Fisler u. a. (2005) die Elemente column, table, list, box, term, newLine, multimedia, formatted, popup, link, citation, paragraph und indexItem für die Strukturierung und Gestaltung einer Lektion zur Verfügung. Bleisch u. Fisler (2005) ordnet die eLML Kategorien (Detailinhalte) in Texte, Bilder und Multimedia-Objekte. Die meisten Elemente der XML-Struktur von eLML dienen aber nach wie vor der grafischen Formatierung oder der Steuerung von Funktionalität und nicht der Strukturierung von Hypertext. Dies stellt aus Sicht der Zugänglichkeit dieser Inhalte gewisse Probleme dar.

Im Webbereich können die Seitenelemente Text, Bild/Grafik, Animation/Movie (Bewegtbild), Sound, Links und Quiz unterschieden werden. Je nach Bedürfnissen des jeweiligen Benutzers können diesen Inhaltstypen verschiedene Alternativinhalte mit unterschiedlicher Priorität zugeordnet werden. Dabei ist Text grundsätzlich das zugänglichste Format von allen, falls er durch die Wahl der Schrifteigenschaften nicht unleserlich oder unkenntlich gemacht wird. Im weiteren ist wie bei anderen Medien auch bei Texten im Web auf Orthografie und korrekte Grammatik zu achten. Nach Hellbusch (2005a) ist auch der Sprachstil eines Textes sorgfältig zu wählen. Im Vergleich zu gedruckten Fliesstexten gelten für Texte im Web folgende Grundsätze:

- Absätze und Textelemente sollen kürzer gehalten und stärker strukturiert werden.
- Es ist eine möglichst einfache und klare Sprache zu verwenden, welche auch dem Thema und dem Zielpublikum angepasst ist.
- Pro Abschnitt soll nur eine grundlegende Idee formuliert werden.

Im weiteren ist die Angabe der natürlichen Sprache der Inhalte für die Bedienung der gesamten Anwendung sehr hilfreich. Besonders Screenreader können so verschiedene Sprachmodule verwenden, was die Qualität der Wiedergabe der jeweiligen Inhalte deutlich verbessert. *Text* dient häufig als Alternativinhalt für Bilder und Grafiken, Animationen und Sounds, ist die Basis für einfache Textlinks und bei Quiz mit textorientierter Fragestellung. Ein *Bild* kann anstelle eines langen Textabschnittes verwendet werden, sagt doch ein Bild sprichwörtlich „mehr als 1000 Worte“. Ein *Bewegtbild* ist im Grunde genommen nichts anderes als eine geschickt gesteuerte

Abfolge von Standbildern, welche durch die rasche Abfolge vom menschlichen Auge als Animation wahrgenommen wird. Ein Bild kann auch einen *Sound* oder die Stimmung einer Musik ersetzen oder bildlich darstellen. *Links* sind eine Spezialität und lassen sich in alle Formate integrieren, selber aber nicht durch einen anderen Inhalt ersetzen. Die einzige Möglichkeit die sich anstelle eines Links bietet, ist die Information am Linkziel in das selbe Dokument einzubinden und somit den Link überflüssig zu machen. Dies ist aber aus mehreren Gründen nicht in jedem Fall so einfach realisierbar. Ein *Quiz* stellt den komplexesten Inhaltstyp dar und ist an sich nicht an eine visuelle, auditive oder andere Form gebunden. Die Informationen die einem Quiz zu Grunde liegen sind für die alternative Verwendung sowohl in Text- als auch in Bildform zu erstellen.

Sound als Alternative für Text ist nach Hellbusch (2005a) deshalb problematisch, weil Sonderlösungen wie Plug-ins oder serverseitige Anwendungen in einem Webauftritt, welche Inhalte in Audiodateien umwandeln, als problematisch für Screenreader-Nutzer gelten. Gerade deshalb sollten dieser Alternativformate angelehnt an das 'IMS Accessibility for the LIP Information Model' auf Ebene des Benutzer- oder Lernerprofils definiert werden. Dies könnte auch ermöglichen, dass nicht einzig und alleine die Webbrowser für E-Learning-Zwecke verwendet werden, sondern auch speziell für Blinde entwickelte, zugängliche Anwendungen oder Formate wie z. B. die 'Daisy' Audiobücher zum Einsatz kommen. Diese verwenden als Format MP3 mit zusätzlichen Lesezeichen und Sprungmarken.²² Abbildung 4.5 zeigt den inhaltsspezifischen Teil des Modells.

„The identification of learning content accessibility properties and the creation of a model for representing accessibility information for learning resources remains an open issue. Several initiatives already exist for trying to define a metadata model for representing accessibility information for learning resources, including CEN/ISSS Learning Technologies Workshop Accessibility Working Group (2004), the Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) Accessibility Working Group (2001) and the IMS Accessibility Working Group.“

(KARAMPIPERIS U. SAMPSON 2004, S. 186)

Karampiperis u. Sampson (2004) schlagen in der Folge ein eigenes Modell für diese Accessibility Informationen als Erweiterung des IEEE LOM vor.

Solange die jeweils geeignetste Technologie zur Umsetzung der Inhalte verwendet wird sind Alternativinformationen und Transformationen keine speziell schwierige

²²Mehr Informationen zu Daisy Audiobüchern finden sich z. B. bei der Schweizerische Bibliothek für Blinde und Sehbehinderte unter <http://www.sbs-online.ch/daisy/>, Abruf: 24. 12. 2005

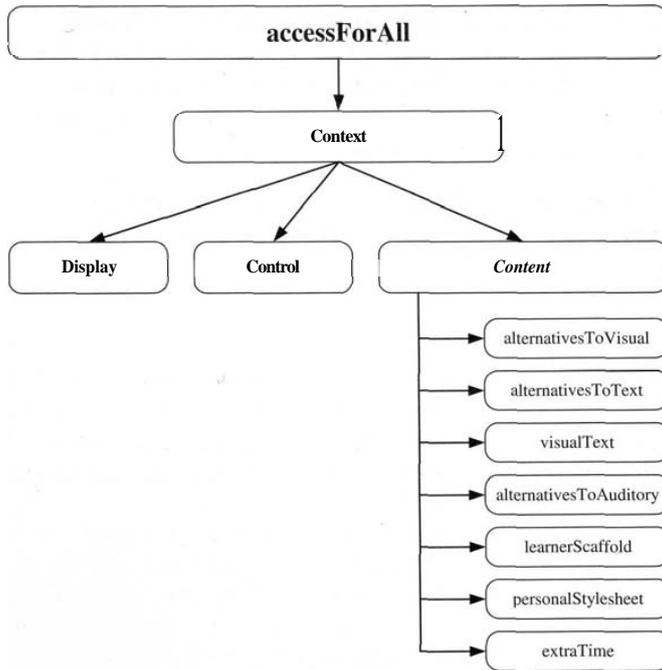


Abb. 4.5.: Inhaltsspezifische Information im 'IMS Accessibility for the LIP Information Model'(aus Karamperis u. Sampson 2004, S.186)

Sache. Hellbusch (2005a) weist aber speziell auf die Problematik von „Schriftgrafiken“ hin. Er spricht dann von Schriftgrafiken, wenn „statt Text der Inhalt einer Seite als Grafik abgebildet wird, zum Beispiel weil eine ganz bestimmte Schriftart dargestellt werden soll, dann ist die Wahrnehmbarkeit durch viele Nutzer beeinträchtigt“. Alternativtexte zu solchen Schriftgrafiken müssen den vollständigen Text enthalten, womit der selbe Text also in zwei Ausprägungen als Quelle vorhanden ist. Einmal als Grafik und ein zweites Mal als Text. Nach Bedingung 3.1 der BITV aus Deutschland sollte nach Möglichkeit auf Schriftgrafiken verzichtet werden. Dies gilt nach Meinung des Autors dieser Arbeit auch für grosse Textmengen, welche in Flash-Animationen statisch integriert werden. Abgesehen von der verwendeten Technologie ist nach Hellbusch (2005a) zu beachten, dass die Aufnahme von Informationen am Bildschirm generell langsamer erfolgt als bei den klassischen Printmedien. Es ist ebenso darauf zu achten, dass die verschiedenen Codierungen (Inhaltstypen) sich ergänzen, z. B. eine Information festigen und sich nicht nur nahtlos ablösen. Multimedia soll den Text ergänzen, nicht ersetzen.

Interessant ist die Feststellung von Hellbusch (2005a, S. 67), wonach Landkarten wie jene in Abbildung 4.6 ein besonderes Problem der Barrierefreiheit darstellen. „Es gibt nur wenige Ansätze, welche die Zugänglichkeit für blinde Nutzer sicherstellen, zum Beispiel zweidimensionale fühlbare Ausgabegeräte. Meist sind diese Lösungen

sehr teuer und für den 'normalen blinden Surfer' unerschwinglich. Das Problem ist, dass Landkarten nicht nur zweidimensional aufbereitet werden, sondern in jeder Dimension eine Fülle an verschiedenartigen Informationen enthalten. Die Zugänglichkeit scheitert jedoch bereits an der linearisierten Ausgabe solcher Informationen. Diese Problematik kann sicher auch auf andere Grafiken übertragen werden, wie etwa Lagepläne oder Schaltpläne, wenngleich die Komplexität der Aufgabenstellung dort etwas abnimmt.“ Als mögliches Alternativformat für solch komplexe grafische Darstellungen erwähnt Hellbusch (2005a) die Scalable Vector Graphics (SVG). Der Vorteil von SVG ist seine offene XML-Datenbasis, welche eine Auszeichnung von grafischen Inhalten auf Textbasis gewährleistet und auch eine automatisierte Transformation in ein anderes Darstellungsformat leichter ermöglicht. Leider ist die Verbreitung der Unterstützung von SVG noch nicht so verbreitet wie z. B. jene von Flash.

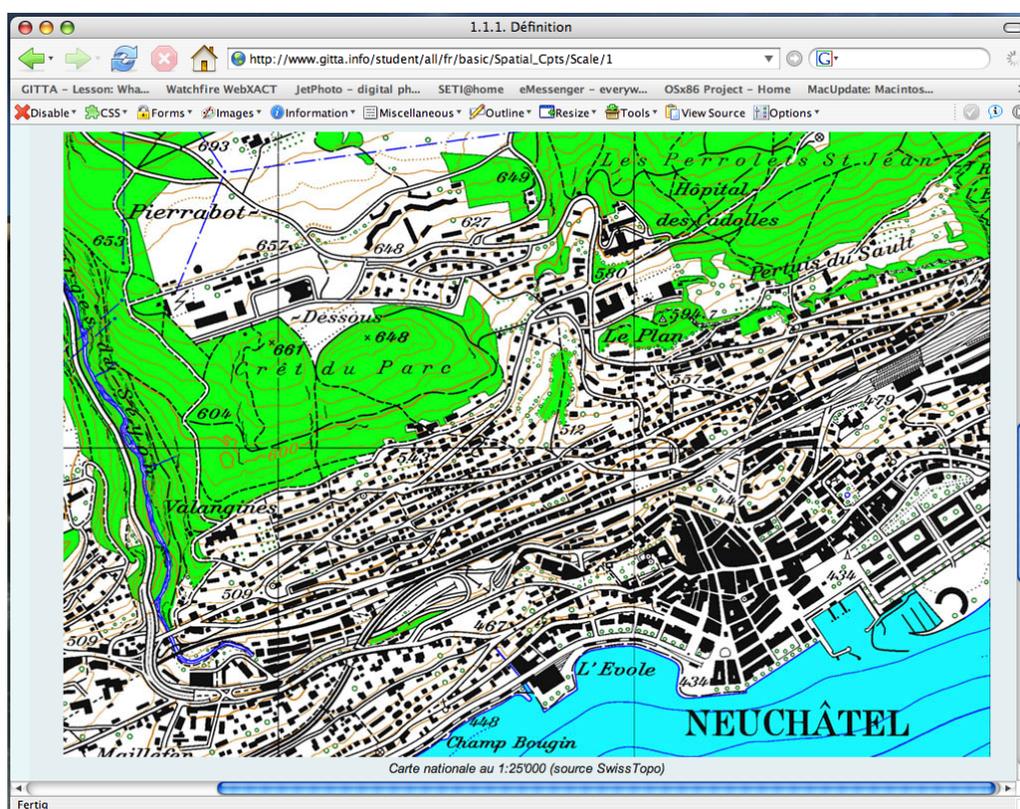


Abb. 4.6.: Die Landkarte als komplexe mehrdimensionale Darstellung von Information. (Quelle: GITTA)

Nach Hellbusch (2005a) kommen bei Multimediaformaten sehr viele Aspekte der Barrierefreiheit zusammen. Es handelt sich bei Multimedia um Techniken mit eigenen Möglichkeiten und Grenzen der barrierefreien Gestaltung. Deshalb ist bei jeder

Art von Multimedia darauf zu achten, dass die Inhalte auf textorientierten Systemen verfügbar sind. Dies ist nicht in jedem Fall einfach zu realisieren, denn die Text hinterlegung hängt doch massgeblich von der Unterstützung der entsprechenden Schnittstellen des Betriebssystems in den jeweiligen Anwendungen wie z. B. Flash-Player oder Adobe Reader ab. In jedem Fall sind die Zugänglichkeitsaspekte neu zu betrachten. Einige heute zur Verfügung stehende Multimediatechnologien sind beispielsweise Director, Flash, PDF, SVG, SMIL oder auch MPEG-4. Bei PDF kommt hierbei erschwerend dazu, dass die Daten wegen Sicherheitsbelangen oftmals verschlüsselt in den PDF-Dokumenten gespeichert sind. Bei all diesen Multimediaformaten ist es zur Sicherstellung der Zugänglichkeit unerlässlich, jegliche Accessibility-Features dieser Autorenumgebungen zu verwenden. Bei PDF ist dies beispielsweise die Accessibility-Prüfung, bei Flash sind es spezielle Accessibility-Funktionalitäten. Caspers (2003) bietet eine Art WCAG 1.0-Richtlinien für Flash MX. Wer mit Flash arbeitet, sollte unbedingt diesen Artikel lesen, denn er behandelt der Reihe nach die spezifischen Bedeutungen jedes WCAG 1.0-Checkpunkts bei der Arbeit mit Flash.

Bei der grafischen Gestaltung der Inhalte mit Farben ist darauf zu achten, dass die Farbe nicht das einzige Unterscheidungsmerkmal darstellt, da sonst Farbfeldsichtige vor einem echten Problem stehen. Für die Wahl von geeigneten Farbkombinationen existieren im Internet diverse Hilfswerkzeuge wie z. B. der ColorBrewer²³ der Geografieprofessorin Cynthia Brewer.

„Finally, background images and colours should be carefully considered in the design process. Background images, particularly photographs, nearly always decrease legibility. It is difficult to read text that is presented across a changing background. If this background uses colours that reduce contrast, legibility is similarly reduced. There is some evidence to suggest that blue, white and black backgrounds are best suited for persons with some forms of low vision (Jacko et al. 2000).“

(HANSON 2004, S. 138)

Grosse Inhaltsblöcke sollten mit Strukturelementen in leichter handhabbare Gruppen gegliedert werden. In XHTML-Dokumenten erfolgt dies durch Absätze, Überschriften, Listen und andere Blockelemente. Für die Navigation innerhalb einer Seite mit dem Screenreader ist dies sehr hilfreich, denn Screenreader erlauben die Bedienung von Inhalten aufgrund der Struktur. Bei grossen Mengen an Informationen sind generell alternative Zugänge zu den Inhalten anzubieten. Bewährte Mittel dazu sind nach Nielsen (2001) z. B. die Gesamtübersicht, eine Suchfunktion, die Bereitstellung von Metadaten sowie Hilfedateien.

²³<http://www.colorbrewer.org/>, Zugriff: 23.12.2005

Da das Web ein sehr dynamisches und heterogenes Medium ist, sollten wenn immer möglich jegliche Massangaben relativ erfolgen. Also z. B. em anstelle von pt. Grundsätzlich wird die Verwendung der Masseinheit em²⁴ empfohlen. Etwas trügerisch ist die Masseinheit px (Pixel), welche vom W3C als relativ eingestuft wird wegen den unterschiedlichen Grössen eines Pixels auf verschiedenen Monitoren. Gerade der Internet Explorer unter Windows kann aber Schriften, deren Grösse mit der Masseinheit px angegeben wurde, nicht skalieren.

Mirabella u. a. (2004) schlagen einen 'No-frills approach' für die Zugänglichkeit von Inhalten vor. Dabei werden zum einen irrelevante Inhalte entfernt und zum anderen eine alternative Form der relevanten Inhalte verwendet. Um sich beim Vorgang der Erstellung und der Bereitstellung besonders der kritischen Inhaltstypen bewusst zu sein, haben Mirabella u. a. (2004) in ihrer pragmatischen Lösung zunächst die Inhaltstypen und die Lerner kategorisiert. Danach wurden die für die Zugänglichkeit kritischen Kombinationen dieser Inhaltstypen mit den Lerner kategorien identifiziert, wie Tabelle 4.1 zeigt. Abbildung 4.7 stellt das Vorgehen dar bei der Analyse eines jeden Inhalts bei der Erstellung durch den Autor.

Type of content	Visual	Hearing	Physical	Language/cognitive
Diagram	x			
Figure	x			
Graph	x			
Table	x			
Multimedia	x	x	x	x
Math/scientific expression	x		x	x

Tab. 4.1.: Korrelationen zwischen Behinderungskategorien und Inhaltstypen (nach Mirabella u. a. 2004)

4.7. Fazit

- Es ist wichtig, die unterschiedlichen Bedürfnisse und Behinderungen der Menschen für die Schaffung des Zugangs zu berücksichtigen. Aus diesem Grund beschränkt sich diese Arbeit auf die beiden Benutzergruppen 'stark Sehbehinderte' und 'Blinde seit Geburt'.
- Per 1.1.2004 trat in der Schweiz das Behinderten-Gleichstellungsgesetz GehiG in Kraft. Bestehende Websites und Kursangebote wie GITTA der öffentlichen Hand müssen demnach bis zum 31.12.2006 die Konformitätsstufe AA der WCAG 1.0 erreichen.

²⁴1em entspricht der Breite des Buchstabens 'm'.

- Sehbehinderte und Blinde verwenden für ihre Arbeit am Computer verschiedene Hilfsmittel wie z.B. Vergrößerung, Sprachausgabe oder Braillezeile. Welche dieser Hilfsmittel verwendet werden hängt in jedem Fall von den persönlichen Vorlieben und von der finanziellen Situation des Behinderten ab.
- Die Geographie und besonders GIS können eine nützliche Hilfe für Sehbehinderte und Blinde bei der Orientierung und Navigation im Raum sein. Das eindrucklichste Beispiel ist das PGS (Personal Guidance System) der Forschergruppe aus Santa Barbara. Mit der Hilfe dieses Systems können Blinde ihre Umgebung kennen lernen und sich gleichzeitig auch in ihr bewegen. In dem Sinne handelt es sich um eine Simulation im Sinne einer konstruktivistischen Lernumgebung.
- Die strikte Trennung von strukturiertem Inhalt und der Präsentation (Anwendung) ist eine unverzichtbare Voraussetzung zur allgemeinen Verbesserung der Zugänglichkeit von E-Learning-Kursen.
- Die Zugänglichkeit der Anwendung soll im Sinne des 'blended-learning' mit Vorteil nicht ausschliesslich technisch betrachtet werden. Im Bereich von Hypermedia kommen Layout und Navigation spezielle Bedeutungen zu.
- Die Zugänglichkeit des Inhalts entspricht in den meisten Punkten der sehr oft genannten WCAG 1.0 Richtlinien für Webinhalte und lässt sich auf die einzelnen Inhaltstypen beziehen. Multimedia-Inhalte benötigen in der Regel eine umfangreichere Bearbeitung als reine Textelemente, und ihre Zugänglichkeit muss von Fall zu Fall beurteilt werden.

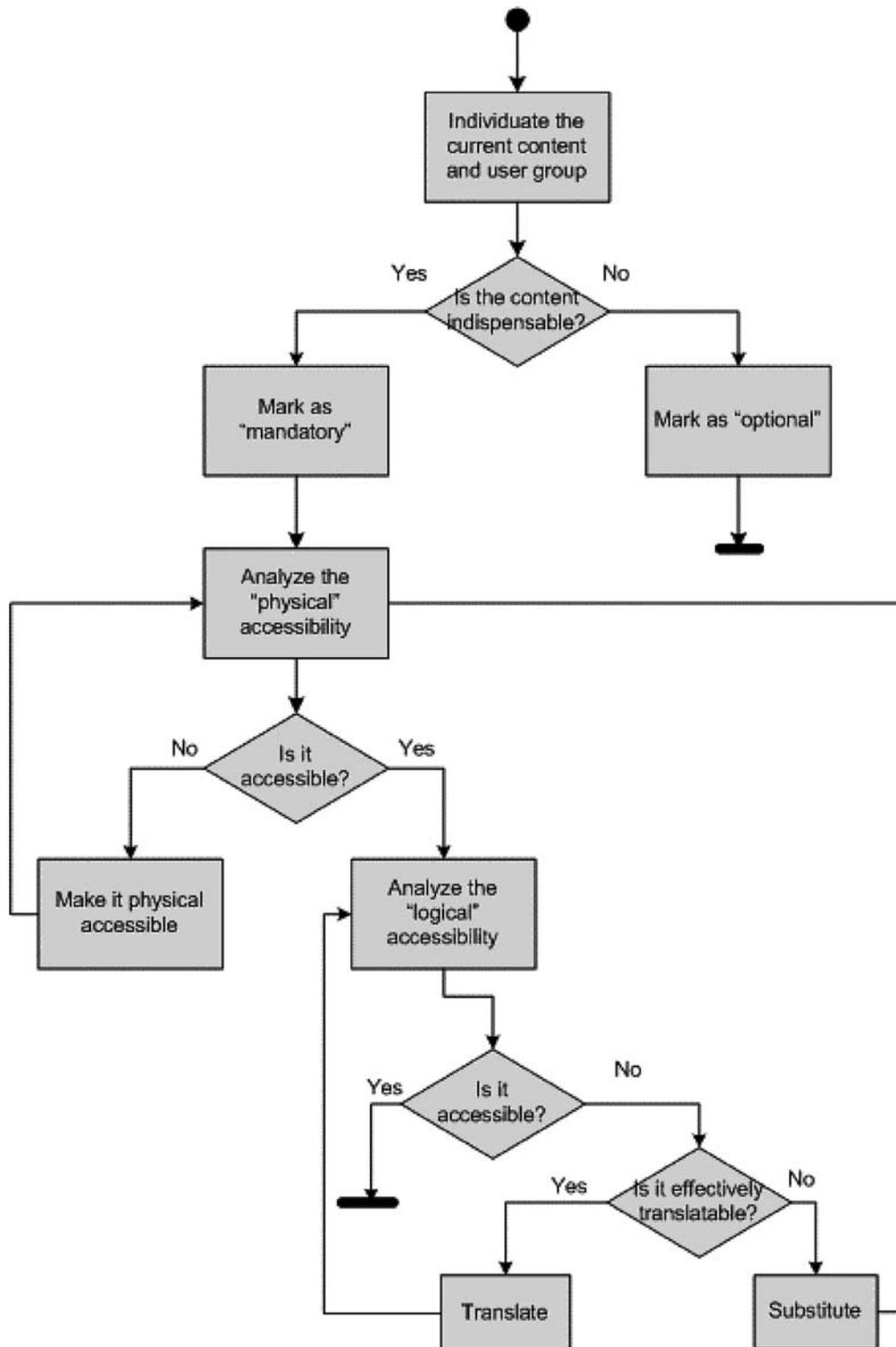


Abb. 4.7.: Vorgang der Analyse eines jeden Inhalts (aus Mirabella u. a. 2004, S. 11)

5. Das Projekt GITTA

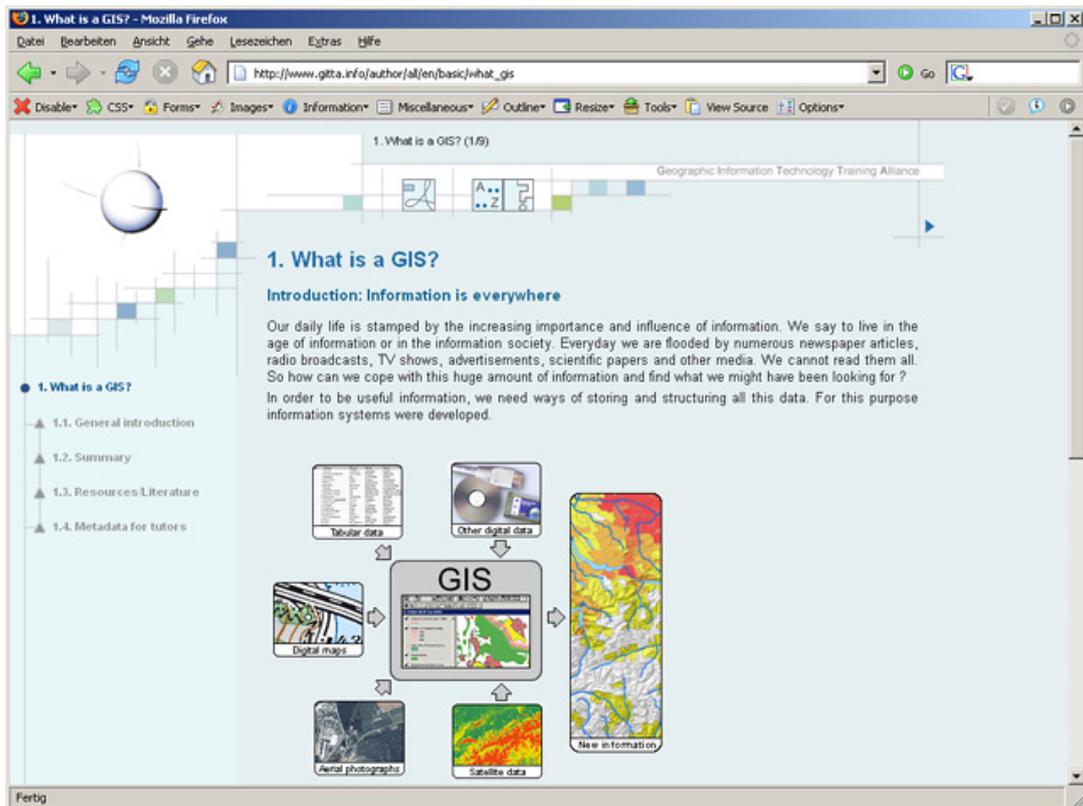


Abb. 5.1.: Screenshot von GITTA

5.1. Übersicht

„GITTA ist ein durch das schweizerische Programm „Swiss Virtual Campus“ im Zeitraum Juli 2001 bis Juni 2004 gefördertes Verbundprojekt unter Beteiligung von 11 Instituten von 7 Hochschulen. Das Projekt hat zum Ziel, eLearning-Module im Umfang von 12 ECTS-Kreditpunkten für die akademische Ausbildung in Geoinformation zu erzeugen und bei den beteiligten Instituten in die Lehre des Regelcurriculums einzufügen. Das

5. Das Projekt GITTA

Konsortium ist gekennzeichnet durch Interdisziplinarität, durch verschiedene Hochschultypen (kantonale Universitäten, ETHZ/EPFL, Fachhochschulen) und durch Mehrsprachigkeit.“

WEIBEL (2004, S. 131)

Um die Theorie aus den Kapiteln 2 bis 4 in der Praxis zu erproben, wurden Inhalte aus dem unter der Leitung von Prof. Dr. R. Weibel entwickelten E-Learning-Kurs GITTA verwendet. Dies wegen der Nähe zum Geographischen Institut der Universität Zürich, sowie wegen der technologisch fortschrittlichen Umsetzung von GITTA mittels XML.

Die Inhalte von GITTA sind in 6 Module sowie Case Studies (Fallstudien) gegliedert: *Data Capture, Spatial Modelling, Data Management, Spatial Analysis, Cartographic Data Presentation* und *GI-Systems*. Module sowie Case Studies werden in zwei Niveaus angeboten, dem *Basic Level* (Einführungskurs in GIS) und *Intermediate Level* (Mittelbaukurs). Ein drittes Niveau, das *Advanced Level*, könnte bei ausgewiesenem Bedarf später noch hinzugefügt werden. Abbildung 5.2 bietet einen schematischen Überblick.

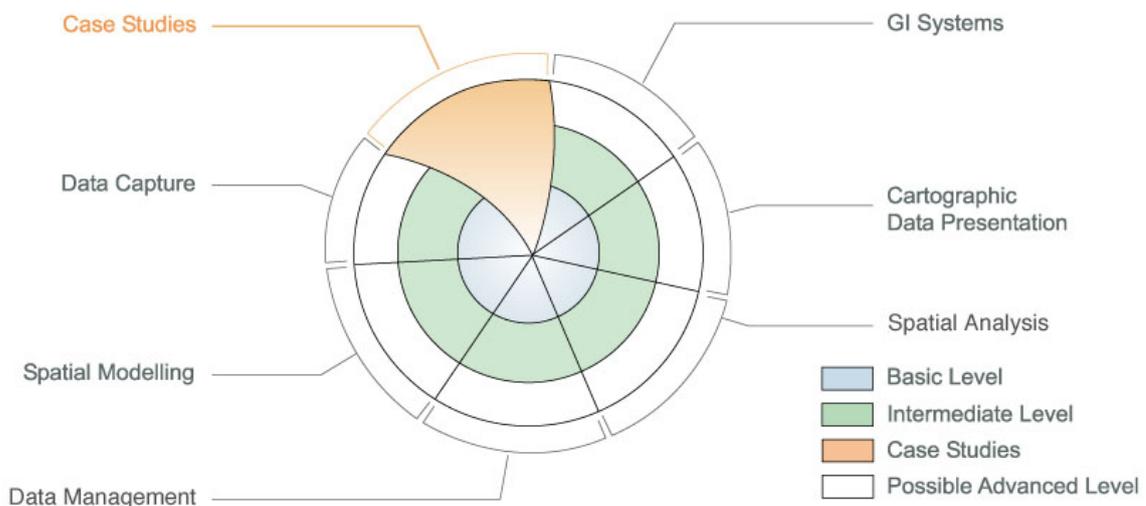


Abb. 5.2.: Inhaltliche Gliederung von GITTA (nach Werner u. Stern 2003, korrigiert von Weibel)

Die allgemeinen Projektziele von GITTA sind nach Weibel (2004):

- Aufbau eines schweizweiten virtuellen Campus für die universitäre Bildung in Geoinformation

- Integration in Standard-Curricula. Modulares Curriculum für Grund- und Mittelbaukurse
- Nutzung von Synergien und Fachkompetenzen zwischen Partnerinstituten. Elimination von Überschneidungen der Basiskurse
- Ergänzung des traditionellen Präsenzunterrichts durch „Blended Learning“
- Ersatz von Frontalunterricht durch E-Learning. Förderung von interaktiven Unterrichtsformen
- Anregung der Studierenden zu selbstständigem Lernen

5.2. Konzepte von GITTA

Wie Werner u. Stern (2003) erläutern, kombiniert der Ansatz des Blended Learning von GITTA die klassischen didaktischen Methoden der Universitätslehre mit den Möglichkeiten des WBT. GITTA bietet einerseits die Möglichkeiten des WBT zu orts- und zeitunabhängigem Lernen, zur Kommunikation und zum Informations- und Wissensaustausch. Andererseits sind weiterhin sozialer Kontakt und fortführende Diskussionen, sowie weitere Unterstützungen durch herkömmliche Lehrveranstaltungen sichergestellt. Um dies zu ermöglichen, sind eine modulare Struktur des Inhalts (Text, Illustration, Animation, Video, usw.) und eine strikte Trennung der Inhaltstypen notwendig. Jedes GITTA-Partnerinstitut beschäftigt eigene Spezialisten für den Unterhalt und die Verwendung der durch ihn erstellten Inhalte.

Die einzelnen Bausteine von GITTA können an die unterschiedlichen Bedürfnisse der jeweiligen Lehre angepasst werden. Dabei ist es wichtig, eine einheitliche Struktur des Gesamtkurses zu bewahren, um Flexibilität, Adaption und Mobilität jedes Studenten zu ermöglichen. Gleichzeitig müssen Elemente des traditionellen Unterrichts berücksichtigt werden:

- Soziale und technische Unterstützung der Studenten
- Kursadministration und Kurskoordination
- Direkte Rückmeldungen auf Fragen
- Individueller Umgang mit jedem einzelnen Studenten
- Kontakt und Kommunikation zwischen den Lernenden
- Positive Lernatmosphäre

Wie GITTA (2005) schreibt, wurde bei der Umsetzung der Lernumgebung von GITTA deshalb sehr auf den didaktischen Kontext und auf Aspekte der Mediendidaktik Wert gelegt. GITTA wurde bewusst problemorientiert entwickelt, nicht technologiezentriert. Das Ziel von GITTA ist die exakte Ausrichtung auf die Benutzergruppe, die Konzentration auf Inhalt und Multimediapräsentation, sowie die Ausarbeitung von Methoden zur Vermittlung via Internet. Selbsttests mit unmittelbarer Rückmeldung innerhalb jeder Lektion sollen den Studenten die Möglichkeit zur Überprüfung des Lernerfolgs in den zuvor bearbeiteten Inhalten bieten. Primär im Rahmen der Fallstudien bekommen die Studenten die Möglichkeit zu 'learning by doing'. Konzeption, Produktion, Implementierung sowie Qualitätskontrolle wurden während der ersten Phase des pädagogischen Designs diskutiert. Dies führte zur Suche nach einem passenden, umfassenden didaktischen Modell, welches im ECLASS-Konzept¹ nach Gerson (2000) gefunden wurde. Das Modell wurde geringfügig an die Bedürfnisse von GITTA angepasst, wie die Abbildung 5.3 zeigt:

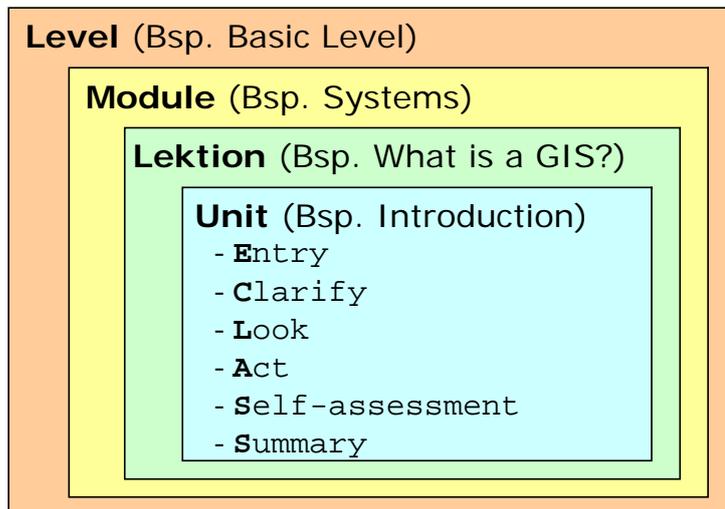


Abb. 5.3.: Angepasstes ECLASS-Modell von GITTA (aus GITTA 2005)

- **Entry** entspricht dem traditionellen Unterrichtseinstieg einer Lektion.
- **Clarify** entspricht dem Kern einer Lektion. Hier geht es in erster Linie um das Lesen und Studium von Quellen. Je nach Modul werden GIST-Konzepte vermittelt.
- **Look** bietet dem Studenten die Möglichkeit, die wichtigsten Lektionsinhalte durch Beispiele, Visualisierungen, Animationen, Videos zu vertiefen.

¹Originalkategorien nach Gerson (2000): E = Entry, C = Clarify, L = Look, A = Act, S = Share, S = Self-Assessment

- **Act** fordert den Studenten auf, soeben Gelerntes in Übungen anzuwenden. Dieser Teil der Lektion ist sehr wichtig; er macht den interaktiven Teil einer Lektion aus.
- **Self-assessments** dienen der selbstständigen Überprüfung des Gelernten. Wichtig ist eine unmittelbare Rückmeldung für jeden einzelnen Test, um dem Studenten aufzuzeigen, welche Fehler er gemacht hat und was richtig war.
- **Summary** ist eine Anpassung der Struktur von Gerson (2000). Ziel ist eine Zusammenfassung der Lektion und eine Repetition der Sachverhalte. Das zweite 'S' für „share“ bei Gerson (2000), womit Gruppenübungen gemeint sind, ist in den Fallstudien von GITTA umgesetzt.

Die Fallstudien benützen ein eigenes Unterrichtsmodell, welches sich am Konstruktivismus orientiert. Da die vorliegende Arbeit die Fallstudien von GITTA nicht mit berücksichtigt, wird hier auf eine Ausführung dieses Modells verzichtet. Informationen dazu finden sich bei Niederhuber (2003), Niederhuber u. a. (2005) oder GITTA (2005).

Für die technische Umsetzung von ECLASS wurde ursprünglich eine XML-DTD entwickelt, welche den genauen Aufbau und die Reihenfolge der Elemente einer GITTA-Lektion definiert. Nach der ersten Projektphase von GITTA wurde daraus die eLML² (eLesson Markup Language) mit XMLSchema und den XSL-Dateien für die Transformation entwickelt, welche nun einen OpenSource-XML-Framework für die Erstellung von eLessons mittels XML bietet. Den Aufbau von eLML sowie die Repräsentation des ECLASS-Modells zeigt die Abbildung 5.4.

Die erste eLML-Version wurde im August 2004 veröffentlicht. Das eLML-Projekt läuft unter Sourceforge und bietet damit alle nützlichen Entwicklertools von Sourceforge (CVS, Bugtracker, Forum, usw.). Weitere Informationen zu eLML, Downloads und Dokumentation bieten eLML (2005).

Die Transformation und Bereitstellung der Inhalte erledigt eine Kombination zwischen Webserver und LMS (früher E-Learning-Plattform genannt). Die Transformation der XML-Daten in die verschiedenen Zielformate zur Darstellung im Browser wie HTML, XHTML, PDF und weitere Formate übernimmt „Cocoon“³, ein Modul des Apache Webservers. Abbildung 5.5 zeigt schematisch die Systemarchitektur von GITTA.

²siehe eLML (2005)

³<http://cocoon.apache.org/>, Abruf: 08.07.2005

5. Das Projekt GITTA

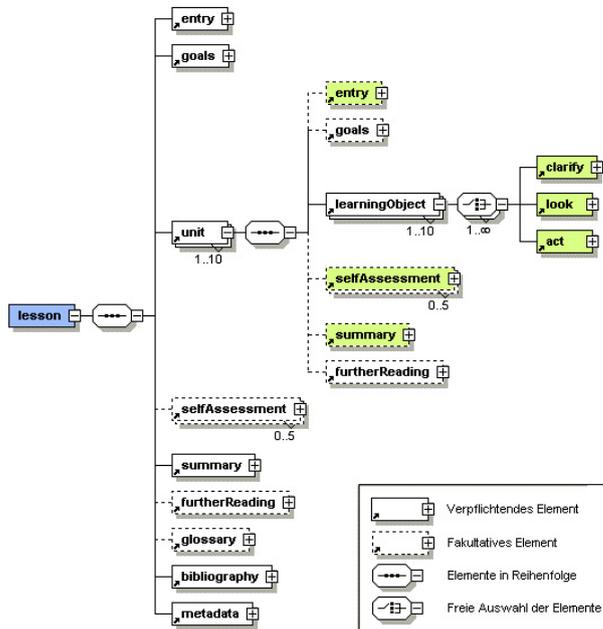


Abb. 5.4.: Struktur einer eLML-Lektion (aus Fisler u. a. 2005)

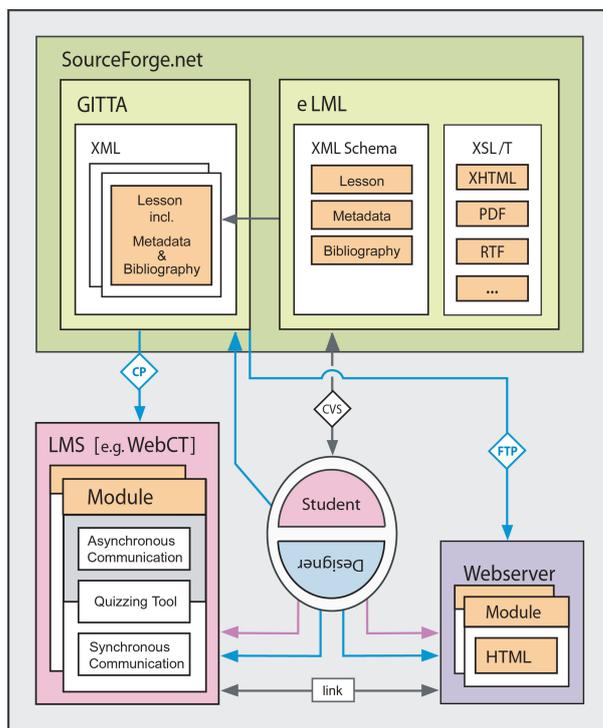


Abb. 5.5.: Systemarchitektur von GITTA (aus Bleisch u. Fisler 2005)

6. Zugänglichkeit von GITTA

6.1. Vorgehen

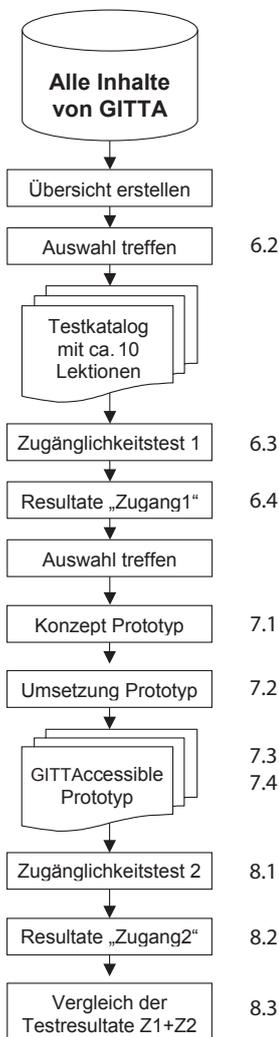


Abbildung 6.1 liefert einen Überblick des Ablaufs der praktischen Arbeit, der in den Kapiteln 6 bis 8 detailliert beschrieben ist. Als erstes gilt es, eine Übersicht¹ der Inhalte von GITTA² zu erstellen. In Abschnitt 6.2 ist beschrieben wie daraus eine Auswahl von ca. zehn Lektionen für den anschliessenden Zugänglichkeitstest von GITTA getroffen wird. Die Resultate dieses Zugänglichkeitstest von GITTA dienen als Grundlage zur Verbesserung der Zugänglichkeit und fliessen direkt ins Konzept des Prototyps GITTAAccessible in Abschnitt 7.1 ein.

Um die Verbesserung der Zugänglichkeit des Prototyps zu überprüfen, wird in Abschnitt 8.2 analog zum Zugänglichkeitstest 1 von GITTA ein Zugänglichkeitstest 2 von GITTAAccessible durchgeführt. Die Resultate dieser beiden Tests werden in den Abschnitten 6.4 GITTA und 8.2 GITTAAccessible präsentiert. Abschliessend werden die Resultate ausgewertet und in Abschnitt 8.2 verglichen. Abschnitt 8.5 liefert schliesslich Empfehlungen zur Verbesserung der Zugänglichkeit von E-Learning-Kursen, spezifisch auf die Rollen der beteiligten Personen zugeschnitten.

¹siehe Abbildung B.3

²Übersicht: <http://www.gitta.info/student/all/en/basic/testlesson/testunit/3>, Abruf: 04.07. 2005

Abb. 6.1.: Ablauf der praktischen Arbeit mit Angabe der Abschnitts-Nummern

6.2. Auswahl der Testlektionen

Der erste Schritt dient der Durchsicht der Inhalte von GITTA¹ und dem Erstellen einer Übersicht. Diese beinhaltet die verwendeten Inhaltstypen, Interaktionsmöglichkeiten, Sprachen sowie Bemerkungen. Als nächstes wird eine Auswahl an Testlektionen aus GITTA für den folgenden Zugänglichkeitstest getroffen. Dieser Testkatalog von 11 Lerneinheiten wird zum Erreichen der Repräsentativität nach folgenden Kriterien ausgewählt:

- Inhaltstypen
- Interaktivität
- Funktionalität
- Schwierigkeitsgrad
- Qualität
- technische Umsetzung
- didaktische Methode
- Positionierung in GITTA
- Sprache
- Komplexität
- Seitenlänge
- Textmenge
- Quellen
- Kombination der Inhaltstypen
- Besonderheiten

Ein Schwergewicht liegt auf den am GIUZ entwickelten Lektionen. Für die einzelnen Kriterien wurden jeweils möglichst viele verschiedene Elemente ausgewählt. Bei den Inhaltstypen ist wichtig, dass jeder der Typen: Text, Bild, Flash-Animation, Quiz, mindestens einmal vorkommt. Bei der Interaktivität wurde darauf geachtet dass es sich um Lektionen handelt in welchen Elemente vorkommen die einen unterschiedlich hohen Grad an Interaktivität besitzen und in welchen verschiedene Funktionalitäten zur Anwendung kommen. Der Schwierigkeitsgrad der Lektionen wurde anhand

¹Übersicht: <http://www.gitta.info/student/all/en/basic/testlesson/testunit/3>, Abruf: 04.07. 2005

der Inhalte und der Navigation ermittelt. Das Kriterium der Qualität bezieht sich vorwiegend auf die Formulierung und auf die Sauberkeit der Grafiken. Die Wahl der geeigneten Technologie wurde bei der Beurteilung der technischen Umsetzung berücksichtigt. Die didaktische Methode meint den gezielten Einsatz von verschiedenen Inhaltselementen oder Inhaltstypen. Durch die Variable 'Positionierung innerhalb von GITTA' wurde die logische Struktur von GITTA berücksichtigt. Die GITTA-Lektionen sind in vier Sprachen gehalten, Englisch, Deutsch, Französisch und Italienisch, wobei die meisten Lektionen nicht in allen Sprachen umgesetzt wurden. Die Komplexität der GITTA-Lektionen variiert in Struktur einer Seite und der gesamten Lektion sehr stark, deshalb wurde darauf geachtet dass sowohl vom simple wie auch komplexe Lektionen analysiert wurden. Wie schon die Komplexität, so ist auch die Textmenge in den einzelnen Lektionen sehr unterschiedlich. Da die Textmenge ein Zugänglichkeitsproblem darstellen kann, wurde auch auf dieses Kriterium geachtet bei der Auswahl. Für die Aufbereitung von alternativen Inhalten spielt es eine grosse Rolle ob qualitativ hochwertige Quellen für die einzelnen Inhalte auf dem GITTA-Server vorhanden sind. Eine Lektion mit hochwertigen Quellen kann in der Regel einfacher zugänglich gemacht werden, dem wurde Rechnung getragen. Die unterschiedliche Kombination der Inhaltstypen (ergänzend oder überlappend) bietet für die Zugänglichkeit schon einige alternative Inhalte welche bei der jeweiligen Verwendung nur geschickt ausgewählt werden müssen. Unter 'Besonderheiten' wurden einzelne sehr gut oder mangelhaft ausgearbeitete Elemente in einer Lektion mit berücksichtigt. Die Einschätzung der wichtigsten Kriterien ist in Abbildung B.3 im Anhang festgehalten.

Die Fallstudien wurden bei der Auswahl nicht berücksichtigt, da ihre Ausführung oft eine Bedienung einer GIS-Software voraussetzt.

Die 11 ausgewählten Lektionen sind:

- Fundamental Spatial Concepts²
- Introduction to Database Systems (DBS)³
- Metadata and quality⁴
- What ist a GIS?⁵
- Discrete spatial variables⁶
- Continuous spatial variables⁷

²http://www.gitta.info/student/all/fr/basic/Spatial_Cpts, Abruf: 04.07. 2005

³<http://www.gitta.info/student/all/de/basic/IntroToDBS>, Abruf: 04.07. 2005

⁴<http://www.gitta.info/student/all/en/basic/MetaDataQual>, Abruf: 04.07. 2005

⁵http://www.gitta.info/student/all/en/basic/what_gis, Abruf: 04.07. 2005

⁶<http://www.gitta.info/student/all/en/basic/DiscrSpatVar>, Abruf: 04.07. 2005

⁷<http://www.gitta.info/student/all/de/basic/ContiSpatVar>, Abruf: 04.07. 2005

- Accessibility⁸
- Suitability⁹
- Presentation and visualization needs¹⁰
- Layout design settings / graphical semiology¹¹
- Terrain Analysis Intermediate¹²

6.3. Zugänglichkeitstest von GITTA

Die technische Zugänglichkeitsprüfung ist in drei Teile gegliedert:

- Validität des Quellcodes nach Standards des W3C
- Präsentation auf heute gängigen Browserplattformen
- Funktionalität (spezielle Kriterien der Web-Accessibility)

Nach dem Vorbild des Ansatzes von XML zur strikten Trennung von strukturiertem Inhalt, Präsentation und Funktionalität, wird bei den Zugänglichkeitstest auch auf diese Trennung geachtet. Die Validität des Quellcodes entspricht einer Überprüfung der Struktur des Inhalts, wobei XML dank seiner strikten Syntax nicht mehr validiert werden muss. Überprüft wird nur das Zielformat HTML oder XHTML. Durch die Darstellung im Webbrowser wird die Zugänglichkeit der Darstellung überprüft, wobei diese, wie bereits bekannt, durch eine Änderung der Transformationsroutinen schnell angepasst werden kann. Die Überprüfung der Web-Accessibility-Kriterien geht dann genauer auf alle drei Teilgebiete ein, also auch auf die Funktionalität.

Neben der Überprüfung des technischen Endprodukts sollten auch das didaktische Konzept sowie dessen Umsetzung in XML, der eLML, auf Zugänglichkeit hin überprüft werden. Damit könnten Elemente identifiziert werden, welche es den Autoren bereits zur Zeit der Umsetzung und Verwaltung der Inhalte ermöglichen, die verschiedenen Bedürfnisse der Benutzer im Bereich der Accessibility zu berücksichtigen, z. B. durch das Bereitstellen von alternativer Information oder von Metadaten.

Der Testkatalog wird mit Hilfe der automatischen Softwaretools WebXACT¹³ und Cynthia¹⁴ auf seine Zugänglichkeit nach den Standards von Section 508 (Center for

⁸<http://www.gitta.info/student/all/de/basic/Accessibilit>, Abruf: 04.07. 2005

⁹<http://www.gitta.info/student/all/de/basic/Suitability>, Abruf: 04.07. 2005

¹⁰<http://www.gitta.info/student/all/en/basic/PresenVisual>, Abruf: 04.07. 2005

¹¹<http://www.gitta.info/student/all/en/basic/LayoutDesign>, Abruf: 04.07. 2005

¹²<http://www.gitta.info/student/all/en/basic/TerrainAnalyi>, Abruf: 04.07. 2005

¹³<http://webxact.watchfire.com/>, Abruf: 21.12. 2005

¹⁴<http://www.cynthiasays.com/>, Abruf: 11.03. 2005

IT Accommodation 1998) und WCAG 1.0 (Chisholm u. a. 1999) hin getestet. Zusätzlich wird der 'Quick Check Behindertentauglichkeit' aus dem Testprotokoll „Bewertung der Zugänglichkeit (Accessibility) von Websites für Menschen mit Behinderungen“ (Zugang für alle u. namics ag 2004) verwendet. Um die Verwendung durch Blinde und Sehbehinderte zu simulieren, werden die Testinhalte abschliessend mit dem Screenreader JAWS und mit einer Bildschirmvergrößerung geladen.

Die festgestellten Mängel werden dokumentiert und mögliche Korrekturen für die spätere Erstellung des Prototyps vorgemerkt. Die Wahl einer angebrachten Technologie am richtigen Platz bei der Gestaltung und Umsetzung der Benutzeroberfläche von GITTA und der Kursinhalte wird dabei mit berücksichtigt.¹⁵

6.4. Auswertung des Tests von GITTA

6.4.1. Inhalt: Validität des Quellcodes

Die Validität des Quellcodes nach den Standards des W3C für HTML oder XHTML und CSS wird überprüft, da diese die Voraussetzung für die Zugänglichkeit ist. Siehe dazu Zeldman (2003), Meyer (2002), Meyer (2004) und Schmitt (2002). Die Validierung des Codes wird durch die automatischen Tools „W3C Markup Validation Service“¹⁶, „W3C CSS-Validierungsservice“¹⁷ und dem kombinierten Test von Hermish¹⁸ vorgenommen. Als praktische Möglichkeiten zur Validierung von HTML und CSS sowie für die eigentlichen Web-Accessibility-Tests bieten sich auf der Plattform Microsoft Windows XP der Browser Mozilla Firefox¹⁹ in der aktuellen Version 1.0.4 mit der „Web Developer Extension“²⁰ von Chris Pederick in aktueller Version 0.9.3 an. Der „National Information and Library Service (NILS)“ Australiens entwickelt die „Web Accessibility Toolbar“²¹ für den Microsoft Internet Explorer²².

Die Validierung des HTML-Quellcodes ergibt schon bei der ersten, fast leeren Seite der ersten Test-Lektion „Fundamental Spatial Concepts“ 33 Fehler bzw. Verletzungen des HTML-Standards. Der bedeutendste Fehler, das Fehlen der Dokumententyp-Deklaration, der sogenannten „DOCTYPE“²³ wirkt sich auf alle weiteren Testresul-

¹⁵Siehe dazu Zeldman (2003).

¹⁶<http://validator.w3.org/>

¹⁷<http://jigsaw.w3.org/css-validator/>

¹⁸<http://www.hermish.com/>

¹⁹Download unter <http://www.mozilla.org/products/firefox/>, Abruf: 06.07. 2005

²⁰Download unter <http://chrispederick.com/work/firefox/webdeveloper/>, Abruf: 06.07. 2005

²¹Download unter: <http://www.nils.org.au/ais/web/resources/toolbar/>, Abruf: 06.07. 2005

²²Download unter <http://www.microsoft.com/windows/ie/>, Abruf: 06.,07. 2005

²³Zur Wahl einer DOCTYPE siehe Dubost (2002) oder Quinn (2005)

tate aus, denn so wird durch den Test angenommen, es handle sich beim vorliegenden Dokument um die Verwendung des HTML 4.01-Transitional-Standards nach Raggett u. a. (1999). Abbildung 6.2 zeigt einen Teil des Error-logs mit den aufgetretenen Fehlern. Ähnlich kann es einem Parser eines Browsers ergehen, der sich streng an diese Definitionen hält. Da heutige Browser sehr fehlertolerant und dafür selten wirklich standardkonform arbeiten, bleibt dieser Fehler unerkannt, solange keine Validierung durchgeführt wird. Durch die gezielte Wahl der DOCTYPE könnte von weiteren Funktionen moderner oder zukünftiger Browser profitiert werden.

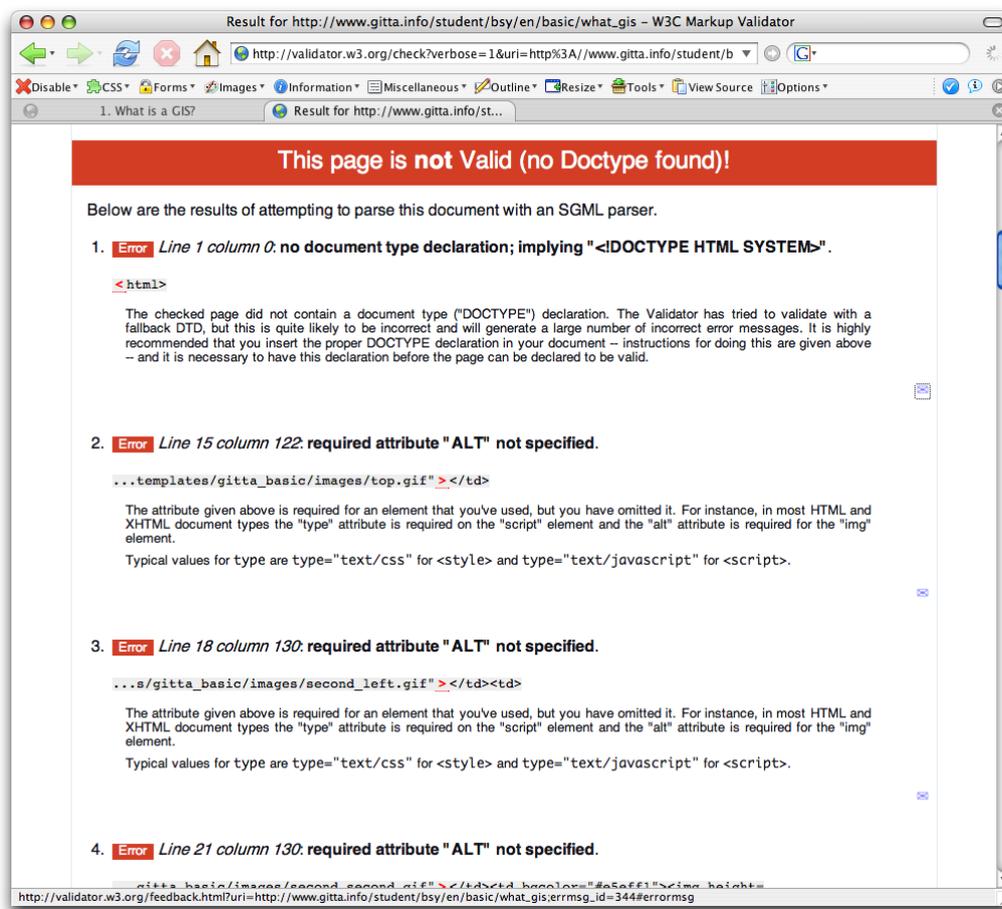


Abb. 6.2.: Error-log der HTML-Validierung der ersten getesteten Seite von GITTA

Ein weiterer Fehler ist der Einsatz der `p`-TAGs im Inhaltsbereich des Benutzerinterfaces. In einem Fall kommen sogar zwei solche TAGs verschachtelt vor, was nicht dem Standard entspricht und deshalb zu einem Fehler führt. Die restlichen 31 Fehler entfallen auf das Fehlen der `alt`-Attribute aller für die grafische Darstellung des Seitenlayouts verwendeten Grafiken. Das `alt`-Attribut ist aber ein verlangtes Attribut, das nicht fehlen darf, und so wird empfohlen, bei der Verwendung solcher

Layoutgrafiken ein leeres `alt`-Attribut zu verwenden: `alt=""`.

Auf der nächsten Seite wiederholen sich die Fehler erwartungsgemäss, da das Seitenlayout durch XSLT von XML nach HTML automatisch durch den Server transformiert wird. Insgesamt sind es auf dieser zweiten Seite 34 Fehler. Diesmal finden sich zwei Vorkommnisse der Verschachtelung von `p`-TAGs im Inhaltsbereich, was darauf hindeutet, dass sie auf einen einzigen Fehler in der Transformationsanweisung zurückgehen. Was zusätzlich auffällt, ist der Link ins Glossar zur Definition von „cartographie“, der zwar die Glossarseite aufruft, die jedoch leer ist.

Auf der dritten Seite werden schon 53 Fehler ausgewiesen, was in Anbetracht des umfangreicheren Inhalts nicht unbedingt erstaunt. Zusammengefasst sind es 34 fehlende `alt`-Attribute, wobei vor allem die fehlenden `alt`-Attribute bei den Inhaltsgrafiken auffallen. Daneben finden sich sieben verschachtelte `p`-TAGs und zum ersten Mal auch die Verwendung des `embed`-TAGs in Kombination mit dem `object`-TAG zur Einbindung einer Flash-Animation, eines Multimedia-Elements, welche gleich 11 Fehler einbringt. Diese unschöne Kombination ist ein Relikt aus den Zeiten des Browserkrieges zwischen Microsoft und Netscape und wird von Flash als Standard generiert, wenn man ein Flashmovie für die Verwendung auf einer Webseite im Dateiformat `.swf` exportiert. Da der Einfluss von Microsoft im W3C bei der Verabschiedung des HTML 4.01-Standards grösser war, wurde nur der `object`-TAG offiziell darin aufgenommen, und nicht der zuerst von der Netscape Corporation entwickelte `embed`-TAG. Um die Kompatibilität mit anderen Browsern sicherzustellen, ist es aber bis heute notwendig, bei der Einbindung von Multimedia-Elementen eine Vorgehensweise zu wählen, die nicht dem strikten Standard entspricht. McLellan (2002) bietet eine eingehende Diskussion möglicher Varianten zur Einbindung von Flash in HTML mittels Standards. Allerdings wäre es in Anbetracht der zur Verfügung stehenden Server-Funktionalitäten von GITTA eine noch bessere Lösung, nur den jeweils unterstützten Inhalt bzw. TAG für jeden Browser zu generieren und zu verwenden. Im Fall eines blinden Benutzers wohl sofort ein alternativer Inhalt, falls dieser verfügbar ist.

Zusammengefasst lässt sich sagen, dass die häufigsten Fehler lediglich die fehlende DOCTYPE, die fehlenden `alt`-Attribute in den `img`-TAGs, sowie die Verschachtelungsfehler von `p`-TAGs waren. Für die Multimedia-Einbindung mit `embed` gibt es bis heute keinen Ersatz und somit muss mit diesem Verstoss gegen die Empfehlungen des W3C wohl noch eine ganze Weile gelebt werden. Nicht als Fehler, aber unterdessen als 'nicht mehr empfehlenswert', muss die Verwendung von HTML-Tabellen zu Layoutzwecken dringend durch eine rein logische CSS-Lösung ersetzt werden.

6.4.2. Präsentation: Sicht-, hör- und ertastbar?

Auf den ersten Blick fällt der schwache Kontrast der GITTA-Präsentation auf. Dies macht Abbildung 6.3 deutlich, welche absichtlich um ca. 20% nochmals im Kontrast reduziert wurde, um zu simulieren, wie jemand die Seite sieht, der nicht über die volle Sehkraft verfügt. Auch gesunde Augen strengt der Blick auf die GITTA-Seiten und das Lesen der Texte stark an.

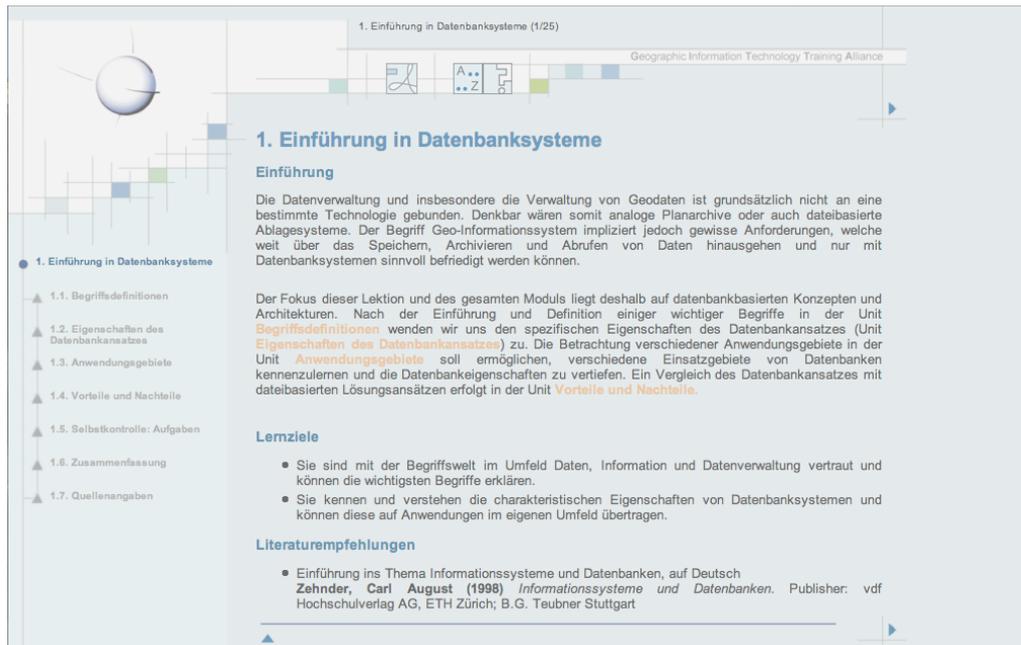


Abb. 6.3.: Schlechter Kontrast der GITTA-Präsentation

Im zweiten Schritt der Zugänglichkeitsprüfung werden die Strukturierung des Quellcodes und die korrekte Darstellung unabhängig von der eingesetzten Client-Plattform überprüft. Dazu werden die Seiten im Textbrowser Lynx unter Microsoft Windows geladen und die Struktur und Verständlichkeit analysiert. Siehe dazu Abbildung 6.4. Da in GITTA die Schriftgrößen absolut mit Pixelwerten angegeben sind, lässt sich, wie Abbildung 6.5 zeigt, der Text im Internet Explorer unter Windows nicht vergrößern. Die Abbildung zeigt einen Screenshot mit der Einstellung Schriftgrad 'sehr gross' im Internet Explorer.

Die Korrektheit der grafischen Darstellung sowie adaptive Möglichkeiten wie Textvergrößerung oder verschiedene Bildschirmauflösungen werden in den Browsern Microsoft Internet Explorer, Mozilla und Opera auf Microsoft Windows XP, Mozilla und Safari auf Mac OS X von Apple und Mozilla auf Linux überprüft. Abbildung 6.6 zeigt die Probleme des GITTA-Layouts mit der Vergrößerungsfunktion für Texte. Die meisten dieser Probleme könnten umgangen werden, wenn die Elemente

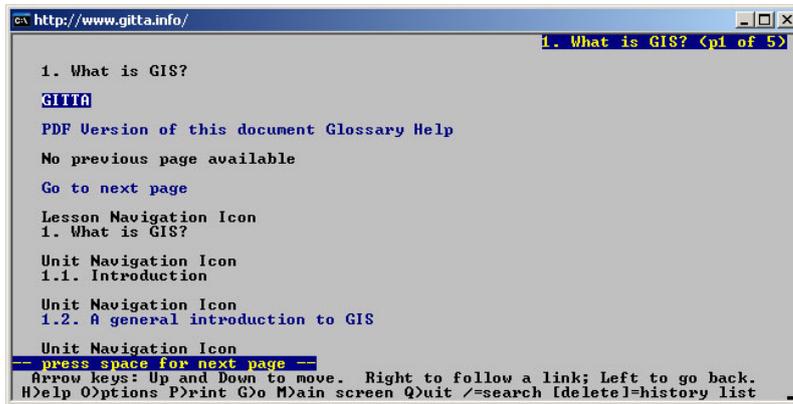


Abb. 6.4.: Struktur und Verständlichkeit in Lynx auf Windows

auf verschiedenen Ebenen platziert würden. So gehören die Layoutgrafiken z. B. zum Hintergrund der Seite und nicht zum Inhalt. Die Darstellung mit der Opera-internen Zoomfunktion und einem 8x Zoom der linken oberen Ecke des Browserfensters zeigt Abbildung 6.7. Es wird schnell deutlich, dass die Orientierung bei diesen für stark Sehbehinderte nicht unüblichen Systemeinstellungen sehr schwierig wird, da nicht einmal das GITTA-Logo als Ganzes zu sehen ist. Zum Thema Browser-Kompatibilität von HTML bieten Münz u. Nefzger (1999) umfassende Informationen, zu Betrachtungen betreffend Kompatibilität von CSS liefert Laborenz (2004) praktische Tipps.

Nach einer ersten Testreihe auf den Client-Plattformen Mac OS X und Linux, welche keine signifikanten Unterschiede in der Darstellung des Kurses aufzeigten, wurden die restlichen Tests ausschliesslich auf der Plattform Windows XP Professional mit Mozilla Firefox 1.0.6 durchgeführt. Der heikelste Teil ist die Unterstützung der Plugins auf allen Plattformen. Auf der sonst oft für den Internetzugriff benutzten Mac-Plattform musste zuerst das SVG-Viewer-Plug-in 3.0 von Adobe installiert werden. Die Mac-Plattform bestand aus einem widescreen 17" Powerbook G4 mit OS X 10.3.9 und Mozilla Firefox 1.0.3 sowie Safari 1.3. Die Linux-Plattform bestand aus der selben Hardware wie die Windows-Plattform, einem AMD K7 mit 19" Bildschirm, mit Suse Linux 9.3 und Firefox 1.0. Auch wenn dies nicht sehr aufregend erscheint, ist es ein grosser Fortschritt in der Kompatibilität der verschiedenen Browser. Dieser Fortschritt wurde durch die Initiative von Mozilla stark vorangetrieben, und die Portierung des Browsers auf die verschiedensten Plattformen ermöglicht einen weiteren Schritt in Richtung der Verwendung und Unterstützung von Standards des W3C. Die Metadaten jeder GITTA-Lektion enthalten Hinweise auf die minimalen Anforderungen an die Client-Plattform. Im Bereich der notwendigen Plugins sind mögliche Systemvoraussetzungen nach Joël Fisler (persönliche Mitteilung) etwa PDF-Reader, Flash-Plugin, SVG-Plugin und Quicktime-Plugin.

6. Zugänglichkeit von GITTA

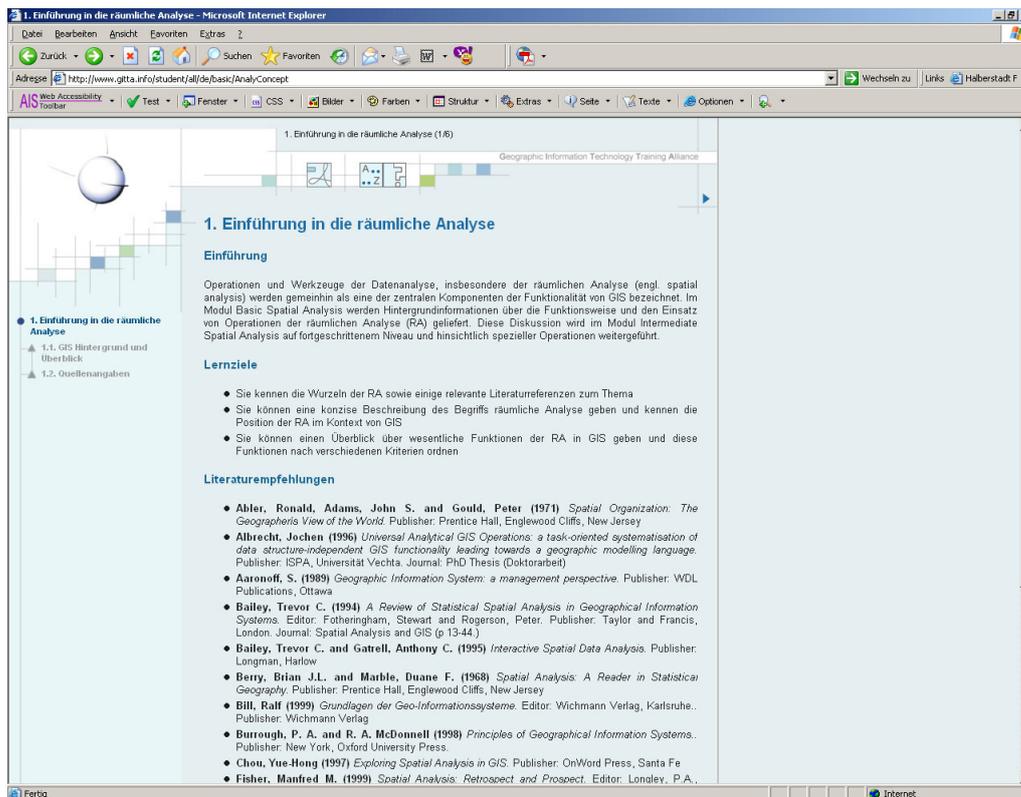


Abb. 6.5.: Originallayout von GITTA mit Schriftgrad 'sehr gross' im Internet Explorer auf Windows

Auf der dritten Seite der ersten Testlektion „Fundamental Spatial Concepts“ fällt auf, dass der Text bei einer Bildschirmauflösung von 1024x768px rechts abgeschnitten wird. Wie in der Abbildung 6.8 zu erkennen ist, ist zudem der Seitenkopf mit den GITTA-Hintergrundgrafiken unschön auseinander gezogen und die Navigation zur nächsten Seite ist ohne horizontales Scrollen nicht sichtbar. Die Ursache liegt in einer 927x630px grossen Grafik, die einen Ausschnitt einer Schweizerischen Landeskarte zeigt. Diese Grafik passt von ihrer Grösse her nicht in das Seitenlayout der Benutzeroberfläche. Die Grafik füllt das gesamte Browserfenster, jeglicher Kontext und die Orientierung gehen dabei verloren, wie in der Abbildung 6.9 zu erkennen ist. Daneben ist die Dateigrösse solcher Grafiken oft auch sehr erheblich, was sich ungünstig auf die Downloadzeit auswirkt. Im Fall dieser Grafik sind es ganze 353kb, was fast die Hälfte der gesamten Seite ausmacht, die mit 811kb nach Angaben des „Web Page Analyzer“²⁴ damit eine Ladezeit von 165.88s (56kbps Modem) bzw. 50.94s (ISDN 128kbps) benötigt.

Allgemein lässt sich zum Layout von GITTA sagen, dass es sich zu wenig flexibel

²⁴<http://www.websiteoptimization.com/services/analyze/>, Abruf: 08.07. 2005

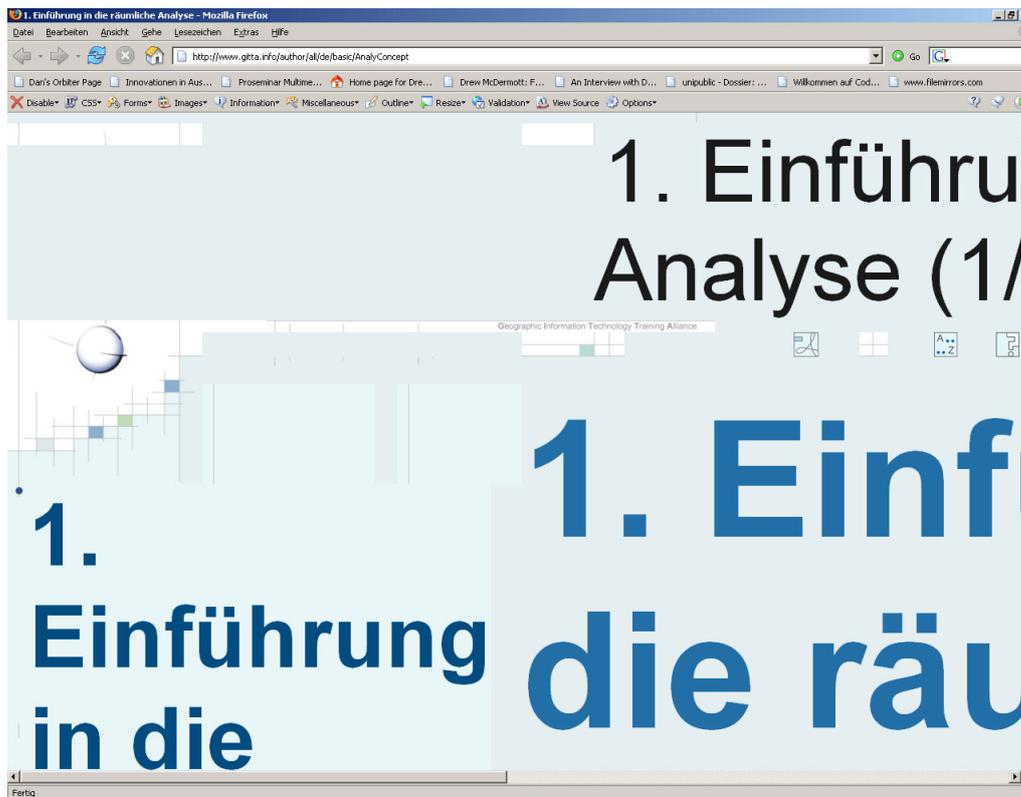


Abb. 6.6.: Originallayout von GITTA mit um vier Schritte vergrößerter Schrift im Mozilla Firefox auf Windows

der Größe des Displays anpasst, dabei aber bei zu breiten Inhalten trotzdem die Konsistenz verliert. Die Grafiken zur Gestaltung und jene für die Navigation sind zu wenig voneinander unterschieden, was Probleme bei der Orientierung hervorruft. Der Kontrast zwischen Vorder- und Hintergrund ist oft zu schwach.

Zudem fällt bei der Betrachtung des Quellcodes schnell auf, dass die technische Umsetzung der grafischen Darstellung des Seitenlayouts auf der Verwendung von mehreren verschachtelten Tabellen basiert. Diese unterdessen veraltete Programmierpraxis diente zu Zeiten der Browsergenerationen Internet Explorer 4.0 und Netscape Navigator 4.0 als gebräuchliches Mittel, um trotz fehlender Unterstützung der W3C-Standards im Bereich CSS die grafischen Wünsche der Kunden und der Screendesigner zu befriedigen. Durch die Entwicklungen auf diesem Bereich wurde es für Web-Entwickler möglich, vor allem mit Hilfe von CSS, die lang ersehnte saubere Trennung von Inhalt, Gestaltung und Funktionalität zu erreichen und die Kunden trotzdem zufrieden zu stellen. Zeldman (2003) beschreibt nahezu philosophisch diese erneute Revolution des Web. In Abbildung 6.10 sind die vielen Tabellen mit Hilfe der „Web Developer Extension“ durch farbige Rahmen sichtbar gemacht.

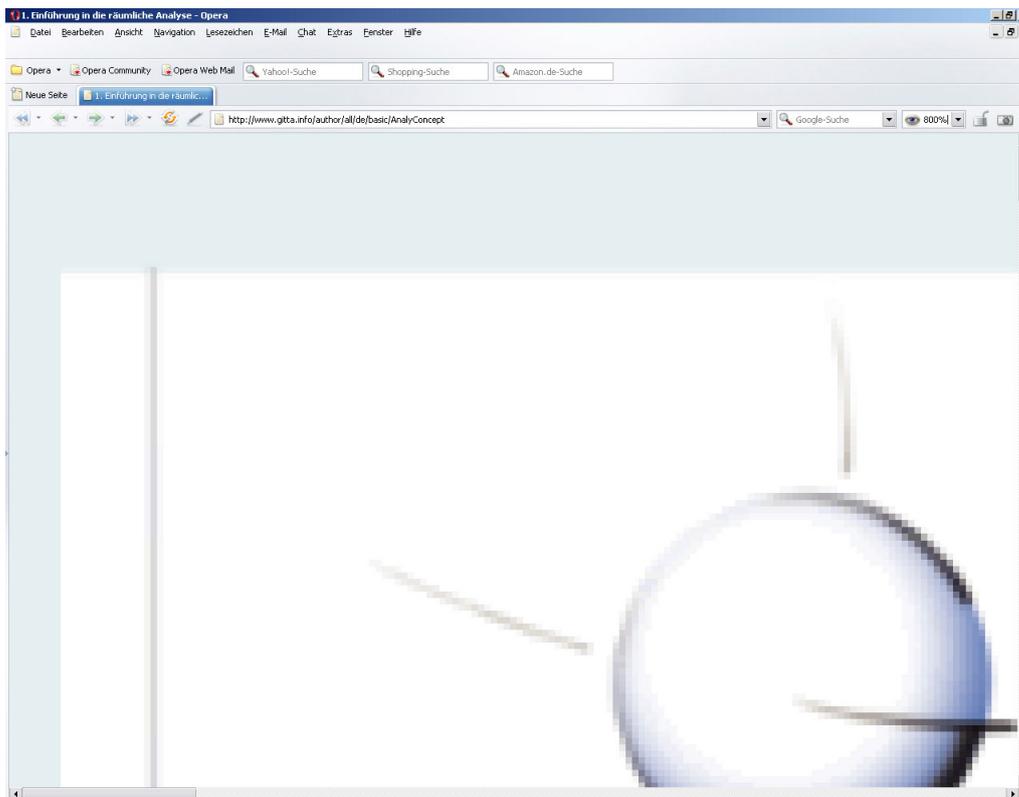


Abb. 6.7.: Originallayout von GITTA mit 8x Zoom in Opera auf Windows

Die Verletzung des eigentlichen Zwecks dieser (Daten-)Tabellen bringt weitere Probleme mit sich, wie wir im dritten Teil bei der Accessibility sehen werden. Schliesslich liesse sich der Quellcode durch Entfernung der Tabellen sowie durch Abkürzung und Zusammenfassung der zum Teil langen Pfadnamen für die Bilder stark kürzen. Über die möglichen Einsparungen im Bereich des Quellcodes und über das Vorgehen bei der Umwandlung von bestehenden Seiten informieren Meyer (2002) sowie Meyer (2004) ausführlich. Weitere Informationen dazu liefert das Kapitel 7.1 über die technische Umsetzung des Prototyps.

6.4.3. Funktionalität: Benutzbar?

Beim Test der Konformität mit den beiden Accessibility-Empfehlungen WAI und Section 508 wiederholen sich die Fehler ständig, da ja bei allen Seiten das selbe Grundlayout verwendet wird. Dieses Layout ist nicht WAI-konform, wie der detaillierte Report von WebXACT ihn der Abbildung 6.11 aufzeigt: 1 Fehler auf der Stufe WAI A, der 28 Mal vorkommt, 4 auf Stufe WAI AA mit total 40 Instanzen und 3 auf Stufe WAI AAA, welche total 13 Mal vorkommen. Zur ersten Priorität der

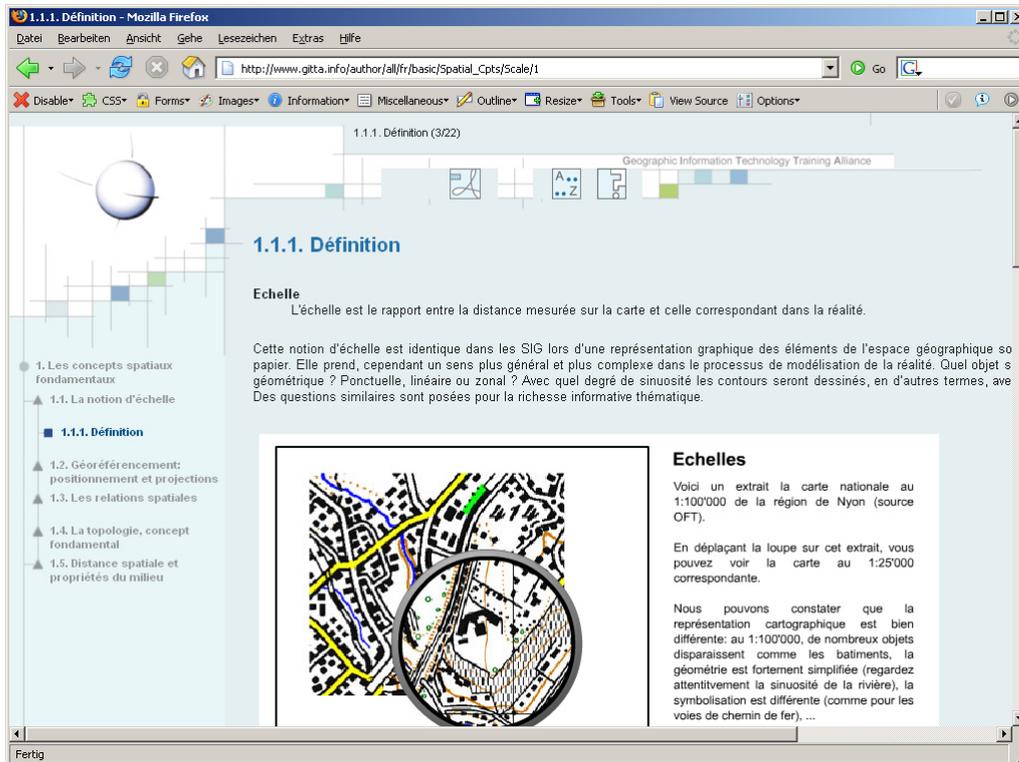


Abb. 6.8.: Screenshot: „Text wird rechts abgeschnitten“

WAI A gehören die bei allen Grafiken fehlenden alt-Attribute in den img-TAGs. In den meisten Fällen der Hintergrundgrafiken würde ein leeres Attribut 'alt=' genügen, darf aber nicht fehlen, sonst kann der sehbehinderte oder blinde Benutzer nicht entscheiden, ob die Grafik für ihn relevante Informationen enthält. Bei Inhaltsgrafiken wurde in einzelnen Fällen das longdesc-Attribut verwendet, allerdings ohne das alt-Attribut und ohne einen zusätzlichen D-Link.

Ein Problem der zweiten Priorität WAI AA sind die absoluten Grössenangaben und Positionierungen des GITTA-Layouts, welches zuvor bereits im Browsertest zum Vorschein gekommen ist. Auch zu WAI AA gehört die fehlende Nennung der !DOCTYPE, um den Dokumententyp anzugeben.

Zu WAI AAA gehört die fehlende Angabe der im Dokument mehrheitlich verwendeten natürlichen Sprache, fehlende Zusammenfassungen für Tabellen, sowie die Abtrennung von angrenzenden Links durch mehr als ein Leerzeichen.

Abbildung B.5 im Anhang zeigt den vollständigen WebXACT-Report. Der grosse Vorteil von WebXACT sind die Warnungen, welche zusätzlich zu den Fehlern bei den einzelnen Prioritäten aufgelistet werden. Anhand dieser vorgeschlagenen Kriterien lassen sich weitere manuelle Prüfungen der WAI-Konformität anstellen. Darunter in

6. Zugänglichkeit von GITTA

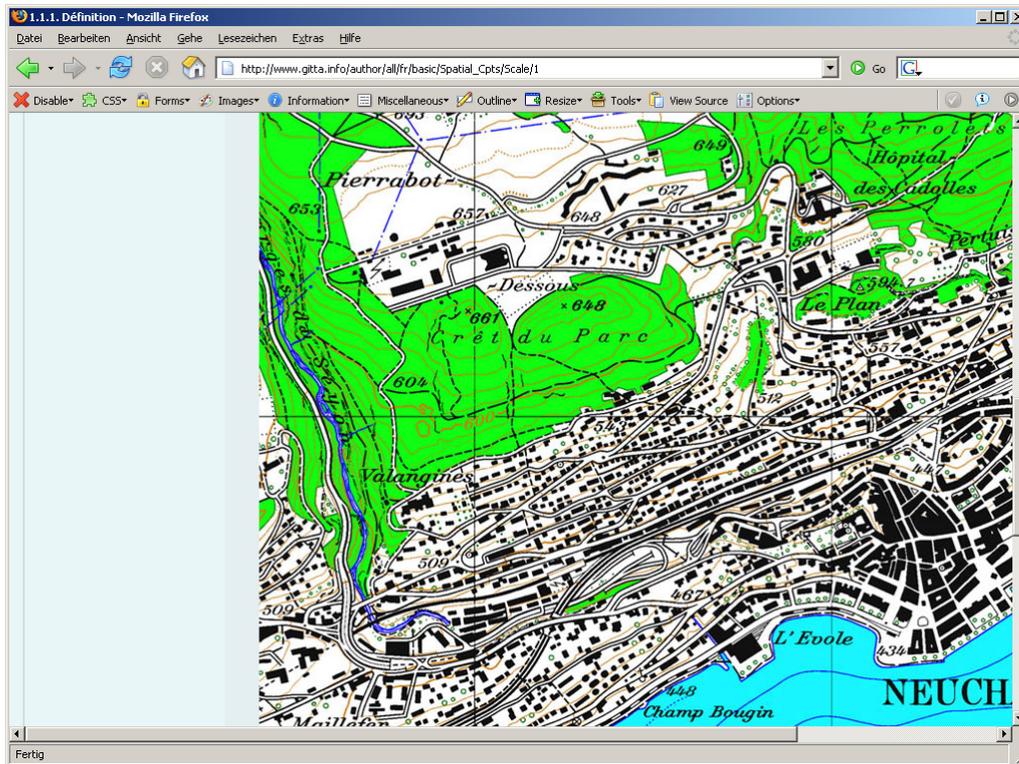


Abb. 6.9.: Screenshot: Bildschirmfüllender Ausschnitt einer Schweizer Landeskarte

der ersten Priorität die Verwendung von Farben oder das Verhindern von blinkenden Animationen. In WAI AA sind dies z. B. der Kontrast zwischen Vorder- und Hintergrundfarbe, die korrekte Verwendung von Struktur-TAGs oder die Verwendung der neusten Technologie wenn immer möglich. Dies betrifft auch die Verwendung von CSS zur Formatierung der Darstellung anstelle der HTML-Tabellen.

Da sich die Fehler grösstenteils wiederholen, macht es keinen Sinn, jede einzelne Seite im Rahmen dieser Arbeit zu testen. Viel mehr wird im Folgenden eine Sammlung von besonders problematischen Beispielen aus den automatischen Tests dargeboten. Diese Tests sind im Prinzip auf Webseiten zugeschnitten und so spielt der Inhaltstyp der jeweiligen Inhalte eine entscheidende Rolle. In GITTA werden folgende Inhaltstypen verwendet:

- Text
- Link
- Bild/Grafik
- Tabelle

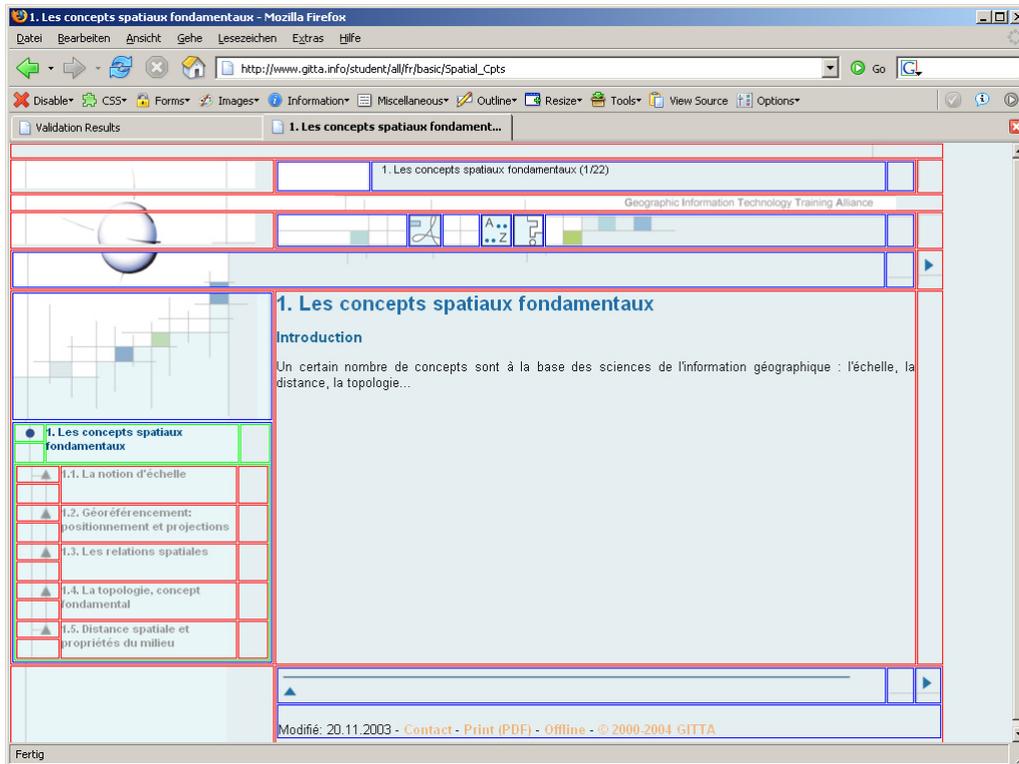


Abb. 6.10.: Einsatz von Tabellen zur Seitengestaltung

- Multimedia
- Quiz

Die Einteilung dieser, in Abschnitt 3.3 eingeführten und in Abschnitt 4.6 weiter besprochenen Inhaltstypen erfolgt rein technisch, mit Ausnahme des Typs *Quiz*. *Text* stellt lediglich die Anforderung, dass er leicht lesbar und nicht zu lang sein sollte. *Links* enthalten Probleme der Navigation und Orientierung des Benutzers. *Bild/Grafik* ist der neben *Text* wohl am meisten verwendete Inhaltstyp. Bei Bildern entscheidet die Farbwahl, der Kontrast, die Auflösung sowie die Komprimierungsrate über die Zugänglichkeit für Sehbehinderte; Blinde benötigen einen alternativen Inhalt in Form eines geschriebenen oder gesprochenen Textes. Hierzu können die verschiedenen Attribute des `img`-TAGs sowie der zusätzliche D-Link verwendet werden. Im Fall von GITTA sind die meisten Bildinhalte nicht zugänglich, da eine alternative Beschreibung der Bilder/Grafiken oftmals fehlt. Diese müsste von den Autoren gleich mit dem Bild mitgeliefert werden und im System zum Bild zugehörend abgelegt werden. Manchmal findet sich diese Beschreibung im Text vor oder nach dem Bild, dieser ist aber technisch nicht direkt mit dem Bild verknüpft, was eine grosse Erleichterung bringen würde. Was die Qualität und die Grösse der Bilder angeht

6. Zugänglichkeit von GITTA

Watchfire WebXACT

http://webxact3.watchfire.com/report.asp?t=2

Check another page:
http://www.gitta.info/student/all/en/basic/what_gis

Results for http://www.gitta.info/student/all/en/basic/what_gis

Page last checked on Thu 22/12/2005 at 10:28am.

General Quality Accessibility Privacy

This page does not comply with all of the automatic and manual checkpoints of the W3C Web Content Accessibility Guidelines, and requires repairs and manual verification.

	Automatic Checkpoints			Manual Checkpoints		
	Status	Errors	Instances	Status	Warnings	Instances
Priority 1	⊗	1	28	⚠	8	88
Priority 2	⊗	4	40	⚠	15	99
Priority 3	⊗	3	13	⚠	8	8

Priority 1 Checkpoints

Errors
1 tests, 28 instances on page

Guideline	Instances	Line Numbers
1.1 Provide alternative text for all images.	28	5, 18, 21, 21, 23, 26, 32, 35, 35, 35, 35, 38, 44, 44, 53, 61, 64, 70, 73, 76, 79, 82, 85, 127, 192, 195, 196, 196

Warnings
8 tests, 88 instances on page

Guideline	Instances	Line Numbers
1.1 If an image conveys important information beyond what is in its alternative text, provide an extended description.	30	18, 21, 23, 26, 32, 35, 35, 35, 35, 35, 35, 38, 44, 44, 47, 53, 61, 64, 70, 73, 76, 79, 82, 85, 127, 192, 196, 196, 196

Abb. 6.11.: Detaillierter Report von WebXACT für die Lektion 'What is GIS?'

wäre es sehr interessant, die Bilder durch den Server für die jeweiligen Bedürfnisse zu skalieren. Bei *Tabellen* ist das Problem, dass diese schnell unübersichtlich werden. Deshalb ist eine Zusammenfassung zu Beginn der Tabelle für Sehbehinderte und Blinde von grossem Vorteil. Die beiden anspruchsvollsten Inhaltstypen im Bezug auf Sehbehinderte und vor allem Blinde stellen *Multimedia* (Flash-Animationen, SVG-Grafiken/Animationen, Quicktime-Filme) sowie *Quiz* dar. *Quiz* könnte ziemlich typneutral umgesetzt werden, siehe dazu auch das Beispiel des Quiz in der Variante für Blinde von GITTAcessible.

Um nun einige Beispiele von Zugänglichkeitsproblemen zu liefern, bedarf es der manuellen Bearbeitung und Auswertung der jeweiligen GITTA-Inhalte. Grundsätzlich problematisch sind Flash-Animationen wie jene in Abbildung 6.12, welche viel Text und statische Bilder enthalten. Diese Animationen stellen im Grunde genommen für sich kleine Lektionen dar, welche in ähnlicher Form wie in Powerpoint dem Benutzer präsentiert werden. Dies geschieht in Konkurrenz zum Webbrowser. Damit hier nicht um die Verwendung der richtigen Technologie gestritten wird ist kurz festzuhalten, dass solche Flash-Animationen durchaus angebracht sind in einer Version für Nichtbehinderte. Zusätzlich zur Flash-Animation sollten aber auch alle Inhalte in ihren ursprünglichen Inhaltstypen für eine alternative Darstellungsweise für den

Abruf durch die jeweilige Clientplattform auf dem Server verfügbar sein. Im vorherigen Beispiel würde dies also bedeuten, dass anstelle der Flash-Animation die Seite verlängert würde oder aber eine eigene Seite mit dem alternativen Inhalt angeboten wird, sozusagen eine Animation für Blinde.

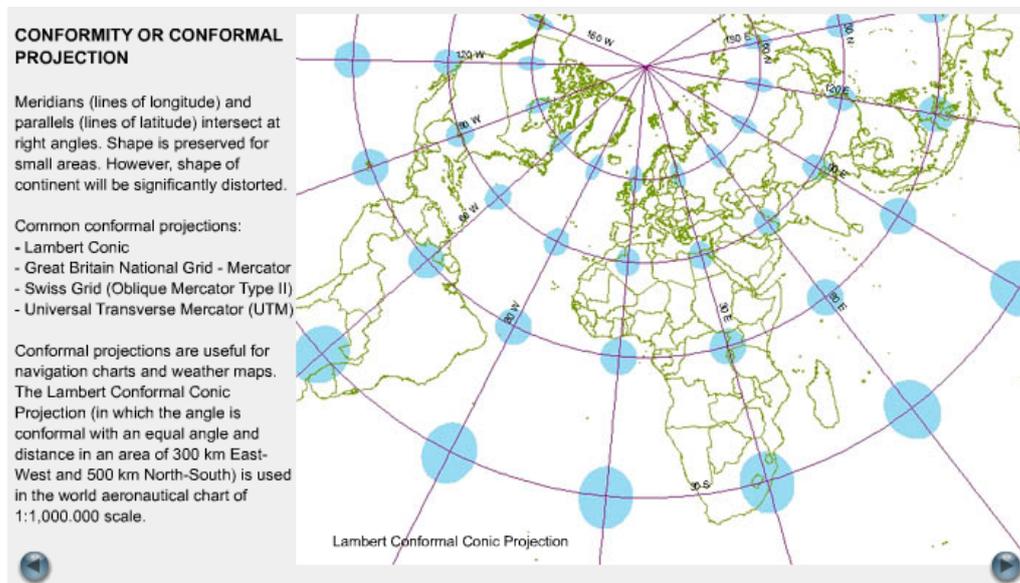


Abb. 6.12.: Komplexe Flash-Animation als eigenständige Anwendung

Technisch ideal wäre es also, den in der Flash-Animation enthaltenen Text und die Bilder separat als alternative Inhalte auf den Server zu laden. Dies geht so lange problemlos wie es sich bei den Flash-Inhalten als solches nicht um animierte oder dynamische Inhalte handelt und diese auch keine grosse Interaktivität beinhalten. Für Blinde sind Bewegtbilder ohne Ton sowie Animationen mit Interaktivität über die Maus am schlechtesten zugänglich. Speziell bei diesen Inhalten ist darauf zu achten, dass eine alternative Variante umgesetzt wird. Den Rest der Inhalte braucht man lediglich konsequent und mit guter Qualität umzusetzen. Hierbei ist es aber ziemlich hinderlich, wenn keine Richtlinien definiert sind, welche die Verwendung von Templates und Richtgrößen sowie Formaten festlegen. Ein Beispiel für die verschiedenen Gestaltungen eines Quiz zeigt Abbildung 6.13.

Formeln, die als Grafiken umgesetzt wurden wie in Abbildung 6.14, benötigen ebenso eine alternative Notation, oder zumindest eine lineare Beschreibung um zugänglich zu sein.

Die vorangegangene Diskussion hat die meisten Kriterien des 'Quick Check Behindertentauglichkeit' schon berücksichtigt. Ein zusätzlicher Punkt ist die Anforderung, dass Text linksbündig angeordnet ist. Die CSS-Formatierung der Textabschnitte im Blocksatz, wo dies unterstützt wird, ist also nicht unproblematisch! Die komplette

6. Zugänglichkeit von GITTA

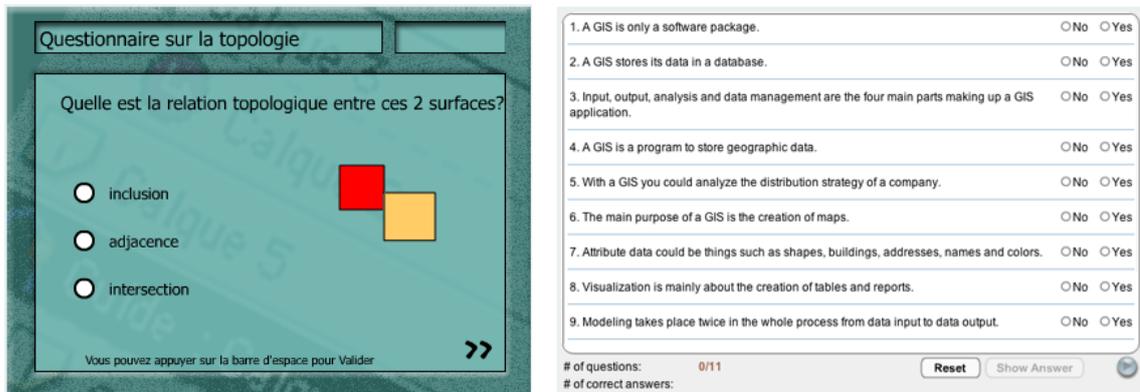


Abb. 6.13.: Links die komplett andere Gestaltung eines Quiz, Rechts eine Version die sich dem GITTA-Layout anpasst.

Beschreibung des 'Quick Check Behindertentauglichkeit' findet sich in Abbildung B.4 im Anhang dieser Arbeit.

1.5.3. Influence de la dynamique de l'espace sur la distance spatiale

La modélisation de la distance dépend directement du modèle de l'espace. En géométrie purement euclidienne, elle rend compte de la longueur en ligne droite séparant deux points. Elle se calcule selon les coordonnées des deux points comme l'illustrent la figure et l'équation ci-dessous.

$$d_{A,B} = \sqrt{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2}$$

Si le parcours est contraint de suivre un réseau linéaire et que les segments qui le composent présentent des dépenses d'énergie diverses, en d'autres termes si les coefficients de friction varient d'une unité spatiale à l'autre (d'un segment à l'autre sur un réseau routier), on calcule sa distance pondérée exprimée par l'équation suivante:

$$d_{A,B} = \omega_i d_i$$

où ω_i est la friction accordée au segment i et d_i la longueur du segment i .

Le principe de calcul est le même dans le cas du marcheur libre de choisir son chemin. Le coefficient de friction devient un attribut de chaque maille. Le cours d'analyse spatiale expose deux problèmes illustrant ces notions : celui du marcheur et du voyageur de commerce.

Abb. 6.14.: Formeln als Grafiken eingebunden

7. Der GITTAcessible Prototyp

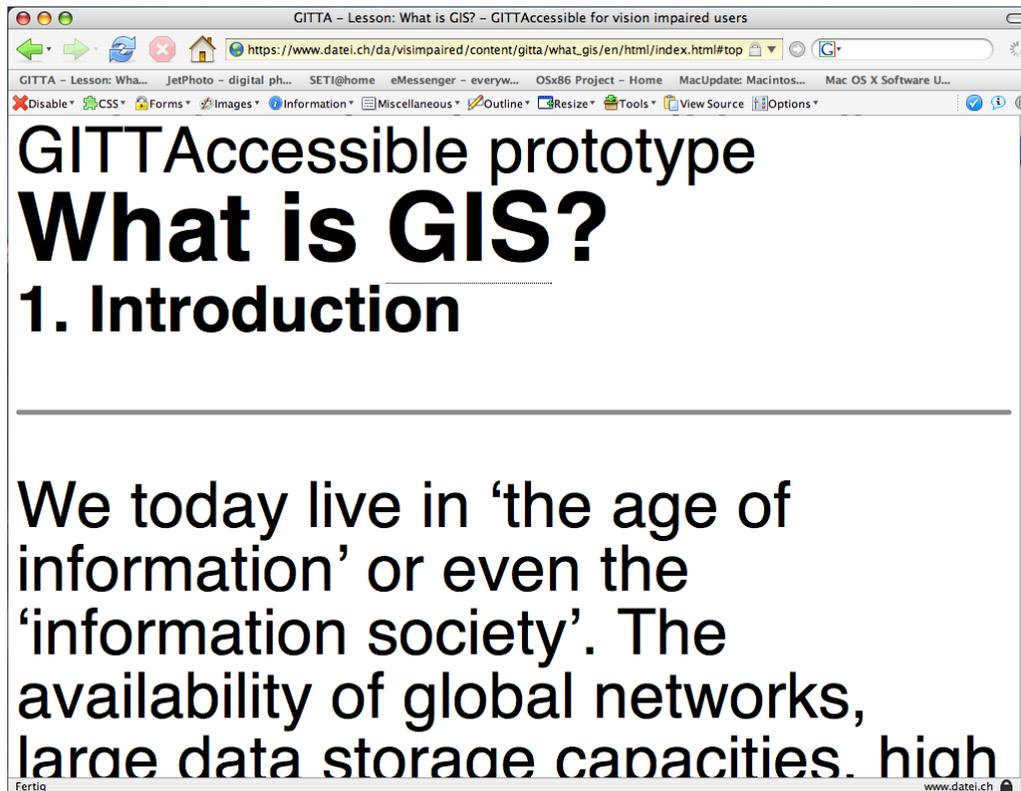


Abb. 7.1.: Screenshot von GITTAcessible für stark Sehbehinderte

Die beiden Varianten des GITTAcessible Prototyps sind unter der ständigen Adresse <http://gittaccessible.datei.ch/> im Web zugänglich. Somit können die Beschreibung der Entwicklung in diesem, sowie die Testresultate im nächsten Kapitel auch praktisch betrachtet werden.

7.1. GITTAcessible Konzeption

„It is important that time and thought goes into the planning stage of the project as it is easier and less time consuming to adopt accessible Web

design in an early stage of the project than it is to retrospectively adapt features to make them accessible.“

KENT U. ROBERTSON (2002)

Im Rahmen dieser Arbeit werden zwei alternative GITTA-Layouts erstellt, welche XML-Transformationen analog der Druck- oder Offlineansicht auf dem GITTA-Server simulieren. Die Druckansicht von GITTA generiert eine PDF-Datei, welche alle Inhalte ausser den Multimediaelementen enthält. Anstelle der Multimedia-Elemente werden Platzhalter verwendet, damit der Benutzer erkennt, dass in der digitalen Version ein interaktiver oder multimedialer Inhalt zur Verfügung steht um etwas zu veranschaulichen. Die Offlineansicht von GITTA kombiniert alle Inhalte einer Unit auf einer Seite. Damit wird die Navigation sowie das Speichern der gesamten Unit sicher gestellt. Das Originallayout für nichtbehinderte Lernende soll nicht tangiert werden durch diese Änderungen. Die Kontrolle über die Adaption der Darstellung und des Inhalts liegt aber letztendlich immer beim Benutzer. Mit diesen beiden Darstellungen soll die Adaption von GITTA an mögliche Benutzer- und Geräteprofile demonstriert werden.

Variante A ist die Grundkonfiguration für einen stark Sehbehinderten, Variante B für einen seit Geburt Blinden. Die dafür benötigten Benutzerprofile können auf verschiedener Ebene angelegt und verwaltet werden. Denkbare Varianten sind dabei die Ebenen: Kurs, Fach, Fakultät, Uni, Land oder Benutzer. Dabei gilt es die Risiken und Nutzen gegeneinander abzuwägen. Auf der Seite der Risiken stehen ethische Bedenken und der Schutz der Privatsphäre. Auf der Seite des Nutzens steht die Wiederverwendbarkeit der Benutzerprofile auf möglichst allen vom Studenten benutzten Bereiche. Wenn man vom Nutzen ausgeht, dann wäre eine Erstellung des Benutzerprofils auf nationaler Ebene oder auf der Ebene der Uni wünschenswert, denn dann könnte die Uni-Kanzlei bei der Einschreibung eines Studenten auch gerade sein Benutzerprofil für die E-Learning-Angebote anlegen und in Zusammenarbeit mit der Beratungsstelle für Behinderte der Uni in Beisein des jeweiligen Studenten vorkonfigurieren. Falls für den Benutzer bereits ein für die ganze Schweiz gültiges Benutzerprofil im Rahmen der AAI der Switch¹ existiert, müsste die Kanzlei lediglich Anpassungen oder Ergänzungen zu diesem Profil machen. Diese Benutzerprofile könnten dann durch die Kursbetreiber von GITTA übernommen und auf die Voraussetzungen von GITTA angepasst werden. Auf Seiten der GITTA-Kursbetreiber müssten Administrations- und Tutor-Tools zur Verfügung stehen, mit Hilfe welcher z. B. auch die History eines Benutzers betrachtet werden kann. Bei dieser Variante ist das Risiko vorhanden, dass persönliche Informationen der Benutzer auch

¹Informationen zur 'Authentication and Authorization Infrastructure' unter <http://www.switch.ch/aai/>, Abruf: 05.08. 2005; siehe dazu auch Abschnitt 3.2.

von fremden Kursbetreibern eingesehen werden. Werden die Benutzerprofile auf der Kurs-Ebene angelegt, besitzt der Student mit der Zeit unzählige verschiedene, in sich grösstenteils deckungsgleiche Benutzerprofile. In diesem Fall kann das Risiko minimiert werden, dass Informationen, welche nur einen Kursbetreiber angehen, auch anderen zugänglich ist. Ist die Ebene der Erstellung und Verwaltung dieser Profile einmal festgelegt, müsste ein Konzept der Kombination von Benutzer- und Geräteprofil erstellt und dieses dann technisch umgesetzt werden.

Für beide Varianten sollen die bestehenden GITTA-Inhalte, welche durch den Pre-test ausgewählt und durch den Zugänglichkeitstest von GITTA sich als geeignet befunden wurden, verwendet werden. Damit eine möglichst vollständige Adaption an die Bedürfnisse der Benutzer gemacht werden kann, müssen zusätzliche Inhalte und Informationen erhoben werden wie Metadaten oder auch alternative Inhalte zu multimedialen Inhaltstypen (z. B. ALT-Tags oder D-Links zu Bildern). Um diese Daten nahe bei den GITTA-Daten ablegen zu können, wäre eine Erweiterung oder spezielle Verwendung der von GITTA verwendeten XML-Struktur von Vorteil. Diese Daten werden vom Autor der vorliegenden Arbeit erfasst und ins System eingefügt. Die Auswahlkriterien der Inhalte sind in Abschnitt 6.2 dargelegt.

Die Grundideen zu den beiden Varianten A und B liefert Velasco u. a. (2004), wonach Blinde häufig sehr kleine Schrift verwenden, um auf einer Zeile möglichst 80 oder mehr Zeichen dargestellt zu bekommen für ihre Braillezeile mit dieser Breite. Sehbehinderte bevorzugen im Gegensatz dazu eine sehr starke Vergrösserung von Schrift und Bildern sowie grössere Kontraste. Die Kontrolle über die Adaption soll aber wie schon oben erwähnt letztendlich beim Benutzer liegen. Die im folgenden beschriebenen Adaptionmethoden sind eine Auswahl der im Abschnitt 3.7 beschriebenen Möglichkeiten zur Anpassung von Anwendung und Inhalt an die jeweiligen Bedürfnisse des Benutzers. Die Eignung und Wirksamkeit dieser beiden Varianten wären in einer Folgearbeit in Zusammenarbeit mit Benutzern aus den jeweiligen Zielgruppen zu evaluieren.

Variante A: Stark sehbehinderter Benutzer

Verwendung einer grossen Zoomstufe 16x oder 32x, angepasste Farben und maximierter (ev. invertierter) Kontrast. Anpassungen:

- Angepasstes, dynamisches Layout
- Sehr grosser Schriftgrad als Standard
- Inhalte als Quellen schon vergrössern um Qualität und Wahrnehmbarkeit zu verbessern, z. B. bei JPEG-Bildern mit hoher Kompression. Grafikvergrösserung mit Text
- Alternative Texte zu Bildern und Flash

- Keine Layouttabellen in (HTML)
- Verwendung von möglichst wenig Hintergrundgrafiken
- Aufteilung der Bildschirmfläche optimieren
- Einfügen von zusätzlichen Sprungmarken innerhalb der Inhaltsstruktur um schnelles Navigieren zwischen den Layoutteilen zu ermöglichen
- Sitemap
- Angabe der Supportadresse (Mail und Telefon)

Weitere, bei der Entwicklung des GITTA_{accessible} Prototyps (stark Sehbehinderte) nicht umgesetzte, aber vorerst konzipierte Möglichkeiten:

- Zusätzliche Navigations- und Orientierungshilfen wie Breadcrumbs, Linklisten und History
- Verwendung von ausklappbaren Texten wegen zu grosser Textmenge
- Multimediainhalte mit möglicher Auswahl von Inhalts-Alternativen durch den Benutzer

Variante B: Blinder Benutzer (seit Geburt blind)

Verwendung eines Screenreaders anstelle eines Bildschirms, keine Maus, dafür Braillezeile. Anpassungen:

- Kleine Schriftgrösse, damit sicher 80 Zeichen pro Zeile für den Screenreader zur Ausgabe auf der Braillezeile zur Verfügung stehen
- Entfernung aller visuellen Elemente
- Texte kürzen und Alternativtexte für alle anderen Inhaltstypen als Text verwenden. bei durch Alternativen ersetzten Inhalten soll klar angezeigt werden, dass an dieser Stelle ein multimedialer Inhalt durch eine zugängliche Alternative ersetzt wurde.
- Das Layout soll nur auf Textbasis aufgebaut werden, mit Navigationshilfen wie Accesskeys und Sprungmarken, um z. B. die Navigation zu überspringen und gleich zum Seiteninhalt zu wechseln.
- Da diese Darstellung die heikelste ist, wird die logische Struktur der Inhalte vorgängig überprüft.
- Angabe der Supportadresse (Mail und Telefon)
- Alternatives Quiz

Weitere, bei der Entwicklung des GITTA_{Accessible} Prototyps (Variante für Blinde) nicht umgesetzte, aber vorerst konzipierte Möglichkeiten:

- Externe Ressourcen auf einer separaten Seite einfügen.
- Anbieten von zusätzlichen Navigations- und Orientierungshilfen, Sitemap mit allen Links, intern sowie extern.
- Bei Videos mit Ton sollen diese integriert bleiben mit zusätzlicher Audiosubskription um eine Orientierung zu bieten.

Diese beiden Benutzergruppen wurden gewählt, da es sich dabei um die wichtigsten oder am meisten betroffenen Zielgruppen im Bereich der visuellen Einschränkung der Wahrnehmung handelt. Variante A berücksichtigt stark sehbehinderte Benutzer. Diese verwenden typischerweise neben der gebräuchlichen Ausstattung eine sehr grosse Vergrößerung, sowohl Kontrastverstärkungen oder aber eigene Farbprofile. Grössere Textmengen können nur unter grosser Anstrengung aufgenommen werden. Bei Variante B ist das Spezielle, dass die blinden Benutzer nie gesehen haben und sich deshalb die in Kapitel 4.4 erwähnten Spekulationen um die Raumvorstellung ergeben. Daneben ist die Verwendung von Screenreadern und der Braillezeile für diese Benutzergruppe typisch. Die übliche Verwendung von Bildern und Multimedia-Inhalten, welche auf der visuellen Darstellung beruhen, macht bei dieser Benutzergruppe keinen Sinn mehr. Als zusätzliche Erweiterung könnte man sich eine komplett alternative Version für die beiden Benutzergruppen z.B. als Audiobook im Daisy-Format oder als Brailledruck (nur für Blinde), analog der Druckversion von GITTA vorstellen.

7.2. Entwicklungsumgebung

Nach Abklärungen mit Joël Fisler, dem Webmaster von GITTA stand fest, dass als erstes die Installation der Entwicklerumgebung auf MacOS X anhand der Anleitung auf http://www.elml.ch/download_mac.html (Abruf: 29.11. 2005) erfolgen musste. Dazu war es notwendig, bei Sourceforge ein Benutzerkonto zu beantragen, da der Zugriff auf das GITTA CVS Repository über die Mitgliedschaft als autorisierter Entwickler bei Sourceforge läuft. Ein solches Konto kann unter der Adresse <http://sourceforge.net/account/> (Abruf: 29.11. 2005) beantragt werden. Dafür wird lediglich die Angabe der aktuellen E-Mailadresse, sowie eines selbst wählbaren Passworts verlangt. Die erfolgreiche Registrierung wird durch ein Bestätigungs-Mail sichergestellt. Bei der Bestätigung müssen gewünschter Benutzername, Anzeigenname, Sprache und Zeitzone angegeben werden. Danach kann unter Sourceforge mit dem gewählten Benutzernamen und Passwort eingeloggt werden. Beim ersten Login wird man aufgefordert, seinen richtigen Vor- und Nachnamen

anzugeben. Um die sichere Anmeldung und Kommunikation mit dem Sourceforge Server zu ermöglichen, musste ein SSH Schlüsselpaar generiert werden. Unter MacOS X ist es dazu nötig ein Terminalfenster zu öffnen und folgenden Befehl einzugeben: `ssh-keygen -t dsa -C "username@users.sourceforge.net"`. Wobei username durch den eigenen gewählten Sourceforge Benutzernamen zu ersetzen ist. Bei der Generierung werden Speicherort des Schlüsselpaars, sowie die Passphrase als Eingaben verlangt. Es ist wichtig die Passphrase auf keinen Fall zu vergessen, da sonst das Schlüsselpaar unbrauchbar wird. Nach erfolgreicher Generierung muss der öffentliche Schlüssel über die Verwaltung des Benutzerkontos bei Sourceforge (Account Options) auf den Server übertragen werden. Dies sind die nötigen Schritte zur Initialisierung des Benutzerkontos bei Sourceforge für den Zugriff auf den CVS Server von GITTA. Damit war die Zugriffsberechtigung zum GITTA CVS Repository auf Sourceforge erstellt.

Als nächstes folgt das Installieren und Konfigurieren von Eclipse und Oxygen auf Mac OS X. Dafür muss zuerst Eclipse SDK für Mac OS X von der Adresse <http://www.eclipse.org/> (Abruf: 29. 11. 2005) herunter geladen werden. Zusätzlich ist die Installation des Oxygen Plug-ins² notwendig, um die im XML-Format vorhandenen Dateien von GITTA in XHTML zu konvertieren. Zum Abschluss der Installation muss Eclipse neu gestartet werden.

Um einen ersten Test der Funktionsfähigkeit der Umgebung machen zu können, werden die benötigten Quellen zu den ausgewählten Testinhalten für den Prototyp GITTA_{Accessible} vom CVS Server herunter geladen. Der Sourceforge-Server enthält allerdings nur wenig GITTA-Inhalte, so dass ein weiterer Benutzeraccount auf elml.unizh.ch notwendig ist, um an alle benötigten Daten heran zu kommen. Die Verbindung zum Server, sowie das Herunterladen der Daten ist in der Anleitung unter der Adresse: http://www.elml.ch/download_eclipse.html beschrieben. Zunächst muss dafür ein neues Projekt angelegt werden, analog zum CVS Checkout aus Sourceforge. Damit der Checkout in die bestehende Struktur von Sourceforge klappt, muss der Ordner content zunächst vom CVS Server disconnected werden. Danach können die gewünschten Units in dieses Verzeichnis ausgecheckt werden. Damit die Anmeldung am ELML-Server klappt ist es nötig, dem Webmaster von GITTA vorher den öffentlichen SSH-Schlüssel zu senden.

Damit steht dem ersten Versuch zum Export der GITTA-XML Dateien als statische XHTML-Dateien mit Hilfe des Plug-ins des XML-Editors Oxygen in Eclipse nichts mehr im Wege. Für die korrekt funktionierende Transformation muss in der Konfigurationsdatei `project_online.xsl` unter `config` in der Variablen `pathRoot` der vollständige Pfad zum Eclipse Workspace für `elml` angegeben werden. Dies ist wichtig, da die Referenzen zu den eingebundenen Objekten wie Bildern über relative

²Installation erfolgt direkt durch Angabe der Adresse: <http://www.oxygenxml.com/InstData/Eclipse/site.xml>, Abruf: 29. 11. 2005

7. Der GITTA_{Accessible} Prototyp

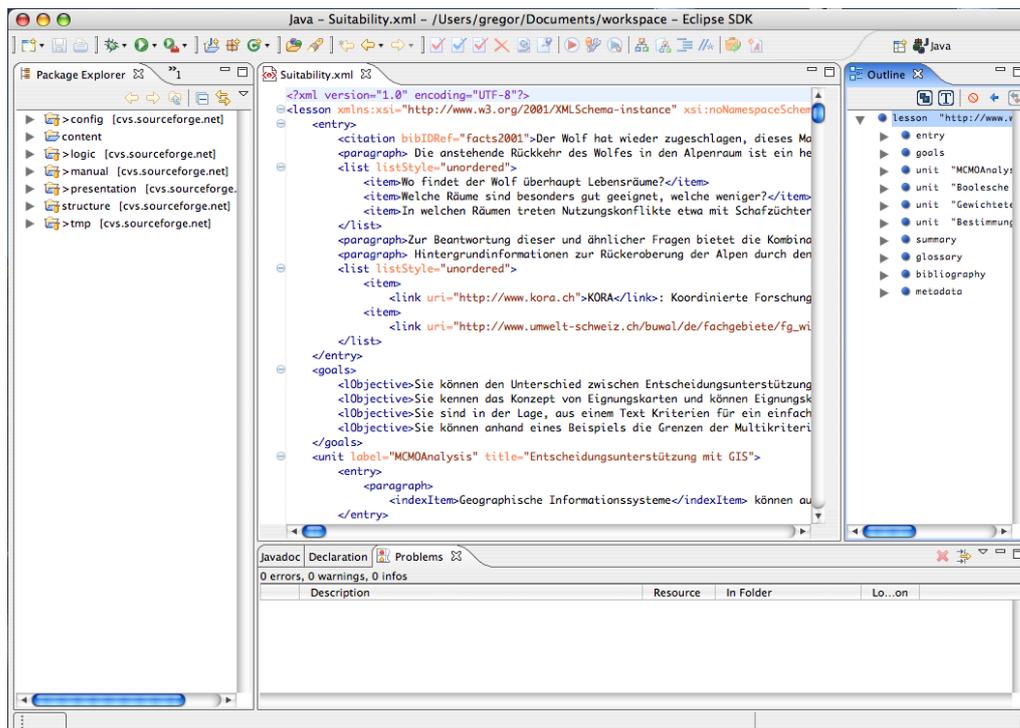


Abb. 7.2.: Screenshot der Entwicklungsumgebung Eclipse

Referenzen implementiert sind. Dabei wurde schnell klar, dass nicht alle der beim Test von GITTA verwendeten Inhalte auf dem Contentserver zur Verfügung stehen. Die Auswahl schränkte sich dadurch weiter ein, wobei nur mehr 5 der 11 anfänglich getesteten Lektionen verwendet werden können.³ Von einer weiteren Aufbereitung der auf dem Webserver vorhandenen HTML-Dateien wurde auf Grund des grossen Aufwands abgesehen.

7.3. Variante für stark Sehbehinderte

Beim Entwurf der Layouts und der Strukturen für die Variante 'stark Sehbehinderte' werden die im Konzept erwähnten Gestaltungsmittel verwendet. Bei den Sehbehinderten heisst das in etwa: Grosse Schrift, klare logische und visuelle Strukturierung, grosse Kontraste, Bildvergrößerungen, keine Layouttabellen in HTML sondern konsequente Verwendung von CSS, zusätzliche Navigationshilfen. Das Layout wurde bewusst sehr blockweise gestaltet, um Sprungmarken zu ermöglichen. Das visuelle Layout wurde weit gehend vernachlässigt. Das Hauptkriterium stellt deutlich die

³Die restlichen 6 Lektionen waren zum Zeitpunkt dieser Arbeit noch nicht in die neue eLML-Struktur transformiert und daher noch nicht auf dem Contentserver gelagert.

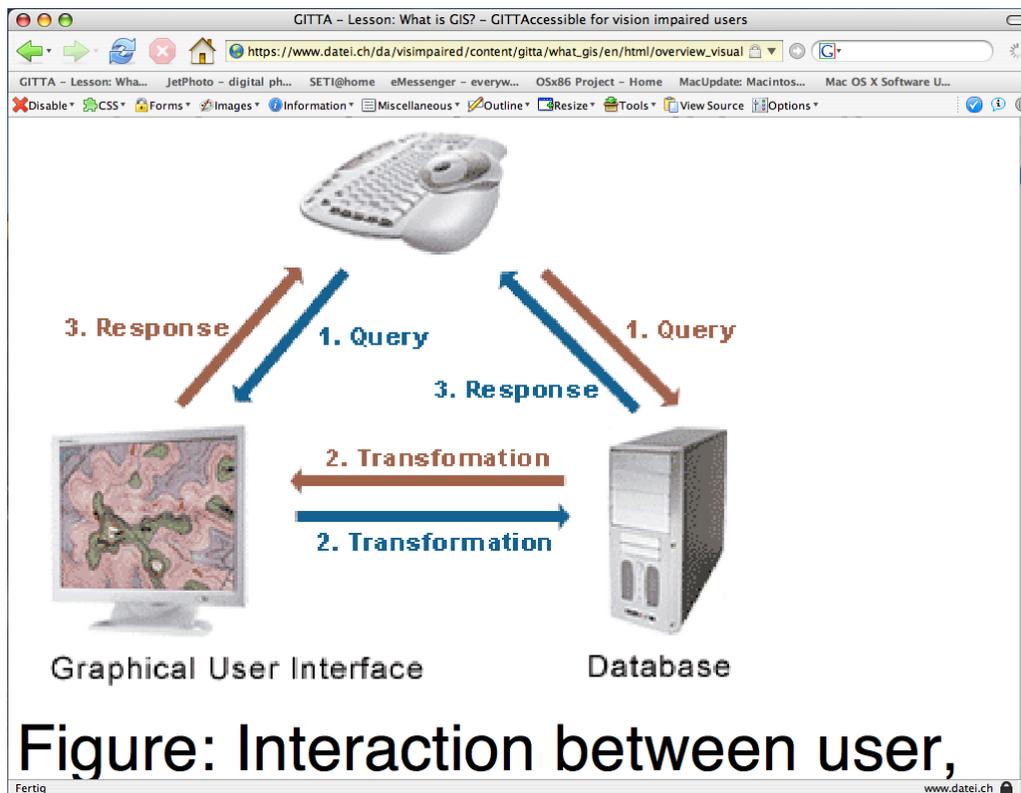


Abb. 7.3.: Screenshot der Version für stark Sehbehinderte

Zugänglichkeit dar; deshalb wurde auf ein einfaches Layout gesetzt. Für die Entwicklung des alternativen Layouts für die Sehbehinderten wurde als Vorlage die Lektion 'What is GIS?' verwendet und als Screenshot (siehe Abbildung 7.4) sowie Quelltext ausgedruckt und auf Papier analysiert.

Dabei fielen erneut die häufig verwendeten Layouttabellen ins Auge. Zielgröße ist ein Monitor mit 800x600px und maximiertem Fenster. Der Screenshot dient dazu, die Aufteilung der Elemente und die Nutzung der Bildschirmfläche zu analysieren und im Sinne der besseren Wahrnehmbarkeit und Orientierung für die Sehbehinderten anzupassen. Im Quelltext wurden zur Vereinfachung vorerst alle Layout-HTML-Tabellen entfernt. Das daraus resultierende, reduzierte Layout zeigt Abbildung 7.5.

Weitere benötigte Inhalte wurden hinzugefügt. Es wurde allerdings auch auf jedes Element verzichtet, welches für die Orientierung und Navigation nicht zwingend erforderlich ist. Als benötigte Elemente wurden Titel, Lektions-Navigation, Kurs-Navigation, Inhalt und Footer identifiziert. Aus dem Sourcecode der Originalversion von GITTA mussten viele Elemente entfernt und die logische Struktur der Seiten verbessert werden. Einen kleinen Anhaltspunkt liefert dabei der Vergleich der Da-

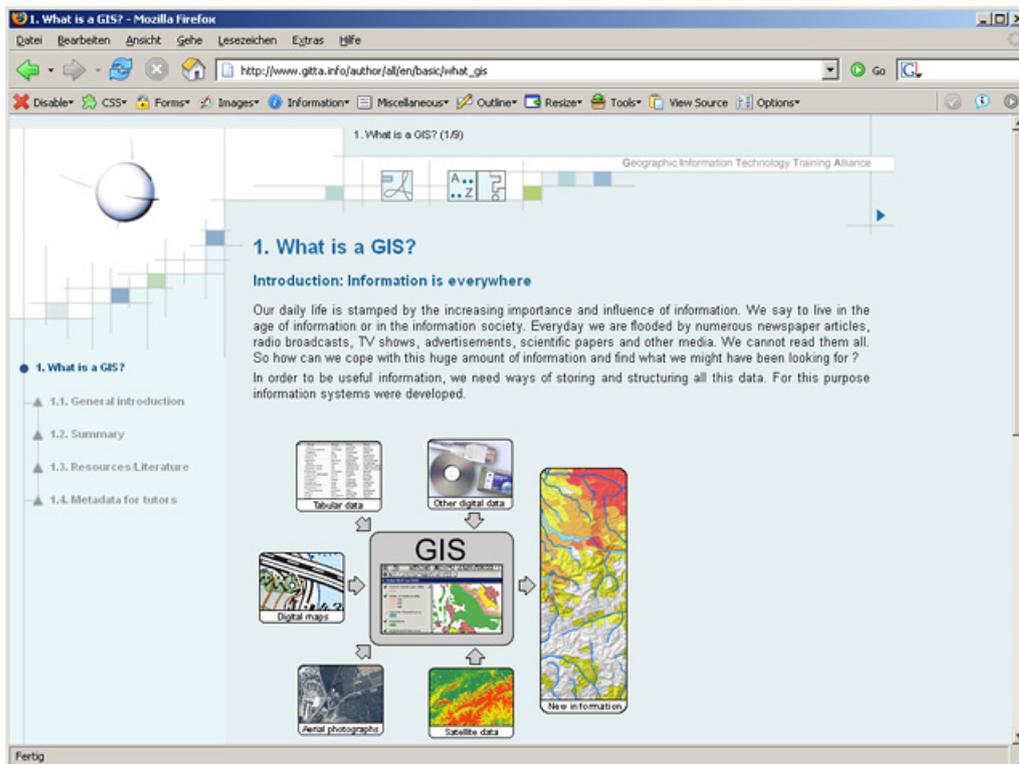


Abb. 7.4.: Screenshot der originalen GITTA-Lektion 'What is GIS?'

teigrößen der Originalversion von GITTA und der abgespeckten GITTAcessible-Version anhand der Einstiegsseite der Lektion 'What is GIS?'. Die Originalversion benötigt 20kb, die GITTAcessible-Version nur deren 12kb. Und das bei dieser geringen Datenmenge. Gleichzeitig verbessert sich das Verhalten des Browsers beim Rendern der Seite und die Inhalte sind besser strukturiert, so dass eine weitere Anpassung leichter vorgenommen werden kann. Es wurde beim Seitenaufbau bewusst darauf geachtet, dass der eigentliche Seiteninhalt gleich unterhalb des Titelbereiches beginnt und die Lektions-Navigation erst nach dem eigentlichen Text folgt. Damit trotzdem direkt zur Navigation gesprungen werden kann, wurde ein Accesskey definiert. Der Text verwendet die ganze Breite des Browserfensters und nützt so den vorhandenen Platz optimal aus. Leider gibt es in HTML keine sinnvolle Autotrennung der Worte, denn bei diesen Schriftgrößen wird ein Wort schnell mal zu lang für die jeweilige Zeile. Der Blocksatz aus dem Originallayout wurde ebenso verworfen wie die Hintergrundgrafiken, welche die bedeutendsten Inhaltsbereiche eingenommen hatten.

Die Seitengestaltung besteht bei der GITTA-Version aus einem externen Stylesheet, in welchem viele Attributwerte für die HTML-Tags definiert sind. Dieses Stylesheet wurde durch ein alternatives Stylesheet abgelöst, welches auf das Minimum redu-

Overview : Help : Contact : Font size +/- : Contrast : Width +/-

What is GIS?

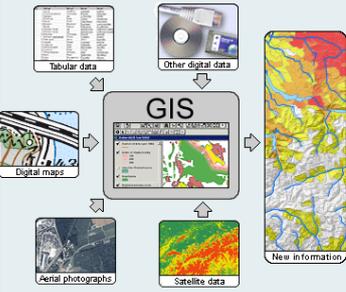
1. Introduction

(next page : previous page)

Living in what we call 'the age of information' or even the 'information society', the availability of global networks, large data storage capacities, high resolution sensors and fast information transmission results in vast amounts of data and information that needs to be acquired, stored, organised and structured, filtered and transmitted. 'Information systems' are becoming increasingly important not only to manage data, but also for the interpretation of data and thus the extraction of information.

In information systems, the term **data** is used for *unprocessed, uninterpreted data*. By interpreting data, meaningful **Information** can be extracted. However, different - even contradicting - information can often be extracted from one data source, depending on factors like perspective, interest, additional data sources or even culture.

Thus, an information system is a tool that should be able to store, transform, query, and finally present data in various ways. It is usually capable of integrating and combining data from different sources. By analyzing and interpreting this data, the data is transformed into useful information by a user. Information systems usually run on a specific computer system or over a network and require a whole suite of software packages and hardware devices.



What makes an information system a geographic information system?

A major part of human activities and decisions has a direct or indirect relation to space – a lot of data can more or less be linked to a location on earth (geographically referenced). In a GIS we can combine geographic data (or shortly called **geodata**) with other types of information: this is what makes an information system a GIS, and constitutes as the basis for all its functionality. The aim of this lesson is to give a short introduction to GIS. The focus is on the general use, on the data and on the display of information. In **lesson 2**, different aspects of software and hardware are discussed. In **lesson 3**, different commercial products and software vendors in Switzerland are presented.

Learning Objectives

- You know what a Geographic Information System (GIS) is.
- You understand why there is no clear definition and the ambiguity in the usage of the term GIS.
- You know the field of application for GIS and its limitations.
- You understand the difference between spatial and attribute data and know what topology is all about.

Abb. 7.5.: Screenshot des reduzierten Layout der GITTA-Lektion 'What is GIS?'

ziert wurde. Es wurde darauf geachtet, dass im Zusammenhang mit Schriften keine absoluten Grössen und keine Zuweisung von Schrifttypen gemacht wurde, damit die Standardwerte des Systems für die Anzeige verwendet werden. Links sind wieder blau und unterstrichen, um die Wahrnehmbarkeit zu verbessern. Im Inhalt wurden einzelne Links (v. a. Querlinks) deaktiviert, um den Benutzer nicht zusätzlich zu verwirren. Durch die schwarze Schrift auf weissem Grund wurde dazu der Kontrast maximiert. Zur Definition der Schriftgrösse wurde das relative Mass m verwendet, welches sich an der im System voreingestellten Schriftgrösse orientiert. Für den Standardtext wurde eine Grösse von $2m$ festgelegt.

Zur Vergrößerung der Bilder mit herkömmlichen Mitteln wurde eine Lösung mit Hilfe von CSS und Containerelementen realisiert. So passt sich das Containerelement mit dem Bild drin dynamisch der jeweiligen Schriftgrösse an und das Bild lässt sich so bis zum Maximum der Seitenbreite vergrössern. Bei Bedarf könnte auch ein zusätzlicher Link auf dem Bild platziert werden, der zu einem neuen Fenster führt welches nur das jeweilige Bild enthält, welches sich dann da frei vergrössern und verkleinern lässt. Bei der Vergrößerung der Bilder fiel auf, dass die komprimierten

Bitmap-Bilder je nach Browserplattform eine relativ schlechte Qualität aufweisen. Es wäre wünschenswert, wenn zu allen Bildern höher aufgelöste Originale vorhanden wären, damit für diese alternative Darstellung für Sehbehinderte in der Vergrößerung die Details auch besser wahrgenommen werden können. Dafür wurde folgender Code verwendet:

```
<p xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1"
  id="pict_infosystem" style="width:12em;height:10em;">
  
</p>
```

Wie diese Effekte sich ungefähr präsentieren, zeigt Abbildung 7.6. Ein grosses Problem stellen die in Bitmap-Grafiken integrierten Texte mit sehr kleiner Schriftgrösse dar.

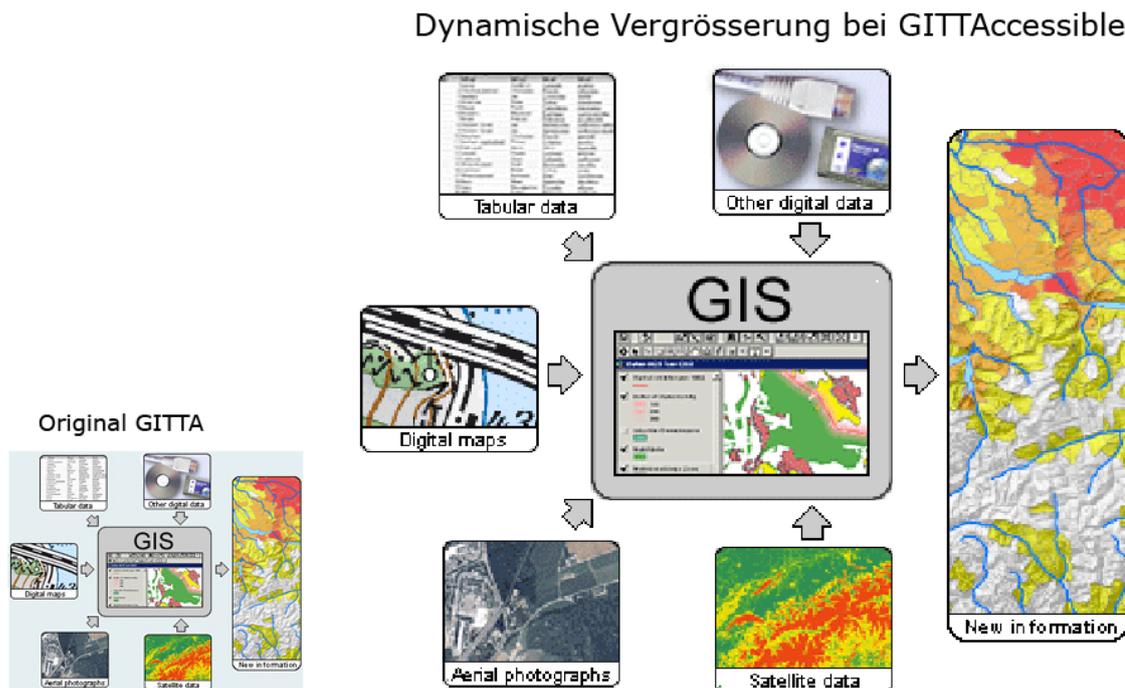


Abb. 7.6.: Vergrösserte Abbildung der Datenquellen eines Informations-Systems

Zusätzlich wurden Alternativinformationen für Bilder erfasst. Dazu wurden die HTML-Attribute des `img`-TAGs `alt`, `title`, `longdesc` verwendet (siehe Code-Fragment oben), und es besteht eine zusätzliche Möglichkeit, einen zusätzlichen D-Link

zu implementieren, welcher auf eine separate HTML-Seite mit der Beschreibung des Bildinhaltes führt.

Die Lektionsnavigation wurde vollständig nach dem eigentlichen Inhalt eingebunden. Zur besseren Orientierung und Übersicht wurde die gesamte Navigation ausgeklappt dargestellt. So bleibt sie über die ganze Lektion hinweg konsistent. Der Benutzer sieht immer alle ihm zur Verfügung stehenden Seiten dieser Lektion. Die Navigation wurde logischerweise korrekt durch eine in HTML nummerierte Liste (TAG `ol`) abgebildet. Die Unterpunkte können leider durch HTML nicht automatisch z. B. als 2.1 nummeriert werden. Aus diesem Grund wurde bei den Unterpunkten die Liste ohne Aufzählungszeichen formatiert und die Nummerierung als Text hinzugefügt. Der Footer der Seite wurde so vereinfacht, dass er nur noch das letzte Änderungsdatum sowie ein Link auf <http://www.elml.ch/> aus kopierrechtlichen Gründen vorhanden ist. Das Copyrightsymbol wurde durch den korrekten ANSI-Code ersetzt.

Nach der fertigen Bearbeitung der ersten Seite konnte eine Liste für das Vorgehen bei der Umwandlung jeder einzelnen Seite erstellt werden. Diese gilt so lange, bis die direkte Umwandlung funktioniert, denn der Weg über die XML-Quelldateien wäre um einiges schneller.

1. Die benötigten Inhalte aus der Seite in der Originalversion rauskopieren, bzw. die nicht benötigten Teile löschen und die Datei unter einem anderen Namen speichern. Diese neue Quelldatei enthält lediglich einen Bruchteil der ganzen Originaldatei! Die einzelnen Abschnitte werden blockweise formatiert.
2. Im Template die Titel anpassen und dann die Inhaltsblöcke hineinkopieren. Diese werden nachbearbeitet, so dass nur reiner, standardkonformer HTML-Code übernommen wird. Die `term` Objekte aus eLML werden als `dfn`-TAGs übersetzt, Aufzählungen konsequent als Listen formatiert.
3. Bei Bildern ist eine aufwändigere Prozedur notwendig. Dabei wird zunächst in den Quellverzeichnissen nachgeschaut, ob eine höher aufgelöste Grafik vorhanden ist, um die Qualität bei der Vergrößerung zu erhöhen. Jedes Bild wird wie bereits oben beschrieben in einen `p`-TAG eingeschlossen, welcher als dynamischer Container funktioniert. Ist dies geschehen, so werden die Attribute `alt`, `title` und `longdesc` erfasst. Zusätzlich wird im Bild verwendeter Text als Caption-Text auf die Seite herausgeschrieben, denn beim Zoomen werden die kleinen Texte in Bitmap-Grafiken praktisch unlesbar. Ein zusätzlicher Aufwand wäre die Entfernung von beschreibendem Text im Bild, dies würde aber eine Nachbearbeitung jedes Bildes mit Photoshop erfordern. Bei diesem Vorgang könnte auch gleich der Kontrast verbessert und die Transparenz bei GIFs entfernt werden. Diese Transparenz stellt ein Problem dar, da bei personalisierten Anzeigeeigenschaften wie speziellen Farben die Grafik unkenntlich werden kann, wenn der Hintergrund gleich einer Farbe in der Grafik selber ist.

- Flash-Inhalte erhöhen den Aufwand und die Komplexität der Umwandlung der Inhalte enorm. Um eine Flash-Animation in HTML einzubinden, wird das `object`-TAG in Kombination mit dem eigentlich veralteten `embed`-TAG verwendet, um die verschiedenen Browserplattformen zu unterstützen. Als erstes müssen einige Attributwerte des `object`-TAGs angepasst werden: Breite und Höhe werden jeweils auf 100% gesetzt, eine eindeutige `id` hinzugefügt; `quality=autohigh` um bei langsamerer Internetverbindung nicht die höchste Grafikqualität mit der grössten Datenmenge zu laden; `scale=aspect` um keine Verzerrungen beim Zoomen zu erhalten; `menu=false` geändert und `play=true` gelöscht. Im `embed`-TAG sind danach die selben Anpassungen nochmals zu machen. Zur `id` hinzu bekommt das `embed`-TAG auch ein Attribut `name`, welches der `id` entspricht und aus Gründen der Kompatibilität beim Zugriff eingefügt wird. Um die Flash-Animation wird ein `p`-TAG als Container gelegt mit den Massen `width=12em` `height=10em`, damit die Flash-Inhalte wie die Bilder dynamisch mit dem Text mitzoomen. Die Angaben in `em` müssen je nach Seitenverhältnis der Flash-Animation individuell angepasst werden. Die Grössen wurden so gewählt, dass bei Standardtextgrösse die Animation gerade bei einer Bildschirmauflösung von 800 mal 600 Pixel im Browserfenster ganz Platz findet.

```
<p xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p1"
  id="ani_zoomingscaling" style="width:12em;max-width:100%;
  height:10em;">
  <object classid="CLSID:D27CDB6E-AE6D-11cf-96B8-444553540000"
    codebase="http://download.macromedia.com/pub/shockwave/_
    cabs/flash/swflash.cab#version=6,0,0,0" width="100%"
    height="100%" id="zoomscale">
    <param name="movie" value="../multimedia/less1_zoom_vs_
    scale.swf"></param>
    <param name="quality" value="autohigh"></param>
    <param name="scale" value="aspect"></param>
    <param name="menu" value="false"></param>

    <embed pluginspage="http://www.macromedia.com/go/_
    getflashplayer" type="application/x-shockwave-flash"
    quality="autohigh" scale="aspect" menu="false"
    src="../multimedia/less1_zoom_vs_scale.swf"
    id="zoomscale" name="zoomscale" width="100%"
    height="100%"></embed>

    <noembed>What is the difference between simple scaling
    and GIS powered zooming? (In the original GITTA-
```

```
Version of this lesson there's an interactive
animation showing some of the differences between
simple scaling and GIS powered zooming.) Simple
scaling is only enlarging the visualisation of the
same data on all scales. In case of GIS powered
zooming, the information is enlarged and the system
displays greater detail of a portion of a geographic
data set. Hence the difference lies in the additional
data that's added on a more detailed level of scale.
</noembed>
</object>
</p>
```

Das Transkribieren der Textinhalte aus den Flash-Animationen ist am aufwändigsten. Es existieren mittlerweile zwar Zugänglichkeitstools, welche diese Inhalte ausgeben können. Diese sind aber noch nicht weit entwickelt und nicht verbreitet. Am schwierigsten wird es bei Flash-Animationen welche Interaktivität beinhalten, z.B. drag and drop oder auch nur schon Multiple Choice Boxen. Es ist individuell bei jeder Flash-Animation zu entscheiden ob diese sich für die jeweilige Benutzergruppe überhaupt eignet oder ob eine Alternativversion erstellt werden muss. Damit in Umgebungen ohne Plug-ins auch ein alternativer Inhalt dargestellt wird, sollte in Ergänzung zum `embed`-TAG auch das `noembed`-TAG verwendet werden. Im vorangegangenen Code-Beispiel ist dies die Textbeschreibung aus der GITTA`Accessible` Variante für Blinde. Das Flash-Quiz wird in der `noembed`-Version durch das JavaScript-Quiz der GITTA`Accessible` Variante für Blinde ersetzt.

5. Als letztes wird die Navigation angepasst (Links next und back, sowie kein aktiver Link auf die aktuelle Seite in der Komplettnavigation). Die vielen verschiedenen Namen der einzelnen Seiten erschweren dabei die Anpassungen zusätzlich. Es wäre wünschenswert, wenn die Benennung der Seiten sich an die Reihenfolge in der Lektion anlehnen würde, bzw. von Lektion zu Lektion hin gleich bleiben würde.

Zur Erarbeitung der Gestaltungskriterien und für die logische Abfolge wurde die gesamte Lektion 'What is GIS?' für die Variante 'stark Sehbehinderte' umgesetzt. Zur Aufbereitung der Texte und ihrer Struktur wurden zusätzliche `div`-TAGs in den Code eingefügt, welche die Struktur der Inhalte besser abbilden und welche auch im Bereich der Anpassungen an verschiedene technische Gegebenheiten Vorteile bringen. Jedes dieser `div`-TAGs besitzt eine eigene `id`, was eine eindeutige Adressierung für Formatierungen oder Funktionalität ermöglicht. So liesse sich beispielsweise das neue Layout für GITTA`Accessible` alleine durch die Entwicklung und Einbindung eines einzigen Stylesheets umsetzen.

```
<!-- Remark: Data --> <div id="remark_data">
  <a name="remark_data"></a>
  <p class="icon" style="width:2em;height:2em;">
    
  </p>
  <p style="font-weight:bold;" class="dontprint">
    The term &quot;data&quot;;
  </p>
  <p>In information systems, the term <b>data</b> is used for
    <i>unprocessed, uninterpreted data</i>. By interpreting data,
    meaningful <b>information</b> can be extracted. However,
    different - even contradicting - information can often be
    extracted from one data source, depending on factors like
    perspective, interest, additional data sources or even culture.
  </p>
</div>
```

Die Sprache der Texte wurde so angepasst, dass die Sätze nicht zu lang sind um besser gelesen und verstanden zu werden. Bei einer grösseren Schriftgrösse ist die Menge Text, welche auf einen Blick im Browserfenster angezeigt werden kann, viel geringer. Damit technisch klar definiert ist, um welche natürliche Sprache es sich beim Seiteninhalt handelt, wurde das Attribut `lang` im `body`-TAG hinzugefügt. Um die einzelnen Inhaltsblöcke besser voneinander zu trennen, wurden horizontale Trennlinien eingefügt und zusätzliche Blocküberschriften erstellt. Zur Verbesserung der logischen Struktur der Dokumente wurden mehrere HTML-TAGs, welche für die logische Auszeichnung von Texten eingeführt wurden, verwendet. So z. B. `<dfn>` welches eine Definition kennzeichnet, oder `<acronym>`, welches Abkürzungen aus den Anfangsbuchstaben von Worten kennzeichnet wie z. B. GIS oder GITTA. Eine vollständige Liste der möglichen TAGs findet sich in der aktualisierten Onlineversion von Münz u. Nefzger (1999).

7.4. Variante für Blinde

Beim Erstellen der Version 'Blinde seit Geburt' wurde im Gegensatz zur stark vergrösserten Schrift der ersten Variante auf kleine Schriftgrösse mit Fliesstext und 80 Zeichen auf einer Zeile gesetzt. Um dies am einfachsten zu erreichen wurden sämtliche Formatierungen der Schriftgrössen im Stylesheet gelöscht. Es ergibt sich ein minimales CSS-Stylesheet für dieses Variante:

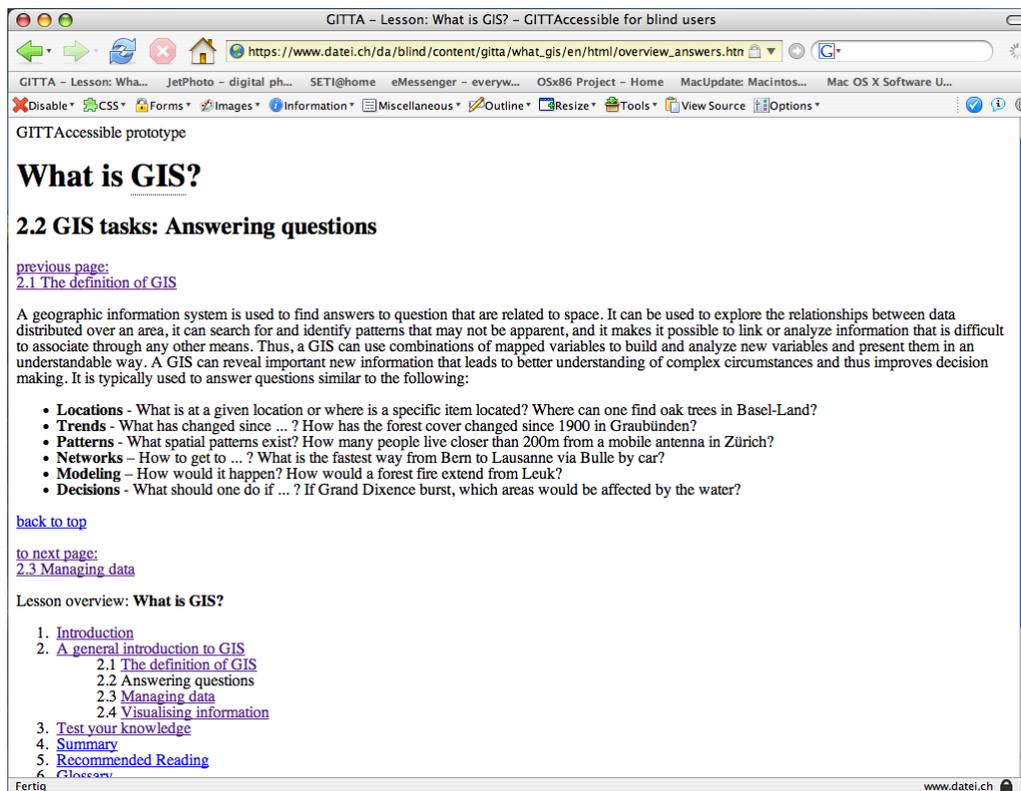


Abb. 7.7.: Screenshot der Version für Blinde

```
img{display:none}
object{display:none}
hr{display:none}
```

Die bereits für die Version der stark Sehbehinderten aufbereiteten Quelldateien können auch in dieser Version verwendet werden. Es ist in erster Linie nur ein Kopieren der Dateien und ein anschliessender Austausch des Stylesheets notwendig. In Spezialfällen wie bei Bildern und Flash-Animationen müssen Zusatzinformationen und Alternativinhalte erfasst werden. Die Version für Blinde seit Geburt benötigt viele zusätzliche und erklärende Alternativinformationen für die Inhalte, welche nur visuell wahrnehmbar sind, wie Bilder, Flash und Quiz. Dafür sind visuelles Layout und die Kontraste absolut egal, es werden nur Textinhalte verwendet, aber mit Beschreibung des Inhaltstyps der Originalinhalte, um den Zusammenhang nicht zu verwischen. Die Originalinhalte wurden in den Dateien belassen und nur via Stylesheet ausgeblendet, indem das Attribut `display` auf `none` gesetzt wurde für die TAGs `img` und `object`. Zusätzlich wurden die für die visuelle Unterteilung und Orientierung benutzten horizontalen Linien mittels `display:none` des `hr`-TAGs via Stylesheet

ausgeblendet. D-Links wurden im Rahmen dieses Prototyps nicht eingesetzt, deren Verwendung aber schon im Quelltext eingebaut.

Grössere Zusatztexte wurden etwa bei den Multimedia-Elementen fällig, wo keine Überschneidung mit dem Textinhalt vor- oder nachher vorhanden war. So z. B. bei der Flash-Animation, welche Unterschiede zwischen Zooming und Scaling aufzeigen sollte. Hier wird auch deutlich, dass die Zugänglichkeit des Inhaltes gleichwohl von seiner didaktischen Struktur abhängig ist. An Stellen, wo die Visualisierung mehr oder weniger den selben Sachverhalt wie der vorausgegangene Text nochmals verdeutlicht, sind praktische keine Alternativinformationen notwendig. Die zusätzlich für diese Variante erstellten Textinhalte wären auch in der Originalversion von GITTA als mögliche Auflösung im Anschluss an die Flash-Animation für Nichtbehinderte hilfreich.

Die wichtigsten Links und Sprungziele wurden nach dem Vorschlag von Hellbusch (2005b) mit sogenannten 'Accesskeys' belegt. Dies ermöglicht den direkten Zugriff auf die einzelnen Sprungziele via Tastatureingabe, ungeachtet wo sich der Benutzer gerade auf der Seite aufhält. Wie Hellbusch (2005b) zur Unabhängigkeit von der Browserplattform empfiehlt, wurden nur die Ziffern 0 bis 9 dafür verwendet. Tabelle 7.1 zeigt den Überblick über die verwendeten Tasten und die dazugehörigen Sprungziele.

ACCESSKEY	ZIEL
Die Zahlen 0 bis 5 zur Navigation auf einer Website:	
0	Startseite der Lektion, index.html
1	Seitenanfang, Sprungmarke #top
2	Nächste Seite, next
3	Vorherige Seite, back
(4)	(Nächste Rubrik)
(5)	(Vorherige Rubrik)
Die Zahlen 6 bis 8 für Übersichten:	
6	Gesamtübersicht, Sitemap, index.html im Grundverzeichnis
7	Inhaltsverzeichnis der aktuellen Seite, Navigation unten auf der Seite
8	Direkt zum Inhalt der aktuellen Seite, unterhalb Titeln
Für die Zahl 9 bleibt der Kontakt/Impressum/AGB/Disclaimer:	
9	Hilfeseite mit Kontakt und Glossar, sowie weiteren Angaben zum Kurs

Tab. 7.1.: Tabelle der Accesskeys

Die grösste Herausforderung stellte die Form und Steuerung des Quiz mit 11 Multiple-Choice-Fragen dar. Die Fragen sollten dem Blinden zunächst vorgelesen werden und im Anschluss an jede Frage gleich die Möglichkeit zur Antwort mit einem Tastendruck bestehen. Es wurde eine JavaScript-basierte Variante entwickelt, welche punkto Zugänglichkeit vielleicht nicht alle Anforderungen erfüllt, dafür aber einfach gelöst ist und JavaScript in einer minimalen Version für den Prototypen vorausgesetzt wird. Der Blinde startet durch den Link 'Start the test' das Quiz. Zunächst wird ihm das Hinweisfenster aus Abbildung 7.8 präsentiert, in welchem erklärt wird, dass gleich 11 Fragen folgen, die er jeweils mit 'y' oder 'n' beantworten soll.

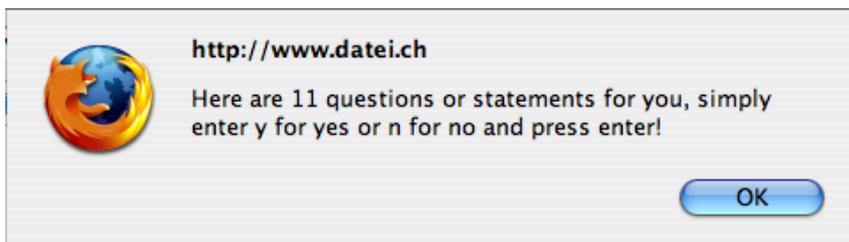


Abb. 7.8.: Hinweisfenster beim Starten des Quiz

Danach erscheint eine Frage nach der anderen als Eingabefenster (prompt), wie in Abbildung 7.9 zu sehen, mit einem Eingabefeld für die Antwort. Vertippt sich der Benutzer oder gibt er keine gültige oder eine leere Antwort ein, so wiederholt das System die Frage so lange, bis der Benutzer eine gültige Eingabe macht, oder aber mittels des Button 'Abbrechen' das Quiz abbricht. In diesem Falle findet aber keine Auswertung der bereits beantworteten Fragen statt. Dies ist nur in der Prototyp-Version so, bei einer überarbeiteten Umsetzung wäre es selbstverständlich möglich, auch nur die bereits beantworteten Fragen auszuwerten. Hat der Benutzer alle Fragen beantwortet, so präsentiert ihm das System das Hinweisfenster in Abbildung 7.10 mit der Anzahl korrekt beantworteten Fragen.



Abb. 7.9.: Eingabefenster mit Frage und Antwortfeld

Im Anschluss wird zu jeder Frage aufgelöst, ob sie korrekt beantwortet wurde, was die korrekte Lösung ist und in einer kurzen Begründung weshalb dem so ist. Dies

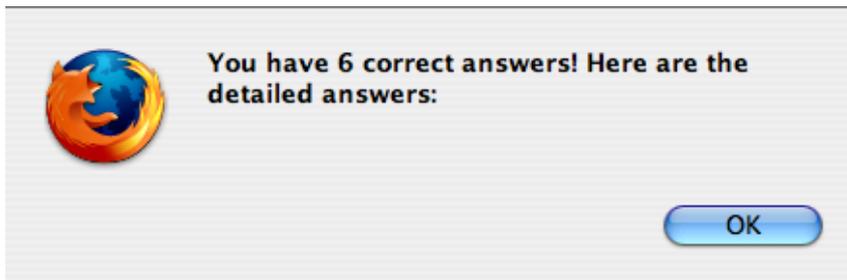


Abb. 7.10.: Hinweisfenster mit Angabe der Anzahl richtig beantworteter Fragen

wird wiederum in Form eines JavaScript-Hinweisfensters wie in Abbildung 7.11 dem Benutzer präsentiert.

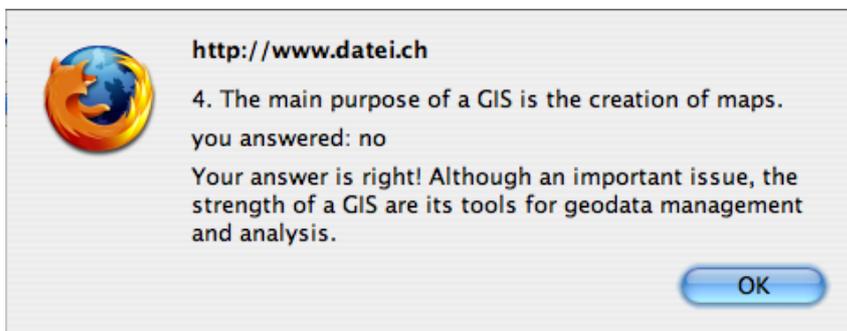


Abb. 7.11.: Hinweisfenster mit Frage, Antwort und Begründung zu jeder Frage

Der anschliessende Test mit Internet Explorer 6 auf Windows 98 mit dem Screenreader JAWS 6.20.79 erwies sich als erfolgreich. So wurde keine alternative Version des Quiz erstellt. Eine dieser weiteren Möglichkeiten wäre ein Formular auf der Seite, in dem der Benutzer pro Frage in ein Feld 'y' für yes und 'n' für no eintragen könnte und am Schluss auf Knopfdruck eine Auswertung der Fragen erhält. Zur besseren Kompatibilität und Zugänglichkeit wäre es ratsam, einen solchen Test als dynamische Serveranwendung umzusetzen. Die Fragen sowie die richtigen Antworten und Erklärungen würden zentral in einer Datenbank abgelegt und nicht wie in der Originalversion in der Flash-Animation integriert. Eine serverseitige Lösung hätte zudem den Vorteil der möglichen Auswertung durch die Tutoren oder Kursersteller für die Ermittlung des Schwierigkeitsgrades und des Wissensstandes der Benutzer.

Im grossen Ganzen verlief die Umsetzung der zweiten Variante trotz schwierigeren Voraussetzungen z. B. beim Quiz viel weniger zeitintensiv, da die vorgearbeiteten Quellen die nötige Struktur und Standardkonformität bereits aufwiesen, im Unterschied zum GITTA-Original.

7.5. Umfang und Aufwand

Bei der Umsetzung von GITTA^{accessible} wurde die komplette Lektion 'What is GIS?' aus GITTA in beiden Varianten ausgearbeitet. In der Originalversion von GITTA entspricht dies 11 HTML-Seiten. Beide Varianten von GITTA^{accessible} umfassen schlussendlich jeweils 23 HTML-Seiten. Die 12 neu erstellten Seiten enthalten jeweils die zusätzlichen Alternativtexte für die Bilder und sind über das `longdesc`-Attribut, sowie über D-Links in die Lektion eingebunden. Die Textmenge auf den einzelnen Seiten ist sehr unterschiedlich. Global lässt sich aber sagen dass die Menge Text auf den Seiten der Lektion 'What is GIS?' kein zusätzliches Zugänglichkeitsproblem darstellen. Die neu hinzugefügten Alternativtexte wurden bewusst kurz gehalten, um die Textmenge damit nicht stark zu vergrössern. Es wurden für 12 Bilder Alternativtexte erfasst und sowohl in den HTML-Seiten der Lektion direkt integriert, wie auch in den zusätzlichen HTML-Seiten statisch abgelegt. Die Erstellung dieser Alternativtexte und der zusätzlichen Seiten nahm ca. 4h in Anspruch, war doch erst eine Vorgehensweise bei der Beschreibung der Bilder festzulegen. Bilder waren keine zusätzlichen zu erstellen, denn es waren für die Lektion 'What is GIS?' keine Bilderquellen in besserer Qualität verfügbar. Deshalb wurde nur die technische Variante der dynamischen Bildvergrösserung gekoppelt an die Vergrösserung des Schriftgrades im Browser entwickelt. Die Entwicklung und die Tests in verschiedenen Browsern dauerte ca. 4h.

Wie in diesem Kapitel beschrieben, war zuerst die Umwandlung des Quellcodes der HTML-Seiten von GITTA in eine saubere logische Form notwendig. Dies nahm am meisten Zeit in Anspruch und dauerte insgesamt ca. einen Arbeitstag. Die Anpassung des Layouts mittels CSS dauerte ca. 2h bei der Variante für Sehbehinderte und ca. 10min bei der Variante für Blinde, wobei an der Struktur des Quellcodes keine weiteren Änderungen notwendig waren, was sehr viel Zeit einsparen liess!

In der Variante für Blinde wurden zwei Flash-Animationen durch Text ersetzt. Im ersten Fall der Demonstration über den Unterschied zwischen Zooming und Scaling war dies, abgesehen vom Schwierigkeitsgrad für das Verständnis der Blinden, nicht gross problematisch. Beschrieben wurde möglichst einfach und Schritt für Schritt was man durch die Animation gezeigt bekommt. Schade ist, dass diese Beschreibung in Textform nicht schon in der Originalversion von GITTA enthalten ist, denn sie würde sicherstellen dass die Lernenden richtig verstehen was mit der Flash-Animation gezeigt werden soll. Am meisten Zeit benötigte hierbei die korrekte und zu den meisten Browsern kompatible Kombination von `object`-, `embed`- und `noembed`-TAG. Da dies ein Gebiet ohne verlässliche Standards ist, war im ganzen für die lediglich zwei Flash-Animationen ein Aufwand von ca. einem Arbeitstag notwendig. Das grössere Problem stellte das Quiz in Flash zur Selbstkontrolle durch die Lernenden dar. Dieses Quiz war für die Blinden wegen den mit der Maus anzuklickenden Buttons nicht

zugänglich. So wurde mit einem einmalig verhältnismässig hohen Aufwand (ca. 4h) die alternative Lösung mit JavaScript entwickelt und getestet. Für weitere Umsetzungen solcher Quiz könnte nun aber die vorhandene Vorlage benutzt werden, und so ein Quiz mit relativ geringem Zeitaufwand alternativ umgesetzt werden.

Der totale Aufwand für die Umsetzung von GITTA_{accessible} betrug damit schätzungsweise eine Arbeitswoche, Konzeption und Einrichten der Entwicklungsumgebung ausgenommen.

8. Zugänglichkeit von GITTAcessible

Die hier präsentierten Resultate basieren auf der Version von GITTA vom 06.07.2005. Bei der Weiterentwicklung von GITTA nach eLML wurden viele der hier beschriebenen Fehler und Probleme bereits behoben. Weitere Informationen zu eLML finden sich bei eLML (2005).

8.1. Inhaltsauswahl für den Zugänglichkeitstest von GITTAcessible

Es gilt, interessante Inhaltsbereiche auszuwählen. Als interessant gelten verschiedene Inhaltstypen mit unterschiedlichen Interaktivitätsgrad und unterschiedliche Qualität der Inhalte. Die Auswahl wurde in Voraussicht auf die Zugänglichkeit und anhand der Testresultate getroffen. Mirabella u. a. (2004) schlagen in ihrem Paper „Accessible e-learning material: A no-frills avenue for didactical experts“ eine Kategorisierung der Inhalte nach Inhaltstypen vor, sowie die Unterscheidung der Benutzer nach Behinderungskategorien. Die Auswahl der Inhaltstypen geschah auf Grund der von IEEE Learning Technology Standards Committee, IMS Global Learning Consortium, ADL Initiative, in ihren Standards vorgeschlagenen Kategorien von Lernobjekten oder Lerninhalten und ihrer Interpretation in Guidelines durch CanCore und dem CPB/WGBH National Center for Accessible Media. Dabei bleiben zum Schluss nur jene Inhaltstypen relevant, welche für die betreffende Behinderungskategorie wegen ihrer Gestalt oder ihrem Inhalt potenziell problematisch sind.

Ausgewählt wurde zum Schluss nur die Lektion 'What is GIS?', da diese Lektion viele der verschiedenen Inhaltstypen enthält und weil sie sich als einführende, kompakte und kurze Lektion geradezu dafür anbietet. Aus didaktischen Gründen ist es nicht sinnvoll, nur einzelne Beispiele aus den Seiten zugänglich zu machen. Bei der Wahl der technischen Umsetzung des Prototyps in Form von statischen HTML-Seiten wird bewusst auf eine grössere Anzahl von Seiten im Prototyp verzichtet, da diese nur zu Testzwecken weiter verwendet werden können. Weitere Inhalte können jeder Zeit anhand der Anleitung im Kapitel 7.3 angepasst werden. Von diesem Vorgehen ist aber abzuraten, liefert es doch zum Schluss nach grossem Aufwand in Handarbeit lediglich HTML-Dokumente, ohne jegliche dynamische Funktionen auf dem Webserver. Viel sinnvoller wäre die dynamische XML-Transformation durch den Server in Echtzeit, sowie die Formatierung der Darstellung mittels CSS auf dem

Client anhand des Geräteprofils. Bis auf die Erfassung der Alternativinformationen für Multimedia-Inhaltstypen wie Bilder oder Flash-Animationen liesse sich der gesamte Vorgang der Bereitstellung der Kursinhalte durch die Wahl der geeigneten Technologien automatisieren.

Die Zugänglichkeitstests des Prototyps GITTAaccessible werden analog der Tests von GITTA durchgeführt, um die Resultate vergleichen zu können. Ziel dieses Tests ist es, aufzeigen zu können, dass der GITTAaccessible-Prototyp zugänglicher ist als die Originalversion von GITTA und in welchen Punkten spezielle Vorkehrungen zum Erfolg führten. Dies bedeutet auch, dass die Inhaltstypen zugänglich gemacht wurden, welche zuvor nicht für Sehbehinderte oder Blinde zugänglich waren. Dies lässt sich nicht alleine durch automatische Werkzeuge überprüfen, kann aber von einem Tester erkannt werden. Im Rahmen dieser Arbeit werden diese Tests nur durch den Autor selbst durchgeführt.

8.2. Auswertung des Tests von GITTAaccessible

Es wurden im Rahmen der Entwicklung und dieser Tests beide Varianten von GITTAaccessible mehrmals getestet. Da die beiden Varianten des Prototyps aber auf technischer Ebene wegen ihrer logischen und nicht visuell orientierten Struktur praktisch identisch sind, lassen sich mit den automatischen Testverfahren sowieso keine Unterschiede feststellen. Die einzige Ausnahme stellt das JavaScript-Quiz in der Version für die Blinden dar. Weitere Unterschiede müssten in einem manuell durchgeführten Testverfahren untersucht werden.

8.2.1. Validität des GITTAaccessible-Codes nach Standards des W3C

Die Prüfung der Validität des Quellcodes nach Standards des W3C ergab zunächst schon auf der ersten Seite 32 Fehler, vor allem Schreib- und Syntaxfehler. Bis zum Schluss der Tests konnte die Fehlerzahl auf neun reduziert werden. Unter den verbleibenden Verfehlungen des XHTML-Standards befinden sich das `element`-TAG für die browserplattformübergreifende Komptibilität. Die restlichen Fehler beziehen sich ausschliesslich auf das neue XHTML-Dateiformat von eLML, welches XML-Namespace-Deklarationen verwendet, um die Standards von IMS Content Packaging zu implementieren. Diese XML-Namespace werden aber vom W3C-Validator nicht erkannt. Siehe dazu auch Abbildung 8.1.

Bei der Erstellung der Navigationslisten unten auf der Seite wurde ebenfalls die XHTML-Spezifikation verletzt, denn die Verschachtelung der Listen war so codiert, dass sich die zweite, verschachtelte Liste nicht innerhalb eines Listenpunktes der übergeordneten befand. Ebenso durfte ein Blockelement wie die folgende Liste nicht

8. Zugänglichkeit von GITTAaccessible

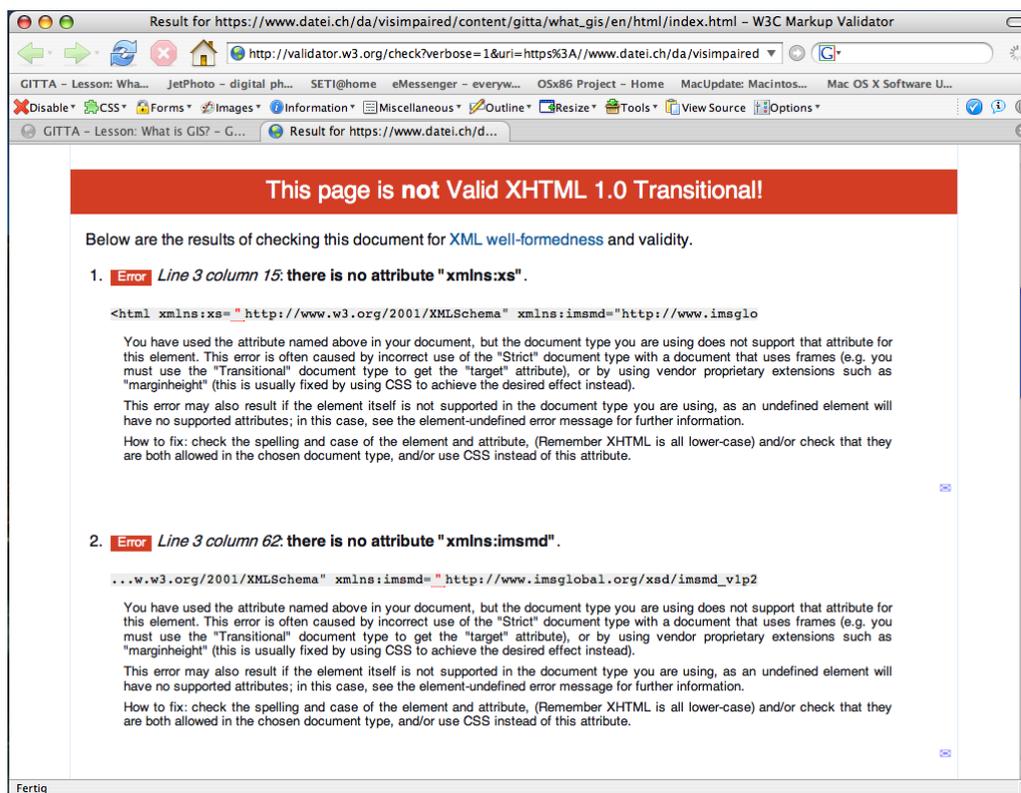


Abb. 8.1.: Report der XHTML-Validierung des GITTAaccessible Prototypen

in einem anderen übergeordneten p-TAG verwendet werden. Als Konsequenz wurde die Liste ohne umschliessendes p-TAG in den Seitenablauf integriert. Im folgenden Codelisting sind die verschachtelten Listen in ihrer Schlussfassung zu sehen:

```
<ol class="dontprint">
  <li><a href="index.html" accesskey="0"></a>Introduction</li>
  <li><a href="unit_overview.html" accesskey="2">A general
    introduction to <acronym>GIS</acronym></a>
    <ul style="list-style: none;">
      <li>2.1 <a href="unit_overview.html" accesskey="2">
        The definition of <acronym>GIS</acronym></a></li>
      <li>2.2 <a href="overview_answers.html">Answering
        questions</a></li>
      <li>2.3 <a href="overview_data.html">Managing
        data</a></li>
      <li>2.4 <a href="overview_visual.html">Visualising
        information</a></li>
    </ul>
  </li>
</ol>
```

```
</li>
<li><a href="what_gis_selfAssessment1.html">Test your
  knowledge</a></li>
<li><a href="what_gis_summary.html">Summary</a></li>
<li><a href="what_gis_furtherReading.html">Recommended
  Reading</a></li>
<li><a href="what_gis_glossary.html">Glossary</a></li>
<li><a href="what_gis_bibliography.html">Resources/
  Literature</a></li>
</ol>
```

Welche Konsequenzen diese Verschachtelung bei der Darstellung auf den verschiedenen Browserplattformen mit sich bringt, ist im nächsten Unterkapitel beschrieben. Ansonsten ist GITTA_{accessible} W3C XHTML konform, dies auch dank seines sauberen und gut strukturierten Inhalts, bzw. Aufbaus der Quelldatei.

8.2.2. Browserplattform-Test von GITTA_{accessible}

Entwickelt wurden die beiden Varianten des GITTA_{accessible} Prototyps mit Hilfe von Mozilla Firefox auf Mac OS X. Deshalb ergeben sich auf dieser Browserplattform keine erwähnenswerten Probleme, ausser der erwähnten Darstellung der verschachtelten Liste für die Navigation. Damit die Listenpunkte der verschachtelten Liste nicht 4em gross dargestellt werden, sind im `accessimpair.css` Stylesheet für die Version der stark Sehbehinderten 4 zusätzliche Elemente eingefügt. Die Verschachtelung `ul li ul li` wird damit auch berücksichtigt und diese Listenpunkte auf 1em gesetzt, damit $2 * 1 = 2$ em wieder die selbe Grösse ergibt wie bei den äusseren Listenpunkten. Diese Probleme der relativen Grössenangaben ergeben sich in den verschiedenen Browserplattformen unterschiedlich. Dies hängt ganz speziell von der browserinternen Implementierung der CSS-Spezifikationen ab. Ein Beispiel hierfür ist Opera, welcher in der Version 7.54 die verschachtelten Inhalte genau so darstellt wie alle anderen Browser. Abbildung 8.2 zeigt einen Screenshot davon. In der neusten Version 8.51 ist es aber wieder vorbei mit der Idylle, wie Abbildung 8.3 zeigt.

Welche Interpretation bei der Vererbung von Schriftgrössen ist nun aber die Richtige? Die Vererbung von Eigenschaften ist in CSS die wichtigste Möglichkeit, um schlanke Formatierungsvorgaben zu schreiben. Leider werden diese Eigenschaften durch die Browser unterschiedlich interpretiert, bzw. weiter vererbt. Die CSS-Spezifikationen definieren die Vererbung von Eigenschaften verschachtelter Seitenelemente nicht ganz eindeutig. Es steht nur dass die kalkulierten Werte weiter vererbt werden, aber nicht über wie viele Elemente. Wiedow (2004) schreibt darüber:

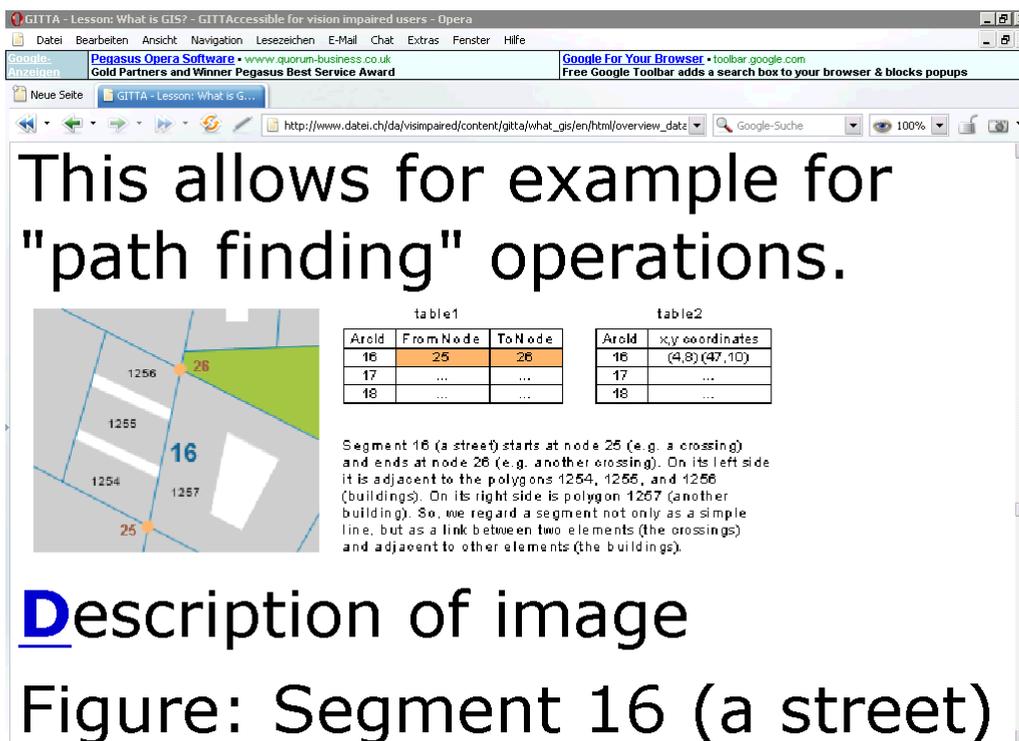


Abb. 8.2.: Interpretation von verschachtelten CSS-Angaben durch Opera 7.54

„Die Eigenschaft für die Schriftgröße (Font-size) wird nicht direkt vererbt. Es wird nur der kalkulierte Wert vererbt. Das ist nicht offensichtlich, wenn man absolute Werte wie 14px benutzt. Hier wird immer der Wert 14px vererbt. Benutzt man aber relative Werte wie 0.8em oder 80%, kommt man schnell ins Trudeln. Denn für jede Verschachtelungstiefe der Elemente wird jeweils nur der Faktor weiter gegeben. Also von Div zu Div im obigen Beispiel wird also $80\% \times 80\% = 64\%$ vererbt. Die Schrift wird also immer kleiner. Wenn man das erste Mal auf dieses Problem stößt, kann man nicht so ohne weiteres den Grund für dieses Verhalten erkennen. Falls Sie einem Div eine relative Schriftgröße zuweisen, wird diese Schriftgröße nur den direkten Kinderlementen (children) vererbt. Weiter verzweigte Abkömmlinge bleiben von der Zuweisung unberührt.“

Um sich im Rahmen dieser Arbeit nicht mit diesen Widrigkeiten auseinander setzen zu müssen, hat der Autor Opera vorerst von der Liste der unterstützten Browserplattformen für die Version der stark Sehbehinderten ausgeschlossen. So lange die Spezifikation von CSS die Frage der Vererbung nicht schlüssig regelt, macht es keinen Sinn irgendwelche Workarounds zu suchen.

Grösste Unterschiede ergaben sich im Bereich der Bilder, welche wie in Kapitel 7.3 beschrieben, sich dynamisch mit dem Text vergrössern lassen. In der ursprünglichen

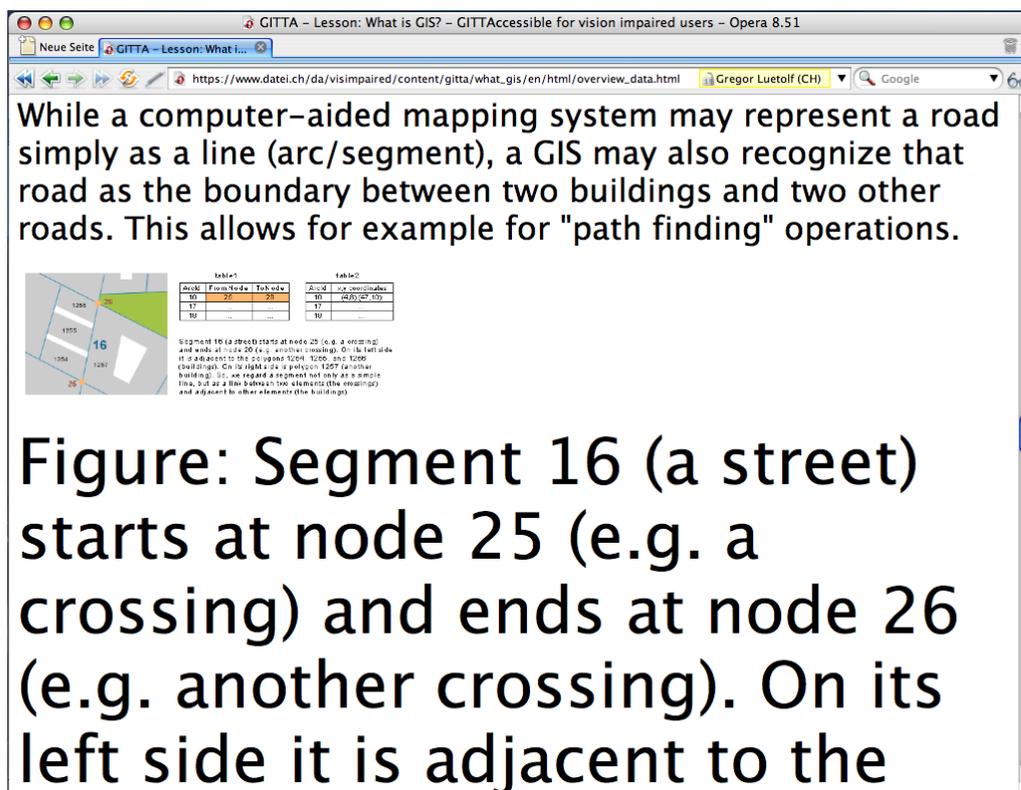


Abb. 8.3.: Interpretation von verschachtelten CSS-Angaben durch Opera 8.51

Version ohne Angabe der Höhe wurden die Bilder unter Internet Explorer auf Windows überhaupt nicht angezeigt. Dies führte dazu, dass bei allen Bildern die Höhe analog der Breite mit 100% angegeben werden musste. Dies führte als Folgeproblem in Safari auf Mac OS X zur Verzerrung der Bilder, da Safari 100% Höhe des Browserfensters eingesetzt hat.

Entsprechend dem Seitenverhältnis der Bilder wurden die Angaben zur Höhe der umgebenden p-TAGs in em berechnet und von Hand nachgetragen. Gleichzeitig wurde die zuvor verwendete maximale Größe für die Bilder entfernt, welche mit der Breite des Browserfensters angegeben war. Bei dieser manuellen Arbeit wurde erst richtig sichtbar, dass in GITTA praktisch jede Grafik eine unterschiedliche Größe hat. Es wäre wünschenswert, wenn einige Bildergrößen definiert würden, welche danach beim Erstellen einer Lektion für GITTA einzuhalten sind. Dies würde den Aufwand der manuellen Bearbeitung erheblich reduzieren und auch die Darstellung vereinheitlichen. Die genauere Betrachtung der Bildvergrößerungen auf den unterschiedlichen Browserplattformen zeigte eindrücklich, dass Safari auf Mac OS X die beste Bildverbesserung beim Rendering der vergrößerten Bilder aufweist. Grafiken, die im Internet Explorer oder Mozilla Firefox auf Windows oder Mac vergrößert

wurden, sind viel pixeliger und härter, dafür aber auch schärfer. Beim Smoothing von Safari geht viel von der Schärfe verloren. Dies kann unter Umständen dazu führen, dass die Grafik in einer gewissen Vergrößerung schlechter wahrnehmbar ist.

Erneut stellt die Einbindung von Multimedia-Inhalten wie Flash-Animationen ein grosses Problem dar, da nur eine geschickte Kombination der TAGs `object` und `embed` von allen Browserplattformen unterstützt wird. Hier würde ein eindeutiges und durch den Server verarbeitetes Geräteprofil gute Dienste leisten, denn dann könnte nur der jeweils relevante TAG auf dem Server dynamisch eingebunden werden. In der XHTML-Spezifikation ist `embed` nun definitiv nicht mehr vorhanden und das führt zu einem Widerspruch zwischen den Webstandards und den Browserplattformen, ausgenommen Internet Explorer auf Windows. Damit sich die Flash-Animationen auch dynamisch mit dem Text vergrössern lassen, wurde die selbe Lösung mit dem `p`-TAG verwendet. Als wichtig erwiesen sich dabei die in 7.3 beschriebenen Anpassungen der beiden TAGs, allen voran die Verwendung von `scale="aspect"`.

8.2.3. Funktionalität von GITTA`Accessible`

Beim ersten Test mit WebXACT erstaunte ziemlich, dass für die erste Seite von 'What is GIS?' 4 Fehler ausgegeben werden, 1 WAI A, 2 WAI AA und 1 WAI AAA, siehe Abbildung 8.4. Dies trotz spezieller Beachtung der verschiedenen Empfehlungen für die Zugänglichkeit. Wie ist das zu verstehen?

Der Fehler auf der ersten Stufe WAI A ist auf ein neu eingefügtes `longdesc`-Attribut im `img`-TAG zurückzuführen, welcher nach WAI einen zusätzlichen D-Link mit der selben oder einer detaillierteren Beschreibung der Grafik erfordert. Dies deshalb, weil die Browser das `longdesc`-Attribut noch nicht unterstützen. In GITTA`Accessible` ist die Bildunterschrift dazu 'Figure: The combination of different information sources to an information system.' logisch nicht direkt der Grafik zugewiesen und deshalb kann WebXACT dies auch nicht erkennen. Damit keine Zweifel über die Zugänglichkeit aufkommen, wurde für jede Grafik in der Variante für stark Sehbehinderte von GITTA`Accessible` der D-Link aktiviert. Diese Links waren schon in der ersten Version integriert, allerdings wie in dieser Arbeit schon beschrieben auskommentiert. Als Beschreibung konnten die alternativen Texte aus der Variante Blinde von GITTA`Accessible` verwendet werden. In der Variante für Blinde sind diese Texte anstelle der Grafiken als Alternativinhalte eingefügt. Somit erfüllt GITTA`Accessible` schon mal Stufe 1 der WAI, also A.

Der erste Fehler der Stufe WAI AA betrifft die Abfolge der `h1`- bis `h6`-TAGs. In der Originalversion von GITTA sind diese Überschriften wohl aus grafischen und nicht aus logischen Gründen verwendet worden, oder aber es wurde nicht darauf

8. Zugänglichkeit von GITTAaccessible

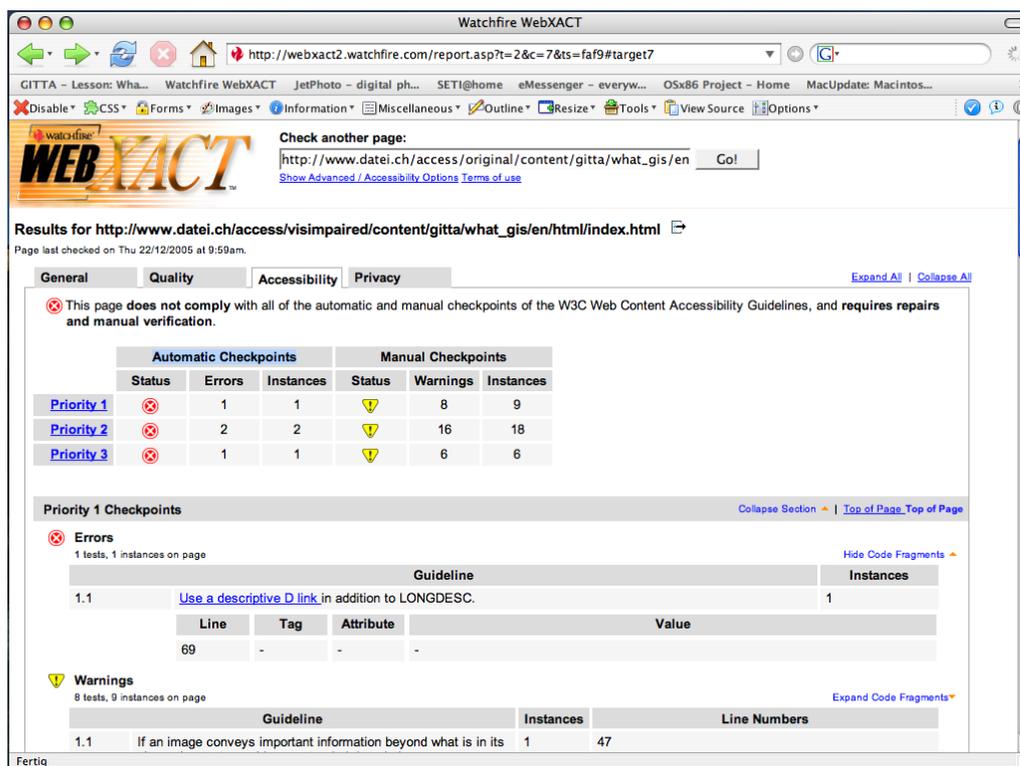


Abb. 8.4.: Zugänglichkeitstest der ersten Seite von 'what is GIS?' durch WebXACT

geachtet, dass logisch auf ein h2-TAG nicht sofort ein h4-TAG folgen sollte. Dies wurde in GITTAaccessible nach dem ersten Test angepasst und der h4- in ein h3-TAG umgewandelt. Auch dieser Fehler war leicht zu beheben. Der zweite Fehler bezog sich berechtigter Weise auf einen leeren Link in der Navigation, der aus reiner Gewohnheit im Code belassen wurde. Er verweist jeweils auf die aktuell angezeigte Seite und wurde visuell deaktiviert durch das Schliessen des a-TAGs vor dem Beschreibungstext `Introduction` Dies ermöglichte eine schnellere Bearbeitung der weiteren Seiten in der Lektion und wurde nur angewendet, weil die Seiten mit statisch integrierter Navigation auf dem Server abgelegt werden. Hier wäre die Verwendung eines LCMS (Learning Content Management Systems) zur dynamischen Linkverwaltung und Linkgenerierung von grossem Vorteil. In der Folge wurde dieser Link aus dem Quellcode entfernt, um garantiert auch nichtvisuell deaktiviert zu sein. Somit erreicht GITTAaccessible WAI AA Konformität.

Der Fehler auf der Stufe AAA von WAI ist auf ein Missverständnis zurückzuführen. Die Angabe der primären natürlichen Sprache der Seiten wurde über das lang-Attribut zwar spezifiziert, allerdings im body-TAG und nicht im html-TAG wie das von WebXACT vorgeschlagen wird. Einleuchtend ist die Verwendung im html-

8. Zugänglichkeit von GITTAcessible

TAG, da es sich dabei doch um das root-Element jeder Seite handelt. Mit dieser letzten Anpassung erreicht GITTAcessible WAI AAA Konformität wie Abbildung 8.5 beweist, falls die verbleibenden Warnungen von WebXACT bei der manuellen Überprüfung keine Probleme darstellen. Abbildung B.6 im Anhang zeigt den vollständigen WebXACT-Report für die erste Seite der Lektion 'What is GIS?' aus GITTAcessible.

Check another page:
http://www.datei.ch/access/visimpaired/content/gitta/what_gis/en/html/index.html Go!

Results for http://www.datei.ch/access/visimpaired/content/gitta/what_gis/en/html/index.html
Page last checked on Thu 22/12/2005 at 12:02am.

General Quality Accessibility Privacy [Expand All](#) | [Collapse All](#)

⚠ This page **complies** with all of the automatic checkpoints of the W3C Web Content Accessibility Guidelines. However, it **does not comply** with all of the manual checkpoints, and **requires manual verification**.

	Automatic Checkpoints			Manual Checkpoints		
	Status	Errors	Instances	Status	Warnings	Instances
Priority 1	✓	0	0	⚠	9	10
Priority 2	✓	0	0	⚠	16	19
Priority 3	✓	0	0	⚠	6	6

Priority 1 Checkpoints [Collapse Section](#) | [Top of Page](#), [Top of Page](#)

⚠ Warnings
9 tests, 10 instances on page [Expand Code Fragments](#)

	Guideline	Instances	Line Numbers
1.1	If an image conveys important information beyond what is in its alternative text, provide an extended description .	1	47
2.1	If you use color to convey information, make sure the information is also represented another way .	2	47, 69
4.1	Identify any changes in the document's language .		
6.1	If style sheets are ignored or unsupported, ensure that pages are still readable and usable .		
6.3	Provide alternative content for each SCRIPT that conveys information or functionality .		

Abb. 8.5.: WAI AAA Konformität der ersten Seite von 'What is GIS?' nach WebXACT.

Die erste Warnung auf der Stufe WAI A bezieht sich auf den Checkpunkt 1.1 der WAI, wonach für jedes Bild, welches mehr wichtige Informationen als sein alt-Attribut enthält, eine zusätzliche Beschreibung angeboten werden soll. Die Warnung wurde wegen dem Remark-Icon ausgesprochen, welches nicht mit einem longdesc-Attribut versehen wurde, da es keine weitere signifikante Information enthält. Die Warnung zum Checkpunkt 2.1 bezieht sich auch auf die Bilder und die darin verwendete Farbinformation. Nach gründlicher Überprüfung der Bilder in GITTAcessible wurde diese Warnung zumindest im Fall der Abbildung 8.6 als relevant eingestuft, wie die Vergleichsgrafik 8.7 mit reduzierter Sättigung ('Desaturate' in Photoshop) verdeutlicht. Hier ist eine Sensibilisierung der Autoren von Lektionen in E-Learning-Kursen die einzige Möglichkeit, solche Zugänglichkeitsprobleme zu verhindern. Im hier gezeigten Beispiel liesse sich dieses Problem durch die Verwendung von verschie-

denen Symbolen wie z. B. Köpfe oder Personen für die Benutzer, und des bekannten Symbols des Zylinders für die Datenbanken, einfach aus der Welt schaffen.

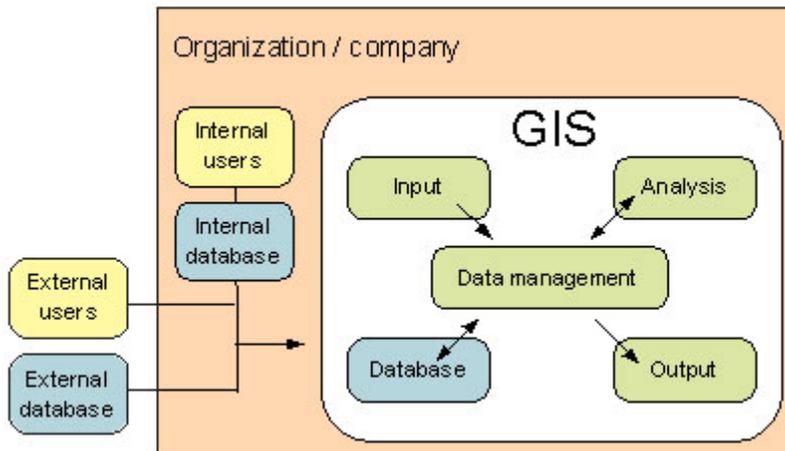


Abb. 8.6.: Information wird durch Farbe und nicht durch Form vermittelt.

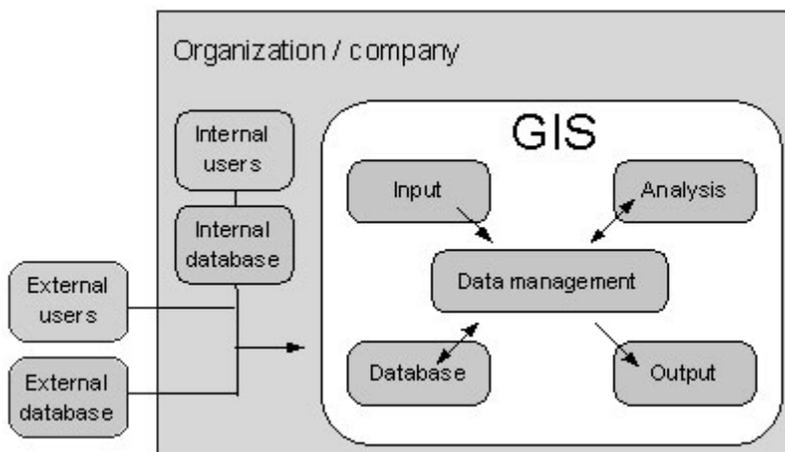


Abb. 8.7.: Die selbe Grafik nach der Entsättigung durch Photoshop zeigt die Probleme, wenn die Farbe als einzige Unterscheidung bei der Gestaltung eingesetzt wird.

Die nächste Warnung nach WAI-Checkpunkt 6.3 gilt der JavaScript-Funktionalität, welche in GITTAcessible nicht verwendet wird, welche aber durch einen im Kopf der Seite belassenen Link aus einer externen Datei hinzugeladen wird. Zur Sicherstellung dieses Checkpunktes wurde dieser Link aus GITTAcessible entfernt. Damit wird auch bei den Warnungen WAI A erreicht.

WAI-Checkpunkt 2.2 befasst sich mit dem Kontrast der Grafiken, konkret mit dem Kontrast zwischen Hinter- und Vordergrundfarben. Bei den meisten Grafiken kann

hier kein Mangel festgestellt werden, einzig bei den Symbolen wie dem 'Remark'-Symbol wurden die Kontraste wie im GITTA-Layout zu wenig deutlich gewählt. Checkpunkt 7.2 kann schnell abgehandelt werden, denn es werden keine schnell flackernden oder blitzende Animationen verwendet. Nach Checkpunkt 10.1 soll der Benutzer vor dem Anwählen eines Links darüber informiert werden, dass sich damit das aktive Fenster ändert. Dies trifft auf den Copyright-Link zu eLML in der Fusszeile von GITTA_{accessible} zu und die möglichen Lösungen dieses potenziellen Problems sind die Entfernung des Links, das Öffnen des Links im selben Browserfenster oder aber die Kennzeichnung des Links. Die Entscheidung fiel auf die Kennzeichnung des Links durch den voran gestellten Text 'External link:' um den Copyright-Hinweis zu erhalten und den an GITTA und eLML interessierten Benutzern den Besuch dieser Website direkt zu ermöglichen. Die restlichen Checkpunkte der Stufen AA und AAA wurden durch den Autor dieser Arbeit als erfüllt eingestuft; es gab auch keine weiteren Warnungen durch WebXACT in diesen Bereichen. Somit kann GITTA_{accessible} im Rahmen dieser Tests die Konformität zu WAI AAA nicht abgesprochen werden.



Abb. 8.8.: Logo der WCAG 1.0 AAA Konformität

Einziger Vorbehalt bleibt das JavaScript-Quiz, welches für die Variante 'Blinde seit Geburt' im Rahmen dieser Arbeit entwickelt wurde. Bei ausgeschaltetem JavaScript auf dem Client stehen aber in diesem Fall überhaupt keine Funktionalitäten zur Interaktion mit dem Benutzer zur Verfügung, ausser den Formularfeldern. Die Auswertung der durch den Benutzer eingegebenen Antworten würde eine Kommunikation mit dem Server und die Auswertung und Generierung der Antworten durch den Server bedingen. Wie bereits erwähnt, steht im Falle des GITTA_{accessible} Prototyps keinerlei serverseitige Funktionalität zur Verfügung. Da JavaScript die einzige Möglichkeit zur clientseitigen in HTML integrierten Funktionalität ist, wurde das Quiz damit umgesetzt. JavaScript selber gilt aber als potentielle Fehlerquelle für die Zugänglichkeit, nämlich dann, wenn die Ausführung von JavaScript auf der Clientplattform nicht verfügbar oder deaktiviert ist. Um eine möglichst gute Zugänglichkeit der Funktionalität anbieten zu können, müssen solche Funktionalitäten auf dem Server bereitgestellt werden, denn da besteht die Kontrolle durch die Programmierer und Autoren über die verfügbaren Technologien.

8.3. Vergleich der Tests von GITTA und GITTA_{Accessible}

Der Vergleich der Testresultate von GITTA und GITTA_{Accessible} macht vor allem eines deutlich: Sie verwenden bis auf die alternativen Inhalte die selben Datenquellen und unterscheiden sich grundlegend nur in der Strukturierung, Präsentation und Funktionalität.

Der Vorteil von GITTA_{Accessible} gegenüber GITTA wurde einerseits durch den konsequenten Einsatz der jeweils angemessenen Technologie, sowie durch die klare Definition der besonderen Bedürfnisse der Benutzergruppen 'stark Sehbehinderte' und 'Blinde seit Geburt' erreicht. GITTA_{Accessible} wies deshalb schon in seiner ersten Version weniger Zugänglichkeitsprobleme auf als GITTA. Der Gerechtigkeit halber muss hier erwähnt werden, dass nach reinen automatischen Softwaretests GITTA in der neuen Version unter Verwendung von eLML stark verbessert wurde und mittlerweile immerhin schon WAI A konform ist.

Die Frage, worauf dieser Vergleich der beiden Test abzielt ist wohl: Ist GITTA_{Accessible} schlussendlich zugänglicher als GITTA für die jeweiligen Zielgruppen? Auf diese Frage kann anhand der Testresultate aus Sicht des Autors dieser Arbeit mit Ja geantwortet werden. Streng wissenschaftlich wäre wohl höchstens die Aussage „GITTA_{Accessible} ist nicht weniger zugänglich als GITTA“ zulässig, da es sich bei den durchgeführten Tests nicht um ein klar quantifizierbares Verfahren mit ausreichend Systematik handelt. Ein ebenso wenig quantitatives, aber dafür umso praktischeres Urteil, könnten Benutzertests von GITTA_{Accessible} im Anschluss an diese Arbeit liefern. Accessibility ist wie Usability kaum messbar und die Testverfahren sind zwar erprobt, die Bedürfnisse eines jeden einzelnen Benutzers aber so unterschiedlich, dass sich abschliessend darüber kein allgemein gültiges Urteil fällen lässt. Es können lediglich Empfehlungen zur Verbesserung der Zugänglichkeit von E-Learning-Kursen wie GITTA gemacht werden. Dies in Anlehnung an Erfahrungen, die im Rahmen dieser Arbeit gemacht wurden, sowie bereits bestehende Empfehlungen.

„Letztendlich wäre es am besten, einen Test mit mehreren auf verschiedene Weise behinderten Menschen durchzuführen. Aber da es so viele verschiedene Arten von Behinderungen gibt, ist dies kaum praktikabel, es sei denn, es handelt sich um eine Site, die ausschliesslich für Behinderte gedacht ist.“

(NIELSEN 2001, S. 311)

8.4. Erkenntnisse aus den Zugänglichkeitstests

Der Aufwand für die beiden Zänglichkeitstests lässt sich schwer beziffern, waren doch bei GITTA_{Accessible} mehrere Testdurchläufe notwendig um einen komplett fehlerfreien Prototyp zu erhalten. Der Validitätstest war zweimal durchzuführen und nahm jedes Mal für die 23 Seiten ca. 1h in Anspruch, je Variante. Für die Beseitigung der Fehler waren weitere 2h notwendig, was den Aufwand für die Validitätstest auf ca. 4h schätzen lässt. Die Browsertests sind wie in jedem Fall sehr aufwendig, da zuerst die für die Tests benötigten Arbeitsstationen zur Verfügung stehen und die richtigen Versionen aller Browser installiert werden müssen. Im Falle von versionsabhängigen Problemen wie bei Opera beschrieben, kann ein solcher Test schnell mal sehr viel Zeit benötigen. Geschätzt wurden für die Browsertests insgesamt zwei Arbeitstage aufgewendet. Für die eigentlichen Zugänglichkeitstests (Test der Funktionalität) waren weitere zwei Tage Aufwand notwendig, handelt es sich beim Testtool WebXACT doch um einen Onlinetest bei welchem die einzelnen Webadressen der GITTA_{Accessible}-Seiten einzeln einzugeben waren. Dieser dritte Teil des Tests musste schlussendlich viermal für jede Seite durchgeführt werden, bis keine Fehler mehr vorhanden waren, was im Ganzen wohl weitere zwei Arbeitstage kostete. Dabei ist zu erwähnen dass davon einige Zeit für die Interpretation und das Verständnis der Testergebnisse aufgewendet wurde.

Als Auswertung des Zeitaufwands lässt sich sagen, dass jegliche Zeit für die logische Umformatierung der Original-GITTA-Quellen hätte eingespart werden können, wenn GITTA von Beginn weg Standards, Richtlinien und zugängliche Layout-Templates verwendet hätte. Damit hätte alleine im Falle der Umsetzung von GITTA_{Accessible} die Hälfte der aufgewendeten Zeit eingespart werden können. Die Zeit für die Erstellung der Alternativtexte könnte ebenfalls zu grossen Teilen eingespart werden, wenn die Autoren schon bei der Erstellung der Abbildungen und Flash-Animationen als Metadaten ihre didaktischen Konzepte dahinter dokumentieren würden. Weshalb wurde genau diese Grafik ausgewählt und was zeigt sie aussergewöhnlich gut, besser als eine vergleichbare andere? Diese Überlegung macht sich ein didaktisch versierter Autor im Kopf und es wäre von grossem Vorteil wenn diese Informationen auch in die Metadaten der Quellen integriert würden. Ebenso wären Links zwischen den einzelnen Inhaltsteilen im Datenmodell des Kurses oder der Lektion abzulegen. Welcher Text entspricht welchem Bild? Welches visualisiert welchen Textinhalt?

Welche Richtlinien und Templates von einem Projektkonsortium oder -team wie dem von GITTA erlassen und verwendet werden sollen, lässt sich schwer allgemein sagen. Zur Wiederholung sei hier erwähnt, dass die interdisziplinäre Zusammenarbeit und die Nutzung der für den jeweiligen Zweck geeigneten Technologie angebracht ist. Diese Wahl der Technologie wird nicht von den technischen Kenntnissen der Ent-

wickler, sondern durch die didaktischen Konzepte und von den Erkenntnissen der Wahrnehmungspsychologie bestimmt. In erster Linie sind bei der Wahl der Technologie verbreitete Standards zu benutzen. Sicher ist, dass für den didaktischen Gesamtaufbau ein Konzept wie ECLASS im Falle von GITTA vorhanden sein muss. Danach sind für jeden Teilbereich (Screenesign, Entwicklung der Kursumgebung, Erstellen von Inhalten, usw...) jeweils Richtlinien und Guidelines mit zusätzlich zur Verfügung gestellten Templates vor dem Beginn der Umsetzung zu erstellen und gemeinsam mit allen Partnern zu verabschieden. Verabschieden im Sinne eines Ein schlusses in den Projektvertrag oder der Erklärung der Form der Zusammenarbeit. Weitere wichtige Merkmale sind die benutzerzentrierte Gestaltung aller Lerninhalte, der möglichst frühe Einbezug von Lernenden in den Entwicklungsprozess eines Kurses (ev. Umfrage über Akzeptanz und Neigungen vor dem Start des Projektes), eine vollständige und möglichst aktuelle Dokumentation, sowie fortlaufende Test verschiedener Aspekte. GITTA hat sehr viele dieser Aspekte berücksichtigt, als Aussenstehender ist jedoch schwierig zu beurteilen wie die jeweilige praktische Umsetzung ausgeführt wurde. Die XML-Basis der GITTA-Inhalte ermöglicht ausser den teilweise fehlenden Quellen besserer Qualität und der didaktischen Metadaten, eine flexible Umwandlung in eine zugänglichere Form des Kurses, wie das durch die Entwicklung von eLML bereits angefangen wurde.

8.5. Empfehlungen zur Verbesserung der Zugänglichkeit von E-Learning-Kursen

Eine umfassende Verbesserung der Zugänglichkeit von E-Learning-Kursen kann nur dann erreicht werden, wenn alle Beteiligten für die Problematik sensibilisiert sind. Eine reine technische Lösung der Zugänglichkeitsprobleme gibt es nicht und so wird hier auch keine auf technische Aspekte spezialisierte Checkliste wiedergegeben. Solche Checklisten, besonders was die technische Zugänglichkeit von Hypertext, HTML-Dokumenten angeht, finden sich unterdessen in vielen Publikationen. Hellbusch (2005a, S.38) erwähnt dabei folgende wichtige Voraussetzung: *„Soll die Barrierefreiheit von Webauftritten garantiert werden, reicht es nicht aus, wenn die technischen Barrieren behoben werden. Die meist vielfach vorkommenden weichen und nicht objektiv prüfbareren Kriterien müssen genauso berücksichtigt werden. Hier muss der Nutzer das letzte Wort haben.“*

Die folgenden Empfehlungen beziehen sich deshalb auch bewusst auf die verschiedenen Rollen der Beteiligten als: Politiker, Organe der Schulleitung, Projektleiter, Manager, Autoren, Tutoren, Lernende ohne Behinderung, Lernende mit Behinderung, Behindertenbeauftragte, Behindertenverbände und Organisationen, Informatiker, Systementwickler (Browser, E-Learning-Plattformen), Designer, Psychologen, Didaktiker und Pädagogen.

Politiker:

- Schaffen der rechtlichen und finanziellen Grundlagen für die Forderung nach Zugänglichkeit von Bildungsangeboten.

Organe der Schulleitung (z. B. E-Learning-Fachstelle, Web Office):

- Bewusstsein über die rechtliche Verpflichtung über die Zugänglichkeit von E-Learning.
- Beauftragen der Koordinationsstelle für E-Learning mit der Erarbeitung eines Konzepts zur Technologienutzung im Bereich der digitalen Medien und des E-Learning.
- Erarbeiten eines Konzepts zur Förderung und Einsatz von neuen Technologien in der Hochschullehre.
- Schaffen eines Zentrums für die Produktion von digitalen, multimedialen Unterrichtsinhalten.
- Auftrag für das Erstellen und die Verwaltung von zentralen Benutzerprofilen, welche von den einzelnen Betreibern von E-Learning-Kursen zur Benutzerverwaltung und für die Adaption des Kursangebotes verwendet werden können.

Projektleiter, Manager:

- Koordination der interdisziplinären Zusammenarbeit.
- Spezifizieren der Arbeitsabläufe, so z. B. die konsequente Planung der verschiedenen Phasen bei der Erstellung von Unterrichtsmaterial wie Storyboard, Review, Schreiben, Umsetzung, Korrektur, Produktion, Test, Liveschalten, usw. . .
- Verpflichtung der Autoren zur Verwendung von gemeinsamen und detaillierten Richtlinien und Templates/Layouts zur Erzeugung von Inhalten.
- Verantwortung über die fachliche Korrektheit der Kursinhalte.
- Finanzierung und Bilanzierung, Monitoring des gesamten Projektes zur Kurs-Erstellung.

Autoren:

- Modelle aus der realen Welt benutzen, um Bilder und Grafiken zu beschreiben. z. B. Gelbes vom Spiegelei zur Erläuterung der topologischen Relation 'contains'.
- Bereitstellen der qualitativ hochwertigen Bildquellen der Lektionsinhalte.

- Erstellen von multimedialem Lernmaterial, welches nicht an die visuelle Orientierung gebunden ist.
- Einhaltung der Standards und Richtlinien bei der Erstellung von Lernmaterial.
- Verwendung von einfachen Formulierungen, kurzen Sätzen.
- Eindeutige Benennung von Links und Überschriften.
- Gute und systematische Struktur der Inhalte.

Tutoren:

- Unterstützung der behinderten Benutzer bei der Erarbeitung der Lektionen durch besondere Betreuung oder Angebot von alternativen Inhalten für Medien fern dem Internet.
- Support bei der Einrichtung von Notebooks und Hilfsmitteln für den Zugriff auf den Kurs.

Lernende ohne Behinderung:

- Mithilfe bei der Betreuung von Behinderten, falls einzelne Informationen nur visuell angeboten werden können.

Lernende mit Behinderung:

- Formulieren und kommunizieren der eigenen Bedürfnisse an E-Learning-Kurse,
- Mitarbeit bei den Benutzertests des Kurses und der Lektionen.
- Erlernen der Bedienung der für den Zugang notwendigen Hard- und Software.

Behindertenbeauftragte:

- Unterstützung der Behinderten bei ihren Anliegen und kommunizieren von Zugänglichkeitsproblemen bei E-Learning-Angeboten.
- Information der Behinderten über bereits vorhandene gut zugängliche E-Learning-Kurse.
- Testen von E-Learning-Kursen auf die Zugänglichkeit für Behinderte.
- Einrichten und Betreiben von speziellen Computer-Arbeitsplätzen für Behinderte.
- Schulungen zu Themen wie Nutzung von Computern als Benutzer mit besonderen Bedürfnissen.

Behindertenverbände und Organisationen:

- Unterstützen der Behinderten im Bereich Zugang zu E-Learning-Angeboten.

- Beratung und Vertretung von Behinderten bei rechtlichen Klagen und Forderungen im Falle von nicht-zugänglichen Bildungsangeboten.

Programmierer:

- Verwendung von W3C-Standards
- Crossbrowser-Entwicklung
- Erfahrung im Umgang mit den Web-Accessibility-Richtlinien und Testverfahren.
- Erstellen eines Informatik-Konzepts anhand des didaktischen Konzept des Kurses.
- Entwickeln eines Datenmodells unter Berücksichtigung der Nutzung verschiedener Medien und Technologien.
- Bereitstellen der Hard- und Softwareinfrastruktur für das Speichern, Verwalten und Zurückliefern von Lerninhalten in Form von Kursen.
- Installieren oder Entwickeln einer Autoren Umgebung (LCMS), welche die gleichzeitige Erfassung von Metadaten ermöglicht.
- Spezifizieren von projekt-internen Standards, welche die Web-Accessibility-Empfehlungen berücksichtigen.
- Sensibilisierung und Schulung der Autoren, falls diese trotz Autoren Umgebung mit den jeweiligen Technologien in Berührung kommen.
- Technische Reviews, welche die Accessibility-Prüfung mit Hilfe von Tools wie WebXACT beinhalten.
- Korrekte Technologienutzung durch die Autoren überprüfen.
- Erstellen von Richtlinien, welche bestimmen, zu welchen primären Inhaltstypen welche alternativen sekundären oder tertiären Inhaltstypen zugeordnet werden sollen.

Systementwickler (Browser, E-Learning-Plattformen, Accesshilfen):

- Saubere Implementierung der etablierten Standards aus den verschiedenen Informatikbereichen wie Software Engineering, Internet, E-Learning, Content Management, usw.

Screen-Designer:

- Beachten der design- und layout-spezifischen Checkpunkte der Accessibility bei der Erstellung des Screendesigns, konkreter des medienspezifischen Designs für jedes einzelne Medium.

- Produktion von Multimedia-Inhalten mit oder ohne Interaktivität wie Animationen, Filme, Audio, oder aber Quiz, Simulationen, usw. . .
- Berücksichtigung von Facts aus der Wahrnehmungspsychologie (Kommunikation, Information, Wissen).

Psychologen:

- Beratung der Projektleiter, Didaktiker, Designer und Informatiker besonders zu Erkenntnissen im Bereich der Wahrnehmungs- und Lernpsychologie.

Didaktiker und Pädagogen:

- Erstellen des mediendidaktischen Konzepts für den Kurs unter Berücksichtigung der Grundlagen aus der Wahrnehmungspsychologie und im Falle der Zugänglichkeit für Behinderte auch der Sonder- und Heilpädagogik.

9. Schlussfolgerungen und Ausblick

„Ich warte auf den Tag, an dem unsere technisch hoch moderne Welt endlich auf den Gedanken kommt, Toleranz zu verpflanzen.“

UNBEKANNT

Schon in der Anfangsphase der Arbeit stellte sich das Hauptproblem des ursprünglich geplanten Vorgehens heraus: Die Zugänglichkeit lässt sich im Fall von GITTA und anderen bestehenden Kursen zwar testen und qualitativ bestimmen, jedoch nicht im Nachhinein noch bedeutend verbessern. Die Auswahl der Mittel ist dann sehr eingeschränkt, da grundlegende Entscheide bereits in der Konzeptphase getroffen wurden z. B. bei der Wahl der Medien, bei der Auswahl und Strukturierung der Inhalte oder bei der Analyse und dem Festlegen der Zielgruppe. Macht man solche Überlegungen aber schon in der Konzeptphase, ist die Zugänglichkeitsprüfung, wie sie in dieser Arbeit aufgezeigt wird, neu zu entwerfen.

GITTA präsentiert sich heute grösstenteils als „Elektronisches Buch mit zusätzlichen Funktionalitäten“, wie Lehner u. a. (1998, auf S.) solche Kurse bezeichnen. Wie die vorliegende Arbeit aufzeigt, bestehen im Bereich der Mediendidaktik und der Multimedia jedoch unzählige Möglichkeiten zur multimedialen Ausgestaltung der Kursinhalte, welche von GITTA nicht genutzt werden. Bisherige GITTA-Benutzer verwenden den Kurs offenbar gerne offline als gedruckte PDFs, da viele Texte zu lang sind, um am Bildschirm gelesen zu werden. In der jetzigen Version bietet GITTA die Kursinhalte als Lektionenpool an, ohne direkte Einbindung in einen strengen Kurszusammenhang; die Verwendung eines LMS zur Kommunikation sowie zur Organisation der eigenen Lernaktivitäten ist fakultativ. Die meisten GITTA-Partner verwenden dazu WebCT. Der im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Prototyp GITTA-Accessible zeigt den Nutzen von Benutzerprofilen der Lernenden sowie der Adaption der Lernumgebung an spezielle Bedürfnisse welche in diesen Benutzerprofilen abgelegt sind.

Manuelle Tests sind zur Sicherstellung der Zugänglichkeit zu empfehlen, denn die neue Version von eLML ist nach WebXACT konform zu WAI A, was wie zuvor in dieser Arbeit aufgezeigt, nicht gleich wirkliche Zugänglichkeit bedeutet. So wird z. B. auf der einen Seite die Verwendung des `longdesc`-Attributs im `img`-TAG empfohlen, aber nur in Kombination mit einem zusätzlichen D-Link mit Verweis auf

eine eigene Seite mit der Erklärung. Wer also den ersten Schritt zur Zugänglichkeit der Inhalte macht, der handelt sich durch die Gestalt der erst jetzt überhaupt zugänglichen Inhalte neue Probleme ein, die es zu lösen gilt. Dies gilt insbesondere für Multimedia-Inhalte, welche in einer alternativen Version umgesetzt wurden und somit erst überhaupt zugänglich werden. Diese automatischen Testverfahren überprüfen die Zugänglichkeit von Inhalten aus E-Learning-Kursen nur anhand der Empfehlungen WAI oder Section 508 und tun dies für alle Behinderungskategorien gleichzeitig. Gerade auch aus diesem Grund sind die Testergebnisse mit Vorsicht zu genießen, denn wie in dieser Arbeit klar aufgezeigt wurde, sind die Bedürfnisse der verschiedenen Behinderungskategorien sehr unterschiedlich. Es ist wohl sinnvoller, einen speziell auf diese jeweiligen Bedürfnisse zugeschnittenen E-Learning-Kurs anzubieten, als bestehende Kurse nur anhand der Empfehlungen von WAI und Section 508 anzupassen. Dass dabei dann die automatischen Testverfahren versagen, liegt auf der Hand, denn diese überprüfen wie gesagt nur die Konformität zu WAI oder Section 508. Etwas problematisch erscheint dabei die rechtliche Praxis in der lediglich diese Konformität verlangt wird. Darin nicht eingeschlossen, weil durch automatische Überprüfung nicht überprüfbar, sind Inhalte die für Software und auch Behinderte überhaupt nicht wahrnehmbar sind. Im Rahmen des Prototypen GITTA-Accessible wurde versucht, sämtliche Information in einer alternativen Form zur Verfügung zu stellen, denn diese Notwendigkeit ist Voraussetzung, noch vor jedem automatischen Testverfahren. Dass dabei nicht alle dieser neu zugänglichen Inhalte sofort auch WAI oder Section 508 konform waren ist durchaus akzeptabel, denn es wurden im Anschluss an die ersten Test die nötigen Anpassungen vorgenommen und beim zweiten Testdurchlauf nachgewiesen, dass diese Probleme beseitigt wurden.

9.1. Zusammenfassung zur eingehenden Zielsetzung

Die einleitende Frage dieser Arbeit lautete: „Wie lässt sich für Sehbehinderte und Blinde die Zugänglichkeit von E-Learning-Kursen verbessern?“. Zur Bearbeitung im Rahmen dieser Arbeit wurde diese Frage in die drei Teile Accessibility, Multimedia & Didaktik, sowie Technik unterteilt:

Accessibility: Wie zugänglich sind bestehende E-Learning-Kurse im Bereich der Geographie für Sehbehinderte und Blinde?

Von der Originalversion von GITTA kann gesagt werden, dass sie nur zu Teilen und sehr bedingt für stark Sehbehinderte und Blinde zugänglich ist. Die Weiterentwicklung zu eLML, in die bis Juni 2006 alle ca. 50 Lektionen von GITTA portiert werden sollen, weist hingegen einen positiven Trend auf. Es muss aber erwähnt werden, dass viele Inhalte wegen der ungeeigneten Technologienutzung für eine weitere

Verbesserung der Zugänglichkeit nochmals manuell bearbeitet oder komplett neu erfasst werden müssten. Weitere Kurse im Bereich der Geographie wurden im Rahmen dieser Arbeit nicht getestet, es wäre aber ein relativ geringer Aufwand, die automatischen Softwaretests durchzuführen, um einen ungefähren Anhaltspunkt über die Zugänglichkeit dieser Kurse zu erhalten. Die Verwendung von absoluten Grössen für Schriften in GITTA verhindert bei einigen Webbrowsern wie dem Internet-Explorer die Möglichkeit für den Benutzer den Grad der Textgrösse anzupassen. In einigen Fällen verhindert die schlechte oder geringe Qualität der Bilder eine Vergrösserung oder Detailansichten. Dies gilt vor allem für Texte in Grafiken, welche mit kleiner Schriftgrösse erstellt wurden, oder bei Grafiken mit grossem Qualitätsverlust bei der JPEG-Komprimierung. Das Layout von GITTA verwendet grundsätzlich ein zu geringes Kontrastverhältnis zwischen Vorder- und Hintergrundfarben. Dies macht das Lesen der für die Ansicht am Bildschirm an sich schon grossen Textmengen beschwerlich. Nicht zuletzt wurde darauf hingewiesen, dass wir in einer sehr visuell orientierten Welt leben und die meisten Wissenschaften sich für die Vermittlung und Darstellung von Inhalten mehrheitlich der visuellen Medien bedienen.

Multimedia & Didaktik: Wird durch den Einsatz multimedialer Inhalte die Qualität von E-Learning-Kursen für alle verbessert?

Die Qualität von E-Learning-Kursen wird durch den Einsatz multimedialer Inhalte für alle verbessert. Dies in erster Linie auf Grund der Tatsache, dass damit die selben Lerninhalte auf unterschiedliche oder alternative Art und Weise vermittelt und präsentiert werden können und somit den Bedürfnissen des jeweiligen Benutzers besser entsprochen werden kann. Hanson (2004) unterstreicht diese Behauptung. Wichtig ist bei allen Inhalten, dass sie in ihrer ursprünglichen Gestalt und in hoher Qualität im System abgelegt werden. Damit nicht genug, es ist notwendig, dass die Autoren eindeutige Bezüge auf zugehörige alternative Informationen mit Hilfe eines Content-Management-Systems zuweisen. Erst dann ist ein System unter Verwendung eines logischen Regelsets in der Lage, die Wahl der Inhalte den Bedürfnissen des jeweiligen Benutzers anzupassen oder dem Benutzer die Wahlmöglichkeit zwischen verschiedenen Inhaltstypen zu präsentieren. Die selbe Information kann mit Hilfe von vielen verschiedenen Medien und Technologien vom Lehrenden zum Lernenden übertragen werden. Wichtig ist dabei zu beachten, dass die Form und Gestalt der Information einen nicht unwesentlichen Einfluss auf die Motivation und damit auch den Lerneffekt hat. Der aktuelle Boom der Audiobücher und generell von Musik und Sounds zeigt, dass viele Menschen zur Abwechslung und vielleicht sogar Entspannung anstelle der Augen gerne mal die Ohren zur Aufnahme von Informationen verwenden. In der klassischen Form der Vorlesung der Powerpoint-Ära ging es noch viel öfter darum als Student gut zuhören zu können und relevante Informationen in eigenen Stichworten mitzuschreiben, ohne diese jemals auf einem Projektor gesehen zu haben. Seit dem Zeitalter von PowerPoint ist die visuelle Darbietung von Informationen in Form von Kursen oder Vorlesungen extrem angewachsen. Nach Meinung

des Autors dieser Arbeit ist es Zeit für eine Gegenbewegung und eine Rückbesinnung auf didaktische und methodische Konzepte und Werkzeuge. Hierzu sollte jedes verwendete Medium sehr genau charakterisiert werden und seine Eignung im jeweiligen Einsatz der Vermittlung von Information überprüft werden. Die alleinige Kombination von Text und Bild in einer Powerpoint-Präsentation bedeutet noch lange kein Multimedia. Powerpoint bietet eine vermeindliche Vereinfachung und Optimierung der Vorbereitung von Präsentationen oder Lerninhalten. Die Form der meisten heute gezeigten Powerpoint-Präsentationen ist nahezu uniform, jedes Slide besitzt einen Titel und darunter folgt eine Liste von Punkten welche angesprochen werden sollen. Oft werden diese Punkte soweit ausformuliert, dass die Präsentation selber fast alle Worte des Sprechers enthält. Diese Entwicklung mag vor allem auf den Optimierungsgedanken der Wirtschaft in der Praxis zurückzuführen zu sein, hat aber nichts mit den Methoden der erfolgreichen Vermittlung von Information zu tun. Klar ist, dass echte Multimediainhalte einen grossen Aufwand bei der Konzeption und der Umsetzung erfordern, sie sind dafür für alle besser nutzbar und können die darin enthaltene Information besser transportieren, sowohl eine höhere Aufmerksamkeit bei den Lernenden hervorrufen.

„... , it is useful to note that to the extent Web content providers meet accessibility guidelines, more individuals than just those originally intended can benefit.“

HANSON (2004, S. 136)

Technik: Welche zusätzlichen technischen Massnahmen sind notwendig, um bestehende E-Learning-Kurse für Sehbehinderte und Blinde zugänglich zu machen? Welche Rolle spielt dabei das Einhalten von (Web-)Standards?

Noch bedeutender als die Einhaltung von Standards ist der richtige Einsatz der angemessenen Technologien für den jeweiligen Zweck. So lässt sich aussagen, dass E-Learning-Kurse als komplexe dynamische Anwendungen mit hohen Anforderungen gesehen werden sollten, und nicht als Sammlungen von einzelnen Webseiten die mit Hilfe von Hypertext-Funktionalität verknüpft werden können. Eine der elementaren Forderungen ist die Trennung von Inhaltsstruktur, Präsentation, sowie Funktionaliät. Im Vergleich zu den bereits vorhandenen Funktionalitäten wäre eine Verlagerung von kritischen Aufgaben vom Client auf den Server wünschenswert. Konkret war bei der Umsetzung des GITTAccessible Prototyps die übersichtliche und saubere logische Strukturierung der eigentlichen Inhalte und deren Trennung von der Darstellung und den visuellen Elementen notwendig. Es ist auch notwendig, den Quellcode nach den Standards des W3C zu validieren, sowie die Zugänglichkeit mindestens durch automatische Werkzeuge wie WebXACT zu überprüfen und die aufgezeigten Fehler zu beheben. Es zeigte sich, dass Inhalte, welche nach den neusten

Web-Standards umgesetzt wurden, schneller und mit weniger grossem Aufwand an die Richtlinien der Accessibility angepasst werden können. Auf Basis des Quellcodes war das Hinzufügen von `alt`-Attributen der wohl meist ausgeführte Vorgang, dicht gefolgt von Einfügen verschiedener TAGs zur besseren Strukturierung der Dokumente. Dies erstaunte an sich, denn die von GITTA verwendete eLML-Struktur weist grundsätzlich genügend viele XML-TAGs auf, um ein gut strukturiertes Endprodukt in XHTML an den Benutzer am Client zu übergeben. Letztlich ist der richtige Einsatz der Technologie doch eine Frage der sinnvollen Richtlinien und der Disziplin der Autoren von Lerninhalten.

9.2. Ausblick

„Ich sass in einem kleinen engen Wohnzimmer, der Computer mittendrin, und ich hatte auf einmal das Gefühl von unendlicher Weite.“

BLINDE MITARBEITERIN VON WEB FOR ALL, ZITAT AUS
HELLBUSCH (2005A, S. 27)

Viele Erfahrungen mit dem Inhalt von Online-Kursen sind für Usability-Experten wie Nielsen (2003) nichts Neues. Schmiedecke u. Weber-Wulff (2005) schreiben in ihrem Erfahrungsbericht über ein erfolgreiches E-Learning-Modul, das an der virtuellen Fachhochschule (VFH) in Deutschland verwendet wird:

„Eines der Leitkonzepte der VFH ist, dass internetbasiertes Lernen grundsätzlich etwas anderes sein sollte als das Lesen eines linear aufgebauten Lehrbuchs, das als PDF-Dokument im Web steht; denn das Lesen solcher Texte online – oder von mittelmässigen Privatdruckern auf Papier gebrannt – ist weniger wert als das Arbeiten mit einem traditionell veröffentlichten Buch.“

Sie beziehen sich mit dieser Aussage auf Nielsen (2003), der sich wiederum auf mehrere Artikel bezieht, die seine Erfahrungen aus früheren Untersuchungen zum Thema PDF und Usability beinhalten.

Einige Visionen aus der Erfahrung dieser Arbeit:

- Echtes Multimedia meint auch die Integration von anderen Medien fern ab vom Internet. Dieser Ansatz des Blended Learning wird besonders für Behinderte, welche sich schon in der Umgebung der Hochschule aufhalten, eine zusätzliche Verbesserung der Zugänglichkeit bringen.

- Webbrowser sind nicht von Haus aus für E-Learning geeignet, da sie auf inzwischen gut zehnjähriger Technologie basieren, die Verwendung von geeigneten und verbreiteten Formaten wie z. B. MP3 nicht unterstützen. In näherer Zukunft wird die heutige Browser-Funktionalität in die Betriebssysteme integriert werden. „In Zukunft werden Webbrowser keine separate Programmkategorie mehr sein.“ Nielsen (2001, S. 362)
- Das Internet sollte in seiner heutigen Form nur als Transportmedium angesehen werden. Komplexe und dynamische Multimedia-Lernumgebungen bedürfen einer eigenen Entwicklung, die sich der Vernetzung via Internet bedient. Das Internet wie wir es heute kennen wird bald durch ein echtes Multimedia-Kommunikations- und Informationssystem abgelöst werden, welches die verschiedenen Informationen und Inhaltstypen mit den Möglichkeiten der elektronischen Kommunikation kombiniert.
- Es ist nicht klar wie die Entwicklung von XHTML weitergehen wird. XHTML ist lediglich eine Übergangslösung bis die Webclients direkt korrekt XML darstellen können. Ein erster Schritt Richtung Web-Anwendungen ist jedoch mit XHTML getan. Die wenigsten Entwickler nützen aber die wahren Möglichkeiten von XHTML.
- Lerninhalte von E-Learning-Kursen werden in LCMS oder anderen Informations- und Wissensmanagement-Systemen verwaltet. Dies ermöglicht den Austausch der Inhalte mit anderen Kursen.
- Die interdisziplinäre Zusammenarbeit wird auf Grund der zunehmenden Komplexität der Anwendungen und Systeme an Bedeutung gewinnen. Wahrnehmungspsychologie, Mediendidaktik, Kommunikationstechnologie, Management und Informatik sind nur einige der zu integrierenden Disziplinen, neben der eigentlichen Kerndisziplin, welche die Inhalte für den Kurs liefert.
- Die Benutzer mit ihren individuellen Bedürfnissen werden im Mittelpunkt stehen. „Der Benutzer einer Website steht im Vordergrund, nicht der Betreiber“ (Jacobsen 2004, S. 48)
- Der E-Learning-Kurs der Zukunft ist eine adaptive multimediale Lernumgebung, welche Informationen zu einem bestimmten Fach- oder Interessengebiet sammelt und diese in verschiedener Gestalt und Präsentation anbietet.

Zuletzt bleibt das Bewusstsein über das politische Ziel des Online-Lernens, welches durch die EU offiziell verabschiedet wurde: 'Bildung für alle'. Döring (2002, S. 251) schreibt darüber: „Präsenzunterricht ist nicht nur kostenintensiv, er schliesst auch bestimmte Gruppen von Lernwilligen durch die Präsenzanforderung sowie durch institutionelle Zugangsbarrieren systematisch aus. Eine solche Ausgrenzung findet

etwa entlang soziologischer Kategorien wie Alter, Geschlecht, Klasse, Beruf, Familiensituation, Gesundheitszustand, Wohnort oder Nationalität statt. Durch kostengünstige, offene Online-Angebote lassen sich im Sinne des 'Open Learning' hinsichtlich Bildungszugang im Bereich des herkömmlichen Präsenz- und Fernunterrichts unterprivilegierte Zielgruppen stärker integrieren.“

Mögliche weiterführende Arbeiten auf Basis der vorliegenden Diplomarbeit könnten sein:

1. Benutzertests von GITTAcessible mit Sehenden, stark Sehbehinderten und Blinden.
2. Verbesserungen an GITTAcessible auf Grund der Testresultate.
3. Erstellen weiterer Prototypen welche andere Medien nutzen und/oder Technologien verwenden, welche von den jeweiligen Benutzern bereits verwendet werden, z.B. Daisy Audiobooks.
4. Die Verbesserungen aus GITTAcessible+ in GITTA anpassen.
5. Alternativinformationen ins System einfügen, in die XML-Struktur integrieren.
6. Nur die qualitativ guten Quellen auf dem Server verwalten und dazu ein logisches Regelset entwickeln, welches diese Quellen in geeignete Präsentationsformate transformiert und dem Benutzer ausliefert.
7. Automatisierte Medientransformationen durch den Server über einen XSL-Mechanismus.
8. Erstellen von Benutzer- und Geräteprofilen.

Die Motivation zu weiterführenden Arbeiten in dem Bereich liefert Nielsen (2001) mit seiner Definition von 'Home Run'-Websites, also Angeboten, welche von den Benutzern favorisiert und mehrmals wieder besucht werden:

- **H**igh-quality content
- **O**ften updated
- **M**inimal download time
- **E**ase of use
- -
- **R**elevant to users' needs
- **U**nique to the online medium
- **N**et-centric corporate culture

9. Schlussfolgerungen und Ausblick

„Wir müssen die Änderung sein, die wir in der Welt sehen wollen.“

MAHATMA GANDHI

A. Verzeichnisse

Verzeichnis der Abbildungen

1.1. Fernstudium mit Einsatz von Multimedia (Quelle: TIDE Project MART)	1
1.2. Die drei Bereiche Lernen, Geographie, Behinderung und ihre im Rahmen dieser Arbeit wichtigen zugehörigen Felder E-Learning, GIS, Accessibility	5
2.1. Auswahl von Einflussfaktoren (nach Holzinger 2001, S.108)	7
2.2. Internet-Technologien zur Kommunikation (nach Horton 2000, S.368)	10
2.3. Multimedia-Komponenten (aus Bauer 2000)	22
2.4. Begriffsnetz zum Begriff „Hypertext“ (nach Doebe 2005)	23
2.5. Hypermedia als Schnittmenge von Multimedia und Hypertext (nach Steinmetz 1999, S.702)	24
2.6. Begriffe im Bereich E-Learning (nach Back u. a. 2001)	31
2.7. Umsetzung einer Realwelt in ein Modell (nach Saurer u. Behr 1997, S.2)	40
3.1. Hauptkategorien des IMS Learner Information Package (LIP) (nach Robson u. a. 2001)	49
3.2. Accessibility-Element des 'IMS Learner Information Package (LIP)' (aus Karampiperis u. Sampson 2004, S.185)	51
3.3. Statische Inhaltstypen im WWW	59
3.4. Dynamische Inhaltstypen im WWW	63
3.5. Technische Bausteine einer Lernumgebung (nach Hettrich u. Koroleva 2003, S.10)	71
3.6. Übersicht der Lern- und Lehrtechnologien (nach Bör 2003)	71
3.7. Adaptives Hypermedia-System (aus Steinmetz u. a. 2000, S.2)	76
4.1. „On the Internet, nobody knows you're a dog.“ (nach THE NEW YORKER, Vol. 69 no. 20, S.61, Autor: STEINER, P.)	82
4.2. Arbeitsplatz mit Braillezeile und Scanner mit OCR (nach Hellbusch 2005a, S. 8, Wiedergabe mit freundlicher Genehmigung des dpunkt-Verlags)	89
4.3. Komponenten eines kompletten Kursframeworks (aus Horton 2000, S.78)	94

Verzeichnis der Abbildungen

4.4.	Ganzheitliches Modell für die Accessibility von E-Learning (aus Kelly u. Swift 2004, S. 11)	97
4.5.	Inhaltsspezifische Information im 'IMS Accessibility for the LIP Information Model'(aus Karampiperis u. Sampson 2004, S. 186)	102
4.6.	Die Landkarte als komplexe mehrdimensionale Darstellung von Information. (Quelle: GITTA)	103
4.7.	Vorgang der Analyse eines jeden Inhalts (aus Mirabella u. a. 2004, S. 11)	107
5.1.	Screenshot von GITTA	108
5.2.	Inhaltliche Gliederung von GITTA (nach Werner u. Stern 2003, korrigiert von Weibel)	109
5.3.	Angepasstes ECLASS-Modell von GITTA (aus GITTA 2005)	111
5.4.	Struktur einer eLML-Lektion (aus Fisler u. a. 2005)	113
5.5.	Systemarchitektur von GITTA (aus Bleisch u. Fisler 2005)	113
6.1.	Ablauf der praktischen Arbeit	114
6.2.	Error-log der HTML-Validierung der ersten getesteten Seite von GITTA	119
6.3.	Schlechter Kontrast der GITTA-Präsentation	121
6.4.	Struktur und Verständlichkeit in Lynx auf Windows	122
6.5.	Originallayout von GITTA mit Schriftgrad 'sehr gross' im Internet Explorer auf Windows	123
6.6.	Originallayout von GITTA mit um vier Schritte vergrößerter Schrift im Mozilla Firefox auf Windows	124
6.7.	Originallayout von GITTA mit 8x Zoom in Opera auf Windows . . .	125
6.8.	Screenshot: „Text wird rechts abgeschnitten“	126
6.9.	Screenshot: Bildschirmfüllender Ausschnitt einer Schweizer Landeskarte	127
6.10.	Einsatz von Tabellen zur Seitengestaltung	128
6.11.	Detaillierter Report von WebXACT für die Lektion 'What is GIS?' .	129
6.12.	Komplexe Flash-Animation als eigenständige Anwendung	130
6.13.	Komplett andere Gestaltung eines Quiz	131
6.14.	Formeln als Grafiken eingebunden	131
7.1.	Screenshot von GITTAaccessible	132
7.2.	Screenshot der Entwicklungsumgebung Eclipse	138
7.3.	Screenshot der Version für stark Sehbehinderte	139
7.4.	Screenshot der originalen GITTA-Lektion 'What is GIS?'	140
7.5.	Screenshot des reduzierten Layout der GITTA-Lektion 'What is GIS?'	141
7.6.	Vergrößerte Abbildung der Datenquellen eines Informations-Systems	142
7.7.	Screenshot der Version für Blinde	147
7.8.	Hinweisfenster beim Starten des Quiz	149
7.9.	Eingabefenster mit Frage und Antwortfeld	149

7.10. Hinweisfenster mit Angabe der Anzahl richtig beantworteter Fragen . . .	150
7.11. Hinweisfenster mit Frage, Antwort und Begründung zu jeder Frage . . .	150
8.1. Report der XHTML-Validierung des GITTAcessible Prototypen . . .	155
8.2. Interpretation von verschachtelten CSS-Angaben durch Opera 7.54 . . .	157
8.3. Interpretation von verschachtelten CSS-Angaben durch Opera 8.51 . . .	158
8.4. Zugänglichkeitstest der ersten Seite von 'what is GIS?' durch WebXACT	160
8.5. WAI AAA Konformität der ersten Seite von 'What is GIS?' nach WebXACT.	161
8.6. Information wird durch Farbe und nicht durch Form vermittelt. . . .	162
8.7. Die selbe Grafik nach der Entsättigung durch Photoshop zeigt die Probleme, wenn die Farbe als einzige Unterscheidung bei der Gestal- tung eingesetzt wird.	162
8.8. Logo der WCAG 1.0 AAA Konformität	163
B.1. Inhaltstypen im WWW	213
B.2.	214
B.3. GITTA: Übersicht der Lektionen (http://www.gitta.info/student/ all/en/basic/testlesson/testunit/3 , Abruf: 04.07.2005)	215
B.4. Quick Check 'Behindertentauglichkeit' aus Zugang für alle u. namics ag (2004)	216
B.5. Vollständiger WebXACT-Report für GITTA	217
B.6. Vollständiger WebXACT-Report für GITTAcessible	220

Verzeichnis der Tabellen

2.1. Medien, nach ihrer Funktion geordnet (nach Bauer 2000)	17
2.2. Entscheidungskriterien für die Struktur des Interaktionsraumes (nach Kerres 1999)	19
2.3. Instruktions-Modell (nach Gagné 1965)	20
2.4. Verschiedene Möglichkeiten medialer Angebote (nach Holzinger 2002, S. 16)	21
2.5. Taxonomie der kombinierbaren interaktiven Konstrukte (nach Sims 1995), (Darstellung aus Hanisch 2004, S. 20)	25
2.6. Qualitatives Framework zur Klassifikation eines Learning Objekts in sechs Levels der Interaktivität (nach Schulmeister 2003), (Darstellung aus Hanisch 2004, S. 23)	27
2.7. Bewertungsraster der Interaktivität von 'Distance Learning' Kursen (nach Roblyer u. Ekhaml 2000, verändert)	28
2.8. Vor- und Nachteile bei CBT und WBT (nach Seufert u. Mayr 2002, S. 26)	32
2.9. Bereiche eines idealen LMS (nach Schulmeister 2003)	35
3.1. Die Vision des 'Desktop of tomorrow' (nach Meyrowitz 1989), (Dar- stellung aus Hanisch 2004, S. 28)	45
3.2. Typen multimedialer Information (S. 22 Kerres 2002, DM in € um- gerechnet, 1 € $\hat{=}$ ca. 2 DM nach dem EURO-Referenzkurs (1 € $\hat{=}$ 1,95583 DM) festgelegt bei der Währungsumstellung)	54
3.3. Tabelle der Kategorien (nach Horton 2000)	57
4.1. Korrelationen zwischen Behinderungskategorien und Inhaltstypen (nach Mirabella u. a. 2004)	105
7.1. Tabelle der Accesskeys	148
B.1. Die drei Hauptströmungen der Lerntheorien (Baumgartner u. Payr 1994, S. 110, verändert und ergänzt)	209
B.2. Rubric for Assessing interactive Qualities of Distance Learning Cour- ses Roblyer u. Ekhaml (2000)	211

B.3. Häufig verwendete MIME-Typen (Auswahl aus Münz u. Nefzger 1999,
aktualisiert anhand IANA (2002)) 212

Literatur- und Quellenverzeichnis

Anderson 2001

ANDERSON, Carolyn A.: Claiming disability in the field of geography: access, recognition and integration. In: *Social & Cultural Geography* 2 (2001), Nr. 1, S. 87–93

Asche u. a. 2004

ASCHE, Hartmut ; SIEMER, Julia ; SCHWARZ, Jan-Arne ; GRÖNER, Sabine: Konzeption und Gestaltung der Benutzerschnittstelle des Geoinformations-Lernsystems geoinformation.net. In: (**Plümer u. Asche 2004**), S. 3–14. – Tagungsband zum Workshop „Geoinformation - Neue Medien für eine neue Disziplin“, 29. / 30.03. 2004 in Bonn

Back u. a. 2001

BACK, Andrea ; BENDEL, Oliver ; STOLLER-SCHAI, Daniel: *E-Learning im Unternehmen: Grundlagen - Strategie - Methoden - Technologien*. Zürich: Orell Füssli, 2001

Barstow u. Rothberg 2002

BARSTOW, Cathleen ; ROTHBERG, Madeleine: *IMS Guidelines for Developing Accessible Learning Applications, Version 1*. Version:2002. <http://www.imsproject.org/accessibility/accessiblevers/>. White Paper. – Online-Ressource, Abruf: 24.12. 2005

Barth 2004

BARTH, Yvonne: *Nutzung von Servlets, JavaServer Pages, XML und XSL zur SVG-basierten Visualisierung raumbezogener Daten*, TU Stuttgart. Studiengang Vermessung und Geoinformatik, Diplomarbeit, 2004. http://www.carto.net/papers/yvonne_barth/2004_yvonne_barth_dfkviewer.pdf. – Elektronische Ressource

Bauer 2000

BAUER, Günther: *Vorlesung 'Entwicklung von MM-Anwendungen'*. Version:2000. http://www.inf.hs-zigr.de/~bauer/MM_DEU/MMFrame.htm. HS Zittau/Görlitz - FB Informatik. – Online-Ressource, Abruf: 01.08. 2005

Baumgartner u. a. 2002a

BAUMGARTNER, P. ; HÄFELE, H. ; MAIER-HÄFELE, K.: *E-Learning Praxis-handbuch, Auswahl von Lernplattformen*. Innsbruck-Wien: StudienVerlag, 2002

Baumgartner u. Payr 1994

BAUMGARTNER, P. ; PAYR, S.: *Lernen mit Software*. Bd. 1, Digitales Lernen. Innsbruck: Österreichischer Studien Verlag, 1994

Baumgartner u. a. 2002b

BAUMGARTNER, Peter ; HÄFELE, Kornelia ; HÄFELE, Hartmut: *E-Learning: didaktische und technische Grundlagen*. Perg: CDA Verlags- und HandelsgesmbH. – Sonderheft CD-Austria des bm:bwk. <http://www.qualifizierung.com/download/files/e-learning-grundlagen.pdf>

Berners-Lee u. a. 2005

BERNERS-LEE, Tim ; FIELDING, R. ; MASINTER, L.: *Uniform Resource Identifier (URI): Generic Syntax*. Version: Januar 2005. <http://www.gbiv.com/protocols/uri/rfc/rfc3986.html>. RFC3986. – Online-Ressource, Abruf: 01.07. 2005

Bibliographisches Institut u. F. A. Brockhaus AG 2005

BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT ; F. A. BROCKHAUS AG: *DER BROCKHAUS multimedial 2005*. Brockhaus, 2005

Bleisch u. Fisler 2005

BLEISCH, Susanne ; FISLER, Joël: eLesson Markup Language eLML – eine XML basierte Applikation für die beschreibende Auszeichnung von nachhaltigen und flexiblen e-Learning Inhalten / Fachhochschule beider Basel (FHBB), Switzerland. Version: 2005. http://www.gitta.info/download/gitta/delfi2005/DeLFI2005_eLML_Paper.doc. – Forschungsbericht. – Elektronische Ressource

Blumstengel 1998

BLUMSTENGEL, Astrid: *Entwicklung hypermedialer Lernsysteme*. Version: 1998. <http://dsor.uni-paderborn.de/de/forschung/publikationen/blumstengel-diss/>. Dissertation Universität Paderborn. – Online-Ressource, Abruf: 14.07. 2005. – Papierversion erschienen bei: Wissenschaftlicher Verlag Berlin

Bos u. a. 2005

BOS, Bert ; ÇELİK, Tantek ; HICKSON, Ian ; LIE, Håkon W.: *Cascading Style Sheets, level 2 revision 1. CSS 2.1 Specification. W3C Working Draft 13 June 2005*. Version: 13. Juni 2005. <http://www.w3.org/TR/CSS21/>. – Online-Ressource, Abruf: 28.06. 2005

Boutell 2003

BOUTELL, Thomas: *WWW FAQs: How do I play streaming audio on my web page?* Version: 2003. <http://www.boutell.com/newfaq/creating/streaming.html>. – Online-Ressource, Abruf: 12.08. 2005

Bör 2003

BÖR, Andrea: *Lernplattformen und Standards*. Version: 2003. http://129.187.81.151:8080/mzwww/forum/archiv/2003-04-25_Boer.pdf. Arbeitskreis Multimediapraxis. Technische Universität München. Lehrstuhl für Kommunikationsnetze. – Online-Ressource, Abruf: 27.07. 2005

Brajnik 2004

BRAJNIK, Giorgio: *Achieving Universal Web Access through Specialized User Interfaces*. Version: 2004. http://ui4all.ics.forth.gr/workshop2004/files/ui4all_proceedings/adjunct/methodologies/19.pdf. 8th ERCIM Workshop „User Interfaces For All“, 28-29 June 2004, Vienna, Austria. Workshop Adjunct Proceedings. – Online-Ressource, Abruf: 31.07. 2005

Braun u. a. 2004

BRAUN, Elmar ; HARTL, Andreas ; KANGASHARJU, Jussi ; MÜHLHÄUSER, Max: *Single Authoring for Multi-Device Interfaces*. Version: 2004. http://ui4all.ics.forth.gr/workshop2004/files/ui4all_proceedings/adjunct/techniques_devices_metaphors/45.pdf. 8th ERCIM Workshop „User Interfaces For All“, 28-29 June 2004, Vienna, Austria. Workshop Adjunct Proceedings. – Online-Ressource, Abruf: 31.07. 2005

Braungart 1998

BRAUNGART, G.: Geisteswissenschaften im Multimedia-Diskurs: Traditionen und Ansätze. In: (Lehner u. a. 1998), S. 105–122

Brox u. a. 2003

BROX, C. ; PAINHO, M. ; BAÇÃO, Fernando ; KUHN, W.: International Exchange of E-Learning Courses. In: *Fourth European GIS Education Seminar, Villach, Austria 02nd- 05th September 2004*. – pre-published version

Brox 2003

BROX, Christoph: Discussion paper: exchange of internet-based GI teaching modules. In: *Proceedings of the 6th AGILE, April 24-26, 2003*

Brox 2004

BROX, Christoph: Final Project Report eduGI.LA. ALFA project II-0250-A-FI 01.07.2003 - 30.06.2004 / Institut fuer Geoinformatik, Universitaet Muenster, Germany. Version: 2004. http://edugi.uni-muenster.de/eduGI.LA/results_downloads/6.pdf. – Forschungsbericht. – Elektronische Ressource

Brugger 2002

BRUGGER, Rolf: Bewertung von Lernplattformen – Swiss Virtual Campus. Version: 2002. http://diuf.unifr.ch/people/brugger/papers/02_lernpf/BewertungLPF.pdf. In: HOHENSTEIN, A. (Hrsg.) ; WILBERS, K. (Hrsg.): *Handbuch E-Learning*. Köln: Fachverlag Deutscher Wirtschaftsdienst (DVD-Verlag). – Online-Ressource

Brugger 2004

BRUGGER, Rolf: Auswahl und Berieb von Lernplattformen. Version: 2004. http://diuf.unifr.ch/people/brugger/papers/03_lms_bewertung/No23-Brugger-LMS.pdf. In: SEUFERT, S. (Hrsg.) ; EULER, D. (Hrsg.): *Handbuch eLearning in der Hochschullehre*. München: Oldenbourg Verlag. – Online-Ressource

Bundesamt für Berufsbildung und Technologie 2004

BUNDESAMT FÜR BERUFSBILDUNG UND TECHNOLOGIE: *Digitale Spaltung in der Schweiz. Bericht zuhanden des Bundesrates*. Version: Juni 2004. http://www.bbt.admin.ch/dossiers/gesellschaft/d/digitale_spaltung.pdf. In: infosociety.ch. – Online-Ressource, Abruf: 19.10.2005

Carbonell 1970

CARBONELL, J.R.: AI in CAI: An artificial intelligence approach to computer assisted instruction. In: *IEEE Transactions on Man-Machine Systems* 11 (1970), S. 190–202

Caspers 2003

CASPERS, Tomas: *Barrierefreieres Multimedia - Flash MX und die WCAG-Richtlinien*. Version: Juli 2003. http://www.einfach-fuer-alle.de/artikel/flash/flash_und_wcag.pdf. – Online-Ressource, Abruf: 26.07. 2005. – Autorisierte Übersetzung des Papers „Multimedia Accessibility - Flash and the Web Content Accessibility Guidelines“ von Celic, S. & Arch, A. von der Vision Australia Foundation für die 9. Australasian World Wide Web Conference 2003. http://ausweb.scu.edu.au/aw03/papers/arch__with_celic_/paper.html, Abruf: 26.07. 2005

Center for IT Accommodation 1998

CENTER FOR IT ACCOMMODATION, U.S. General Services A.: *Section 508 Standards. 29 U.S.C. ‘ 794d*. Version: 1998. <http://www.section508.gov/index.cfm?FuseAction=Content&ID=12>. – Online-Ressource, Abruf: 28.06. 2005

Chisholm u. a. 1999

CHISHOLM, Wendy ; VANDERHEIDEN, Gregg ; JACOBS, Ian: *WCAG 1.0, Web Content Accessibility Guidelines*. Version: 05. Mai 1999. <http://www.w3.org/TR/WCAG10/>. W3C Guideline. – Online-Ressource, Abruf: 25.06. 2005

Clark 2003

CLARK, Joe: *Building accessible websites*. Indianapolis: New Riders Publishing, 2003

de Vrieze u. a. 2004

DE VRIEZE, P.T. ; VAN BOMMEL, P. ; VAN DER WEIDE, Th.P.: *A Generic Engine for User Model Based Adaptation*. Version: 2004. http://ui4all.ics.forth.gr/workshop2004/files/ui4all_proceedings/adjunct/methodologies/88.pdf. 8th ERCIM Workshop „User Interfaces For All“, 28-29 June 2004, Vienna, Austria. Workshop Adjunct Proceedings. – Online-Ressource, Abruf: 31.07. 2005

DIAS GmbH 2004

DIAS GMBH: *Wörterbuch des Projektes BIK*. Version: Dezember 2004. <http://www.bik-online.info/glossar.php>. – Online-Ressource, Abruf: 22.07. 2005

Doebe 2005

DOEBE, Beat: *Der Begriff „Hypertext“*. Version: 2005. <http://beat.doebe.li/bibliothek/w00477.html>. Beats Biblionetz. – Online-Ressource, Abruf: 22.07. 2005

Döring 2002

Kapitel 15. In: (Issing u. Klimsa 2002), S. 247–264

Dubost 2002

DUBOST, Karl: *Recommended DTDs to use in your Web document*. Version: 2002. <http://www.w3.org/QA/2002/04/valid-dtd-list.html>. Quality Assurance at W3C. – Online-Ressource, Abruf: 06.07. 2005

Duchastel 1989

DUCHASTEL, P.: Knowledge-based instructional gaming: GEO. In: *Journal of Educational Technology Systems* 17 (1989), Nr. 3, S. 189–203

Duggan 2004

DUGGAN, Bryan: *Creating Effective, Efficient and Desirable Voice Enabled Web Interfaces*. Version: 2004. http://ui4all.ics.forth.gr/workshop2004/files/ui4all_proceedings/adjunct/techniques_devices_metaphors/25.pdf. 8th ERCIM Workshop „User Interfaces For All“, 28-29 June 2004, Vienna, Austria. Workshop Adjunct Proceedings. – Online-Ressource, Abruf: 31.07. 2005

e-MapScholar project consortium 2004

E-MAPSCHOLAR PROJECT CONSORTIUM: *e-MapScholar Project Home Page*. Version: 2004. <http://edina.ac.uk/projects/mapscholar/>. – Online-Ressource, Abruf: 29.07. 2005

El-Saddik 2002

EL-SADDIK, Abdulmotaleb: *Intro Multibook*. Version:2002. <http://www.multibook.de/>. – Online-Ressource

eLML 2005

eLML: *Welcome to eLML*. Version:2005. <http://www.elml.ch/>. – Online-Ressource, Abruf: 08.07. 2005

ESRI 2005

ESRI: *ESRI Virtual Campus: GIS Education and Training on the Web*. Version:2005. <http://campus.esri.com/>. – Online-Ressource, Abruf: 29.07. 2005

Filbert 2004

FILBERT, Katie M.: What is a Geographic Information System (GIS)? Basic concepts and applications of GIS for criminal justice and policing. In: *The 7th Annual International Crime Mapping Research Conference, Boston*

Fisler u. a. 2005

FISLER, Joel ; BLEISCH, Susanne ; NIEDERHUBER, Monika: Development of sustainable E-Learning content with the open source eLesson Markup Language eLML / ISPRS Workshop June 2./3. 2005 in Potsdam, Germany. Version:2005. http://www.gitta.info/download/gitta/potsdam2005/Potsdam2005_ISPRS_eLML.pdf. – Forschungsbericht. – Elektronische Ressource

Freed u. a. 2003

FREED, Geoff ; ROTHBERG, Madeleine ; WLODKOWSKI, Tom: *Making Educational Software and Web Sites Accessible - Design Guidelines Including Math and Science Solutions*. The CPB/WGBH National Center for Accessible Media, Januar 2003. <http://ncam.wgbh.org/cdrom/guideline>

Freibichler 2002

Kapitel 13. In: (Issing u. Klimsa 2002), S. 197–226

Friesen u. a. 2004

FRIESEN, Norm ; FISHER, Sue ; ROBERTS, Anthony: *CanCore Guidelines for the Implementation of Learning Object Metadata (IEEE 1484.12.1-2002) VERSION 2.0*, April 2004. <http://www.cancore.ca/en/guidelines.html>

Gagné 1965

GAGNÉ, Robert M.: *The Conditions of Learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1965

Gates 1995

GATES, Bill: *Der Weg nach vorn. Die Zukunft der Informationsgesellschaft*. 3. Auflage. Hamburg : Hoffmann & Campe, 1995. – in Zsarb. mit Myhrvold, N. und Rinearson, P., aus dem Amerik. von Friedrich Griese und Hainer Kober

Gerson 2000

GERSON, Steven M.: E-CLASS: Creating a Guide to Online Course Development For Distance Learning Faculty. In: *Online Journal of Distance Learning Administration* III (2000), Winter, Nr. IV. <http://www.westga.edu/~distance/ojdla/winter34/gerson34.html>

Giardina 1992

GIARDINA, Max: Interactivity and Intelligent Advisory Strategies in a Multimedia Learning Environment: Human Factors, Design Issues and Technical Considerations. In: GIARDINA, Max (Hrsg.): *Interactive Multimedia Learning Environments. Human Factors and Technical Considerations on Design Issues (NATO ASI Series. Series F: Computer and Systems Sciences; 93)*. Berlin [etc.] : Springer, 1992, S. 48–66

Gilbert u. Moore 1998

GILBERT, L. ; MOORE, D. R.: Building interactivity into web courses: Tools for social and instructional interaction. In: *Educational Technology* 38 (1998), Nr. 3, S. 29–35

GITTA 2005

GITTA: *GITTA Homepage: Geographic Information Technology Training Alliance*. Version: 2005. <http://www.gitta.info/>. – Online-Ressource, Abruf: 08.07. 2005

Gloor u. Steitz 1990

GLOOR, Peter A. ; STEITZ, Norbert A.: *Hypertext und Hypermedia*. Springer Berlin [etc.] : Springer, 1990. – Informatik-Fachberichte 249

Golledge 1993

GOLLEDGE, Reginald G.: Geography and the disabled: a survey with special reference to the vision impaired and blind populations. In: *Transactions of the Institute of British Geographers* 18 (1993), Nr. 1, 63-85. <http://www.rgs.org/trans/93181/93181004.pdf>

Golledge u. a. 1995

GOLLEDGE, Reginald G. ; BEL, S. ; DOUGHERTY, V. J.: Reasoning and inference in spatial knowledge acquisition: The cognitive map as an internalized GIS. In: *Annual Conference of the Association of American Geographers, San Francisco, 20-22 October, 1995*

Grote 2000

GROTE, Andreas: Webseitengestaltung für Blinde. In: *c't - Magazin für Computertechnik* 3 (2000), S. 200–203

Gunderson 2004

GUNDERSON, J.: W3C user agent accessibility guidelines 1.0 for graphical Web browsers. In: *Universal Access in the Information Society* 3 (2004), März, Nr. 1, S. 38–47. – cited in Hanson2004

Haack 2002

Kapitel 9. In: (Issing u. Klimsa 2002), S. 127–136

Hanisch 2004

HANISCH, Frank: *Highly Interactive Web-Based Courseware*, Fakultät für Informations- und Kognitionswissenschaften der Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Diss., 2004

Hanson 2004

HANSON, Vicki L.: Taking control of Web browsing. In: *New Review of Hypermedia and Multimedia* 10 (2004), December, Nr. 2, S. 127–140

Hartl 2003

HARTL, Andreas: A Widget Based Approach for Creating Voice Applications. In: *Proceedings of MobileHCI, Udine, Italy*

Held u. a. 2004

HELD, Georg ; ULLRICH, Torsten ; NEUMANN, Andreas ; WINTER, André M.: *Comparing .SWF (ShockWave Flash) and .SVG (Scalable Vector Graphics) file format specifications*. Version: 2004. http://www.carto.net/papers/svg/comparison_flash_svg/. carto.net. – Online-Ressource, Abruf: 13.08. 2005

Hellbusch 2005a

HELLBUSCH, Jan E. ; INFORMATIONSTECHNIK“), Christian Bühler (. b. (Hrsg.): *Barrierefreies Webdesign. Praxishandbuch für Webgestaltung und grafische Programmoberflächen*. Heidelberg: dpunkt.verlag GmbH, 2005

Hellbusch 2005b

HELLBUSCH, Jan E.: *Erläuterung zum AccessKey-Pad*. Version: 2005. <http://2bweb.de/accesskey/index.htm>. – Online-Ressource, Abruf: 09.12. 2005

Hettrich u. Koroleva 2003

HETTRICH, Alexander ; KOROLEVA, Natascha: *Learning Management Systeme (LMS) und Learning Content Management Systeme (LCMS) - Fokus deutscher Markt*. Stuttgart: Fraunhofer IAO http://www.e-business.iao.fraunhofer.de/Publikationen/Learning_Management_Studie_2003.pdf

Hitzenberger u. Wormser-Hacker 1998

HITZENBERGER, L. ; WORMSER-HACKER, C.: Multimediale Informationsverarbeitung - Interaktion und Informationspräsentation im Spannungsfeld von Bild und Sprache. In: (**Lehner u. a. 1998**), S. 179–196

Holzinger 2001

HOLZINGER, A.: *Basiswissen Multimedia. Band 2: Lernen*. Würzburg: Vogel, 2001

Holzinger 2002

HOLZINGER, A.: *Basiswissen Multimedia. Band 1: Technik*. 2. Auflage. Würzburg: Vogel, 2002

Horton 2000

HORTON, William K.: *Designing Web-Based Training*. New York, NY: John Wiley & Sons, Inc., 2000

Häss 2004

HÄSS, Urs-Peter: *Erweiterung einer mobilen Spielumgebung*, Institut für Informatik der Universität Zürich, Diplomarbeit, 2004. http://www.ifi.unizh.ch/ifiadmin/staff/rofrei/DA/DA_Arbeiten_2004/Haess_Urs-Peter.pdf.
– Elektronische Ressource

IANA 2002

IANA: *MIME Media Types*, Januar 2002. <http://www.iana.org/assignments/media-types/>

IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC) P1484.12 Learning Object Metadata (LOM) working group 2002

IEEE LEARNING TECHNOLOGY STANDARDS COMMITTEE (LTSC) P1484.12 LEARNING OBJECT METADATA (LOM) WORKING GROUP: *1484.12.1-2002 IEEE Standard for Learning Object Metadata*, 2002. http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf

IMS Global Learning Consortium 2003

IMS GLOBAL LEARNING CONSORTIUM, Inc.: *IMS Learner Information Package Accessibility for LIP, Version 1, Final Specification, 2003*. Version: 2003. <http://www.msglobal.org/accessibility/index.cfm>. – Online-Ressource, Abruf: 10.01.2006

Issing u. Klimsa 2002

ISSING, Ludwig J. ; KLIMSA, Paul: *Information und Lernen mit Multimedia. Lehrbuch für Studium und Praxis*. 3. Auflage. Weinheim: Beltz, 2002

Jacobs u. a. 2002

JACOBS, I ; GUNDERSON, J ; HANSEN, E: *W3C user agent accessibility guidelines recommendation*. Version: 2002. <http://www.w3.org/TR/UAAG10/>. – Online-Ressource, Abruf: 26.09. 2005

Jacobsen 2004

JACOBSEN, Jens: *Website-Konzeption. Erfolgreiche Web- und Multimedia-Anwendungen entwickeln*. München [etc.] : Addison-Wesley, 2004

Jacobson u. Kitchin 1997

JACOBSON, R. D. ; KITCHIN, R. M.: GIS and people with visual impairments or blindness: Exploring the potential for education, orientation, and navigation. In: *Transactions in Geographic Information Systems 2* (1997), Nr. 4, 315-332. <http://www.ucalgary.ca/~rjacobso/web/publications/tis.pdf>

Jaster 2003a

JASTER, Dirk: *MPEG-4. Extensible MPEG-4 Textual Format. XMT-A*. Version: 2003. http://www-mmt.inf.tu-dresden.de/Lehre/Wintersemester_03_04/Proseminar/pdfs/a04b.pdf. TU Dresden - Fakultät Informatik - Lehrstuhl Multimediatechnik - Proseminar MPEG-4. – Online-Ressource, Abruf: 13.08. 2005

Jaster 2003b

JASTER, Dirk: *MPEG-4. Extensible MPEG-4 Textual Format. XMT-Omega*. Version: 2003. http://www-mmt.inf.tu-dresden.de/Lehre/Wintersemester_03_04/Proseminar/pdfs/a04a.pdf. TU Dresden - Fakultät Informatik - Lehrstuhl Multimediatechnik - Proseminar MPEG-4. – Online-Ressource, Abruf: 13.08. 2005

Jones 1997

JONES, Christopher B.: *Geographical Information Systems and Computer Cartography*. Harlow : Longman, 1997

Jung 2003

JUNG, Marko: *Personalized Hypermedia Presentation Techniques for Improving Online Customer Relationships / Universität des Saarlandes. Lehrstuhl für Künstliche Intelligenz*. Version: 2003. <http://w5.cs.uni-sb.de/~dominik/um/ausarbeitungen/Marko-Jung.pdf>. – Proseminar User Modeling. WS 2002/2003. – Elektronische Ressource

Karampiperis u. Sampson 2004

KARAMPIPERIS, P. ; SAMPSON, D.: Supporting accessible hypermedia in web-based educational systems: Defining an accessibility application profile for learning resources. In: *New Review of Hypermedia and Multimedia 10* (2004), December, Nr. 2, S. 181-197

Katterfeld u. Kremeike 2004

KATTERFELD, Christiane ; KREMEIKE, Katrin: E-Learning in der Geoinformatik - Die Projekte ELAN und FerGI. Version: 2004. http://www.ikg.uni-hannover.de/publikationen/publikationen/2004/dgpf_katt_kre.pdf. In: *International Publikationen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation e.V., Bd. 13, DGPF - Jahrestagung, 2004, Halle*. Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie. – Online-Ressource

Kelly u. Swift 2004

KELLY, Phipps L. ; SWIFT, E.: Developing A Holistic Approach For E-Learning Accessibility. In: *Canadian Journal of Learning and Technology* 30 (2004), Autumn, Nr. 3. <http://www.cjlt.ca/content/vol30.3/kelly.html>

Kent u. Robertson 2002

KENT, D. ; ROBERTSON, L.: *Creating Accessible Learning And Teaching Resources: The e-MapScholar Experience*. Version: 2002. <http://www.ukoln.ac.uk/qa-focus/documents/case-studies/case-study-04/>. QA Focus case study 04, UKOLN. – Online-Ressource, Abruf: 29.07. 2005

Kerres 1999

KERRES, Michael: Didaktische Konzeption multimedialer und telemedialer Lernumgebungen. In: *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 36 (1999), Nr. 205, S. 9–21

Kerres 2002

Kapitel 2. In: (Issing u. Klimsa 2002), S. 19–27

King u. a. 2004

KING, A. ; EVANS, G. ; BLENKHORN, P.: Webbie: a Web Browser for Visually Impaired People. In: KEATES, S. (Hrsg.) ; CLARKSON, P. J. (Hrsg.) ; LANGDON, P. (Hrsg.) ; ROBINSON, P. (Hrsg.): *Proceedings of the 2nd Cambridge Workshop on Universal Access and Assistive Technology*, Lonson, UK: Springer-Verlag, 35-44

King 2005

KING, Alasdair: *Webbie, the free web browser for blind people with little or no sight*. Version: 2005. <http://www.webbie.org.uk/>. Webbie Home page. – Online-Ressource, Abruf: 16.07. 2005

Kitchin u. a. 1997

KITCHIN, R. M. ; BLADES, M. ; GOLLEDGE, R. G.: Understanding spatial concepts at the geographic scale without the use of vision. In: *Progress in Human Geography* 21 (1997), Nr. 2, S. 225–242

Klaß 2004

KLASS, Christian: *3D-Datenformat X3D als ISO-Standard abgesegnet*. Version: August 2004. <http://www.golem.de/0408/32932.html>. Golem.de. – Online-Ressource, Abruf: 14.08.2005

Kleindienst u. a. 2004

KLEINDIENST, Jan ; MACEK, Tomáš ; SERÉDI, Ladislav ; ŠEDIVÝ, Jan: *Vision-Enhanced Multi-Modal Interactions in Domotic Environments*. Version: 2004. http://ui4all.ics.forth.gr/workshop2004/files/ui4all_proceedings/adjunct/interactive_applications/103.pdf. 8th ERCIM Workshop „User Interfaces For All“, 28-29 June 2004, Vienna, Austria. Workshop Adjunct Proceedings. – Online-Ressource, Abruf: 31.07.2005

Klyne u. a. 2004

KLYNE, G. ; REYNOLDS, F. ; WOODROW, C. ; OHTO, H. ; HJELM, J. ; BUTLER, M. H. ; TRAN, L.: *W3C recommendation: Composite capability/preference profiles (CC/PP): Structure and vocabularies 1.0*. Version: Januar 2004. <http://www.w3.org/TR/CCPP-struct-vocab/>. – Online-Ressource, Abruf: 06.08.2005

Kobsa u. Fink 2005

KOBSA, Alfred ; FINK, Josef: *An LDAP-Based User Modeling Server and its Evaluation*. Version: 2005. <http://www.ics.uci.edu/~kobsa/papers/2005-kobsa-draft.pdf>. – Online-Ressource, Abruf: 06.08.2005

Kobsa u. a. 2001

KOBSA, Alfred ; KOENEMANN, Jürgen ; POHL, Wolfgang: Personalised hypermedia presentation techniques for improving online customer relationships. In: *The Knowledge Engineering Review* 16 (2001), Nr. 2, 111-155. <http://dx.doi.org/10.1017/S0269888901000108>. – DOI 10.1017/S0269888901000108

Kopp 1998

KOPP, H.: Multimedia in Lehre und Forschung: Systeme - Erfahrungen - Perspektiven. In: (Lehner u. a. 1998), S. 39-46

Laborenz 2004

LABORENZ, Kai: *CSS-Praxis*. Bonn: Galileo Press GmbH, 2004

Lassila u. Swick 1999

LASSILA, Ora ; SWICK, Ralph R.: *Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification*. Version: Februar 1999. <http://www.w3.org/TR/1999/REC-rdf-syntax-19990222/>. World Wide Web Consortium. – Online-Ressource, Abruf: 04.08.2005

Lefrancois 1995

LEFRANCOIS, Guy R.: *Theories of Human Learning: Kro's Report*. 3. Edition. Pacific Grove (CA): ITP International Thomson Publishing Company, 1995

Lehner u. a. 1998

LEHNER, Franz ; BRAUNGART, Georg ; HITZENBERGER, Ludwig: *Multimedia in Lehre und Forschung: Systeme - Erfahrungen - Perspektiven*. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl.; Wiesbaden: Gabler, 1998 (Information Engineering and IV-Controlling)

Lindenmeyer 2004

LINDENMEYER, Jakob: *Accessibility an der 13. int. WWW-Konferenz in New York*. Version: September 2004. http://www.weboffice.ethz.ch/news/workshops/2004/ethw4_www2004-accessibility.pdf. Accessibility, WWW-Workshop vom 21.09.2004 an der ETH Zürich. – Online-Ressource, Abruf: 21.09.2005

Loomis 1985

LOOMIS, J. M.: *Digital map and navigation system for the visually impaired*. Version: 1985. http://www.geog.ucsb.edu/pgs/papers/loomis_1985.pdf. Unpublished paper, Department of Psychology, University of California, Santa Barbara. – Online-Ressource, Abruf: 10.01.2006

Lozano u. a. 2004

LOZANO, María D. ; MONTERO, Francisco ; GONZÁLEZ, Pascual: *A Usability and Accessibility Oriented Development Process*. Version: 2004. http://ui4all.ics.forth.gr/workshop2004/files/ui4all_proceedings/adjunct/methodologies/53.pdf. 8th ERCIM Workshop „User Interfaces For All“, 28-29 June 2004, Vienna, Austria. Workshop Adjunct Proceedings. – Online-Ressource, Abruf: 31.07. 2005

Maiwald 1998

MAIWALD, Torsten: *Die afrikanische Kunst und Einsteins Relativitätstheorie als Quelle für Picassos Kubismus?* Version: 1998. <http://www2.student-online.net/Publikationen/390/Picasso1.doc>. FU-Darmstadt. Hausarbeit in Industriedesign WS 97/98. – Online-Ressource, Abruf: 02.08. 2005

Maurer 2001

MAURER, H.: *Computer-Based Teaching/Web-Based Teaching*. Version: 2001. http://www.iicm.edu/iicm_papers/cbt_wbt.doc. In: ROJAS, R. (Hrsg.): *Encyclopedia of Computers and Computer History* Bd. 1. Chicago: Fitzroy Dearborn Publishers, 181-182. – Online-Ressource

McLellan 2002

MCLELLAN, Drew: *Flash Satay: Embedding Flash While Supporting Standards*.

Version:2002. <http://www.alistapart.com/issues/154/>. A List Apart Magazine. – Online-Ressource, Abruf: 06.07.2005. – Issue No.154

Meyer 2002

MEYER, Eric A.: *Eric Meyer on CSS. Mastering the Language of Web Design*. Indianapolis: New Riders Publishing, 2002

Meyer 2004

MEYER, Eric A.: *More Eric Meyer on CSS*. Indianapolis: New Riders Publishing, 2004

Meyrowitz 1989

MEYROWITZ, Norman: *The Desktop of Tomorrow: From User-Centered to Information-Centered Computing* / Institute for Research in Information and Scholarship (IRIS). Brown University. Providence. Version:1989. <http://www.klynch.com/documents/tomorrow/>. – Forschungsbericht. – Elektronische Ressource. Draft 0.95

Mirabella u. a. 2004

MIRABELLA, V. ; KIMANI, S. ; GABRIELLI, S. ; CATARCI, T.: Accessible e-learning material: A no-frills avenue for didactical experts. In: *New Review of Hypermedia and Multimedia* 10 (2004), Nr. 2, S. 165–180

Münz u. Nefzger 1999

MÜNZ, Stefan ; NEFZGER, Wolfgang: *HTML 4.0 Handbuch*. Poing: Franzis Verlag. – SELFHTML: Version 8.1 vom 25.03.2005. <http://de.selfhtml.org/>

Neumann u. Winter 2005

NEUMANN, Andreas ; WINTER, André M.: *carto:net - cartographers on the net*. Version:2005. <http://www.carto.net/>. – Online-Ressource, Abruf: 29.07.2005

Neumann u. Winter 2001

NEUMANN, Andreas ; WINTER, Andréas M.: *SVG ? Scalable Vector Graphics*. Version:2001. http://www.carto.net/papers/svg/articles/paper_ugra_zurich_2001.pdf. carto.net. – Online-Ressource, Abruf: 13.08.2005

Neumann u. Winter 2003

NEUMANN, Andreas ; WINTER, Andréas M.: *Kartographie im Internet auf Vektorbasis, mit Hilfe von SVG nun möglich*. Version:2003. http://www.carto.net/papers/svg/index_d.shtml. carto.net. – Online-Ressource, Abruf: 13.08.2005

Niederhuber 2003

NIEDERHUBER, Monika: Didaktisches Modell der GITTA-Fallstudien-Phasen

mit Erläuterungen / ETH Zürich. Version:2003. http://gitta.info/download/CS_DidModell.pdf. – Forschungsbericht. – Elektronische Ressource

Niederhuber u. a. 2005

NIEDERHUBER, Monika ; HEINIMANN, Hans-Rudolf ; HEBEL, Bernd: e-Learning basierte Fallstudien zur akademischen Ausbildung in der Geoinformatik: Methodisches Konzept, Umsetzung und Erfahrungen / ETH Zürich, Switzerland. Version:2005. http://gitta.info/download/gitta/delfi2005/niederhuber_cs_2005.pdf. – Forschungsbericht. – Elektronische Ressource

Nielsen 1995

NIELSEN, Jakob: *Multimedia and hypertext : the Internet and beyond*. Boston [etc.] : AP Professional, 1995 ; San Francisco : Morgan Kaufmann, 1995

Nielsen 2001

NIELSEN, Jakob: *Designing Web Usability*. München: Markt+Technik Verlag, 2001

Nielsen 2003

NIELSEN, Jakob: *PDF: Unfit for Human Consumption*. Version:14. Juli 2003. <http://www.useit.com/alertbox/20030714.html>. Jakob Nielsen's Alertbox. – Online-Ressource, Abruf: 24.06. 2005

Nielsen 2005

NIELSEN, Jakob: *Durability of Usability Guidelines*. Version:17. Januar 2005. <http://www.useit.com/alertbox/20050117.html>. Jakob Nielsen's Alertbox. – Online-Ressource, Abruf: 18.02. 2005

Open Mobile Alliance 2003

OPEN MOBILE ALLIANCE: *User Agent Profile, Version 20-May-2003*. Version:2003. http://www.openmobilealliance.org/release_program/uap_v20.html. – Online-Ressource, Abruf: 06.08. 2005

Pemberton u. a. 2002

PEMBERTON, Steven ; AUSTIN, Daniel ; AXELSSON, Jonny ; ÇELIK, Tan-tek ; DOMINIAK, Doug ; ELENBAAS, Herman ; EPPERSON, Beth ; ISHIKAWA, Masayasu ; MATSUI, Shin'ichi ; MCCARRON, Shane ; NAVARRO, Ann ; PERUVEMBA, Subramanian ; RELYEA, Rob ; SCHNITZENBAUMER, Sebastian ; STARK, Peter: *XHTMLTM 1.0 The Extensible HyperText Markup Language (Second Edition). A Reformulation of HTML 4 in XML 1.0. W3C Recommendation 26 January 2000, revised 1 August 2002*. Version:01. August 2002. <http://www.w3.org/TR/xhtml1/>. – Online-Ressource, Abruf: 28.06. 2005

Peylo u. Thelen 2000

PEYLO, Christoph ; THELEN, Tobias: Skills und Konzepte als Grundlage für Benutzermodellierung in einem Prolog-ITS. In: MÜLLER, Martin (Hrsg.): 8.

GI-Workshop Adaptivität und Benutzermodellierung in interaktiven Software-systemen (ABIS 2000).

Piendl u. Brugger 2001

PIENDL, Thomas ; BRUGGER, Rolf: Zur Auswahl einer Web-basierten Lern-plattform. Version: 2001. http://diuf.unifr.ch/people/brugger/papers/00_handbuch/plattformauswahl.pdf. In: *Handbuch Hochschullehre: Informationen und Handreichungen aus der Praxis für die Hochschullehre*. Bonn: Raabe Verlag, 1-27. – Online-Ressource. – Loseblatt-Ausgabe April 2001 , B 1.19

Plümer u. Asche 2004

PLÜMER, Lutz ; ASCHE, Hartmut ; PLÜMER, Lutz (Hrsg.) ; ASCHE, Hartmut (Hrsg.): *Geoinformation - neue Medien für eine neue Disziplin*. Heidelberg: Herbert Wichmann, 2004. – Tagungsband zum Workshop „Geoinformation - Neue Medien für eine neue Disziplin“, 29. / 30.03. 2004 in Bonn

Probst u. a. 2004

PROBST, Florian ; GIBOTTI, Fernando R. ; MORANTES, Andres M. P. ; ES-BRI, Miguel A. ; BARROS, Marcello B. ; GUTIERREZ, Mariella ; KUHN, Werner: Connecting ISO and OGC Models to the Semantic Web / Institute for Geoinformatics, University of Muenster, Germany. Version: 2004. http://edugi.uni-muenster.de/eduGI.LA/results_downloads/4.pdf. – Forschungsbericht. – Elektronische Ressource. Abstract submitted to GI Science conference 2004

Puppe 2003

PUPPE, Frank: *Historische Intelligente Tutorsysteme*. Version: 2003. <http://ki.informatik.uni-wuerzburg.de/teach/ss-2003/its/uebungen/ITS-5.6.pdf>. Übungen: Intelligente Tutor Systeme. Lehrstuhl für Informatik VI, Universität Würzburg. – Online-Ressource, Abruf: 28.07. 2005

Purves u. a. 2004

PURVES, Ross ; MACKANESS, W. A. ; MEDYJCKI-SCOTT, D. J. ; WEIBEL, R.: Learning from difference: GITTA and e-MapScholar - contrasting experiences in developing e-learning for GIScience. Version: 2004. http://www.gitta.info/download/gitta/eugises2004/EUGISES04_paper_purves.pdf. In: *European GIS Education Seminar EUGISES, 02-05 September, 2004 Villach, Austria*. Villach, Austria: University of Applied Sciences - School of Geoinformation, Kapitel 10. – Online-Ressource

Quinn 2005

QUINN, Liam: *Choosing a DOCTYPE*. Version: 2005. <http://htmlhelp.com/tools/validator/doctype.html>. Web Design Group. – Online-Ressource, Abruf: 06.07. 2005

Raggett u. a. 1999

RAGGETT, Dave ; HORS, Arnaud L. ; JACOBS, Ian: *HTML 4.01 Specification. W3C Recommendation 24 December 1999*. Version: 24. Dezember 1999. <http://www.w3.org/TR/html401/>. – Online-Ressource, Abruf: 28.06. 2005

Reinmann-Rothmeier u. a. 1994

REINMANN-ROTHMEIER, Gabi ; MANDL, Heinz ; PRENZEL, Manfred: *Computerunterstützte Lernumgebungen: Planung, Gestaltung und Bewertung*. Erlangen : Publicis-MCD-Verl., 1994

Resnikoff u. a. 2004

RESNIKOFF, Serge ; PASCOLINI, Donatella ; ETYA'ALE, Daniel ; KOCUR, Ivo ; PARARAJASEGARAM, Ramachandra ; POKHAREL, Gopal P. ; MARIOTTI, Silvio P.: Global data on visual impairment in the year 2002. Version: November 2004. <http://www.who.int/bulletin/volumes/82/11/en/844.pdf>. In: *Bulletin of the World Health Organization* Bd. 82. World Health Organization, 844-851. – Online-Ressource

Robertson 2002

ROBERTSON, L.: *Standards for e-learning: The e-MapScholar Experience*. Version: 2002. <http://www.ukoln.ac.uk/qa-focus/documents/case-studies/case-study-05/>. QA Focus case study 05, UKOLN. – Online-Ressource, Abruf: 29.07. 2005

Roblyer u. Ekhaml 2000

ROBLYER, M. D. ; EKHAML, Leticia: How Interactive are YOUR Distance Courses? A Rubric for Assessing Interaction in Distance Learning. In: *Online Journal of Distance Learning Administration* 3 (2000), Nr. 2. <http://www.westga.edu/~distance/roblyer32.html>

Robson u. a. 2001

ROBSON, R. ; SMYTHE, C. ; TANSEY, F.: *IMS Learner Information Packaging Information Model Specification v1.0*. Version: März 2001. <http://www.imsglobal.org/profiles/lipinfo01.html>. IMS/GLC Website. – Online-Ressource, Abruf: 05.08. 2005

Roosaare u. a. 2002

ROOSAARE, Jüri ; LIIBER Ülle ; OJA, Tõnu: GIS in e-Learning – maintaining the proportions of user's pyramid / Institute of geography, University of Tartu, Estonia. Version: 2002. http://www.geo.ut.ee/roosaare/EUGISES_2002.pdf. – Papers of the Third European GIS Education Seminar EUGISES, Girona, Spain, September 2002. – Elektronische Ressource

Saguaro Project 2001

SAGUARO PROJECT: *Teaching introductory-level science with a GIS*.

Version: 2001. <http://dax.geo.arizona.edu/whygis.pdf>. The SAGUARO Project. – Online-Ressource, Abruf: 29.07. 2005

Sarstedt 2004

SARSTEDT, S.: *Domänenmodellierung*. Version: 2004. <http://www.informatik.uni-ulm.de/pm/fileadmin/pm/lehre/ws2004/re/RE-3-KonzeptuellesModell.pdf>. Universität Ulm. Requirements Engineering WS 04/05 Übungen. – Online-Ressource, Abruf: 04.08. 2005

Saurer u. Behr 1997

SAURER, H. ; BEHR, F.-J.: *Geographische Informationssysteme*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1997

Schlageter u. Feldmann 2002

Kapitel 21. In: (Issing u. Klimsa 2002), S. 347–357

Schmetzke 2001

SCHMETZKE, Axel: Online distance education: 'Anytime, anywhere' but not for everyone. In: *Information Technology and Disability 7* (2001). <http://www.rit.edu/~easi/itd/itdv07n2/axel.htm>

Schmiedecke u. Weber-Wulff 2005

SCHMIEDECKE, Ilse ; WEBER-WULFF, Debora: Software-Engineering-Unterricht online. In: LÖHR, Klaus-Peter (Hrsg.) ; LICHTER, Horst (Hrsg.): *Software Engineering im Unterricht der Hochschulen*, Heidelberg: dpunkt (Proceedings SEUH 9 Aachen 2005), 149-150

Schmitt 2002

SCHMITT, Christopher: *Designing CSS Web Pages*. Indianapolis: New Riders Publishing, 2002

Schneider u. Strothotte 1999

SCHNEIDER, Jochen ; STROTHOTTE, Thomas: Virtuelle taktile Karten – digitale Stadtpläne für Blinde. In: PITSCHKE, K. (Hrsg.) ; AREND, U. (Hrsg.) ; EBERLEH, E. (Hrsg.): *Proceedings Software-Ergonomie '99: Design von Informationswelten, March 8-11, Stuttgart-Leipzig* (B.G. Teubner), 299-308

Schnirch 2004

SCHNIRCH, Michael: *Interaktive Visualisierungselemente als grundlegender Bestandteil des E-Learning in der Geographie. Beispiele aus der Klimatologie*, Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Brsg., Diss., 2004. http://freidok.ub.uni-freiburg.de/freidok/volltexte/2004/1331/pdf/Dissertation_MSchnirch.pdf. – Elektronische Ressource

Schulmeister 2002a

SCHULMEISTER, Rolf: *Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie - Didaktik - Design*. 3. Auflage. München: Oldenbourg, 2002

Schulmeister 2002b

SCHULMEISTER, Rolf: Taxonomie der Interaktivität von Multimedia – Ein Beitrag zur aktuellen Metadaten-Diskussion. In: *it + ti – Informationstechnik und Technische Informatik* 44 (2002), Nr. 4, S. 193–199

Schulmeister 2003

SCHULMEISTER, Rolf: *Lernplattformen für das virtuelle Lernen: Evaluation und Didaktik*. München: Oldenbourg, 2003

Schulte 2005

SCHULTE, Beate: *Hard- und Software für den barrierefreien Zugang*. Version: 2005. <http://www.digitale-chancen.de/service/stories/index.cfm/key.716/secid.1/secid2.0>. – Online-Ressource, Abruf: 04.07. 2005

Schwarb-Odermatt 2001

SCHWARB-ODERMATT, Thomas: Möglichkeiten eines Einsatzes von Geographischen Informationssystemen an Maturitätsschulen / Universität Bern. Institut für Pädagogik und Schulpädagogik. Abteilung Fachdidaktik. Version: 2001. http://www.afd.unibe.ch/texte/Download/gis_schwarb.pdf. – Pilotstudie im Auftrag der Koordinationsstelle AGIS des Kantons Aargau. – Elektronische Ressource

Schweizerische Stiftung zur behindertengerechten Technologienutzung 2005

SCHWEIZERISCHE STIFTUNG ZUR BEHINDERTENGERECHTEN TECHNOLOGIENUTZUNG: *Behinderungskategorien*. Version: 2005. <http://www.access-for-all.ch/de/behinderungskategorien.html>. – Online-Ressource, Abruf: 12.07. 2005

Seeberg u. a. 1999

SEEBERG, Cornelia ; SADDIK, Abdulmoteleb E. ; STEINACKER, Achim ; REICHENBERGER, Klaus ; FISCHER, Stephan ; STEINMETZ, Ralf: From the User's Needs to Adaptive Documents. In: *In Proceedings of the INTEGRATED DESIGN & PROCESS TECHNOLOGY „IDPT'99“, June 1999*

Seufert u. Mayr 2002

SEUFERT, Sabine ; MAYR, Peter: *Fachlexikon e-learning: Wegweiser durch das e-Vokabular*. Bonn: Manager-Seminare, 2002

Sims 1995

SIMS, Rod: *Interactivity: A Forgotten Art?* / University of Technology, Sydney.

Version: 1995. <http://it.coe.uga.edu/itforum/paper10/paper10.html>. – ITForum Paper #10. – Elektronische Ressource

Sims 2000

SIMS, Rod: An interactive conundrum: Constructs of interactivity and learning theory. In: *Australian Journal of Educational Technology* 16 (2000), Nr. 1, 45-57. <http://www.ascilite.org.au/ajet/ajet16/sims.html>

SR 101 1999

SR 101: *Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft vom 18. April 1999*. Version: 1999. <http://www.admin.ch/ch/d/sr/1/101.de.pdf>. – Online-Ressource, Abruf: 18.10.2005. – (Stand am 29. März 2005)

SR 151.3

SR 151.3: *Bundesgesetz vom 13. Dezember 2002 über die Beseitigung von Benachteiligungen von Menschen mit Behinderungen (Behindertengleichstellungsgesetz, BehiG)*. http://www.admin.ch/ch/d/sr/c151_3.html. – Abruf: 16.06.2005

SR 151.31

SR 151.31: *Verordnung vom 19. November 2003 über die Beseitigung von Benachteiligungen von Menschen mit Behinderungen (Behindertengleichstellungsverordnung, BehiV)*. http://www.admin.ch/ch/d/sr/c151_31.html. – Abruf: 20.06.2005

Steinmetz 1999

STEINMETZ, Ralf: *Multimedia-Technologie. Grundlagen, Komponenten und Systeme*. 2. Auflage. Berlin [etc.] : Springer, 1999

Steinmetz u. a. 2000

STEINMETZ, Ralf ; EL-SADDIK, Abdulmotaleb ; FAATZ, Andreas ; GHAVAM, Amir ; HÖRMANN, Stefan ; RIMAC, Ivica ; STEINACKER, Achim ; SEEBERG, Cornelia: Multimedia und Wissen: unser Weg zu einem effektiven Umgang mit Wissensdurst. In: *thema FORSCHUNG* (2000), November, Nr. 2, 26-33. <http://www.kom.e-technik.tu-darmstadt.de/publications/abstracts/FSH+00-1.html>

Stiftung Digitale Chancen 2001

STIFTUNG DIGITALE CHANCEN ; TECHNOLOGIE, Berlin Bundesministerium für Wirtschaft u. (Hrsg.): *Internet ohne Barrieren. Chancen für behinderte Menschen. Ergebnisse der Umfrage*. Version: 2001. <http://www.digitale-chancen.de/transfer/downloads/MD248.pdf>. – Online-Ressource, Abruf: 15.06.2005

Stroemer

STROEMER, Katrin: *Linkliste E-Learning mit GIS von Hochschulen (D, A, CH), Firmen und sonstigen Institutionen (D, A, CH), englischsprachige oder verwandte E-Learning-Angebote*. <http://www.gin-online.de/elearning/>. GiN Kompetenzzentrum für Geoinformatik. – Online-Ressource, Abruf: 28.07. 2005

Swiss Virtual Campus 2005

SWISS VIRTUAL CAMPUS: *Swiss Virtual Campus > Home*. Version: 2005. <http://www.swissvirtualcampus.ch/>. – Online-Ressource, Abruf: 12.07. 2005

Thallmair 2004

THALLMAIR, Oliver: *Personalisierte Informationsagenten im Semantic Web*, Technische Universität München. Fakultät für Informatik, Diplomarbeit, August 2004. <http://www11.informatik.tu-muenchen.de/publications/pdf/da-thallmair2004.pdf>. – Elektronische Ressource

The Stationery Office 2001

THE STATIONERY OFFICE: *Special Educational Needs and Disability Act 2001*. <http://www.opsi.gov.uk/acts/acts2001/20010010.htm>. Version: 2001

Velasco u. a. 2004

VELASCO, Carlos A. ; MOHAMAD, Yehya ; GILMAN, Alfred S. ; VIORRES, Nikos ; VLACHOGIANNIS, Evangelos ; ARNELLOS, Argyris ; DARZENTAS, Jenny S.: Universal access to information services - the need for user information and its relationship to device profiles. In: *Universal Access in the Information Society* 3 (2004), S. 88–95. <http://dx.doi.org/10.1007/s10209-003-0075-5>. – DOI 10.1007/s10209-003-0075-5

VSEK Projektbüro 2005

VSEK PROJEKTBURO: *Virtuelles Software Engineering Kompetenzzentrum*. Version: 2005. <http://www.software-kompetenz.de/?5884>. Artikel 'Domänenmodellierung'. – Online-Ressource, Abruf: 04.08. 2005

Web Accessibility Initiative

WEB ACCESSIBILITY INITIATIVE, W3C: *Web Accessibility Initiative (WAI) Home Page*. <http://www.w3.org/WAI/>. – Online-Ressource, Abruf: 12.07. 2005

Weibel 2004

WEIBEL, Robert: GITTA: Bausteine für einen virtuellen Campus zur akademischen Ausbildung in Geoinformation in der Schweiz. Version: 2004. http://gitta.info/download/gitta/geoinformation2004/Weibel_GITTA_Wichmann.pdf. In: (Plümer u. Asche 2004), 131-141. – Online-Ressource. – Tagungsband zum Workshop „Geoinformation - Neue Medien für eine neue Disziplin“, 29. / 30.03. 2004 in Bonn

Weidenmann 2002

Kapitel 6. In: (Issing u. Klimsa 2002), S. 83–96

Werner u. Stern 2003

WERNER, Marion ; STERN, Boris: Active and self-controlled Web Based Education in GIS-Technology and Cartography: The 'GITTA' Project. In: (ICA), International Cartographic A. (Hrsg.): *Proceedings of the 21st International Cartographic Conference (ICC)*, 805-815

Werner 2002

WERNER, Niklas: Learning Management Systems / TU Berlin, Institut für Softwaretechnik und Theoretische Informatik. Version: März 2002. <http://www.niklaswerner.de/Assets/lms/>. – SE Webbasiertes Lernen WS 01/02. – Elektronische Ressource

Wiedow 2004

WIEDOW, H.: *CSS und Vererbung*. Version: 2004. <http://www.wiedow.de/Artikel/Grundlagen/Vererbung.aspx>. – Online-Ressource, Abruf: 20.12. 2005

Wikimedia Foundation Inc. 2005a

WIKIMEDIA FOUNDATION INC.: *Artikel „Benutzerschnittstelle“*. Version: 14. Juli 2005. <http://de.wikipedia.org/wiki/Benutzerschnittstelle>. Wikipedia. Die Freie Enzyklopädie. – Online-Ressource, Abruf: 30.07. 2005

Wikimedia Foundation Inc. 2005b

WIKIMEDIA FOUNDATION INC.: *Artikel „Gebrauchstauglichkeit“*. Version: 06. Juli 2005. <http://de.wikipedia.org/wiki/Gebrauchstauglichkeit>. Wikipedia. Die Freie Enzyklopädie. – Online-Ressource, Abruf: 18.07. 2005

Wikimedia Foundation Inc. 2005c

WIKIMEDIA FOUNDATION INC.: *Artikel „Server“*. Version: 02. August 2005. <http://de.wikipedia.org/wiki/Server>. Wikipedia. Die Freie Enzyklopädie. – Online-Ressource, Abruf: 19.08. 2005

Wikimedia Foundation Inc. 2005d

WIKIMEDIA FOUNDATION INC.: *Artikel „Stereotyp“*. Version: 27. Juli 2005. <http://de.wikipedia.org/wiki/Stereotyp>. Wikipedia. Die Freie Enzyklopädie. – Online-Ressource, Abruf: 04.08. 2005

Wikimedia Foundation Inc. 2006a

WIKIMEDIA FOUNDATION INC.: *Artikel „Codec“*. Version: 04. Januar 2006. <http://de.wikipedia.org/wiki/Codec>. Wikipedia. Die Freie Enzyklopädie. – Online-Ressource, Abruf: 10.01. 2006

Wikimedia Foundation Inc. 2006b

WIKIMEDIA FOUNDATION INC.: *Artikel „Proxy“*. Version: 09. Januar 2006. <http://de.wikipedia.org/wiki/Server>. Wikipedia. Die Freie Enzyklopädie. – Online-Ressource, Abruf: 10.01. 2006

Wiley 2005

WILEY, David: *OpenContent*. Version: 2005. <http://www.opencontent.org/>. – Online-Ressource, Abruf: 29.07. 2005

Woltering 2004

WOLTERING, Jan: *Interaktive Karten auf Basis Geographischer Informationssysteme*, Universität Paderborn, Diplomarbeit, 2004. http://www.carto.net/papers/jan_woltering/jan_woltering_interak_karten_gis_20040528.pdf. – Elektronische Ressource

Zeldman 2003

ZELDMAN, Jeffrey: *Designing with Web Standards*. Indianapolis: New Riders Publishing, 2003

Zeldman u. Heid 2001

ZELDMAN, Jeffrey ; HEID, Jim: *SMIL When You Play That*. Version: 2001. <http://www.alistapart.com/articles/smil/>. A List Apart. – Online-Ressource, Abruf: 14.08. 2005

Zugang für alle u. namics ag 2004

ZUGANG FÜR ALLE ; NAMICS AG: *Bewertung der Zugänglichkeit (Accessibility) von Websites für Menschen mit Behinderungen. Testprotokoll v2.2*. Version: 01. August 2004. http://www.access-for-all.ch/new/pdf/Testprotokoll%20ZFA%20v%202_2.pdf. – Online-Ressource, Abruf: 28.06. 2005

B. Anhang

B. Anhang

Ansatz	BEHAVIORISMUS	KOGNITIVISMUS	KONSTRUKTIVISMUS
begründet	1913	1920	1945
wichtige Vertreter	Pawlow, Watson, Guthrie, Hebb, Skinner, Thorndike	Tolmann, Lewin, Bruner, Piaget, Gagné	Maturana, Varela, von Foerster, Bateson
Lern-Paradigma	Reiz-Reaktion	Problemlösen	Konstruieren
Strategie der Lehrer	Frontalunterricht (chalk-teaching)	Beobachten und Helfen (helping)	Kooperation (coaching)
zentral	Reflexion	Kognition	Interaktion
Problemlösen	aufgabenzentriert	lösungsorientiert	prozessorientiert
Lehrperson	autoritärer Experte	Tutor	Coach (Trainer)
Lernziele	Produzieren korrekter Input-Output-Relationen	Entdecken von Methoden zur Lösungsfindung	Umgehen mit komplexen Problemsituationen
Prüfungsform	Reproduzieren von vorgegebenem Lernstoff	aktives Problemlösen	Abchecken des Verständnisses für das Ganze
Arbeitsform	alleine (Einzelkämpfer)	zusammen mit Kollegen (Paar)	interaktiv in einer Gruppe (Team)
Funktion des Gehirns	passiver Wissenscontainer	lineares Informationssystem	geschlossenes Informationssystem
Beurteilungskriterium	Leistung (klares Abfragen von Fakten)	Wissen (Überprüfung von Konzepten)	Kompetenz (Erkennen Gesamtproblem)
Präsentation Lernmaterial	kleine, dosierte Portionen	komplexe Umgebungen	unstrukturierte Realität
Feedback	extern	extern modelliert	intern modelliert
Wissen ist	objektiv	objektiv	subjektiv
Wissen wird	gespeichert	verarbeitet	konstruiert
Mensch-Maschine-Interaktion	strikt fixiert, vorgegeben	dynamisch, adaptiv	selbstreferentiell und autonom
Programmierstil	strenger Ablauf	dynamisch, flexibel	vernetzt, offen
Maschinen-Paradigma	Kybernetische Lernmaschine	künstliche Intelligenz	komplexe Umgebungen
Idealer Softwaretypus	CAI (Typisches Paukprogramm)	CBT, WBT (Lernumgebung)	Simulationen, Mikrowelten

Tab. B.1.: Die drei Hauptströmungen der Lerntheorien (Baumgartner u. Payr 1994, S. 110, verändert und ergänzt)

SCALE (SEE POINTS BELOW)	ELEMENT #1 SOCIAL RAPPORTBUILDING ACTIVITIES CREATED BY THE INSTRUCTOR	ELEMENT #2 INSTRUCTIONAL DESIGNS FOR LEARNING CREATED BY THE INSTRUCTOR	ELEMENT #3 LEVELS OF INTERACTIVITY OF TECHNOLOGY RESOURCES	ELEMENT #4 IMPACT OF INTERACTIVE QUALITIES AS REFLECTED IN LEARNER RESPONSE
Few interactive qualities (1 point)	The instructor does not encourage students to get to know one another on a personal basis. No activities require social interaction, or are limited to brief introductions at the beginning of the course.	Instructional activities do not require two-way interaction between instructor and students; they call for one-way delivery of information (e.g., instructor lectures, text delivery).	Fax, web, or other technology resource allows one-way (instructor to student) delivery of information (text and/or graphics).	By the end of the course, all students in the class are interacting with instructor and other students <i>only</i> when required.
Minimum interactive qualities (2 points each)	In addition to brief introductions, the instructor provides for one other exchange of personal information among students, e.g., written bio of personal background and experiences.	Instructional activities require students to communicate with the instructor on an individual basis only (e.g., asking/responding to instructor questions)	E-mail, listserv, bulletin board or other technology resource allows two-way, asynchronous exchanges of information (text and/or graphics).	By the end of the course, between 20-25% of students in the class are initiating interaction with the instructor and other students on a voluntary basis (i.e., other than when required).
Moderate interactive qualities (3 points each)	In addition to providing for exchanges of personal information among students, the instructor provides at least one other in-class activity designed to increase social rapport among students.	In addition to the requiring students to communicate with the instructor, instructional activities require students to work with one another (e.g., in pairs or small groups) and share results within their pairs/groups.	In addition to technologies used for two-way asynchronous exchanges of text information, chatroom or other technology allows synchronous exchanges of written information.	By the end of the course, between 25-50% of students in the class are initiating interaction with the instructor and other students on a voluntary basis (i.e., other than when required).

Fortsetzung auf der nächsten Seite ...

SCALE (SEE POINTS BELOW)	ELEMENT #1 SOCIAL RAPPORTBUILDING ACTIVITIES CREATED BY THE INSTRUCTOR	ELEMENT #2 INSTRUCTIONAL DESIGNS FOR LEARNING CREATED BY THE INSTRUCTOR	ELEMENT #3 LEVELS OF INTERACTIVITY OF TECHNOLOGY RESOURCES	ELEMENT #4 IMPACT OF INTERACTIVE QUALITIES AS REFLECTED IN LEARNER RESPONSE
Above average inter-active qualities (4 points each)	In addition to providing for exchanges of personal information among students, the instructor provides several other in-class activity designed to increase social rapport among students.	In addition to requiring students to communicate with the instructor, instructional activities require students to work with one another (e.g., in pairs or small groups) and share results with one another and the rest of the class.	In addition to technologies used for two-way, asynchronous exchanges of text information, additional technologies (e.g., teleconferencing) allow one-way visual and two-way voice communications between instructor and students.	By the end of the course, between 50-75% of students in the class are initiating interaction with the instructor and other students on a voluntary basis (i.e., other than when required).
High level inter-active qualities (5 points each)	In addition to providing for exchanges of personal information among students, the instructor provides a variety of in-class and outside-class activities designed to increase social rapport among students.	In addition to requiring students to communicate with the instructor, instructional activities require students to work with one another (e.g., in pairs or small groups) and outside experts and share results with one another and the rest of the class.	In addition to technologies to allow two-way exchanges of text information, visual technologies such as two-way video or videoconferencing technologies allow synchronous voice and visual communications between instructor and students and among students.	By the end of the course, over 75% of students in the class are initiating interaction with the instructor and other students on a voluntary basis (i.e., other than when required).
Total:	----- pts.	----- pts.	----- pts.	----- pts.
overall:	----- pts.	----- pts.	----- pts.	----- pts.

Tab. B.2.: Rubric for Assessing interactive Qualities of Distance Learning Courses Roblyer u. Ekhaml (2000)

B. Anhang

MIME-TYP	DATEIENDUNG(EN)	BEDEUTUNG
application/javascript	.js	Javascript Datei
application/msexcel	.xls .xla	Microsoft Excel Dateien
application/mspowerpoint	.ppt .ppz .pps .pot	Microsoft Powerpoint Dateien
application/msword	.doc .dot	Microsoft Word Dateien
application/octet-stream	.bin .exe .com .class	Ausführbare Dateien
application/pdf	.pdf	Adobe PDF-Datei
application/postscript	.eps .ps	Adobe PostScript-Dateien
application/rtf	.rtf	Microsoft RTF-Datei
application/smil	.smi, .smil	SMIL-Datei
application/xhtml+xml	.htm .html .xhtml	XHTML-Dateien
application/xml	.xml	XML-Datei
application/x-director	.dcr .dir .dxr	Macromedia Director-Dateien
application/x-httpd-php	.php .phtml	PHP-Dateien
application/x-shockwave-flash	.swf .cab	Flash Shockwave-Dateien
application/x-tex	.tex	TeX-Datei
application/zip	.zip	ZIP-Archivdatei
audio/basic	.au .snd	Sound-Dateien
audio/x-aiff	.aif .aiff .aifc	AIFF-Sound-Dateien
audio/x-midi	.mid .midi	MIDI-Dateien
audio/x-mpeg	.mp2 .mp3	MPEG-Dateien
audio/x-pn-realaudio	.ram .ra	RealAudio-Dateien
audio/x-wav	.wav	WAV-Datei
image/gif	.gif	GIF-Datei
image/jpeg	.jpeg .jpg .jpe	JPEG-Dateien
image/png	.png	PNG-Datei
image/tiff	.tiff .tif	TIFF-Dateien
model/vrml	.wrl	Virtuelle Welten (VRML)
text/css	.css	CSS Stylesheet-Datei
text/html	.htm .html .shtml	HTML-Dateien
text/plain	.txt	reine Textdatei
text/rtf	.rtf	Microsoft RTF-Datei
text/vnd.wap.wml	.wml	WML-Datei (WAP)
text/xml	.xml	XML-Datei
video/mpeg	.mpeg .mpg .mpe	MPEG-Dateien
video/quicktime	.qt .mov	Quicktime-Dateien
video/x-msvideo	.avi	Microsoft AVI-Datei

Tab. B.3.: Häufig verwendete MIME-Typen (Auswahl aus Münz u. Neßger 1999, aktualisiert anhand IANA (2002))

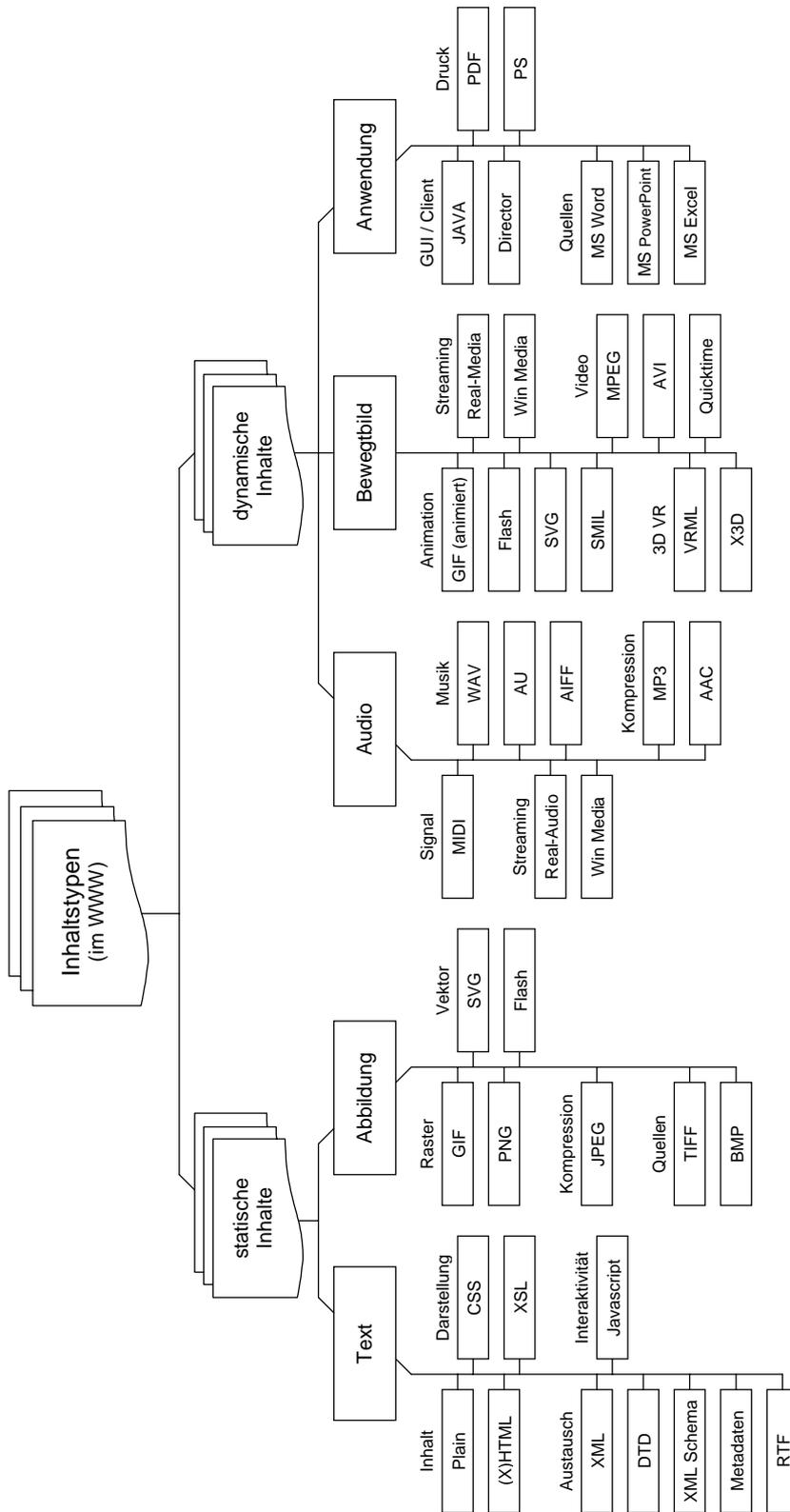


Abb. B.1.: Inhaltstypen im WWW

Das Braille-Alphabet *

Grundform:

1 ●● 4
 2 ●● 5
 3 ●● 6

Gruppe 1

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
⠠	⠡	⠢	⠣	⠤	⠥	⠦	⠧	⠨	⠩

Zu Gruppe 1 jeweils Punkt 3 hinzugefügt:

K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
⠠	⠡	⠢	⠣	⠤	⠥	⠦	⠧	⠨	⠩

Zu Gruppe 1 jeweils Punkt 3 & 6 hinzugefügt:

U	V	X	Y	Z	ß	ST
⠠	⠡	⠢	⠣	⠤	⠨	⠩

Zu Gruppe 1 jeweils nur Punkt 5 hinzugefügt:

AU	EU	EI	CH	SCH	Ü	Ö	W
⠠	⠡	⠢	⠣	⠤	⠨	⠩	⠩

Abweichende Bildungen:

Ä	Ü	IE	.	-	'
⠠	⠡	⠢	⠨	⠨	⠨

Die Zeichen der Gruppe 1 sind heruntergesetzt:

,	;	:	?	!	()	„	*	”
⠠	⠡	⠢	⠤	⠥	⠦	⠨	⠨	⠩

Zahlzeichen:

⠠

Die Zahlen werden durch die Buchstaben A-J mit vorangestelltem Zahlzeichen gebildet:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
⠠	⠡	⠢	⠣	⠤	⠥	⠦	⠧	⠨	⠩

Abb. B.2.: Alphabet der Blindenschrift nach Louis Braille (1809-1852), adaptiert für die deutsche Sprache (<http://www.dbsv.org/infothek/download/alphabet.pdf>, Abruf: 23.07. 2005)

GITTA: Übersicht der Lektionen (http://www.gitta.info/author/allein/basicoestlession/testunit/3, Abruf: 04.07.2005)

Basic Level	Autor	Inhaltstypen	Interaktion	Sprache	Bemerkung
BSM Basic Spatial Modeling					
Conceptual Data Modeling	K.A.	Text, Bild, Grafik, Flash	onClick, onMouseOver	fr	Anworten auf Fragen erscheinen nur per Mausklick
Conceptual Mod	K.A.	Text, Bild, Grafik, Flash	onClick, onMouseOver	fr	Grünen und viele Flashes mit viel neuem Text, nervous, verwirrende und überraschende Effekte
Spatial Info	K.A.	Text, Bild, Grafik, Flash	onClick	fr	
Spatial Info and its Properties	K.A.	Text, Bild, Grafik, Flash	onClick	fr	
Fundamental Spatial Concepts	K.A.	Text, Bild, Grafik, Flash	drag, Quiz, multiple choice	fr	große Bilder, 327x630px
BDC Fundamentals of Data Capture					
Data Capture	IGUF	Text, Grafik, Flash	onClick, calculator	en	unstrukturiert, sehr komplexe Flashes, lange Seiten, viele Flashes, Formatierung der Metadatenseite fehlerhaft
Data Capture and its Properties	IGUF	Text, Grafik, Flash	onClick, calculator	en	unstrukturiert, sehr komplexe Flashes, lange Seiten, viele Flashes, Formatierung der Metadatenseite fehlerhaft
Metadata and quality	IGUF	Text, Grafik, Flash	onClick, calculator	en	sehr viel Text in Flash, viele externe Links, Formatierung der Metadatenseite fehlerhaft
Overview of sources and methods	IGUF	Text, Flash	onClick	en	sehr viel Text, Bilder, Grafiken in Slideshow in Flash, z.T. sich verschleiernde Navigationskomponente in Flash, Layout abgeknippt, Formulierung der Metadatenseite fehlerhaft
Primary sources and methods	IGUF	Text, Flash	onClick	en	sehr viel Text, Bilder, Grafiken in Slideshow in Flash, z.T. sich verschleiernde Navigationskomponente in Flash, Layout abgeknippt, Formulierung der Metadatenseite fehlerhaft
BDM Fundamentals of Database Systems					
Database Systems	FHBB	Text, Grafik, Flash	onClick, drag, Quiz	de, en, fr	gut strukturiert, Flash leider nicht an richtigen Stellen eingesetzt (Slideshow mit Texten), Metadaten vorhanden
Database Systems Concepts and Architecture	FHBB	Text, Grafik, Flash	onClick, drag, Quiz	de, en, fr	gut strukturiert, Flash leider nicht an richtigen Stellen eingesetzt (Slideshow mit Texten), Metadaten vorhanden
Introduction to Database Systems (DBS)	IFI	Text, Grafik, Flash	onClick	de, en, fr	viel Text als Bilder, sehr grosse und komplexe Flashes, Seitenverhältnis stimmt nicht, Metadaten vorhanden
Logical model: the relational data model	IFI	Text, Grafik, Flash	onClick	de, en, fr	Seitenverhältnis von Flashes stimmt nicht, sehr viele Flashes, Stocksaue in Navigation, Metadaten vorhanden
Relational Query Language	IFI	Text, Grafik, Flash	onClick	de, en, fr	Seitenverhältnis von Flashes stimmt nicht, sehr viele Flashes, Stocksaue in Navigation, Metadaten vorhanden
BSY Evaluation and Use of Commercial GIS					
GIS	IGP	Text, Bild, Grafik, Flash	onClick	en	unzulässig zusammenstellung der Schwerpunkte mit Ausgabe in Flash
What is a GIS?	IGP	Text, Bild, Grafik, Flash	onClick, onMouseOver	en	unzulässig zusammenstellung der Schwerpunkte mit Ausgabe in Flash
What do you need to work with a GIS?	IGP	Text, Bild, Grafik, Flash	onClick, onMouseOver	en	aufwendige Flashes, nicht sehr benutzerfreundlich, nicht intuitiv
BRP Cartographic Data Presentation					
Generalization	IKA	Text, Grafik, Flash	drag, onMouseOver, Quiz	en	zusätzliche PDFs als Quellen, Offenheitgabe
Generalization of map data	IKA	Text, Grafik, Flash	drag, onMouseOver, Quiz	en	Tabelle als Grafik, Flashvergrößerung über Link, komplexe Flash, lange leere Seiten, Steuerung Flashes verwirrend, unterschiedliche Controls in Flash, Bilder zu breit, Riesige Lektion
Layout design	IKA	Text, Bild, Grafik, Quicktime	onClick, drag	en	Quiktime, Flash als Slideshow
Presentation and visualization needs	IKA	Text, Bild, Grafik, Flash, Quicktime	onClick, onMouseOver	en	verwirrende MouseOvers
TopoCart	IKA	Text, Bild, Grafik, Flash, Quicktime	onClick, onMouseOver	en	verwirrende MouseOvers
BAN Basic Spatial Analysis					
Accessibility	GIUZ	Text, Bild, Grafik, Flash	onClick, Quiz	de	zwei Lernziele, zuviel Literaturempfehlungen, Format als Bild, Klick auf Bild führt auf Seite mit Quellen, weg von der Lektion
Concepts of Spatial Analysis	GIUZ	Text, Grafik	onClick, Quiz	de	zwei Lernziele, zuviel Literaturempfehlungen, Format als Bild, Klick auf Bild führt auf Seite mit Quellen, weg von der Lektion
Continuous spatial variables	GIUZ	Text, Grafik	onMouseOver, calculator, drag	de	grosse Grafik 500 x 880px
Discrete spatial variables	IGUF	Text, Flash	onMouseOver, calculator, drag	de	gut strukturiert, Format als Grafik, Bildergrössen in eigenem Fenster, Metadaten vorhanden
Spatial queries	IGUF	Text, Grafik, Flash	onClick, Quiz	de	Flash slideshow wie Powerpoint eingesetzt, normale Grafiken in Flash umgesetzt, Unterbrechungen von Wörtern die keine Links sind
Terrain analysis	GIUZ	Text, Bild, Grafik, Flash	onClick, Quiz	de	zwei Lernziele, zuviel Literaturempfehlungen, Format als Bild, Klick auf Bild führt auf Seite mit Quellen, weg von der Lektion
IBD Intermediate Database Systems					
Object Oriented Modeling	IFI	Text, Grafik	onClick	en	Text (SQL) einfach als Bild, fast nur Text
Object Oriented Database Concepts	IFI	Text, Grafik	onClick	en	Text (SQL) einfach als Bild, fast nur Text
Object Oriented Databases	FHBB	Text, Grafik, Flash	onClick, onMouseOver	en	unübersichtlich, unübersichtlich, keine Seiten, riesige Unit, viele Veranschaulichungen und Demos in Flash
Geographic Systems	FHBB	Text, Grafik, Flash	onClick, onMouseOver	en	unübersichtlich, unübersichtlich, keine Seiten, riesige Unit, viele Veranschaulichungen und Demos in Flash
IPR GIS and Cartography					
Mapping with GIS and Cartographic Software	IKA	Text, Grafik, Flash, SVG	onMouseOver, onlick	en	
Statistics for Thematic Cartography	IKA	Text, Grafik, Flash	onClick, Quiz	en	
IAN Intermediate Spatial Analysis					
Terrain Analysis Intermediate (EN)	GIUZ	Text, Bild, Grafik, Flash	onClick	en	guter Schweregrad und Inhalt, sehr umfangreich
Case Studies					
CSB Basic Case Studies					
Intro to Case Studies	PIW	Text, Flash	onClick	de	Word Dokumente
HydroModel	PIW	Text, Grafik		de	Shapfiles
Industrielempfad	PIW	Text, Grafik		de	1,8MB Grafik
GIS Hochwasserschutz	PIW	Text, Grafik		de	Verschiedene Dateitypen
GIS Hydro	PIW	Text, Grafik		de	
ReLocalPlan	VG/PIW	Text, Flash	onClick	de	
TourismMap	SUPSI	Text, Grafik		it	Bild fehlt, Titel auf Deutsch
Expo02	SUPSI	Text		it	
FindUSites	SUPSI	Text		en	Reisegrafik, 6,16x, 1056px
CartoCafe	SUPSI	Text, Grafik		en	

Abb. B.3.: GITTA: Übersicht der Lektionen (Stand 04.07.2005)

2 Quick Check „Behindertentauglichkeit“

- Alle Grafiken sowie Areas von clientseitigen Image-Maps mit aussagekräftigem ALT-Attribut beschriftet?
- Spacer-Gifs mit leerem ALT-Attribut beschriftet?
- Diagramme und Illustrationen in Textform beschriftet?
- Funktioniert die Site auch ohne Maus?
- Funktioniert die Site auch ohne JavaScript?
- Formularfelder W3C-konform codiert, die Tabulatorenfolge ist logisch und die Schaltflächen sind erkennbar?
- Ausreichender Kontrast vorhanden und die Farbwelt auch für Farbenblinde wahrnehmbar?
- Die Schrift skalierbar bzw. die Fonts in Style-Sheets untergebracht sowie die Hierarchie mit HTML-Tags realisiert?
- Schrift linksbündig angeordnet?
- Datentabellen mit Spalten und Zeilenbeschriftungen versehen?
- Sind Frames notwendig und wenn ja mit Titeln versehen?
- Blinkende Elemente und Audio abschaltbar?
- DOCTYPE und Auszeichnung der Sprache auf jeder Seite?
- Typ und Grösse von Download-Elementen beim Link ausgezeichnet?
- HTML-fremde Inhalte (wie z.B. Adobe Acrobat oder Macromedia Flash) zugänglich oder Alternativen dazu verfügbar?
- Untertitel und Transkriptionen für Audioelemente?
- Untertitel für Videoelemente?



This work is licensed under the Creative Commons ShareAlike License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/sa/1.0/> or send a letter to Creative Commons, 559 Nathan Abbott Way, Stanford, California 94305, USA.

© 2004 Stiftung „Zugang für alle“ und namics ag

Abb. B.4.: Quick Check 'Behindertentauglichkeit' aus Zugang für alle u. namics ag (2004)



Check another page:

[Show Advanced / Accessibility Options](#) [Terms of use](#)

Results for http://www.gitta.info/student/all/en/basic/what_gis

Page last checked on Mon 16/01/2006 at 11:42am.

General	Quality	Accessibility	Privacy	Expand All	Collapse All																																
<p> This page does not comply with all of the automatic and manual checkpoints of the W3C Web Content Accessibility Guidelines, and requires repairs and manual verification.</p>																																					
<p>Automatic Checkpoints</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Priority</th> <th>Status</th> <th>Errors</th> <th>Instances</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Priority 1</td> <td></td> <td>1</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>Priority 2</td> <td></td> <td>4</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>Priority 3</td> <td></td> <td>3</td> <td>13</td> </tr> </tbody> </table>			Priority	Status	Errors	Instances	Priority 1		1	28	Priority 2		4	40	Priority 3		3	13	<p>Manual Checkpoints</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Priority</th> <th>Status</th> <th>Warnings</th> <th>Instances</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>8</td> <td>88</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>15</td> <td>99</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>8</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>			Priority	Status	Warnings	Instances			8	88			15	99			8	8
Priority	Status	Errors	Instances																																		
Priority 1		1	28																																		
Priority 2		4	40																																		
Priority 3		3	13																																		
Priority	Status	Warnings	Instances																																		
		8	88																																		
		15	99																																		
		8	8																																		
<p>Priority 1 Checkpoints Collapse Section Top of Page Top of Page</p> <p> Errors 1 tests, 28 instances on page Expand Code Fragments</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Guideline</th> <th>Instances</th> <th>Line Numbers</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.1 Provide alternative text for all images.</td> <td>28</td> <td>5, 18, 21, 21, 23, 26, 32, 35, 35, 35, 35, 38, 44, 44, 53, 61, 64, 70, 73, 76, 79, 82, 85, 127, 192, 195, 196, 196</td> </tr> </tbody> </table> <p> Warnings 8 tests, 88 instances on page Expand Code Fragments</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Guideline</th> <th>Instances</th> <th>Line Numbers</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.1 If an image conveys important information beyond what is in its alternative text, provide an extended description.</td> <td>30</td> <td>18, 21, 23, 26, 32, 35, 35, 35, 35, 35, 35, 38, 44, 44, 47, 53, 61, 64, 70, 73, 76, 79, 82, 85, 127, 192, 196, 196, 196</td> </tr> <tr> <td>2.1 If you use color to convey information, make sure the information is also represented another way.</td> <td>38</td> <td>5, 18, 21, 21, 21, 23, 26, 29, 32, 35, 35, 35, 35, 35, 35, 35, 38, 44, 44, 47, 53, 58, 61, 64, 70, 73, 76, 79, 82, 85, 127, 189, 192, 195, 195, 196, 196, 196</td> </tr> <tr> <td>4.1 Identify any changes in the document's language.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.1 If this is a data table (not used for layout only), identify headers for the table rows and columns.</td> <td>5</td> <td>87, 90, 93, 213, 216</td> </tr> <tr> <td>5.2 If a table has two or more rows or columns that serve as headers, use structural markup to identify their hierarchy and relationship.</td> <td>11</td> <td>25, 37, 46, 55, 87, 90, 93, 129, 132, 213, 216</td> </tr> <tr> <td>6.1 If style sheets are ignored or unsupported, ensure that pages are still readable and usable.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7.1 Make sure that the page does not cause the screen to flicker rapidly.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Guideline	Instances	Line Numbers	1.1 Provide alternative text for all images.	28	5, 18, 21, 21, 23, 26, 32, 35, 35, 35, 35, 38, 44, 44, 53, 61, 64, 70, 73, 76, 79, 82, 85, 127, 192, 195, 196, 196	Guideline	Instances	Line Numbers	1.1 If an image conveys important information beyond what is in its alternative text, provide an extended description.	30	18, 21, 23, 26, 32, 35, 35, 35, 35, 35, 35, 38, 44, 44, 47, 53, 61, 64, 70, 73, 76, 79, 82, 85, 127, 192, 196, 196, 196	2.1 If you use color to convey information, make sure the information is also represented another way.	38	5, 18, 21, 21, 21, 23, 26, 29, 32, 35, 35, 35, 35, 35, 35, 35, 38, 44, 44, 47, 53, 58, 61, 64, 70, 73, 76, 79, 82, 85, 127, 189, 192, 195, 195, 196, 196, 196	4.1 Identify any changes in the document's language.			5.1 If this is a data table (not used for layout only), identify headers for the table rows and columns.	5	87, 90, 93, 213, 216	5.2 If a table has two or more rows or columns that serve as headers, use structural markup to identify their hierarchy and relationship.	11	25, 37, 46, 55, 87, 90, 93, 129, 132, 213, 216	6.1 If style sheets are ignored or unsupported, ensure that pages are still readable and usable.			7.1 Make sure that the page does not cause the screen to flicker rapidly.				
Guideline	Instances	Line Numbers																																			
1.1 Provide alternative text for all images.	28	5, 18, 21, 21, 23, 26, 32, 35, 35, 35, 35, 38, 44, 44, 53, 61, 64, 70, 73, 76, 79, 82, 85, 127, 192, 195, 196, 196																																			
Guideline	Instances	Line Numbers																																			
1.1 If an image conveys important information beyond what is in its alternative text, provide an extended description.	30	18, 21, 23, 26, 32, 35, 35, 35, 35, 35, 35, 38, 44, 44, 47, 53, 61, 64, 70, 73, 76, 79, 82, 85, 127, 192, 196, 196, 196																																			
2.1 If you use color to convey information, make sure the information is also represented another way.	38	5, 18, 21, 21, 21, 23, 26, 29, 32, 35, 35, 35, 35, 35, 35, 35, 38, 44, 44, 47, 53, 58, 61, 64, 70, 73, 76, 79, 82, 85, 127, 189, 192, 195, 195, 196, 196, 196																																			
4.1 Identify any changes in the document's language.																																					
5.1 If this is a data table (not used for layout only), identify headers for the table rows and columns.	5	87, 90, 93, 213, 216																																			
5.2 If a table has two or more rows or columns that serve as headers, use structural markup to identify their hierarchy and relationship.	11	25, 37, 46, 55, 87, 90, 93, 129, 132, 213, 216																																			
6.1 If style sheets are ignored or unsupported, ensure that pages are still readable and usable.																																					
7.1 Make sure that the page does not cause the screen to flicker rapidly.																																					

Abb. B.5.: Vollständiger WebXACT-Report für GITTA

Guideline	Instances	Line Numbers
Priority 2 Checkpoints		
Collapse Section ▲ Top of Page Top of Page		
⊗ Errors		
4 tests, 40 instances on page		
Guideline	Instances	Line Numbers
3.2 Use a public text identifier in a DOCTYPE statement.		
3.4 Use relative sizing and positioning , rather than absolute.	37	8, 10, 11, 12, 18, 21, 23, 26, 35, 35, 35, 35, 35, 35, 44, 44, 53, 61, 61, 61, 64, 68, 70, 70, 70, 73, 76, 76, 76, 79, 82, 82, 82, 85, 196, 196
3.5 Nest headings properly.	1	155
13.1 Create link phrases that make sense when read out of context.	1	196
⚠ Warnings		
15 tests, 99 instances on page		
Expand Code Fragments ▼		
Guideline	Instances	Line Numbers
2.2 Check that the foreground and background colors contrast sufficiently with each other.	39	7, 5, 18, 21, 21, 21, 23, 26, 29, 32, 35, 35, 35, 35, 35, 35, 38, 44, 44, 47, 53, 58, 61, 64, 70, 73, 76, 79, 82, 85, 127, 189, 192, 195, 195, 196, 196, 196
3.1 Where it's possible to mark up content instead of using images, use a markup language.		
3.2 Make sure your document validates to formal published grammars.		
3.5 Make sure header elements are not used only for bold text.		
3.7 Mark up any quotations with the Q and BLOCKQUOTE elements.		
5.3 Avoid using tables to format text documents in columns unless the table can be linearized.		
5.5 If this is a data table (not used for layout only), provide a caption.	11	25, 37, 46, 55, 87, 90, 93, 129, 132, 213, 216
7.2 If this .gif image is animated, make sure it does not contain fast or distracting motion.	34	5, 18, 21, 21, 23, 26, 29, 32, 35, 35, 35, 35, 35, 35, 38, 44, 44, 47, 53, 61, 64, 70, 73, 76, 79, 82, 85, 127, 192, 195, 196, 196, 196
10.1 Inform the user that clicking on certain links or areas of a window will open pop-up windows or change the active window.	4	35, 35, 210, 211
11.1 Use the latest technology specification available whenever possible.		
12.3 Group related elements when possible.		
13.1 Make sure that all link phrases make sense when read out of context.		
13.1 Add a descriptive title to links when needed.		

	Guideline	Instances	Line Numbers
13.3	Provide the user with a site map or table of contents , a description of the general layout of the site, the access features used, and instructions on how to use them.		
13.4	Provide a clear, consistent navigation structure .		
Priority 3 Checkpoints			
Collapse Section ▲ Top of Page Top of Page			
✘ Errors			
3 tests, 13 instances on page Expand Code Fragments ▼			
	Guideline	Instances	Line Numbers
4.3	Identify the language of the text .	1	1
5.5	Provide a summary for tables .	11	19, 33, 42, 51, 68, 59, 56, 125, 122, 193, 8
10.5	Separate adjacent links with more than whitespace .	1	35
⚠ Warnings			
8 tests, 8 instances on page			
	Guideline	Instances	Line Numbers
4.2	Use the ABBR and ACRONYM elements to denote and expand any abbreviations and acronyms that are present.		
9.4	Consider specifying a logical tab order among form controls, links, and objects.		
9.5	Consider adding keyboard shortcuts to frequently used links.		
11.3	Allow users to customize their experience of the web page.		
13.5	Provide navigation bars for easy access to the navigation structure.		
13.8	Provide distinguishing information at the beginning of headings, paragraphs, lists, etc.		
13.9	If this document is part of a collection, provide metadata that identifies this document's location in the collection.		
14.3	Use a consistent style of presentation between pages.		
Custom Accessibility Standards			
✘ Watchfire WebXM and WebQA can identify pages that do not meet custom accessibility standards (learn more)			

Page Links

Links in:

✘ To help in site maintenance, Watchfire WebXM and WebQA can identify all of the pages that link to this page ([learn more](#))

Links out: 0

Link path from a starting URL:

✘ To help in site maintenance, Watchfire WebXM and WebQA can identify the URL path that links to this page ([learn more](#))



Check another page:

[Show Advanced / Accessibility Options](#) [Terms of use](#)

Results for http://www.datei.ch/access/visimpaired/content/gitta/what_gis/en/html/index.html



Page last checked on Mon 16/01/2006 at 12:09am.

General	Quality	Accessibility	Privacy	Expand All	Collapse All																																
<p>⚠ This page complies with all of the automatic checkpoints of the W3C Web Content Accessibility Guidelines. However, it does not comply with all of the manual checkpoints, and requires manual verification.</p>																																					
<p>Automatic Checkpoints</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Status</th> <th>Errors</th> <th>Instances</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Priority 1</td> <td>✓</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Priority 2</td> <td>✓</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Priority 3</td> <td>✓</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>				Status	Errors	Instances	Priority 1	✓	0	0	Priority 2	✓	0	0	Priority 3	✓	0	0	<p>Manual Checkpoints</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Status</th> <th>Warnings</th> <th>Instances</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Priority 1</td> <td>⚠</td> <td>6</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Priority 2</td> <td>⚠</td> <td>13</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Priority 3</td> <td>⚠</td> <td>6</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>				Status	Warnings	Instances	Priority 1	⚠	6	7	Priority 2	⚠	13	15	Priority 3	⚠	6	6
	Status	Errors	Instances																																		
Priority 1	✓	0	0																																		
Priority 2	✓	0	0																																		
Priority 3	✓	0	0																																		
	Status	Warnings	Instances																																		
Priority 1	⚠	6	7																																		
Priority 2	⚠	13	15																																		
Priority 3	⚠	6	6																																		
<p>Priority 1 Checkpoints Collapse Section Top of Page Top of Page</p> <p>⚠ Warnings 6 tests, 7 instances on page Expand Code Fragments</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Guideline</th> <th>Instances</th> <th>Line Numbers</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.1 If an image conveys important information beyond what is in its alternative text, provide an extended description.</td> <td>1</td> <td>47</td> </tr> <tr> <td>2.1 If you use color to convey information, make sure the information is also represented another way.</td> <td>2</td> <td>47, 69</td> </tr> <tr> <td>4.1 Identify any changes in the document's language.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6.1 If style sheets are ignored or unsupported, ensure that pages are still readable and usable.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7.1 Make sure that the page does not cause the screen to flicker rapidly.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>14.1 Use the simplest and most straightforward language that is possible.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Guideline	Instances	Line Numbers	1.1 If an image conveys important information beyond what is in its alternative text, provide an extended description .	1	47	2.1 If you use color to convey information, make sure the information is also represented another way .	2	47, 69	4.1 Identify any changes in the document's language .			6.1 If style sheets are ignored or unsupported, ensure that pages are still readable and usable .			7.1 Make sure that the page does not cause the screen to flicker rapidly .			14.1 Use the simplest and most straightforward language that is possible.													
Guideline	Instances	Line Numbers																																			
1.1 If an image conveys important information beyond what is in its alternative text, provide an extended description .	1	47																																			
2.1 If you use color to convey information, make sure the information is also represented another way .	2	47, 69																																			
4.1 Identify any changes in the document's language .																																					
6.1 If style sheets are ignored or unsupported, ensure that pages are still readable and usable .																																					
7.1 Make sure that the page does not cause the screen to flicker rapidly .																																					
14.1 Use the simplest and most straightforward language that is possible.																																					
<p>Priority 2 Checkpoints Collapse Section Top of Page Top of Page</p> <p>⚠ Warnings 13 tests, 15 instances on page Expand Code Fragments</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Guideline</th> <th>Instances</th> <th>Line Numbers</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.2 Check that the foreground and background colors contrast sufficiently with each other.</td> <td>2</td> <td>47, 69</td> </tr> <tr> <td>3.1 Where it's possible to mark up content instead of using images, use a markup language.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Guideline	Instances	Line Numbers	2.2 Check that the foreground and background colors contrast sufficiently with each other .	2	47, 69	3.1 Where it's possible to mark up content instead of using images, use a markup language .																									
Guideline	Instances	Line Numbers																																			
2.2 Check that the foreground and background colors contrast sufficiently with each other .	2	47, 69																																			
3.1 Where it's possible to mark up content instead of using images, use a markup language .																																					

Abb. B.6.: Vollständiger WebXACT-Report für GITTAcessible

Guideline	Instances	Line Numbers
Priority 3 Checkpoints		
Collapse Section ▲ Top of Page Top of Page		
Warnings		
6 tests, 6 instances on page		
Guideline		
Instances		
Line Numbers		
9.4	Consider specifying a logical tab order among form controls, links, and objects.	
11.3	Allow users to customize their experience of the web page.	
13.5	Provide navigation bars for easy access to the navigation structure.	
13.8	Provide distinguishing information at the beginning of headings, paragraphs, lists, etc.	
13.9	If this document is part of a collection, provide metadata that identifies this document's location in the collection.	
14.3	Use a consistent style of presentation between pages.	
Custom Accessibility Standards		
 Watchfire WebXM and WebQA can identify pages that do not meet custom accessibility standards (learn more)		

Page Links

Links in:

 To help in site maintenance, Watchfire WebXM and WebQA can identify all of the pages that link to this page ([learn more](#))

Links out: 0

Link path from a starting URL:

 To help in site maintenance, Watchfire WebXM and WebQA can identify the URL path that links to this page ([learn more](#))

Now that you've tried **WebXACT** on a page, find out how Watchfire can help your entire site!

To learn more, choose a product:

