

Kommunikationstechnik für behinderte und alte Menschen

— REHABILITATIONSTECHNIK 2 —

Wolfgang Zagler

fortec

Zentrum für Angewandte Assistierende Technologien
Institut für **Gestaltungs- und Wirkungsforschung**
TU Wien



Ausgabe Sommersemester 2012

0 Einleitung

0.1 Vorwort zur Ausgabe Sommersemester 2003

Das Studienjahr 1997/98 bedeutete eine gravierende Umstellung für die Vorlesung Rehabilitationstechnik, weil es wegen der Zunahme des Lehrstoffes erforderlich wurde, die ursprünglich einmal jährlich im Sommersemester abgehaltene Vorlesung "Elektronische Hilfen für behinderte und alte Menschen" auf je eine Vorlesung im Winter- und im Sommersemester aufzuteilen:

"Rehabilitationstechnik 1 – Elektronische Hilfen für behinderte und alte Menschen" beinhaltet alle Grundlagenthemen (Theorie der Rehabilitationstechnik, medizinische, soziale und demographische Grundlagen), Hilfen zur Wahrnehmung, zur Mobilität, zum Umgang mit Computern und zur Bewältigung des Alltags; sie wird im Wintersemester abgehalten.

"Rehabilitationstechnik 2 – Kommunikationstechnik für behinderte und alte Menschen" konzentriert sich auf alle Bereiche der zwischenmenschlichen Kommunikation. Reine Mensch-Maschine Kommunikation (Human-Computer Interfaces (HCI) werden bereits in Rehabilitationstechnik 1 durchgenommen). Damit die Vorlesung Rehabilitationstechnik 2 auch ohne den Besuch des ersten Teils ein abgeschlossenes Ganzes ergibt, werden die Grundlagen in stark gekürzter Form wiederholt.

Beim Zusammentragen des Vorlesungsstoffes und bei der Ausarbeitung des Skriptums wurde es deutlich, daß in den Begriff "Kommunikation" wesentlich mehr einbezogen werden kann, als es allgemein üblich ist. Ja man kann sich fast die Frage stellen, was im Leben eigentlich nicht Kommunikation ist, da Leben nun einmal Wechselwirkung und Wechselbeziehung bedeutet, was im weitesten Sinn immer wieder zu verschiedenen Formen der Kommunikation führt. Kann man Orientierung und Mobilität nicht auch als Kommunikation mit unserer physikalischen Umwelt betrachten, die wahrgenommen wird und auf die wir Einfluß ausüben? Trotzdem wurde an der geplanten Aufteilung festgehalten, allerdings muß zugegeben werden, daß die Zuordnung zu den einzelnen Teilen der Vorlesung in manchen Punkten vielleicht willkürlich erscheinen mag.

Für das Sommersemester 2000/2001 sowie danach im Sommersemester 2002/2003 wurde das Skriptum nochmals überarbeitet. Der Grundlagenteil wurde auf das absolute Minimum reduziert und kann daher die ausführliche Behandlung der medizinischen und demographischen Grundlagen der Vorlesung Rehabilitationstechnik 1 (RT 1 / WS) nicht ersetzen. Trotzdem soll RT 1 nicht eine Vorbedingung zur erfolgreichen Teilnahme an RT 2 werden.

Rehabilitationstechnik ist eine relativ junge Disziplin, für die insbesondere auch im deutschsprachigen Raum noch ein enormer Nachholbedarf besteht. Die meisten Veröffentlichungen jedenfalls sind in englischer Sprache abgefaßt, wodurch – wie auch in vielen anderen Disziplinen – das Fachvokabular englisch (bzw. amerikanisch) geprägt ist. In diesem Skriptum wurde zwar versucht, so weit wie möglich deutschsprachige Ausdrücke zu verwenden bzw. auch einzuführen. In einigen Fällen wird die englische Fachbezeichnung danebengestellt. So wird z.B. der aus dem Englischen stammende Begriff "AAC" (*Alternative and Augmentative Communication*) als alternative und augmentative Kommunikation wiedergegeben. Die Verwendung deutschsprachiger Begriffe geschieht hier aber nicht um jeden Preis. Personen, die beim Umgang mit Schriftstücken Probleme haben, werden in der englischsprachigen Literatur als „*print-disabled persons*“ bezeichnet. Eine Eindeutschung mit „druck-behindert“ wäre in diesem Fall nur irreführend.

Ausdrücklich sei an dieser Stelle auch festgehalten, daß sich der Verfasser zur Verwendung geschlechtsneutraler Schreibweise und zur Vermeidung jeder Art von diskriminierenden

Ausdrücken bekennt. Bei diesem Skriptum wurde jedoch besonderes Augenmerk auf Übersichtlichkeit und leichte Lesbarkeit gelegt, sodaß bewußt nicht in allen Fällen die zweigeschlechtliche Schreibweise verwendet wird, sondern oft auch mehr oder minder willkürlich die männliche oder weibliche Form alleine steht. Die Schreibweise mit eingebettetem großen "I" (oder ist es ein kleines I ?) wird nicht nur aus Gründen der typographischen Ästhetik entschieden abgelehnt, sondern vor allem deshalb, weil das Verarbeiten mit Lesegeräten (synthetische Sprache oder Blindenschrift) praktisch unmöglich ist.

Literaturquellen sind im Skriptum in eckigen Klammern wie folgt angegeben: Drei Buchstaben für den Autor / die Autorin und zwei Ziffern für das Publikationsjahr (z.B. Zagler 1998 ergibt [ZAG 98]. Ist das Publikationsjahr nicht zu ermitteln, wird das Jahr der Beschaffung dieser Literaturstelle angegeben und mit einem Punkt gekennzeichnet (z.B. [XYZ 68.]. Ist der Herausgeber keine identifizierbare Einzelperson sondern eine Organisation, dann werden Kleinbuchstaben verwendet (z.B. Vereinte Nationen 2000 ergibt [Uno 00]). Liegt das Publikationsdatum vor 1920 wird die Jahreszahl vierstellig angegeben (z.B. XYZ 1916].

Da die **Liste der verwendeten bzw. zitierten Literatur** insgesamt 1800 Einträge lang ist, konnte sie mit vertretbarem Aufwand nicht dem Skriptum beigegeben werden. Wer trotz der Länge an der Literaturliste interessiert ist, möge sich wegen einer elektronischen Kopie (Diskette oder e-mail) an mich wenden.

Wolfgang Zagler, Juni 2003

Noch ein Wort der persönlichen Vorstellung:



Photo: B. Nickmann

Der Vortragende befaßt sich seit etwa 25 Jahren (als Vertragsassistent und seit 1990 als Universitätsassistent) zusammen mit einem etwa 6-8 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen umfassenden multidisziplinären Team im Rahmen zahlreicher Projekte (universitär und industriell), Diplomarbeiten und Beratungen mit technischen Hilfsmitteln für behinderte und alte Menschen.

... und so sah der Typ 2003 aus, der diese Vorlesung hält.

Dr. Wolfgang Zagler

seit 2012:

Zentrum für Angewandte Assistierende Technologien
Institut für Gestaltungs- und Wirkungsforschungen der TU Wien

A-1040 Wien, Favoritenstraße 11/187-2b

Telefon: (1) 588-01/187700
Fax: (1) 588-01/187799
e-mail: zw@fortec.tuwien.ac.at
www.fortec.tuwien.ac.at

0.2 Gliederung und Ablauf der Vorlesung RT 2

Die Vorlesung wird üblicherweise an vier Halbtagen in Blöcken zu 5 Stunden abgehalten. Zur Orientierung ist hier ein ungefährender Zeitplan angegeben.

1. BLOCK (Halbtag)	2. BLOCK (Halbtag)
1 Organisatorisches, Kap 1: Behinderte und alte Menschen Kap 2: Rehabilitationstechnik	6 Kap 6: Methoden d. alternativen Komm. <i>Taktile Schriften, 2. Teil</i>
2 Kap 3: Kommunikation Kap 4: Kommunikationsbehinderungen <i>Sprache, Sprechen</i>	7 Kap 6: Methoden d. alternativen Komm. <i>Synthetische Sprache, Bilder und Symbolsprachen,</i>
3 Kap 4: Kommunikationsbehinderungen <i>Ohr, motorische Kommunikationsbehinderungen</i>	8 Kap 6: Methoden d. alternativen Komm. <i>Beschleunigung d. Kommunikation</i>
4 Kap 4: Kommunikationsbehinderungen <i>Auge</i> Kap 5: Kommunikationshilfen 1. Teil	9 Kap 6: Methoden d. alternativen Komm. <i>Visuelle und taktile Sprachen</i>
5 Kap 5: Kommunikationshilfen 2. Teil Kap 6: Methoden d. alternativen Komm. <i>Taktile Schriften, 1. Teil</i>	10 Kap 7: Komm.-Hilfen Direkt-Kommunikation <i>Verbesserung der Stimme</i>
3. BLOCK (Halbtag)	4. BLOCK (Halbtag)
11 Kap 7: Komm.-Hilfen Direkt-Kommunikation <i>Ersatz der Stimme und Sprache</i> <i>Verbesserung des Hörvermögens 1</i>	16 Kap 9: Printmedien <i>Lesegeräte, Schriftstücke in Blindenschrift</i>
12 Kap 7: Komm.-Hilfen Direkt-Kommunikation <i>Verbesserung des Hörvermögens 2</i> <i>Ersatz für das Hörvermögen</i>	17 Kap 9: Printmedien <i>Braille Displays, papierlose Blindenschriftsysteme, Graphik, Hörbücher</i>
13 Kap 8: Hilfsmittel für Telephonanwend. <i>Verb./Ersatz v. Stimme u. Sprache,</i> <i>Verb./Ersatz des Hörvermögens</i>	18 Kap 10: Massenmedien <i>Zeitungen, TV und Film</i>
14 Kap 8: Hilfsmittel für Telephonanwend. <i>Ersatz für Hören und Sehen</i> <i>Videotelephonie</i>	19 Kap 11: Zugang zum Internet
15 Kap 9: Printmedien <i>Vergrößerung des Schriftbildes</i> <i>Großdruck,</i>	20 Prüfung

Ablauf der Vorlesung und Prüfung

Die gesamte Vorlesung **Rehabilitationstechnik 2** ist in **11 Kapitel** gegliedert. An die letzte Vorlesungsstunde schließt sich eine weitere Stunde als erster Prüfungstermin an und soll jenen Hörerinnen und Hörern, die bereits während der Vorlesung kontinuierlich mitgelernt haben, die Möglichkeit geben, auch die Prüfung im Rahmen der Blocklehrveranstaltung abzulegen. Für alle anderen stehen Termine nach Vereinbarung zur Verfügung.

0.3 Inhaltsverzeichnis

0	Einleitung.....	0.1
0.1	Vorwort zur Ausgabe Sommersemester 2003	0.1
0.2	Gliederung und Ablauf der Vorlesung RT 2	0.3
0.3	Inhaltsverzeichnis.....	0.4
1	Behinderte und alte Menschen	1.1
1.1	Definitionen	1.1
1.2	Die Ebenen der Behinderung	1.1
1.3	Statistik.....	1.2
1.3.1	US Statistik	1.2
1.3.2	EU Statistik	1.3
1.3.3	Österreichische Statistik	1.4
2	Rehabilitationstechnik.....	2.1
2.1	Rehabilitationstechnik als Disziplin	2.1
2.2	Aufgaben der Rehabilitationstechnik	2.1
2.3	Ziele der Rehabilitationstechnik.....	2.2
2.4	Kategorien technischer Hilfen.....	2.2
2.4.1	Augmentative (verstärkende) Hilfsmittel.....	2.2
2.4.2	Inserierende (einfügende) Hilfsmittel.....	2.2
2.4.3	Substituierende (ersetzende) Hilfsmittel.....	2.3
2.5	Das Prinzip des Vikariats.....	2.3
2.5.1	Sensorisches Vikariat	2.3
2.5.2	Aktuatorisches Vikariat	2.4
2.5.3	Mentales Vikariat	2.4
3	Kommunikation.....	3.1
3.1	Kommunikationstheorie nach Shannon	3.1
3.2	Begriffe und Aspekte der Kommunikation.....	3.3
4	Kommunikationsbehinderungen	4.1
4.1	Sprache und Sprechen.....	4.1
4.1.1	Die Sprache	4.1
4.1.2	Sprechen, Stimmbildung und Sprechorgane.....	4.3
4.1.3	Kenngrößen der Stimmbildung und zum Sprechen	4.6
4.2	Behinderungen des Sprechens	4.7
4.3	Behinderungen der Sprache.....	4.7
4.4	Ohr und auditive Wahrnehmung.....	4.8
4.4.1	Definitionen	4.8
4.4.2	Meßgrößen	4.8
4.4.3	Anatomie des Ohres	4.9
4.4.4	Physiologie des Ohres.....	4.11
4.4.5	Kenngrößen für das Gehör	4.14
4.5	Auditive Kommunikationsbehinderungen.....	4.15
4.5.1	Klassifikation von Hörschädigungen.....	4.15
4.5.2	Arten von Hörschädigungen (Auszug).....	4.15
4.6	Motorische Kommunikationsbehinderungen	4.18
4.7	Auge und visuelle Wahrnehmung.....	4.18
4.7.1	Aufbau des Auges	4.18
4.7.2	Physiologie des Auges	4.19
4.7.3	Lichttechnik und Kenngrößen für das Auge	4.21
4.8	Visuelle Kommunikationsbehinderungen.....	4.23

4.8.1	Klassifikation von Sehschädigungen	4.23
4.8.2	Ursachen für Sehbehinderungen	4.23
4.8.3	Refraktionsanomalien – Brechungsfehler des Auges	4.24
4.8.4	Glaucom – Grüner Star	4.24
4.8.5	Katarakt – Grauer Star	4.24
4.8.6	Makula Degeneration (MD)	4.25
4.8.7	Retinitis Pigmentosa (RP)	4.25
4.8.8	Retinopathie, diabetische (Retinopathie)	4.25
4.8.9	Hemianopie (Hemianopsie)	4.25
4.9	<i>Kognitive und mentale Kommunikationsbehinderungen</i>	4.26
4.10	<i>„Print - Disability“</i>	4.26
5	Kommunikationshilfen – Systematik	5.1
5.1	<i>Interpersonelle Direkt-Kommunikation</i>	5.1
5.2	<i>Interpersonelle Telekommunikation</i>	5.2
5.3	<i>Systematik der Kommunikationshilfen</i>	5.4
5.3.1	Verwendete Symbole	5.4
5.3.2	Augmentative Kommunikation	5.5
5.3.3	Alternative Kommunikation	5.6
6	Methoden der alternativen Kommunikation	6.1
6.1	<i>Taktile Schriften</i>	6.1
6.1.1	Blindenschrift nach L. Braille	6.1
6.1.2	Andere historische tastbare Schriften	6.3
6.1.3	Codierung der Brailleschrift	6.5
6.1.4	Braille Codes für besondere Anwendungen	6.17
6.1.5	Internationale Alphabete, Akzentzeichen	6.20
6.1.6	Andere taktile Schriften	6.22
6.2	<i>Synthetische Sprache (eigentlich Stimme)</i>	6.27
6.2.1	Technische Realisierungsmöglichkeiten	6.27
6.2.2	Benutzerspezifische Grundanforderungen	6.28
6.2.3	Sprache ist mehr als aneinandergereihte Wörter	6.29
6.3	<i>Bilder- und Symbolsprachen</i>	6.30
6.3.1	Grundlagen	6.30
6.3.2	Anwendung von Bildkommunikation	6.33
6.3.3	Picture Communication Symbols (PCS)	6.34
6.3.4	Rebus	6.34
6.3.5	Aladin	6.34
6.3.6	Bliss	6.34
6.3.7	Gebärdensysteme, Makaton	6.38
6.3.8	Gegenüberstellung	6.39
6.4	<i>Beschleunigung der Kommunikation</i>	6.40
6.4.1	Grundlagen, Problematik	6.40
6.4.2	Abkürzungen	6.41
6.4.3	Phrasenkataloge	6.41
6.4.4	Textvorhersage	6.41
6.4.5	Semantic Compaction	6.49
6.5	<i>Visuelle Sprachen</i>	6.52
6.5.1	Grundlagen	6.52
6.5.2	Lippenlesen	6.53
6.5.3	Fingeralphabet	6.54
6.5.4	Gebärdensprache	6.55
6.5.5	Lautsprachbegleitende Gebärde (LBG)	6.58
6.5.6	Cued Speech	6.59
6.5.7	Notetaking	6.60
6.6	<i>Taktile Sprachen</i>	6.60
6.6.1	Taktile Verwendung des Fingeralphabets	6.60
6.6.2	Lormen	6.61

6.6.3	Tadoma.....	6.62
7	Kommunikationshilfen für Direkt- Kommunikation.....	7.1
7.1	<i>Verbesserung der eigenen Stimme</i>	7.1
7.1.1	Sprachverstärkung.....	7.2
7.1.2	Elektronischer Kehlkopf.....	7.3
7.1.3	Clarifier.....	7.6
7.1.4	Verändertes auditives Feedback	7.6
7.1.5	Re-Synthese der Stimme.....	7.8
7.2	<i>Ersatz der eigenen Stimme</i>	7.8
7.2.1	Eingabe von Text – Ausgabe über synthetische Sprache.....	7.8
7.2.2	Eingabe von Text – Ausgabe ebenfalls über Text.....	7.9
7.2.3	Eingabe von Gesten – Ausgabe über synthetische Sprache	7.10
7.3	<i>Ersatz für die Sprache</i>	7.11
7.3.1	Eingabe über Bilder und Symbole – Ausgabe über synthetische Sprache.....	7.11
7.4	<i>Verbesserung des eigenen Hörvermögens</i>	7.13
7.4.1	Kurze Geschichte der Hörhilfen.....	7.13
7.4.2	Aufbau eines Hörgerätes	7.14
7.4.3	Hörgerätetypen	7.15
7.4.4	Sonderbauformen von Hörgeräten	7.18
7.4.5	Elektromagnetische Störungen bei Hörgeräten (EMI).....	7.19
7.4.6	Unterdrückung von Störgeräuschen, Richtmikrophone.....	7.20
7.4.7	Hörgeräte mit Sprachsignalaufbereitung	7.20
7.4.8	Cochlea Implantate (CI).....	7.20
7.4.9	Hirnstamm Implantate (ABI)	7.22
7.4.10	Induktive Kopplung	7.23
7.4.11	Infrarot Übertragungssysteme	7.27
7.4.12	FM Übertragungssysteme	7.27
7.5	<i>Ersatz für das Hörvermögen</i>	7.29
7.5.1	Vermittlung über den Tastsinn, vibrotaktile Hörprothesen	7.29
7.5.2	Visuelle Vermittlung über optische Signale	7.32
7.5.3	Visuelle Vermittlung über Text.....	7.32
7.5.4	Visuelle Vermittlung über Phoneme	7.34
7.5.5	Visuelle Vermittlung über Gebärde.....	7.34
7.6	<i>Ersatz für Hören und Sehen</i>	7.35
7.6.1	Braille Kommunikation.....	7.35
7.6.2	Kommunikation mit Fingeralphabet und Text.....	7.36
7.6.3	Kommunikation über taktilen Morse-Code	7.36
8	Hilfsmittel für Telephon-Anwendungen	8.1
8.1	<i>Verbesserung der eigenen Stimme - Sprachverstärkung</i>	8.1
8.2	<i>Ersatz der eigenen Stimme und Sprache: Texttelefon, Videophon und synthetische Sprache</i>	8.1
8.3	<i>Verbesserung des eigenen Hörvermögens</i>	8.2
8.3.1	Telephon-Hörverstärker.....	8.2
8.3.2	Elektrische Kopplung	8.3
8.3.3	Induktive Kopplung	8.5
8.3.4	Interferenzprobleme bei GSM und DECT.....	8.6
8.4	<i>Ersatz für eigenes Hörvermögen</i>	8.7
8.4.1	Texttelephone	8.7
8.4.2	Texttelephone-Standards einzelner Länder	8.8
8.4.3	Der Internationale Texttelephone-Standard V.18	8.10
8.4.4	Relay Service (Text und Gebärde).....	8.10
8.4.5	Faxgerät und Internet	8.11
8.5	<i>Ersatz für Hören und Sehen</i>	8.12
8.5.1	Elektronische Braille Telekommunikation.....	8.12
8.5.2	Telekommunikation mit mechanischer Hand – DEXTER.....	8.12
8.6	<i>Videotelephonie</i>	8.13

8.6.1	Grundlagen, Technik	8.13
8.6.2	Einsatz bei Hör- und Sprechbehinderung	8.13
8.6.3	Einsatz bei Sehbehinderung.....	8.15
8.6.4	Bei alten und isolierten Personen.....	8.15
9	Hilfen bei Printmedien	9.1
9.1	<i>Hilfsmittel zur Vergrößerung des Schriftbildes.....</i>	9.1
9.1.1	Leseverhalten von sehbehinderten Personen.....	9.1
9.1.2	Vergrößernde Lesehilfen	9.3
9.2	<i>Herstellung von Schriftstücken in Großdruck</i>	9.7
9.2.1	Wozu Großdruck?	9.7
9.2.2	Typographischer Exkurs	9.8
9.2.3	Gestaltung und Herstellung von Großdruck-Dokumenten	9.9
9.2.4	Bildschirmfont	9.10
9.3	<i>Lesegeräte für blinde Personen</i>	9.10
9.3.1	Rückblick auf die technische Entwicklung.....	9.10
9.3.2	Stereotoner	9.11
9.3.3	Optacon	9.13
9.3.4	Lesegeräte mit OCR.....	9.14
9.3.5	Lesegeräte für Punktschrift.....	9.15
9.4	<i>Herstellung von Schriftstücken in Blindenschrift.....</i>	9.15
9.4.1	Schablone.....	9.15
9.4.2	Schreibmaschine	9.16
9.4.3	Prägezange	9.18
9.4.4	Braille-Drucker, Punziermaschinen und Braille-Pressen	9.18
9.4.5	Übersetzung und Produktion	9.21
9.4.6	Produktionszeit und Produktionskosten	9.21
9.5	<i>Braille Displays</i>	9.22
9.6	<i>Papierlose Blindenschriftsysteme</i>	9.22
9.6.1	Notizgeräte	9.23
9.6.2	Geräte auf PC-Basis.....	9.23
9.7	<i>Taktile Graphik.....</i>	9.24
9.7.1	Verwendung und Darstellung	9.24
9.7.2	Taktile Landkarten und Pläne.....	9.24
9.7.3	Herstellungsverfahren	9.25
9.8	<i>Hörbücher.....</i>	9.27
9.8.1	Analoge Hörbücher.....	9.27
9.8.2	Digitale Hörbücher - Daisy.....	9.29
10	Massenmedien.....	10.1
10.1	<i>Zeitungen.....</i>	10.1
10.1.1	Zeitungen für blinde Menschen	10.1
10.1.2	Zeitungen für sprachbehinderte Personen	10.2
10.2	<i>TV, Film und Video</i>	10.2
10.2.1	Verbesserung der Verständlichkeit	10.2
10.2.2	Untertitel	10.3
10.2.3	Audio Description	10.4
10.2.4	Rear Window	10.5
10.2.5	Veränderung der Sprechgeschwindigkeit.....	10.5
11	Zugang zum Internet.....	11.1
11.1	<i>Alternative Interfaces für das WWW</i>	11.1
11.1.1	Internet und blinde Menschen	11.1
11.1.2	Internet und bewegungsbehinderte Personen	11.2
11.1.3	Internet und behinderte Kinder	11.2
11.1.4	Verbesserungen in HTML.....	11.2
11.2	<i>Die Web Accessibility Initiative.....</i>	11.3
11.3	<i>14 Regeln für ein zugängliches WWW.....</i>	11.3

11.3.1	Äquivalente Alternativen für visuelle und auditive Inhalte bereitstellen.....	11.4
11.3.2	Farbe darf für Lesbarkeit und Verständlichkeit nicht ausschlaggebend sein	11.4
11.3.3	Korrekte Verwendung von Strukturelementen (Markup und Stylesheets)	11.4
11.3.4	Fremdsprachlichen Text und Abkürzungen durch Markup kennzeichnen	11.5
11.3.5	Tabellen mit erforderlichen "Markups" versehen um Transformation sicherzustellen 11.5	
11.3.6	Neue Gestaltungstechniken abwärtskompatibel gestalten.....	11.5
11.3.7	Dynamische und zeitkritische Darstellung durch Benutzer beeinflussbar gestalten 11.6	
11.3.8	Eingebettete Benutzerschnittstellen zugänglich gestalten	11.6
11.3.9	Interaktionen müssen unabhängig von einem bestimmten Ein-/Ausgabegerät sein 11.6	
11.3.10	Verwendung von "Interim-Lösungen"	11.7
11.3.11	Verwendung der Technologien und Regeln des W3C	11.7
11.3.12	Bereitstellung von Informationen zum Kontext und zur Orientierung.....	11.7
11.3.13	Anbieten von klaren Mechanismen für die Navigation	11.8
11.3.14	Sicherstellen, daß Dokumente klar und einfach gehalten sind	11.8
11.4	Konformitätsstufen, Tests und Gütesiegel	11.8
11.4.1	Konformitätsstufen der W3C Empfehlung	11.8
11.4.2	Bobby.....	11.9
11.4.3	NCAM Symbol	11.11

1 Behinderte und alte Menschen

1.1 Definitionen

Behinderte¹ sind Menschen in allen Altersgruppen, die durch einen angeborenen oder erworbenen gesundheitlichen Schaden in der Ausübung der im entsprechenden Lebensalter üblichen Funktionen beeinträchtigt sind.

Altern stellt einen komplexen, irreversiblen Vorgang dar, der durch organisch bedingte Veränderungen im Bereich der Lebensfunktionen charakterisiert ist. Dem theoretisch bereits bei der Empfängnis einsetzenden Alterungsprozeß (*Biomorphose*) stehen in der Praxis die mit fortschreitendem Lebensalter wesentlich stärker ausgeprägten degenerativen Veränderungen und funktionellen Verluste gegenüber (*Sensenz*). Mit der Erforschung des Alterns befaßt sich die multidisziplinäre *Gerontologie*. Unter *Gerontechnologie* wird jene Wissenschaft verstanden, die sich mit den Auswirkungen der Technik auf den alten Menschen befaßt. Dies geschieht einerseits im Sinn einer „Technikfolgenabschätzung“, andererseits aber auch in Hinblick auf Nutzbarmachung technischer Möglichkeiten zur Unterstützung alter Menschen.

1.2 Die Ebenen der Behinderung

Von der WHO (*World Health Organization*, Weltgesundheitsorganisation) wurde 1980 zum erstenmal die „ICIDH“ (International Classification of Impairments, Disabilities and Handicaps) herausgegeben. Während der deutschsprachige Begriff „Behinderung“ als umfassender Oberbegriff aufgefaßt werden kann, unterscheidet die ICIDH drei Ebenen bzw. Dimensionen von Behinderung und gibt ihnen unterschiedliche Benennungen. Auch im Deutschen hat man versucht, verschiedene Begriffe einzuführen, obwohl der Übersetzung sprachlich bedingt die Prägnanz der englischen Begriffe fehlt [MATTH95].

(Die ICIDH wurde überarbeitet und ist als ICF – International Classification of Functioning neu erschienen. Ein wesentlicher Unterschied der ICF ist es, daß für Disability und Handicap neue Begriffe geprägt werden. Damit sollen einerseits umfassendere Begriffe eingeführt werden, andererseits soll der Blick von der Behinderung zu den (trotz Behinderung) vorhandenen Fähigkeiten gelenkt werden. Es wird abzuwarten bleiben, wie sich diese Begriffe in die gesamte Klassifikation einfügen. Hier wird noch mit den bisherigen Ausdrücken gearbeitet, die neuen Bezeichnungen werden in Klammern danebengestellt.)

a) Die Ebene der Störung der biologischen und/oder psychischen Struktur und Funktion

Impairment = (gesundheitliche) Schädigung

Beliebiger Verlust oder Normabweichung in der psychischen, physiologischen oder anatomischen Struktur oder Funktion (*A loss or abnormality of psychological, physiological, or anatomical structure or function*).

¹ Die substantivierte Form "Behinderte" wird allgemein als diskriminierend abgelehnt und sollte generell durch Ausdrücke wie "behinderte Menschen", "Personen mit Behinderung" oder "behinderte Studierende" etc. ersetzt werden. Hier handelt es sich jedoch um ein wörtliches Zitat aus dem Lexikon bzw. aus WHO Texten, die nicht verändert wurden

b) Die Ebene der Störung der Fähigkeit der betroffenen Person zur Ausführung zweckgerichteter Handlungen

Disability = Fähigkeitsstörung

(ICF: Activities)

Jede Einschränkung oder jeder Verlust der Fähigkeit (als Folge einer Schädigung), Aktivitäten in der Art und Weise oder in dem Umfang auszuführen, die für einen Menschen als normal angesehen wird (*Any restriction or lack – resulting from an impairment – of the ability to perform an activity in the manner or within the range considered normal for a human being*).

c) Die Ebene der Störung der sozialen Stellung oder Rolle der betroffenen Person und ihrer Fähigkeit zur Teilnahme am gesellschaftlichen Leben

Handicap = (soziale) Beeinträchtigung

(ICF2: Participation)

Eine sich aus einer Schädigung oder Fähigkeitsstörung ergebende Benachteiligung des betroffenen Menschen, die die Erfüllung einer Rolle einschränkt oder verhindert, die (abhängig von Geschlecht, Lebensalter sowie sozialen und kulturellen Faktoren) für diesen Menschen normal ist (*A disadvantage for a given individual, resulting from an impairment or a disability, that limits or prevents the fulfilment of role that is normal – depending on age, sex, and social and culture factors – for the individual*).

1.3 Statistik

1.3.1 US Statistik

Vom Disability Statistic Center der University of California (San Francisco) wurden 1992 unter dem Titel „Disability in the United States“ Daten über Behinderungen in der US-Bevölkerung herausgegeben. In den Tabellen wird zwischen „Schädigungen“ (impairments) und „chronischen Krankheiten“ (diseases and disorders) unterschieden.

Das gesamte Zahlenmaterial liegt nach zwei Zählmethoden getrennt vor:

- Nach dem Hauptgrund der Schädigung (main condition causing limitation). Es werden also alle behinderten Personen nur einmal gezählt und jeweils jener Kategorie zugerechnet, die für die wesentlichste Funktionseinschränkung verantwortlich ist.
- Nach allen Schädigungen (all conditions causing limitation). Es werden also alle Schädigungen gezählt. Die Zahl der Schädigungen ist daher höher als die Zahl der behinderten Personen.

US Bevölkerung 1992	nur Hauptursachen		alle Ursachen	
	Personen ¹⁾	% ²⁾	Schädigungen ³⁾	% ⁴⁾
Gesamtbevölkerung > 6 Jahre	237.000	100,0		
ohne Behinderung oder chron. Krankheit	199.265	84,1		
von Behinderung betroffen / Behinderungen	10.922	4,6	16.327	100,0
Seherschädigung	558	0,2	1.294	7,9
Hörschädigung	654	0,3	1.175	7,2
Sprach-/Sprechsädigung	315	0,1	545	3,3
Intellektuelle Schädigung	1.389	0,6	1.575	9,6
Motorische Schädigung	7.762	3,3	11.367	69,6
Andere Schädigung	244	0,1	371	2,3
von chronischer Krankheit betroffen	26.813	11,3	44.716	

Tabelle 1.1: Behinderte Personen und Behinderungen in den USA

- ¹⁾ Anzahl der (behinderten) Personen in 1.000; Bei Mehrfachbehinderung erfolgt die Zählung nur bei der am meisten einschränkenden Schädigung
- ²⁾ Prozentueller Anteil der unter 1) angeführten Personen an der Gesamtbevölkerung
- ³⁾ Gesamtanzahl der registrierten Schädigungen / chron. Erkrankungen in 1.000; Zählung jeder einzelnen kategorisierten Schädigung, daher Summe der Schädigungen größer als Zahl der behinderten / chronisch kranken Personen.
- ⁴⁾ Prozentueller Anteil der jeweiligen Schädigung an der Gesamtzahl der Schädigungen

1.3.2 EU Statistik

Die Angaben zu behinderten Personen in Europa sind dem Handbuch „Eurostat“ entnommen. Es wurde dort zwar versucht, die Zählungsergebnisse der einzelnen Mitgliedsländer vergleichbar gegenüberzustellen, jedoch zeigen die starken Unterschiede, daß die zugrundeliegenden Maßstäbe immer noch sehr verschieden sind.

Die Auswirkung von chronischen Krankheiten wird in dieser EU Statistik nicht erfaßt. Die Angaben zu Sprech- und Sprachbehinderung sind aus [SANDH97] hochgerechnet und ergänzt worden.

EU-12 ^{*)} Bevölkerung 1992/1995	Personen ¹⁾	% ²⁾	% ³⁾
Gesamtbevölkerung	347.276	100,0	
ohne Behinderung	282.285	81,3	
von Behinderung betroffen	64.991	18,7	100,0
Seherschädigung	8.665	2,5	13,3
Hörschädigung	9.955	2,9	15,3
Sprach-/Sprechsädigung	10.715	3,1	16,5
Intellektuelle Schädigung	8.460	2,4	13,0
Motorische Schädigung	27.195	7,8	41,8

Tabelle 1.2: Behinderte Personen in der EI-12

*) EU-12 bezeichnet die 12 Länder der Europäischen Union vor deren Erweiterung (Belgien, Dänemark, Deutschland, Griechenland, Spanien, Frankreich, Irland, Italien, Luxemburg, Niederlande, Portugal und Großbritannien)

1) Anzahl der (behinderten) Personen in 1.000; Bei Mehrfachbehinderung erfolgte zumindest teilweise Doppelzählung

2) Prozentueller Anteil der unter 1) angeführten Personen an der Gesamtbevölkerung

3) Prozentueller Anteil der jeweiligen Schädigung an der Gesamtzahl der Schädigungen

1.3.3 Österreichische Statistik

Die hier angeführten Zahlen stammen aus dem Mikrozensus Dezember 1995, "Körperlich beeinträchtigte Personen", Österreichisches Statistisches Zentralamt [ÖSTAT97]. Der Mikrozensus ist eine Stichprobenerhebung, die etwa 1% (etwa 30.000) der österreichischen Haushalte und deren Bewohner umfaßt. Nicht berücksichtigt sind daher alle in Anstalten (vom Studentenwohnheim bis zum Pflegeheim) wohnenden Personen. Rund 10 % der im Juni 1995 befragten Personen lehnten die Beantwortung ab. Daher liegen Ergebnisse für (hochgerechnet) 7,118.900 Personen vor.

Österreich Bevölkerung 1995	Personen ¹⁾	% ²⁾	Schädigungen ³⁾	% ⁴⁾
Gesamtbevölkerung	7.119	100,0		
ohne Behinderung oder chron. Krankheit	4.994	70,1		
von Behinderung betroffen / Behinderungen	1.355	19,0	1.595	100,0
Sehschädigung	407	5,7	532	33,4
Hörschädigung	456	6,4	506	31,7
Sprach-/Sprechschiädigung	15	0,2	15	1,0
Motorische Schädigung	476	6,7	541	33,9
von chronischer Krankheit betroffen	1.663	23,4	2.556	
davon sind sowohl von Behinderung als auch von chronischen Krankheiten betroffen (Überlappung)	877	12,3		

Tabelle 1.3: Behinderte Personen in Österreich

1) Anzahl der (behinderten) Personen in 1.000; Bei Mehrfachbehinderung innerhalb einer Schädigungskategorie erfolgt die Zählung nur einfach, sonst jedoch mehrfach.

2) Prozentueller Anteil der unter 1) angeführten Personen an der Gesamtbevölkerung

3) Gesamtanzahl der registrierten Schädigungen / chron. Erkrankungen in 1.000; Zählung jeder einzelnen kategorisierten Schädigung, daher Summe der Schädigungen größer als Zahl der behinderten / chronisch kranken Personen.

4) Prozentueller Anteil der jeweiligen Schädigung an der Gesamtzahl der Schädigungen

Österreichische Bevölkerung

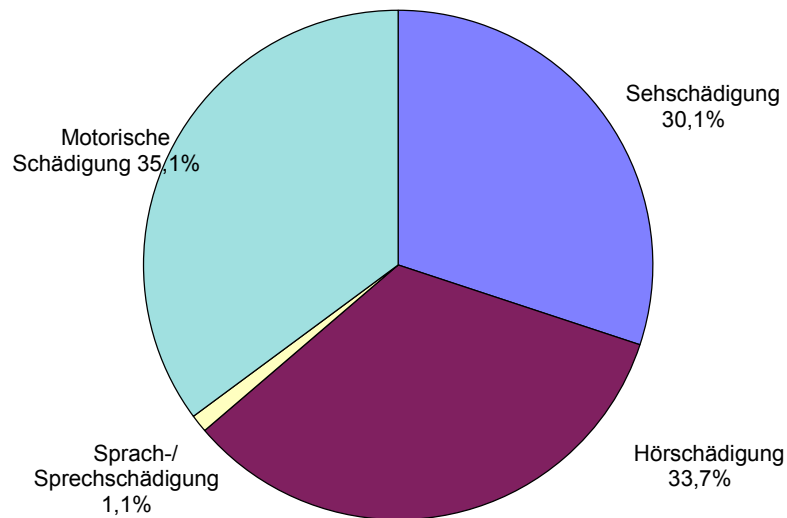


Abb. 1.1: Verteilung der Behinderungsformen in Österreich

Die Gegenüberstellung der Erhebungen 1976, 1986 und 1995 zeigt, gegliedert nach Altersgruppen folgende Entwicklung (Abb. 1.2):

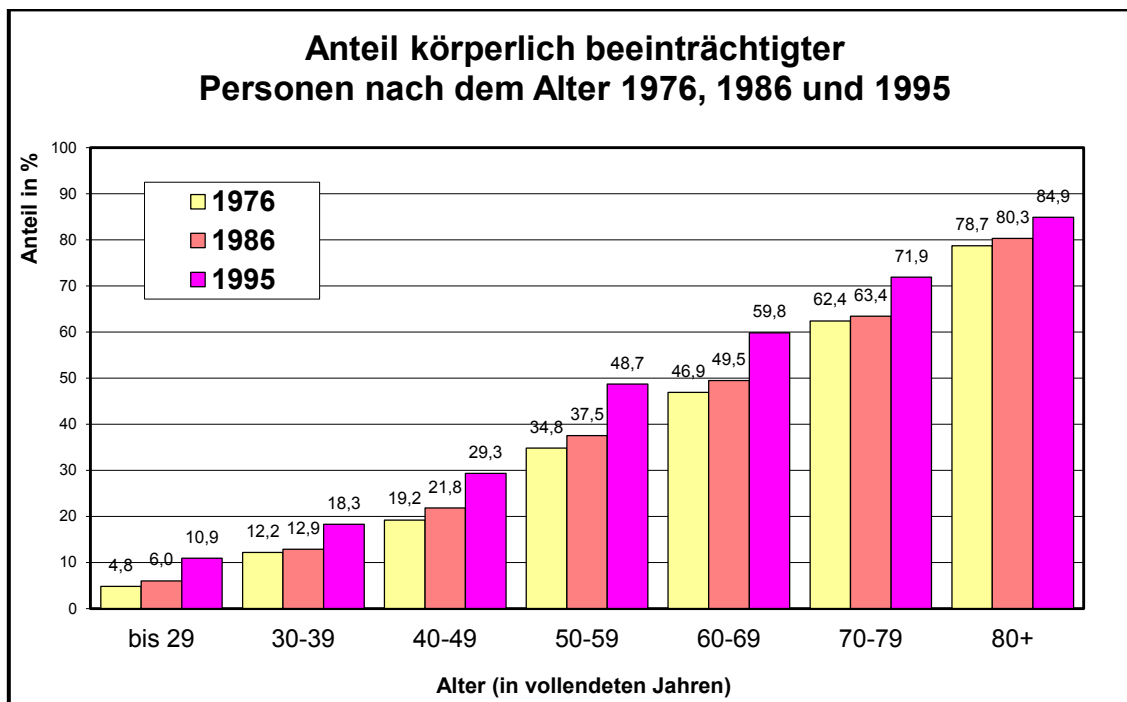


Abb. 1.2: Körperliche Beeinträchtigung und Alter in Österreich

Der Anteil der körperlich beeinträchtigten Personen in Österreich zeigt ein Ost-West-Gefälle, welches jedoch in den letzten Jahren deutlich abgenommen hat (Abb. 1.3).

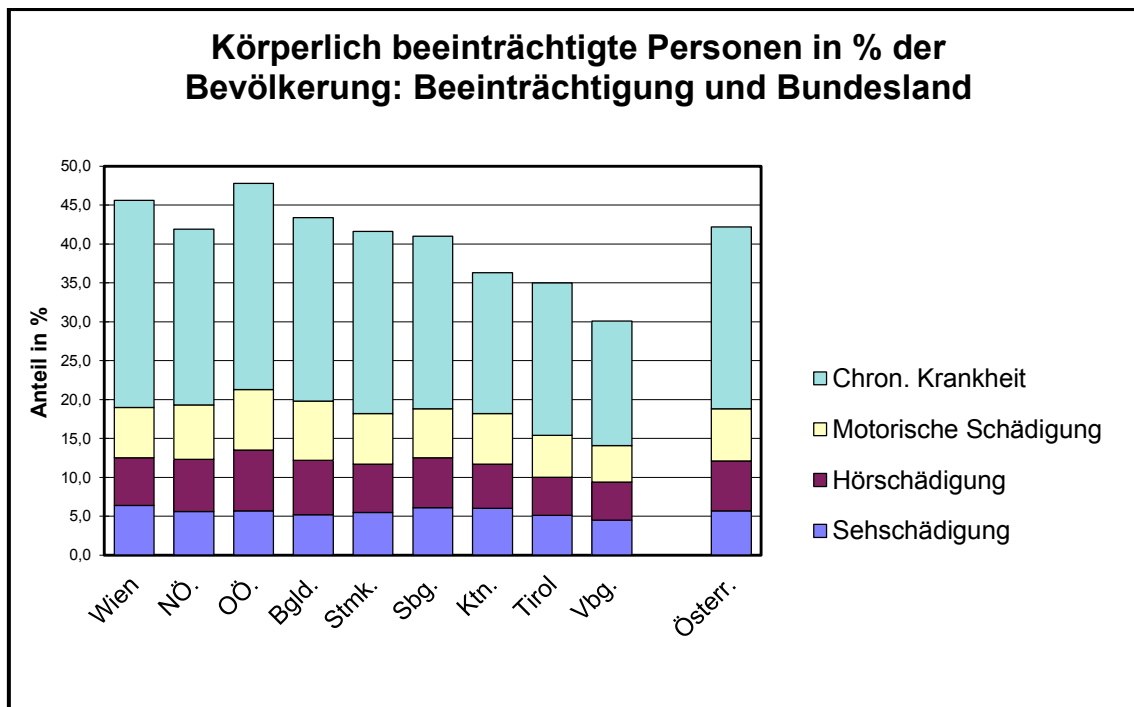


Abb. 1.3: Körperliche Beeinträchtigung in österreichischen Bundesländern

2 Rehabilitationstechnik

2.1 Rehabilitationstechnik als Disziplin

Rehabilitationstechnik kann als Teilgebiet der biomedizinischen Technik verstanden werden. Nach P. Rappelsberger [RAP92] umfaßt „Biomedizinische Technik“ folgende Teildisziplinen:

a) *Prävention*

Maßnahmen im Sinn der Vorbeugung und Verhütung von Erkrankungen. Die von der Technik zur Verfügung gestellten Geräte und Methoden dienen vor allem der eigenständigen Verwendung durch die Einzelperson.

b) *Diagnostik*

Die hier Verwendung findenden Geräte und Methoden dienen der Feststellung der Ursachen einer Erkrankung. Sie werden vom Mediziner bzw. von einschlägigen Laboratorien eingesetzt. In Einzelfällen (z.B. Blutzuckerbestimmung) können sie auch von Einzelpersonen selbst angewendet werden.

c) *Therapie*

Therapiegeräte dienen der Behandlung von Erkrankung mit dem Ziel, die Gesundheit (Funktion) wieder herzustellen.

d) *Nachbehandlung (Rehabilitation)*

Darunter verstehen wir Einrichtungen, mit denen der Versuch unternommen wird, die Funktionalität des Patienten weiter zu verbessern. Dieser Schritt geht über die eigentliche medizinische Therapie hinaus bzw. schließt an diese an.

e) *Rehabilitationstechnik (technische Lebenshilfen)*

Die Rehabilitationstechnik schließlich befaßt sich mit der Entwicklung, Bereitstellung und Anwendung von technischen Geräten oder Systemen, die eine Kompensation funktioneller Einschränkungen bewirken können.

2.2 Aufgaben der Rehabilitationstechnik

Rehabilitationstechnik zielt darauf ab, dem von einer Fähigkeitsstörung (*disability*, gemäß ICDH 2: Einschränkung der Aktivität) bzw. einer (sozialen) Beeinträchtigung (*handicap*, gemäß ICDH 2: Ausschluß von der gesellschaftlichen Teilnahme) betroffenen Menschen, technische Werkzeuge in die Hand zu geben, mit denen die Fähigkeitsstörung bzw. die Beeinträchtigung ganz oder zumindest teilweise überwunden werden kann. Rehabilitationstechnik möchte *Auswirkungen* von Krankheit und Behinderung überwinden, ohne an der Krankheit oder der Schädigung selbst etwas ändern zu können.

2.3 Ziele der Rehabilitationstechnik

Generelles Ziel der Rehabilitationstechnik ist die Schaffung von technischen Hilfen zur:

a). Wiederherstellung oder Verbesserung einer durch Schädigung betroffenen Funktion

Der Ansatz erfolgt bei der Fähigkeitsstörung. Durch Verwendung des Hilfsmittels wird die Fähigkeitsstörung aufgehoben.

b). Überwindung der Auswirkungen einer Schädigung ohne die Funktion wiederherzustellen

Der Ansatz erfolgt bei der (sozialen) Beeinträchtigung. Trotz Weiterbestand der Funktionsstörung kann die gesellschaftliche Rolle (Ausbildung, Beruf, selbständige Lebensführung etc.) wieder wahrgenommen werden.

2.4 Kategorien technischer Hilfen

Technische Hilfen lassen sich in drei Kategorien einteilen:

2.4.1 Augmentative (verstärkende) Hilfsmittel

Darunter verstehen wir Hilfsmittel, die einen Reiz (eine Aktion) derart verstärken, sodaß dieser (diese) auch von einem in seiner Leistung verminderten Organ wahrgenommen (ausgeführt) werden kann. Abb. 2.1 verdeutlicht die Funktionsweise an einem Beispiel. Der eintreffende Sinnesreiz kann von der behinderten Person wegen einer Schädigung des betreffenden Sinnesorgans nur in abgeschwächter Form wahrgenommen werden. Die Aufgabe des mit H bezeichneten Hilfsmittels ist es, den eintreffenden Reiz in geeigneter Weise so zu verstärken, daß er möglichst mit jener Intensität wahrgenommen werden kann, mit der ihn auch eine nichtbehinderte Person empfunden hätte. Beispiele für augmentative Hilfsmittel sind Hörgeräte und Brillen.

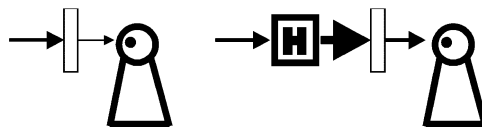


Abb. 2.1: Funktionsweise eines augmentativen (verstärkenden) Hilfsmittels

2.4.2 Inserierende (einfügende) Hilfsmittel

Darunter wollen wir Hilfsmittel verstehen, die einen unterbrochenen Teil einer Funktionskette ersetzen bzw. überbrücken, den Reiz (die Aktion) jedoch wieder dem ursprünglichen Organ bzw. dessen Nervenbahnen zuleiten. Die Graphik in Abb. 2.2 stellt eine Person dar, die wegen eines vollständigen Funktionsausfalles des betreffenden Sinnesorgans nicht in der Lage ist, einen Reiz wahrzunehmen, egal ob dieser in üblicher oder in verstärkter Weise angeboten wird. Die Aufgabe des Hilfsmittels H ist es, den Reiz um die defekte Stelle so herumzuleiten, daß durch eine Stimulation der später liegenden Nervenbahnen ein Eindruck hervorgerufen wird, der den Auswirkungen des ursprünglichen Reizes möglichst nahe kommt. Beispiele für inserierende Hilfsmittel sind Cochlea-Implantate und funktionelle Elektrostimulation.

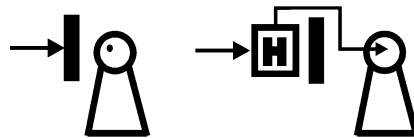


Abb. 2.2: Funktionsweise eines inserierenden (einfügenden) Hilfsmittels

2.4.3 Substituierende (ersetzende) Hilfsmittel

Substituierend werden Hilfsmittel bezeichnet, mit denen ein Reiz auf andere als die sonst üblichen Sinnesorgane umgeleitet wird. Das gleiche gilt auch dann, wenn eine Aktion (Bewegung oder Auslösung einer Bewegung) von anderen als den sonst üblichen aktuatorischen Organen gewonnen wird. Es kommt dabei zu einer Stellvertretung = Vikariat, (siehe Kapitel 2.5). Abb. 2.3 zeigt eine Person, bei der die Wahrnehmung von optischen Reizen zufolge Blindheit nicht möglich ist. Das in der mittleren Graphik dargestellte Hilfsmittel H wandelt den optischen Reiz in geeigneter Weise in einen akustischen Reiz um und leitet ihn zum Gehör der blinden Person. In ähnlicher Weise zeigt die rechte Darstellung von Abb. 2.3 die Umsetzung in einen taktil wahrnehmbaren Reiz. Beispiele für substituierende Hilfsmittel sind die Verwendung von Blindenschrift, die anstelle der Augen mit den Fingerspitzen gelesen wird und das Lippenlesen, bei dem die Augen Aufgaben übernehmen, die in der Regel von den Ohren wahrgenommen werden.

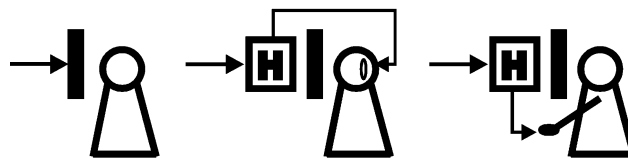


Abb. 2.3: Funktionsweise eines substituierenden (ersetzenden) Hilfsmittels

2.5 Das Prinzip des Vikariats

Unter einem Vikariat (Stellvertretung) verstehen wir alle Maßnahmen, bei denen eine durch eine Schädigung ausgefallene Funktion durch eine andere ersetzt wird. Das Hilfsmittel hat dabei die Aufgabe, als Interface zur Umwelt die geeignete Transformation auszuführen.

2.5.1 Sensorisches Vikariat

Beim sensorischen Vikariat geht es um den Ersatz eines ausgefallenen Sinnesorgans durch ein anderes. Abb. 2.4 verdeutlicht das anhand einer Schädigung der Augen, durch die visuelle Reize nicht mehr wahrgenommen werden können. Das im Bild mit „H“ bezeichnete Hilfsmittel hat die Aufgabe, den visuellen Reiz (das optische Signal aus der Umwelt) in einen taktilen (dem Tastsinn zugänglichen) Reiz umzuwandeln.

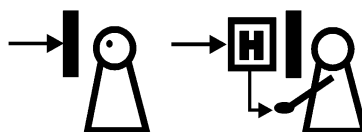


Abb. 2.4: Wirkungsweise eines sensorischen Vikariats (Ersatz des Sehens durch Tasten)

Da die Leistung der einzelnen Sinnesorgane (die Bandbreite im weitesten Sinn) und auch die Art der über sie erfolgenden Wahrnehmung sehr verschieden ist, muß mit dem Hilfsmittel versucht werden, möglichst viele relevante Information zu vermitteln. Tabelle 2.1 zeigt eine Gegenüberstellung der „Bandbreiten“ der einzelnen Sinnesorgane. Daraus wird ersichtlich, mit welchen Einschränkungen beim Einsatz von Vikariaten gerechnet werden muß.

Sinnesorgan	Bandbreite in bit/s
Sehen (Auge)	10^6 bit/s
Hören (Ohr)	10^4 bit/s
Tasten (Haut)	10^2 bit/s
Riechen (Nase)	$<10^1$ bit/s
Schmecken (Zunge)	$<10^1$ bit/s

Tabelle 2.1: Bandbreiten der menschlichen Sinnesorgane [KOK87]

2.5.2 Aktuatorisches Vikariat

Das aktuatorische Vikariat ist in der entgegengesetzten Richtung wirksam, also vom Menschen zu Umwelt hin. Abb. 2.5 zeigt das anhand einer Schädigung (des Fehlens) der oberen Extremitäten, zufolge der die Person nicht in der Lage ist, das Gewicht zu heben. Das in diesem Beispiel angenommene Hilfsmittel H empfängt Sprachkommandos und steuert eine Hebeeinrichtung an.



Abb. 2.5: Wirkungsweise eines aktuatorischen Vikariats (Ersatz des Hebens durch Sprechen)

2.5.3 Mentales Vikariat

Der Vollständigkeit halber muß auch ein mentales Vikariat definiert werden. Das Hilfsmittel übernimmt für die Person eine bestimmte „Denkarbeit“ (z.B. Erinnern an einen Termin).

3 Kommunikation

Aus dem Kommunikationsmodell nach Shannon wird ein "erweitertes Kommunikationsmodell" entwickelt, das sich für die Betrachtung menschlicher Sender und Empfänger sowie Störungen im Sinne von Behinderungen der Kommunikation besser eignet. Die wichtigsten Begriffe der Kommunikationstechnik werden definiert.

3.1 Kommunikationstheorie nach Shannon

In seinem erstmals 1948 veröffentlichten Buch „*The Mathematical Theory of Communication*“ [SHA59] führt Shannon alle (biologischen und technischen) Kommunikationssysteme auf folgende elementare Komponenten zurück (Abb. 3.1):

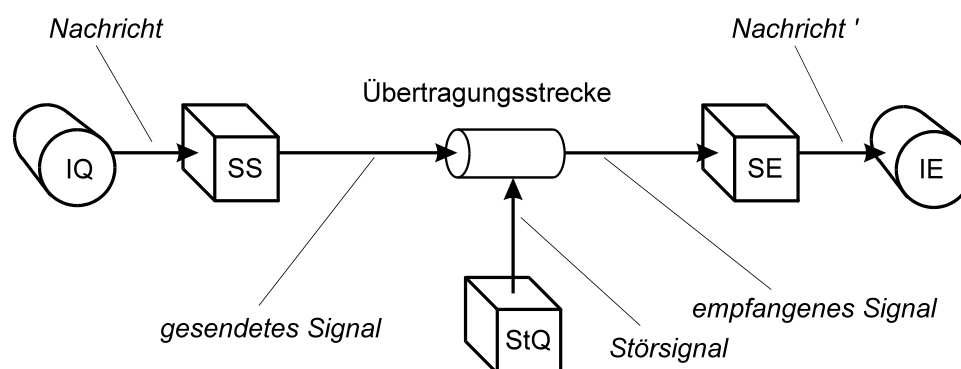


Abb. 3.1: Kommunikationsmodell nach Shannon
 IQ = Informationsquelle, SS = Signalsender, StQ = Störquelle,
 SE = Signalempfänger, IE = Informationsempfänger

In diesem Modell wird keine Aussage darüber gemacht, ob es sich um biologische (Menschen, Tiere, Pflanzen) oder technische (Computer) Kommunikationspartner handelt. Wichtig ist zunächst, daß zwischen der abstrakten *Nachricht* und dem zur Übertragung geeigneten *Signal* deutlich unterschieden wird. Es kann also dieselbe *Nachricht* durch die Verwendung unterschiedlicher *Signalsender* durch unterschiedliche *Signale* übertragen und auf der Empfängerseite wiederum in die ursprünglich intendierte *Nachricht* verwandelt werden.

Im idealen Kommunikationssystem ist sowohl die von der *Informationsquelle* ausgehende und die vom *Informationsempfänger* aufgenommene *Nachricht* und auch das gesendete und das empfangene *Signal* identisch.

Abweichungen von dieser Idealform können drei Ursachen haben:

- Ein nicht-idealer *Signalsender* ist nicht in der Lage, den gesamten Inhalt der zu übertragenden *Nachricht* in ein zu übertragendes *Signal* umzuwandeln.
- Das übertragene *Signal* unterliegt auf dem Übertragungsweg *Störungen*, sodaß sich das *gesendete Signal* vom *empfangenen Signal* unterscheidet. Der *Signalempfänger* wird daher eine mehr oder weniger abweichende *Nachricht* an den *Informationsempfänger* weiterleiten.
- Ein nicht-idealer Signalempfänger ist nicht in der Lage, das empfangene Signal vollständig und unverfälscht in die zu übertragende *Nachricht* umzuwandeln.

Da sich dieses sehr prinzipielle Modell nur beschränkt für unsere weiteren Betrachtungen eignet, wollen wir es um einige Komponenten bzw. Zusammenhänge wie folgt erweitert (Abb. 3.2):

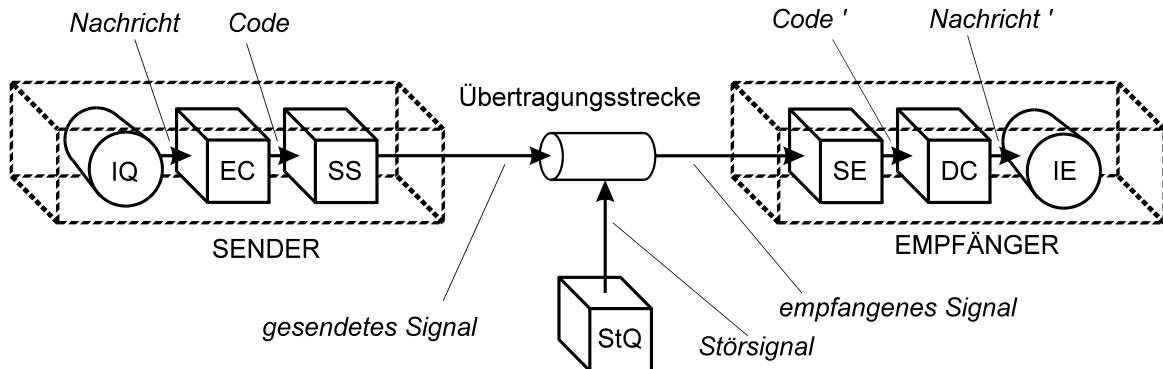


Abb. 3.2: Erweitertes Kommunikationsmodell
 IQ = Informationsquelle, EC = Encoder, SS = Signalsender, StQ = Störquelle,
 SE = Signalempfänger, DE = Decoder, IE = Informationsempfänger

Die erste vorgenommene Erweiterung besteht darin, daß wir hier mit den Begriffen „Sender“ und „Empfänger“ jeweils die gesamten die Erzeugung und die Aufnahme des Signals betreffenden Einheiten zusammenfassen. Diese Benennung ist für die Betrachtung biologischer Sender und Empfänger von Bedeutung, da Informationsquelle und Signalsender (bzw. Signalempfänger und Informationsempfänger) in einem Organismus zusammengefaßt sind.

Der zweite Unterschied besteht darin, daß wir den Signalsender und den Signalempfänger (nach Shannon) weiter differenzieren wollen. Im erweiterten Modell führen wir vor dem Signalsender noch den Encoder (die Codierung) und nach dem Signalempfänger den Decoder (die Decodierung) ein. Der Vorteil dieser Unterscheidung sei am Beispiel der menschlichen Spracherzeugung verdeutlicht (Abb. 3.3):

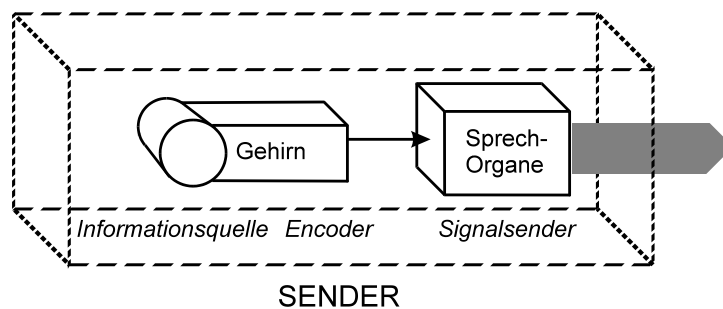


Abb. 3.3: Menschliche Spracherzeugung im erweiterten Kommunikationsmodell

In diesem Beispiel ist die Informationsquelle das menschliche Gehirn (Erinnerung, Wissen, Gedächtnis). Um zu einem gesprochenen Satz, der die zu übermittelnde Nachricht trägt, zu gelangen, sind zwei Schritte nötig: Im ersten Schritt muß die (gedankliche) Nachricht in Worte gefaßt bzw. genaugenommen in die die einzelnen Worte bildenden Phoneme (Lautelemente als Folge von akustischen Zeichen) umgeformt (encodiert) werden. In einem zweiten Schritt, werden die Artikulationsorgane (Lunge, Stimmbänder, Mund- und Nasenhöhle) derart angesteuert, daß eben diese Phoneme als differenzierte Luftschwingungen ausgesendet werden. Durch den „Encoder“ wird demnach aus der abstrakten Nachricht eine Sequenz von Zeichen erzeugt. Durch den „Signalsender“ erhalten die Zeichen physikalische Gestalt, sodaß sie sich zur Übertragung eignen.

Durch Codierung und Signalsender wird die abstrakte Nachricht also in ein für die Übertragung geeignetes (gesendetes) Signal umgeformt. Nach der Zurücklegung des Übertragungsweges, geschieht auf der Empfängerseite der spiegelbildliche Vorgang. Das (empfangene) Signal wird durch den Signalempfänger und die Decodierung wiederum in die Nachricht umgewandelt, die dem Empfänger zur Verfügung steht.

3.2 Begriffe und Aspekte der Kommunikation

Für unsere Zwecke wollen wir zwischen Mensch-Mensch-Kommunikation (interpersonelle Kommunikation) und Mensch-Maschine-Kommunikation unterscheiden. Für diese Unterscheidung werden nur die Endpunkte der Kommunikationsstrecke betrachtet. Auch dann, wenn innerhalb einer Kommunikationsstrecke technische Einrichtungen zur Anwendung kommen, aber Ausgangs- und Endpunkt der Kommunikation eine Person ist, sprechen wir von Mensch-Mensch-Kommunikation.

Mensch-Maschine-Kommunikation liegt dann vor, wenn der Endpunkt einer Kommunikationsstrecke von einem technischen Gerät gebildet wird.

In der einfachsten Form läßt sich interpersonelle Kommunikation wie folgt darstellen (Abb. 3.4). Die Übertragung der Nachricht erfolgt direkt von Mensch zu Mensch, ohne daß irgendwelche technischen Einrichtungen zu Hilfe genommen werden.

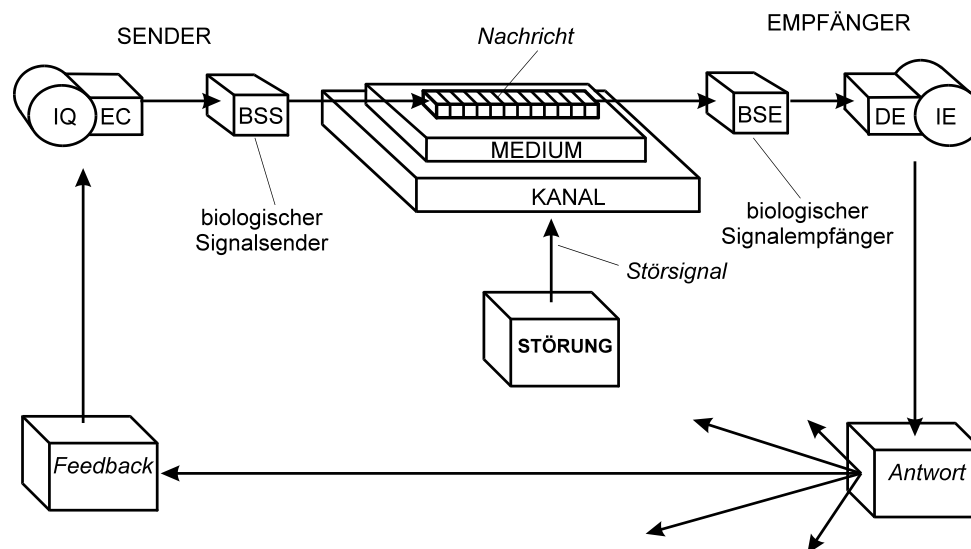


Abb. 3.4: Direkte interpersonelle Kommunikation

Dabei haben wir folgende Begriffe verwendet:

- **Sender (biologischer Sender):** Die Person, die eine Nachricht an eine andere Person übermittelt.
- **Codierung:** Der Vorgang, durch den die Gedanken des (biologischen) Senders in symbolische Formen (Zeichen, Codes) umgewandelt werden.
- **Biologischer Signalsender:** Jener Teil des (menschlichen) Organismus, der zur Umsetzung der Codes in ein physikalisch übertragbares Signal dient (z.B. Artikulationsorgane, Hände und Finger)
- **Nachricht:** Die Gesamtheit aller vom Sender übermittelten Symbole (Zeichen).

- **Medium:** Darstellungsart der Nachricht (gesprochenes Wort, geschriebener Text, gebärdete Handzeichen etc.)
- **Kanal:** Der zur Übertragung herangezogene physikalische Träger (im Falle der direkten interpersonellen Kommunikation kann das Schall, Licht oder durch Berührung übertragene Kraft sein).
- **Biologischer Signalempfänger:** Jener Teil des menschlichen Organismus, der das übertragene Signal in eine biologisch verarbeitbare Codierung umwandelt (Sinnesorgan).
- **Decodierung:** Der Vorgang, durch den der (biologische) Empfänger den vom Sender verschlüsselten Symbolen eine Bedeutung zuordnet.
- **Empfänger (biologischer Empfänger):** Die Person, an die die vom Sender übermittelte Nachricht gerichtet ist.
- **Antwort:** Die Reaktion des Empfängers auf die ihm übermittelte Nachricht.
- **Feedback:** Jener Teil der Antwort (Reaktion des Empfängers), den der Empfänger an den Sender zurückübermittelt.
- **Störung:** Jede während des Übermittlungsvorganges auftretende unbeabsichtigte Unterbrechung oder Verzerrung der Nachricht, die dazu führt, daß der Empfänger eine andere Nachricht erhält als der Sender beabsichtigt hat.

Kann die betrachtete Kommunikation in beiden Richtungen verlaufen, sprechen wir von Zweiweg-Kommunikation oder bidirektionaler Kommunikation. In diesem Fall ist der verwendete Kanal entweder in der Lage, Signale in beiden Richtungen zu transportieren oder es stehen für jede Richtung getrennte Kanäle zur Verfügung. Diese beiden Kanäle könne sowohl gleicher als auch unterschiedlicher Natur sein. Sender und Empfänger tauschen im Verlauf der Kommunikation die Rollen bzw. üben beide Rollen mehr oder minder gleichzeitig aus.

Verläuft die Kommunikation streng in eine Richtung, sprechen wir von Einweg-Kommunikation oder monodirektionaler Kommunikation. Der verwendete Kanal vermag das Signal entweder nur in eine Richtung zu transportieren oder wird bewußt nur in einer Richtung verwendet; Es existiert nur je ein Signalsender und ein Signalempfänger. Sender und Empfänger behalten immer ihre Rolle.

4 Kommunikationsbehinderungen

Bezeichnungen, Ursachen und Auswirkungen von Kommunikationsbehinderungen werden besprochen. Dabei wird nach der Einteilung vokal, auditiv, motorisch und visuell vorgegangen. Zu beachten ist, daß unter "verbal" eine auf Wörtern aufgebaute Kommunikation verstanden wird, die sowohl akustisch (also vokal - auditiv) als auch optisch (motorisch - visuell) vermittelt werden kann. Weiters wird betrachtet, wie sich kognitive und mentale Behinderungen auf das Kommunikationsverhalten auswirken und was unter "print disabled" verstanden wird.

4.1 Sprache und Sprechen

Den gesprochenen (vokalisierten) Äußerungen eines Menschen liegt ein zweistufiger Prozeß zugrunde, bei dem wir strikt zwischen den Elementen *Sprache* (semantisches Repräsentationssystem) und *Sprechen* (phonetisches Repräsentationssystem) unterscheiden müssen. Sprache ist die Codierung von abstrakten Denkmustern in eine Folge von Zeichen (z.B. Buchstaben) oder lautlichen Elementen (Phoneme). Die Manifestierung von Schriftzeichen nennen wir "Schreiben"; die Realisierung von Lauten nennen wir "Sprechen".

4.1.1 Die Sprache

Sprache ist ein konventionelles² System von Zeichen zu Kommunikationszwecken [Bro94]. Kommunikation zwischen Lebewesen kann auf vielfältige Weise erfolgen. Bei Tieren spielen eben neben Lauten auch Gesten, Gebärden und Duftstoffe eine wichtige Rolle. Trotz der Vielfalt der verwendeten Ausdrücke und Ausdrucksformen, wird die bei Tieren vorkommende Verständigung nicht als Sprache bezeichnet, da zur Übermittlung der Nachricht immer nur vorgegebene, unveränderte Zeichen verwendet werden. Sprache im Sinne der üblichen Definition liegt erst dann vor, wenn es eine Konvention gibt, die es ermöglicht, aus einem beschränkten, überindividuellen Zeichenvorrat (z.B. Alphabet, Wortschatz) eine unbeschränkte Zahl beliebiger Nachrichten produzieren und verstehen zu können. Diese dafür erforderlichen syntaktischen Fähigkeiten scheinen nach heutigem Wissensstand ausschließlich beim Menschen vorzukommen. In diesem Sinne besteht Sprache aus bedeutungstragenden Elementen (Morphemen), die nach den Regeln der Syntax zu bedeutungsvollen Einheiten mannigfaltig kombiniert werden können [DUD 96].

² Konventionell: hier im Sinne von "auf Konventionen beruhend", vereinbart

Der Mensch spricht (...) Wir sprechen, weil Sprechen uns natürlich ist (...) Man sagt, der Mensch habe die Sprache von Natur (...) Erst die Sprache befähigt den Menschen, dasjenige Lebewesen zu sein, das er als Mensch ist (...) Als der Sprechende ist der Mensch: Mensch.

Martin Heidegger [HEI 59]

Unter Sprachproduktion wollen wir daher die Bildung und Verarbeitung mentaler Konzepte verstehen, wodurch unter Zugriff auf den erlernten aktiven Wortschatz und unter Anwendung der für die jeweilige Sprache gültigen syntaktischen Regeln eine Nachricht so aufbereitet wird, daß sie der vokalen Artikulation oder einer anderen geeigneten Modalität (Schrift, Gebärden, Körpersprache etc.) zugeführt werden kann. Manifestiert sich diese Sprache gleichzeitig in mehreren Modalitäten, dann sprechen wir von bimodaler³ oder multimodaler Kommunikation.

a) Spracherwerb

Nach Chomsky steht die Komplexität der menschlichen Sprache in Widerspruch zur Leichtigkeit, mit der Kinder Sprache erwerben. Daher postuliert er mit dem "Principles and Parameters Model", daß die allen Sprachen gemeinsamen Grundzüge bereits biologisch angelegt sind (angeborenes Wissen). Unter Verwendung dieser "universellen Prinzipien" beschränkt sich der Erwerb der Muttersprache "nur" auf die Erlernung jener grammatischen Parameter", die die syntaktischen Unterschiede der einzelnen Sprachen bestimmen.

b) Wortschatz

Der Wortschatz der deutschen Sprache umfaßt (je nach Quelle und Zählweise) rund 300.000 bis 400.000 Wörter. Davon sind etwa 60% Substantive (Hauptwörter), 25% Verben (Zeitwörter) und 15% Adjektiva (Eigenschaftswörter) und Adverbien (Umstandswörter). Die englische Sprache ist wesentlich reicher. Hier wird ein Wortbestand von 600.000 bis 800.000 Wörtern genannt. Französisch umfaßt hingegen nur 100.000 Wörter [ERB 65, Geo 97, Bro 94]

Der durchschnittliche aktive Wortschatz eines/einer Erwachsenen beträgt 8.000 bis 16.000 Wörter, während der durchschnittliche passive Wortschatz fast 100.000 Wörter erreicht. Zum 90% Verstehen eines einfachen, alltäglichen Textes reichen hingegen bereits 2.000 Wörter aus.

Mit 18 Monaten verfügt ein Kind über etwa 50 wortartige Ausdrücke. Ein Jahr später ist der aktive Wortschatz auf 400 Wörter und im Alter von 3 Jahren auf mehr als 700 Wörter gestiegen. Den Verben kommt dabei eine besondere Stellung zu. Sie werden später und mit größerer Anstrengung in den aktiven Wortschatz aufgenommen [WILL 98]. Der passive Wortschatz eines sechsjährigen Kindes wird mit nicht weniger als 23.000 Wörtern angegeben [Geo 97].

³ Ein typisches Beispiel für eine bimodale Kommunikation ist die simultane Umsetzung eines sprachlichen Ausdruckes in gesprochene Sprache und Gebärdensprache durch die sprechende Person.

4.1.2 Sprechen, Stimmbildung und Sprechorgane

Die Stimmbildung des Menschen, die in der gesamten Natur einzigartig ist, erfolgt durch ein komplexes Zusammenspiel einer Vielzahl von Organsystemen:

- Das respiratorische System (die Lungen und Atemwege) muß eine ausreichende Luftmenge und einen ausreichenden Luftdruck zur Verfügung stellen.
- Der Kehlkopf mit den Stimmbändern dient der Erzeugung von Klängen (im Sinne von Tönen samt ihren Oberwellen gemäß der Definition in Kap. 4.4.1), die in diesem Zusammenhang Stimme genannt werden.
- Das Artikulationssystem, bestehend aus Rachen, Mundhöhle und Nasenhöhle formt aus dem vom Kehlkopf kommenden Schall die einzelnen *Phoneme*, also die Elemente der gesprochenen Sprache.
- Die Stimmbildung im Kehlkopf (Stellung der Stimmbänder) und alle Bewegungen der Artikulationsorgane (vornehmlich Stellung der Zunge, des Gaumens, der Kiefer und der Lippen) erfolgt durch das motorische Sprachzentrum des Gehirns.
- Nicht unterschätzt bei der Spracherzeugung darf die Rolle des Gehörs werden. Erst durch die Rückkopplung der eigenen Stimme ist natürlicher Spracherwerb und einwandfreie Artikulation möglich. Ist diese Rückkopplung durch eine Schädigung des Ohres oder der Hörbahn nicht gewährleistet, ist der Spracherwerb nur mittels besonderer pädagogischer und therapeutischer Maßnahmen möglich.

Die Stellung der Stimmbänder bestimmt, ob die ausgeatmete Luft die Stimmritze (Spalt zwischen den Stimmbändern, *Glottis*) ungehindert passieren kann (normale Atmung) oder ob sie bei verengter Stimmritze die Stimmbänder in Schwingung versetzen kann (Phonation). Je stärker die Stimmbänder gespannt sind und je höher der Druck der ausgeatmeten Luft ist, desto höher ist die von den Stimmbändern erzeugte Schwingungsfrequenz. Eine eigene Stellung der Stimmbänder liegt bei Flüsterstimme vor. Die vier wichtigsten Stellungen der Stimmbänder sind in Abb. 4.1 gezeigt.

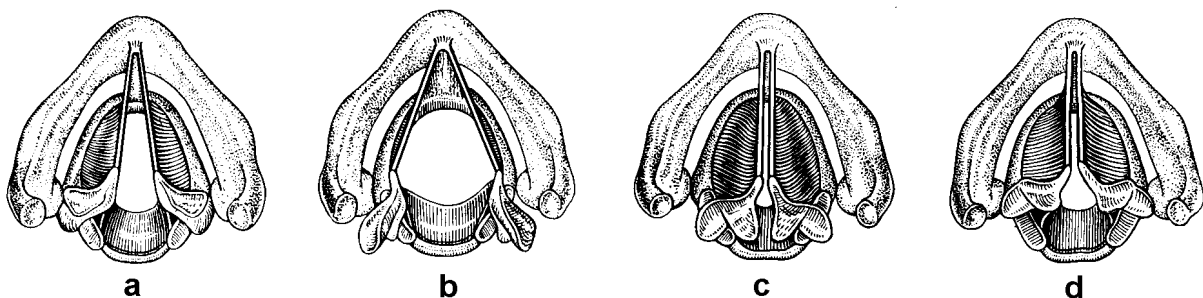


Abb. 4.1: Stellung der Stimmbänder

a: bei ruhiger Atmung; b: bei forcierter Atmung; c: bei Stimmbildung; d: bei Flüsterstimme [MÖR 81]

Der weiche Gaumen regelt je nach seiner Stellung das Einströmen der Luft in die Mund- oder Nasenhöhle (oder beides) und trägt dadurch zur Klangfärbung bei. Zunge, Zähne und Lippen bewirken die Differenzierung bei der Artikulation.

a) Technisches Äquivalent der Stimmbildung

Die Vorgänge bei der Stimmbildung im menschlichen Artikulationssystem können durch Tongeneratoren, Verstärker und zeitvariable Filter technisch nachgebildet werden. Ein einfaches technisches Äquivalent ist in Abb. 4.2 dargestellt.

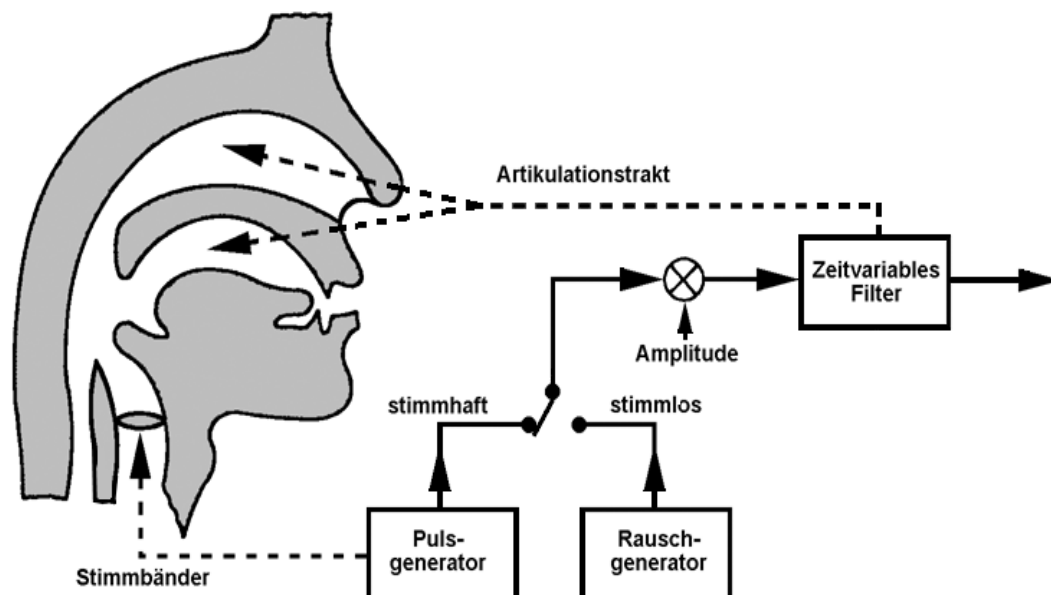


Abb. 4.2: Technisches Äquivalent der Spracherzeugung; nach [FEL 91]

Entsprechend der Stellung der Stimmritze wird entweder durch einen Oszillator (Puls-generator) ein stimmhafter Klang (entsprechend der Schwingung der Stimmritze) oder mittels eines Rauschgenerators ein stimmloses Signal (strenggenommen ein Geräusch) erzeugt. Luftmenge und Luftdruck finden in der Verstärkung ihren Niederschlag. Der Artikulationstrakt (Rachen, Mund- und Nasenhöhle) kann mit einem zeitlich variablen Filter verglichen werden, mit dem das Signal frequenzmäßig geformt wird.

b) Resonator und Formanten

Kehlkopf, Rachen und Mund bilden einen Hohlraumresonator, dessen Form durch die Stellung von Kehlkopf, Zunge, Kiefer und Lippen verändert werden kann. Bei einem Erwachsenen ist dieser Resonator rund 17,5 cm lang und verfügt über fünf Haupt-Resonanzfrequenzen, die *Formanten* genannt werden. Die Grundfrequenz liegt bei etwa 500 Hz. In Abb. 4.3 sind die ersten vier Formanten und ihr Bezug zum Artikulationstrakt schematisch als in einer zylindrischen Röhre schwingende Luftsäulen dargestellt. Da die Amplitude der Druckschwankungen an den Stimmritzen ein Maximum und an den Lippen ein Minimum ausweist, können sich ungeradzahlige Vielfache des Viertels der Resonanz-Wellenlänge ausbilden ($1/4$, $3/4$, $5/4$ und $7/4$ sind in Abb. 4.3 dargestellt) ausbilden.

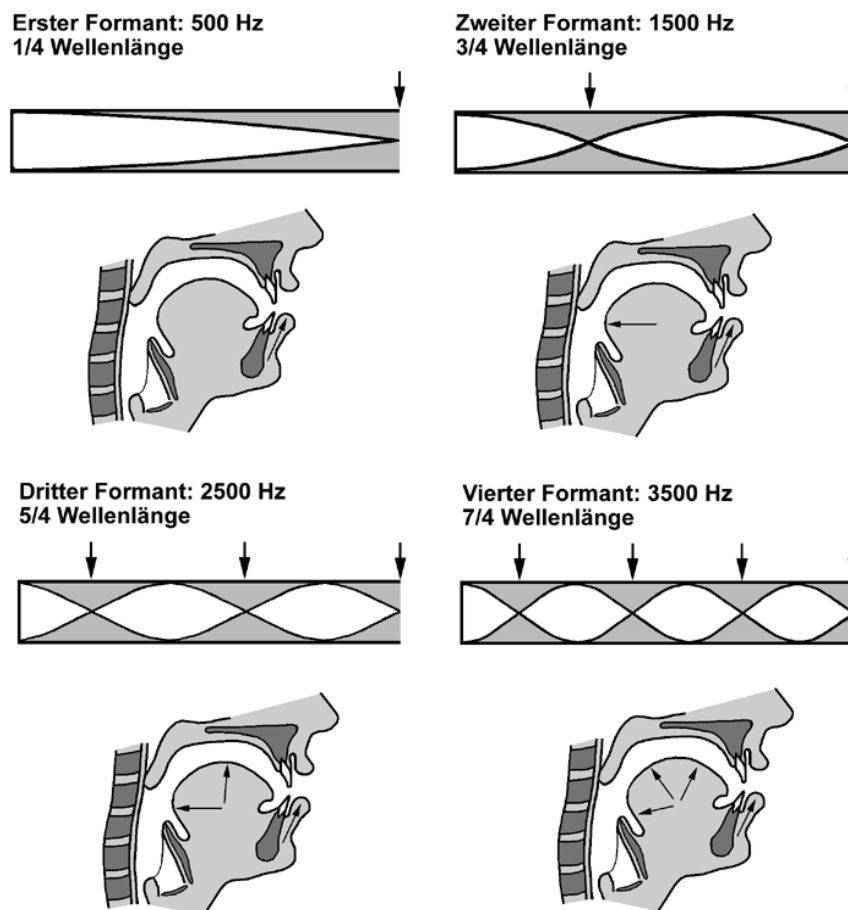


Abb. 4.3: Die ersten vier Formanten sind als stehende Wellen in einem röhrenförmigen Resonator dargestellt. Die Druckschwankungen haben an den Stimmbändern (links) ein Maximum, an den Lippen (rechts) ein Minimum; nach [SUN 88]

Wird durch die Artikulationsorgane der Resonanzraum an einer Stelle, an der die Druckamplitude für einen bestimmten Formanten ein Minimum aufweist verengt, dann steigt die Formantenfrequenz (in Abb. 4.3 durch Pfeile markiert). Bei einer Erweiterung an einer solchen Stelle sinkt sie. Erfolgen Querschnittsänderungen hingegen an Stellen, wo die Amplitude ein Maximum aufweist, tritt der umgekehrte Effekt auf.

Dieser Mechanismus bewirkt, daß durch die vielseitige Formbarkeit des Resonators dem von den schwingenden Stimmbändern erzeugten oberwellenreichen Klang eine Fülle von Klangfarben verliehen werden kann. Die zu einem bestimmten Zeitpunkt vorliegenden Formantenfrequenzen führen durch Resonanz zu einer Verstärkung jener Oberwellen, die in der Nähe der Formantenfrequenzen liegen.

Die Vokale der Sprache werden durch Schwingungen der Stimmbänder erzeugt. Die Unterscheidung der einzelnen Vokale erfolgt aber primär nicht durch unterschiedliche Grundfrequenzen der Stimmbänder sondern durch typische Formantenfrequenzen (z.B. ein "e" durch 500 Hz, 1800 Hz und 2400 Hz; ein "i" hingegen durch 300 Hz, 2000 Hz und 3100 Hz [SCH 97]. Konsonanten (stimmlose Laute) sind Geräusche, bei denen die Stimmlippen nicht schwingen, es jedoch durch Verengungen im Artikulationstrakt zu hörbaren Wirbelbildungen kommt.

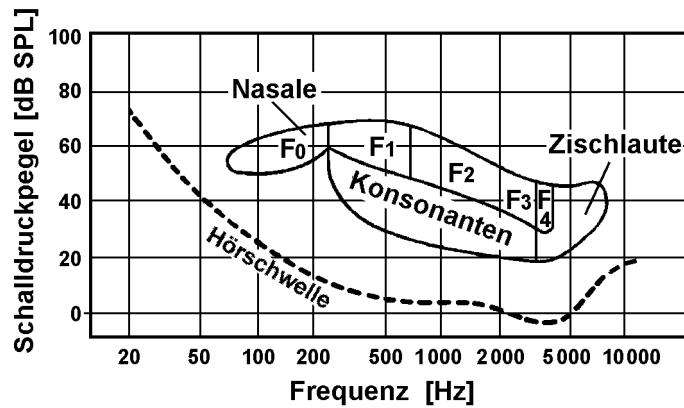


Abb. 4.4: Lage der Formanten im Schalldruck/Frequenzdiagramm; F_0 bezeichnet die Grundfrequenz, F_1 bis F_4 den 1. bis 4. Formanten

4.1.3 Kenngrößen der Stimmbildung und zum Sprechen

Maximaler Schalldruckpegel eines/einer ungeschulten Sprechers/Sprecherin in 1 m Entfernung	75 dB SPL
Schalldruckpegel eines ausgebildeten Sängers / einer ausgebildeten Sängerin	108 dB SPL
Durchschnittlicher Stimmumfang	1,3 bis 2,5 Oktaven
Erforderlicher Tonumfang für sprachliche Kommunikation	1 Oktave
Typische Atemfrequenz:	Neugeborene 40/min 20 Jahre alt 20/min 30 Jahre alt 15/min
Atemzugvolumina:	normal (ruhig) 0,5 l maximal 3 bis 7 l (=Vitalkapazität) Rest in der Lunge 1 bis 2 l (= Residualvolumen)
Luftbedarf:	in Ruhe 7 bis 8 l/min stark belastet bis 140 l/min
Atemdruck:	max. Kompression 15 bis 20 kPa max. Saugen 10 bis 12 kPa
Überdruck unterhalb der Stimmbänder (subglottischer Druck) bei normaler Atmung	ca. 200 Pa (2 cm H ₂ O)
Überdruck unterhalb der Stimmbänder (subglottischer Druck) bei geschlossener Stimmritze und voller Leistung der Atemmuskulatur	1570 Pa (16 cm H ₂ O)
Sprechgeschwindigkeiten:	durchschnittlich 160 Wörter/min; 700-800 Buchstaben/min schnell 300 Wörter/min

[SCH 97, OAK 94, FAL 76, MÖR 81, SIL 91].

Tabelle 4.1: Kenngrößen für Stimmbildung und Sprechen

4.2 Behinderungen des Sprechens

Ein schwaches respiratorisches System wirkt sich auf die Lautstärke und die Dauer der lautlichen Äußerungen aus. Störungen im Kehlkopfbereich verursachen hauchige, heisere, leise, flüsternde oder verlangsamte Aussprache. Fehlfunktionen des weichen Gaumens resultieren entweder in zu nasaler Artikulation oder im Fehlen von Nasallauten. Ist das vordere Artikulationssystem (Zunge, Kiefer, Lippen) beeinträchtigt, kommt es zu verwaschener, langsamer, unpräziser oder unkoordinierter Aussprache. Andere Artikulationsstörungen können zu unterschiedlichen Tonhöhen, schwankender Lautstärke, zu hoher Sprechgeschwindigkeit oder zu Störungen im Sprechrhythmus (Poltern, Stottern) führen.

Der gesamte Komplex der oben beschriebenen Stimmbildungsstörungen wird mit Dysarthrie (engl.: *dysarthria* oder *dysarthrias*) bezeichnet. Dysarthrie kann u.a. in der Folge von Zerebralparese, Muskeldystrophie, Apoplexie (Gehirnschlag), Parkinson Syndrom, Amyotrophischer Lateralsklerose (ALS), Multipler Sklerose (MS), Chorea Huntington, Gehirntumoren, Myasthenia gravis, bzw. nach Schädelhirntrauma, Vergiftungen oder Drogenmißbrauch auftreten.

Bradyarthrie, Bradylalie, Bradyglossie – Verlangsamung des Sprechtempos z.B. bei MS.

Bulbärsprache – verlangsamte, verwaschene, nasale Sprechweise.

4.3 Behinderungen der Sprache

Vor dem biologischen Signalsender liegt die Encodierung.

Unter Aphasie (wörtlich Sprachlosigkeit) wird eine Störung der Sprache bei erhaltener Funktion der zum Sprechen benötigten Muskulatur verstanden. Weitere Unterteilungen sind:

- Amnestische Aphasie: Bei gutem Verständnis und richtiger Artikulation fallen bestimmte Wörter nicht ein, können aber umschrieben werden.
- Motorische Aphasie: Sprachhemmung oder Sprachnot. Es kommt zu agrammatikalischem Sprechen (ohne Konjugation und ohne Deklination), wobei in Stichwörtern (Telegrammstil) gesprochen wird (Agrammatismus).
- Sensorische Aphasie: Flüssige, aber durch Verdopplungen und Verschränkungen entstellte Sprache .
- Echophrasie (Echolalie): zwanghaftes Nachsprechen von Wörtern und Sätzen.

4.4 Ohr und auditive Wahrnehmung

4.4.1 Definitionen

Das Ohr dient der Wahrnehmung von Schallwellen, worunter Dichteschwingungen eines elastischen Mediums verstanden werden. Für das Ohr sind das üblicherweise Druckschwankungen der umgebenden Luft.

Als *Ton* wird eine Sinusschwingung mit *einer* bestimmten Frequenz bezeichnet. Die Überlagerung endlich vieler Töne und deren Obertöne nennt man *Klang*. Ein *Geräusch* besteht aus der Überlagerung unendlich vieler Töne. Den zur Wahrnehmung eines Tones mindestens erforderlichen Schalldruck bezeichnet man als Hörschwelle.

4.4.2 Meßgrößen

Der Schalldruck (*Sound Pressure Level* = SPL) wird in Pascal ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$) gemessen. Wegen der in der Akustik sonst erforderlichen großen Zahlen wird üblicherweise mit dem *Schalldruckpegel* L gearbeitet, ein in Dezibel angegebenes logarithmisches Maß, das das Verhältnis zum Bezugsschalldruck p_0 angibt:

$$L = 20 \log \frac{P_x}{P_0} [\text{dB}]$$

wobei p_0 der willkürlich festgelegte Bezugsschalldruck: $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$ ist.

20 dB bedeuten somit eine Verzehnfachung des Schalldrucks. Einer Verdopplung des Schalldruckes entspricht ein Zuwachs von 6dB. Beträgt der Hörverlust einer Person 80 dB (das ist die Mitte jenes Bereiches, der als hochgradige Hörschädigung bewertet wird), dann ist der 10.000-fache Schalldruck in bezug auf eine normal hörende Person erforderlich.

Das Maß für die (subjektive) Lautstärke eines Schalls ist das Phon. Die Lautstärke ist zahlenmäßig gleich dem Schalldruckpegel [in dB] für einen gleich laut empfundenen 1.000 Hz Ton (Abb. 4.5). Die *Isophone* ist die Menge aller gleich laut empfundenen Töne.

Unter der *Schallimpedanz* versteht man den Wellenwiderstand (Produkt aus Dichte und Schallgeschwindigkeit) eines Mediums [PSC 98].

Für die Bewertung von Hörleistungen bzw. Hörverlusten in der Audiometrie wird ein logarithmisches Maß (dB) verwendet, dessen Nullpunkt bei der jeweils betrachteten Frequenz die "normale Hörschwelle" ist (audiometrischer Nullpunkt). Hörverluste werden in dB HV oder dB HL (Zusatz HV für Hörverlust bzw. HL für Hearing Loss oder Hearing Level) angegeben und geben an, um wieviel dB der Schalldruck über die normale Hörschwelle (siehe Abb. 4.5) angehoben werden muß, damit eine hörbehinderte Person einen Ton bei einer bestimmten Frequenz wahrnehmen kann.

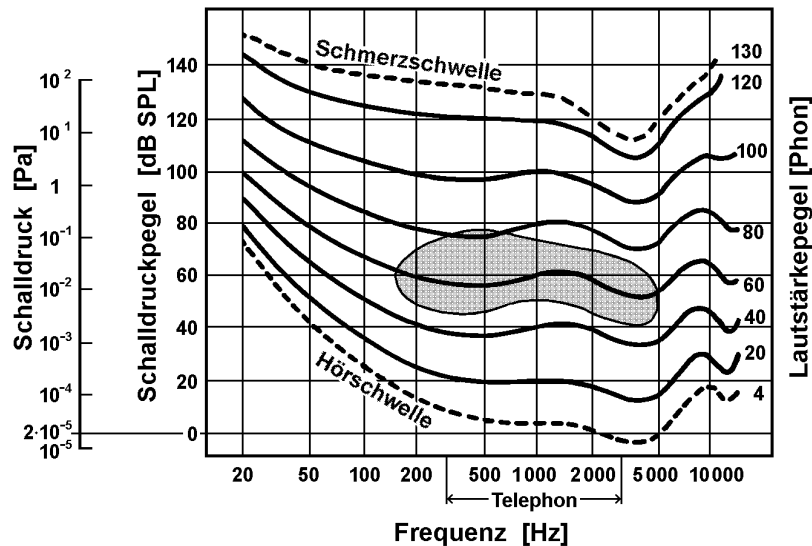


Abb. 4.5: Dynamikbereich des Ohres. Die Kurven geben gleich laut empfundene Lautstärke in Phon an (Isophone); schattiert: Hauptsprechbereich; nach [BET 91, SCH 97]

4.4.3 Anatomie des Ohres

a) Äußeres Ohr

Das äußere Ohr – von der Ohrmuschel bis zum Trommelfell – stellt einen etwa 3 bis 3,5 cm langen Trichter dar, der die Schallwellen aus der Umgebung zum Trommelfell leitet. Der äußere Gehörgang wirkt verstärkend und weist bei der Resonanzfrequenz (ca. 2.500 Hz) eine Verstärkung von 20 dB auf. Diese Verstärkung liegt also in jenem Bereich, der für das Sprachverständnis wichtig ist (Hauptsprachbereich, siehe Abb. 4.5).

Da beim Kleinkind der äußere Gehörgang nur wenige Millimeter lang ist, verschiebt sich die Resonanz deutlich zu höheren Frequenzen, was zur Folge hat, daß Kleinkinder hohe Frequenzen bevorzugter wahrnehmen.

b) Mittelohr

Die Weiterleitung des Schalls im Mittelohr (Paukenhöhle) – zwischen dem Trommelfell und dem ovalen Fenster – erfolgt über die drei gelenkig miteinander verbundenen Gehörknöchelchen: Hammer (*Malleus*), Amboß (*Incus*) und Steigbügel (*Stapes*). Der Durchmesser der Paukenhöhle (vom Trommelfell bis zur Innenwand) beträgt nur etwa 5mm. Die Dicke des Trommelfells beträgt 0,1mm (Abb. 4.6).

Die Auslenkungen des Trommelfells (bei der Hörschwelle kleiner als 10^{-10} m, das ist 1 Å, 0,1 nm oder etwa der Durchmesser eines Wasserstoffatoms) werden in komplizierten (frequenzabhängigen) Bewegungen über die drei Gehörknöchelchen zum ovalen Fenster übertragen. Dabei wird einerseits die Bewegungsamplitude durch die Hebelwirkung der Gehörknöchelchen herabgesetzt (etwa um den Faktor 0,7) bzw. die Kraft, die am ovalen Fenster zur Verfügung steht, entsprechend vergrößert. Andererseits verhalten sich die Flächen von Trommelfell und ovalem Fenster etwa wie 20:1, wodurch eine bedeutende Druckerhöhung (Druck = Kraft/Fläche) erzielt wird. Genaue Messungen gestalten sich überaus schwierig, doch geht man in der Literatur von einer gesamten Druckverstärkung um den Faktor 35 aus.

Theoretisch kann unter Einbeziehung aller Faktoren der Wert aber auch wesentlich höher liegen.

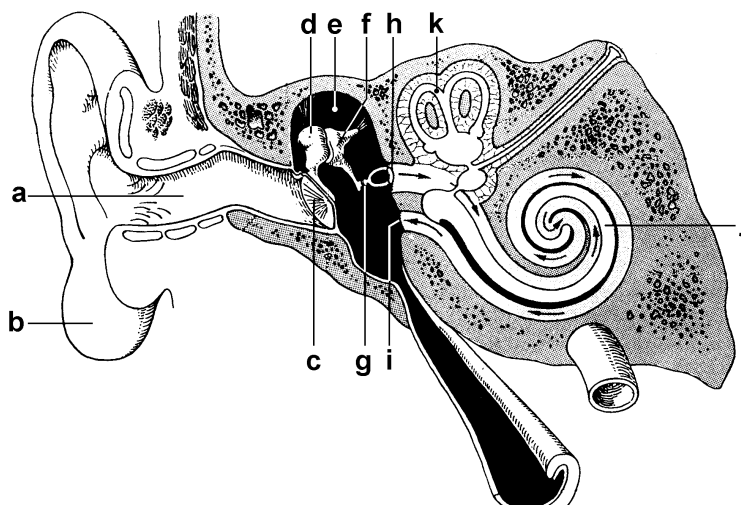


Abb. 4.6: Schnitt durch das Ohr [FAL 96]

a: Äußerer Gehörgang; b: Ohrläppchen; c: Trommelfell; d: Hammer; e: Paukenhöhle;
f: Amboß; g: Steigbügel; h: Steigbügelplatte im ovalen Fenster; i: rundes Fenster;
j: Schnecke; k: Bogengänge des Vestibularapparates (Gleichgewichtsorgan)

Diese Druck-Transformation ist erforderlich, da ohne sie das flüssigkeitsgefüllte Innenohr nur äußerst schlecht von schwingender Luft angeregt werden könnte. Konkret würden durch Reflexion 98% der Schallenergie verloren gehen und nur 2% an das Innenohr weitergegeben werden. Die Impedanzanpassung durch das Mittelohr erreicht, daß im Mittel 60% der Schallenergie übertragen werden können.

Schließlich kommt dem Mittelohr auch noch eine gewisse Regelungsfunktion bzw. Schutzfunktion zu. Die Gehörknöchelchen sind mit den Mittelohrmuskeln verbunden, die bei einem Schalldruckpegel von 60 - 80 dB oberhalb der Hörschwelle kontrahieren und die Beweglichkeit der Gehörknöchelchen herabsetzen.

c) Innenohr

Das Innenohr enthält zwei Sinnesorgane, die vollkommen unterschiedliche Funktionen erfüllen, aber anatomisch einen Komplex bilden: Die Schnecke (*Cochlea*) das eigentliche Hörorgan und den Vestibularapparat, der das Gleichgewichtsorgan bildet (Abb. 4.6).

Die Schnecke (*Cochlea*) ist ein in den Schädelknochen eingelassener spiralförmiger Gang, in dem der zweiteilige häutige Schneckengang (*Scala media* oder *Ductus cochlearis*) schwingfähig befestigt ist. Damit besteht die Schnecke aus drei flüssigkeitsgefüllten Gängen. In der Mitte der mit Endolymphe⁴ gefüllte häutige Schneckengang mit dreieckigem Querschnitt, darüber die Vorhofftreppe (*Scala vestibuli*) und darunter die Paukentreppe (*Scala tympani*). Die beiden letztgenannten Gänge sind mit Perilymphe⁴ gefüllt. Kurz vor dem Ende der Schnecke (*Helicotrema*) endet der häutige Schneckengang blind, sodaß die beiden Treppen dort ineinander übergehen (Abb. 4.7 und Abb. 4.8).

⁴ Endolymphe: hohe K⁺-, niedrige Na⁺-Konzentration; Perilymphe umgekehrt

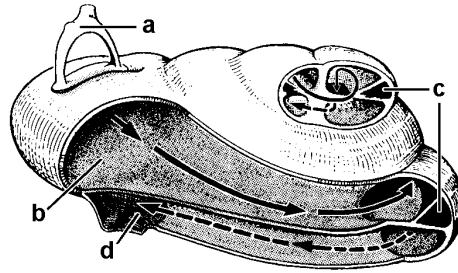


Abb. 4.7: Die Schnecke (rechtes Ohr), geöffnet;
 a: Steigbügel im ovalen Fenster; b: Beginn der Vorhoftreppe; c: häutiger Schneckengang;
 d: rundes Fenster am Ende der Paukentreppe; [BET 91]

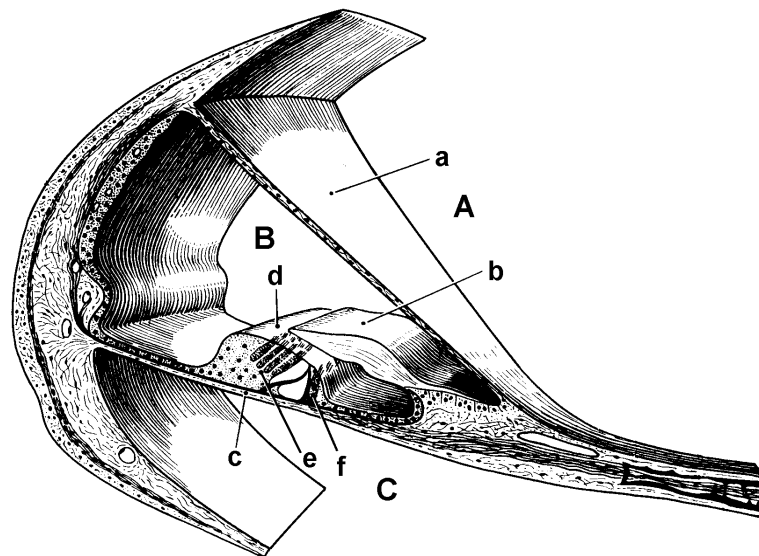


Abb. 4.8: Schematischer Querschnitt durch die Schnecke [BET 91]
 A: Vorhoftreppe; B: häutiger Schneckengang; C: Paukentreppe
 a: Reissnersche Membran; b: Deckmembran; c: Basilarmembran;
 d: Cortisches Organ; e: äußere Haarzellen; f: innere Haarzellen

4.4.4 Physiologie des Ohres

a) **Mechanische Vorgänge in der Schnecke**

Nach der Impedanzwandlung durch das Mittelohr empfängt das Innenohr das Schallsignal über die Vibrationen der Steigbügel-Fußplatte im ovalen Fenster, die sich auf die Flüssigkeit der Vorhoftreppe übertragen. Da diese Flüssigkeit inkompressibel ist, muß bei einer Einwärtsbewegung des ovalen Fensters (Druckanstieg) der darunter liegende häutige Gang (auch cochleäre Trennwand genannt) nach unten ausweichen. In der nachfolgenden Halbwelle der Schwingung sind die Verhältnisse genau umgekehrt. Durch diese Auf- und Abbewegung der cochleären Trennwand kommt es zu einer Scherbewegung zwischen ihren einzelnen Bestandteilen und durch die Verschiebung der Deckmembran (*Membrana tectoria*; Tektorialmembran) zu einer Verbiegung der Sinneshärchen der Haarzellen des Cortischen Organs (Abb. 4.8).

b) Ausbildung der Wanderwelle und cochleärer Verstärker

Genauer betrachtet löst die Vibration der Steigbügel-Fußplatte zunächst nur am Beginn der Schnecke eine Bewegung der cochleären Trennwand aus, die sich im weiteren zeitlichen Verlauf als Wanderwelle entlang der gesamten Schnecke ausbreitet. Wir sprechen hier von der *passiven* Wanderwelle. Sie hat die besondere Eigenschaft, daß sie sich nicht mit gleicher oder nur abnehmender Amplitude entlang der Schnecke ausbreitet, sondern daß sie je nach ihrer Frequenz an einer bestimmten Stelle der Schnecke zu einem Maximum anwächst und danach ziemlich abrupt abklingt (Abb. 4.9).

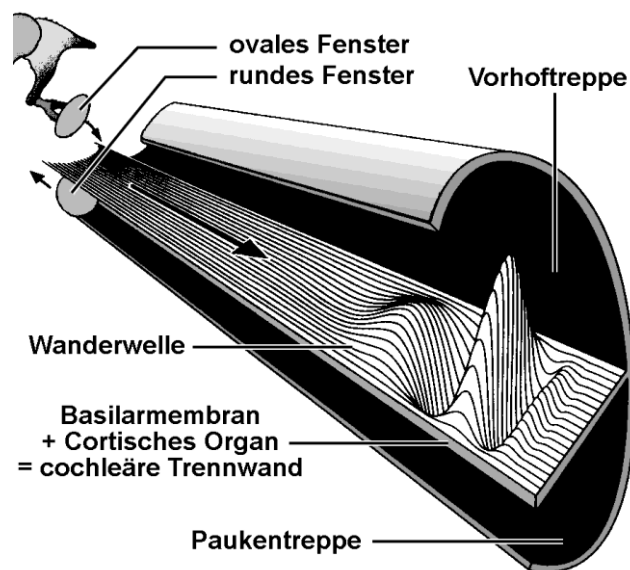


Abb. 4.9: Darstellung der passiven Wanderwelle in der cochleären Trennwand [SCH 97]

Der Ort, an dem die Wanderwelle ihr Maximum erreicht, ist von der Frequenz der Erregung abhängig und für die Frequenzselektivität des Ohres von ausschlaggebender (aber nicht hinreichender) Bedeutung. Hohe Frequenzen erzeugen das Maximum in der Nähe der Schneckenbasis (beim Steigbügel bzw. beim ovalen und runden Fenster), tiefe Frequenzen an der Schneckenspitze (Helicotrema). Diese Betrachtungsweise liegt der Ortstheorie (tonotopischen Theorie) zugrunde (Abb. 4.10).

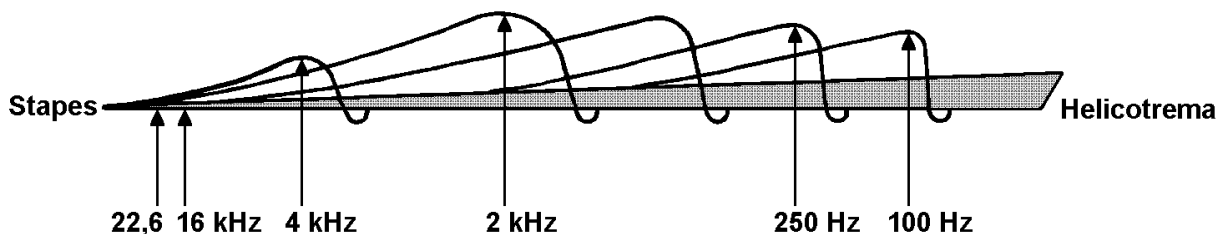


Abb. 4.10: Lage der Einhüllenden von passiven Wanderwellen; die Cochlea ist hier aufgerollt dargestellt [ZEN 94a]

Die Ausbildung eines Schwingungsmaximums durch die passive Wanderwelle bewirkt neben der Frequenzselektion einen ersten Verstärkungseffekt. Ursprünglich hat man das Ohr als einen

rein passiven Schallsensor betrachtet. Erst in neuester Zeit haben Untersuchungen gezeigt, daß die äußeren Haarzellen des Cortischen Organs mikromechanische Schwingungen von bis zu 20 kHz erzeugen können. Durch die frequenz- und ortsselektive Anregung der äußeren Haarzellen wird die passive Wanderwelle an einem eng umschriebenen Ort bis zum Faktor 1.000 verstärkt und aufgesteilt [ZEN 94a] (Abb. 4.11). Ohne diese aktive Verstärkung würde eine Anregung der inneren Haarzellen erst ab einem Schalldruckpegel von 60 dB SPL erfolgen [SCH 97].

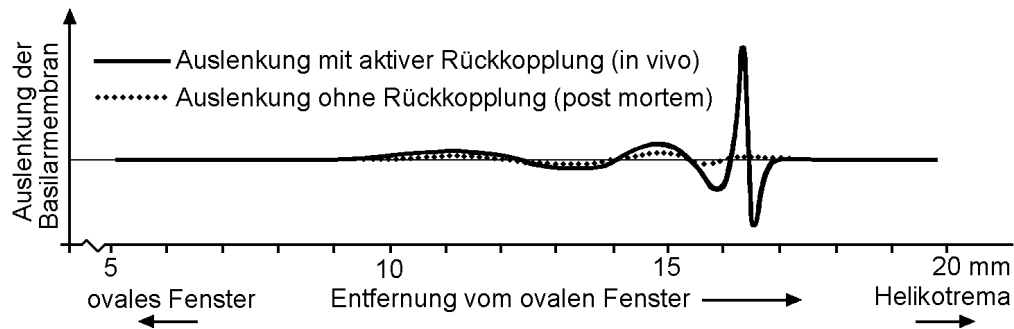


Abb. 4.11: Aktive Verstärkung der Wanderwelle; nach [ZEN 94a]

c) Frequenzselektivität des Ohres

Die Ausbildung der passiven und auch der aktiven Wanderwelle (Ortstheorie, Tonotopie) ist nicht vollkommen ausreichend, um die enorme Frequenzselektivität des Ohres zu erklären. Zu dieser Annahme gelangt man einerseits aus Messungen bei mittleren Schalldruckpegeln, bei denen fast alle Fasern des Hörnervs aktiv sind und nicht nur die, die für die jeweilige Frequenz charakteristisch sind. Trotzdem ist das Gehör auch in diesem Fall frequenzselektiv. Andererseits ist es bei einkanaligen Cochlea Implantaten (die Nervenendungen in der Cochlea werden nur an einem einzigen Ort von einer Elektrode stimuliert) möglich, die Empfindung unterschiedlicher Frequenzen hervorzurufen. Wäre allein die Ortstheorie die Erklärung für die Frequenzwahrnehmung, dann müßte für jede zu übertragende Tonhöhe eine eigene Elektrode am dafür maßgeblichen Ort implantiert werden.

Da eine einzelne Faser des Hörnervs einer Schallschwingung nur bis zu einer Frequenz von etwa 800 Hz direkt folgen kann, müssen an der Codierung höherfrequenter Töne mehrere Nervenfasern beteiligt sein. Beim sogenannten *Salvenprinzip* wechseln sich mehrere Nervenfasern so beim „Feuern“ ab, daß die Summe (Überlagerung) ihrer einzelnen Entladungen der zu übermittelnden Frequenz entspricht. Dies führt zur sogenannten Periodentheorie (mikrophonische Theorie) der Frequenzselektivität. Einzelne Nervenfasern werden zu Gruppen zusammengefaßt und so synchronisiert, daß das Gesamtmuster ihrer neuralen Aktivität auch höheren Frequenzen zu folgen vermag (Abb. 4.12).

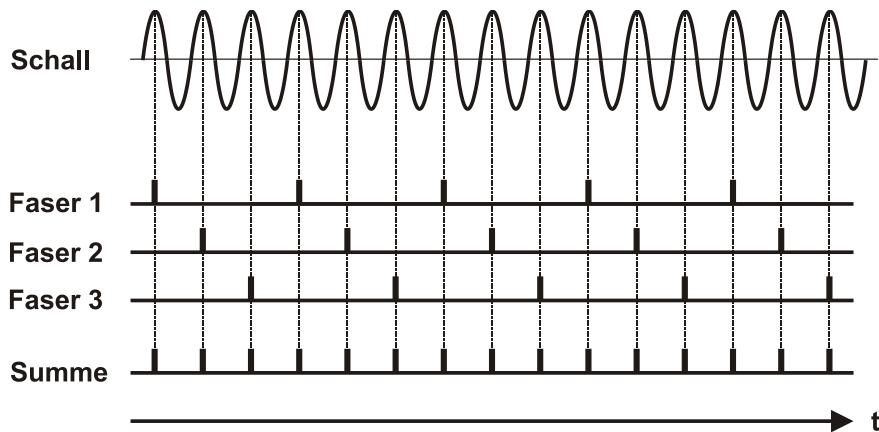


Abb. 4.12: Schematische Darstellung der Übertragung höherer Frequenzen durch das Salvenprinzip; nach [GUS 96]

4.4.5 Kenngrößen für das Gehör

In Tabelle 4.2 wurden einige wichtige Kenngrößen für das Gehör zusammengestellt:

Wahrnehmungsbereich (Frequenz)	20 Hz bis 16 kHz Kinder bis 21 kHz Alte Menschen bis 5 kHz
Hörschwelle bei 1 kHz	$2,8 \cdot 10^{-5}$ Pa
Hörbereich (Hörschwelle bis Schmerzschwelle)	4 Phon bis 130 Phon
Schallintensitätsbereich (zwischen Hörschwelle und Schmerzgrenze) bei 3kHz	$5 \cdot 10^{-17}$ W/cm ² bis $5 \cdot 10^{-4}$ W/cm ² (Faktor von 10^{13} !)
Unterscheidungsschwelle bezüglich der Lautstärke	1 dB 4-5 dB bei geringen Lautstärken
Unterscheidungsschwelle bezüglich der Frequenz	3 Hz bei 1 kHz 40 Hz bei 10 kHz
Diskriminationsschwelle für aufeinanderfolgende akustische Ereignisse	1 bis 5 ms
Reaktionszeit auf akustische Reize ⁵	100 bis 130 ms

Tabelle 4.2: Kenngrößen für das Gehör

⁵ Die Reaktionszeit auf akustische Reize ist mit 100 bis 130 ms deutlich kürzer als jene für optische Reize (150 bis 170 ms). Weil aber die Schallgeschwindigkeit (330 m/sec) geringer ist als die Lichtgeschwindigkeit (3^8 m/s) gibt es bei etwa 12 m Entfernung vom Beobachter / der Beobachterin einen "Gleichzeitigkeitshorizont". Findet hinter diesem Horizont ein gleichzeitiges optisches und akustisches Ereignis statt, erfolgt die Reaktion auf die optische Komponente vor der akustischen [PÖP 87].

4.5 Auditive Kommunikationsbehinderungen

4.5.1 Klassifikation von Hörschädigungen

Die ICDH unterscheidet je nach der jeweiligen Stärke des Hörverlustes sechs Grade der Hörschädigung (Tabelle 4.3).

Bezeichnung nach ICDH	Hörverlust [in dB HV]
geringe Hörschädigung	26-40 dB HV
mäßige Hörschädigung	41-55 dB HV
mittelgradige Hörschädigung	56-70 dB HV
hochgradige Hörschädigung	71-91 dB HV
an Taubheit grenzende Hörschädigung	> 91 dB HV
vollständiger Verlust des Gehörs	—

Tabelle 4.3: Kategorien der Hörschädigung nach ICDH [MAT 95]

Der Begriff gehörlos sollte nur für Personen benutzt werden, deren Hörschädigung so hochgradig ist, daß sie unfähig sind, aus einer Verstärkung einen Nutzen zu ziehen.

4.5.2 Arten von Hörschädigungen (Auszug)

Bei der Klassifizierung von Hörschädigungen wird in erster Linie unterschieden, ob die Reduktion der Hörleistung durch eine verringerte Leitung des Schalls bis zu den Rezeptoren (Haarzellen) des Innenohrs bedingt ist oder ob eine Schädigung der Cochlea oder der nachfolgenden Nervenbahnen (Hörbahn) vorliegt. Nach dieser generellen Unterscheidung werden noch einige typische und verbreitete Formen der Schwerhörigkeit besprochen

a) **Schalleitungsschwerhörigkeit (generell)**

Bei der *Schalleitungsschwerhörigkeit* (Konduktionsschwerhörigkeit, *conductive hearing loss*) liegen die Ursachen in einer Störung im äußeren Gehörgang (z.B. Pfropfen), im Trommelfell oder im Mittelohr (z.B. Versteifung der Gehörknöchelchen). Das Hörvermögen ist vermindert, nie jedoch völlig verloren.

Ein Verschließen der Ohren mit den Fingern führt zu einer Dämpfung von ca. 20 dB HV, simuliert also eine Schalleitungsschwerhörigkeit, die noch geringer ist, als eine "geringe Hörschädigung" nach ICDH (siehe Tabelle 4.4)

b) **Schallempfindungsschwerhörigkeit (generell)**

Die Ursachen für eine *Schallempfindungsschwerhörigkeit* (Perzeptionsschwerhörigkeit, engl. *sensorineural hearing loss*) sind Schädigungen des Innenohres (Hörsturz, Ototoxikose, Schalltrauma), des Hörnervs oder des zentralen Nervensystems.

Eine (völlige) Gehörlosigkeit ist immer durch eine Störung des Innenohrs bedingt.

c) Kombinierte Schalleitungs- und Schallempfindungsschwerhörigkeit (generell)

Als dritte mögliche generelle Hörschädigung gibt es noch die kombinierte Schalleitungs- und Schallempfindungsschwerhörigkeit. Im Tonschwellenaudiogramm sinken sowohl die Luftleitungs- als auch die Knochenleitungs-Kurven gemeinsam ab. Die Schalleitungsschwerhörigkeit bedingt ein zusätzliches Absinken der LL-Kurve (Abb. 4.13).

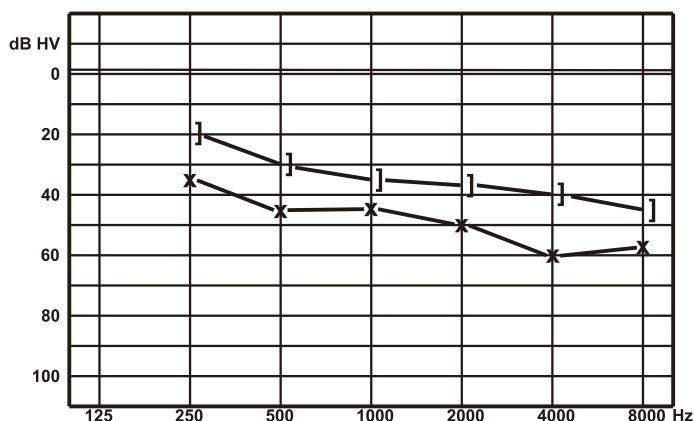


Abb. 4.13: Tonschwellenaudiogramm bei kombinierter Schalleitungs- und Schallempfindungsschwerhörigkeit – beide Kurven tiefer, aber die Luftleitungskurve (x) liegt noch weiter unter der Knochenleitungskurve (j)

d) Lärmschwerhörigkeit

Jede Belastung des Gehörs mit hohen Schalldruckpegeln führt zu einer Verschiebung der Hörschwelle nach oben. Ist die Belastung kurz oder werden dabei Schalldruckpegel von 90 dB SPL nicht überschritten, kommt es zwar zu einer bei allen Sinnesorganen vorkommenden Adaptation, aber die Hörschwelle sinkt nach einer Erholungszeit wieder auf die Werte vor der Schallbelastung.

Lang andauernde Schallbelastung, insbesondere dann, wenn sie 90 dB SPL überschreiten, stellen eine ernsthafte Gefährdung des Ohres dar. Dabei können drei Mechanismen zum Tragen kommen. Zum einen können durch die Schallbelastung (z.B. 15 Minuten bei 95 dB SPL oder 30 Sekunden bei 115 dB SPL) Haarzellen mechanisch beschädigt werden (Abknicken oder Verschmelzen der Stereozilien). Zweitens haben Haarzellen bei Erregung einen erhöhten Energiebedarf, der bei lang anhaltender Stimulation nicht mehr gedeckt werden kann. Wird der Zelle nicht rechtzeitig eine Erholungspause gegönnt, kann es zum Absterben (Verhungern) der Sinneszelle kommen. Drittens führt Lärm zu einer Streßbelastung des gesamten Organismus, durch die auch die Durchblutung und somit die Sauerstoffversorgung des Ohres herabgesetzt wird und eine schädigende Wirkung auf das Innenohr nicht ausgeschlossen werden kann [HEL 93].

Ein durch Lärmeinwirkung ausgelöster Hörverlust betrifft besonders die Frequenzen um 4 kHz, liegt also im Bereich des dritten und vierten Formanten (siehe Abb. 4.4). Offenbar gerät dieser Bereich der Cochlea bei Lärmbelastung am frühesten in einen Versorgungsengpaß. Wegen der bei 4 kHz liegenden musikalischen Note c^5 (fünf-gestrichenes C, oberste Taste eines Klaviers

mit 4186 Hz) wird auch von der c^5 -Senke gesprochen⁶ [HEL 93]. Ein für eine Lärmschwerhörigkeit typisches Audiogramm ist in Abb. 4.14 dargestellt.

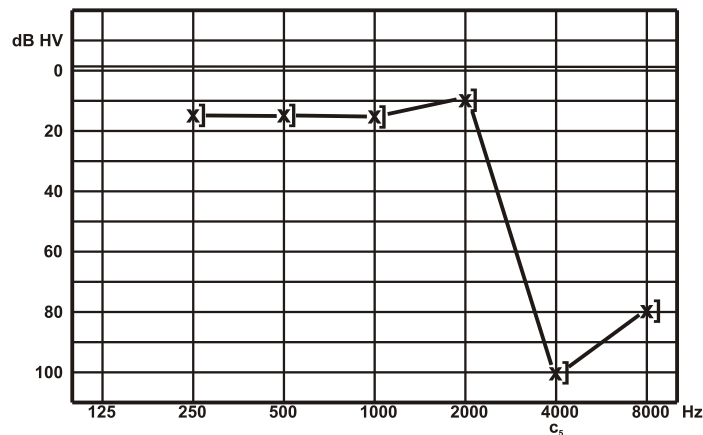


Abb. 4.14: Tonschwellenaudiogramm bei Lärmschwerhörigkeit – typischer Abfall bei 4000 Hz, C_5 -Senke

Besonders gefährlich sind alle impulshaltigen Schalle, weil in diesem Fall der Regelmechanismus des Mittelohres (Bedämpfung durch Kontraktion der Mittelohrmuskeln) nicht rechtzeitig zum Tragen kommt und die hohen Pegel ungehindert das Innenohr erreichen können.

e) Altersschwerhörigkeit – Presbyakusis

Unter Altersschwerhörigkeit (Presbyakusis) wird eine mit zunehmendem Alter steigende Hörschwelle bei höheren Frequenzen verstanden (Das Tonschwellenaudiogramm zeigt Abb. 4.15)

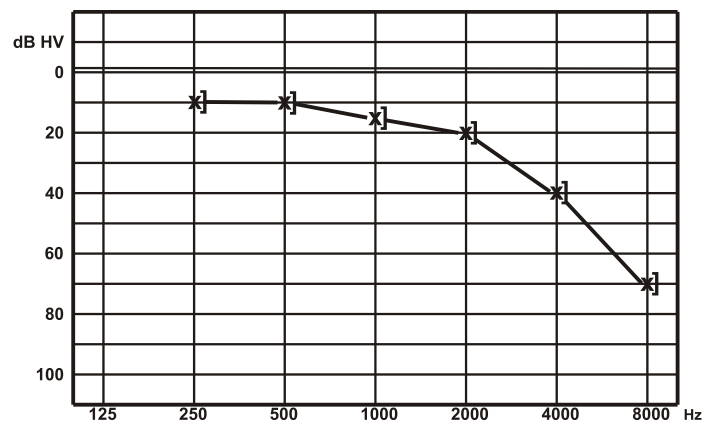


Abb. 4.15: Tonschwellenaudiogramm bei Altersschwerhörigkeit – typischer Verlust im Bereich der hohen Töne

⁶ Akustiker und Musiker verwenden unterschiedliche Bezeichnungen der Tonhöhen. In der Akustik werden die zu den einzelnen Oktaven des Klaviers gehörenden Töne mit tiefgestellten Indizes versehen. C_1 bezeichnet daher das tiefste C (erste vollständige Oktave) am Klavier. Der höchste Ton des Klaviers ist das C_8 . In der Musik beginnt die eingestrichene Oktave mit dem mittleren C des Klaviers. Hier werden hochgestellte Indizes verwendet. Die Bezeichnung ist daher c^1 . Der in der gleichen Oktave liegende Kammerton mit 440 Hz trägt die Bezeichnung a^1 . Dem musikalischen c^1 entspricht somit das akustische C_4 [LIN 81].

4.6 Motorische Kommunikationsbehinderungen

Neben den bereits unter "Behinderungen des Sprechens" erwähnten Einschränkungen kommen noch Auswirkungen von motorischen Behinderungen auf die Fähigkeit zu schreiben (also im weitesten Sinn optische Symbole herzustellen) hinzu.

4.7 Auge und visuelle Wahrnehmung

4.7.1 Aufbau des Auges

Das Sinnesorgan zur Wahrnehmung optischer Reize ist das Auge. Der menschliche Augapfel (*Bulbus*) ist kugelförmig und hat einen Durchmesser von ca. 25 mm.

Der aus einer durchsichtigen, gallertartigen Substanz bestehende Glaskörper (*Corpus vitreum*), der den gesamten Innenraum ausfüllt, wird von drei Hautschichten umgeben und in seiner Form gehalten (Abb. 4.16).

Die äußerste Augenhaut, die Lederhaut (*Sclera*), weist nur geringe Elastizität auf und ist für die Formgebung verantwortlich. Im vorderen Teil des Auges geht die Lederhaut vor der Linse in die durchsichtige Hornhaut (*Cornea*) über.

Die mittlere Schicht setzt sich aus drei Abschnitten zusammen. Drei Viertel des Augapfels umschließt die von zahlreichen Gefäßen durchzogene Aderhaut (*Choroidea*). Vorne, um die Linse herum, geht die Aderhaut in den Strahlenkörper (*Corpus ciliare*) über, der den Ziliarmuskel enthält, welcher durch Veränderung der Krümmung der Linse für die Akkommodation (Scharfstellung) sorgt. Im Strahlenkörper wird auch das Kammerwasser gebildet. Das Verhältnis aus Produktion und Resorption des Kammerwassers bestimmt den Augeninnendruck. Noch weiter vorne schließt sich die Regenbogenhaut (*Iris*) an, die durch Veränderung des Sehlochs (Pupille; lat. *Pupilla*) die in das Auge einfallende Lichtmenge bestimmt ("Irisblende" in der Photographie).

Die innerste, auf dem Glaskörper aufliegende Augenhaut ist die Netzhaut (*Retina*), die wiederum aus mehreren Schichten besteht.

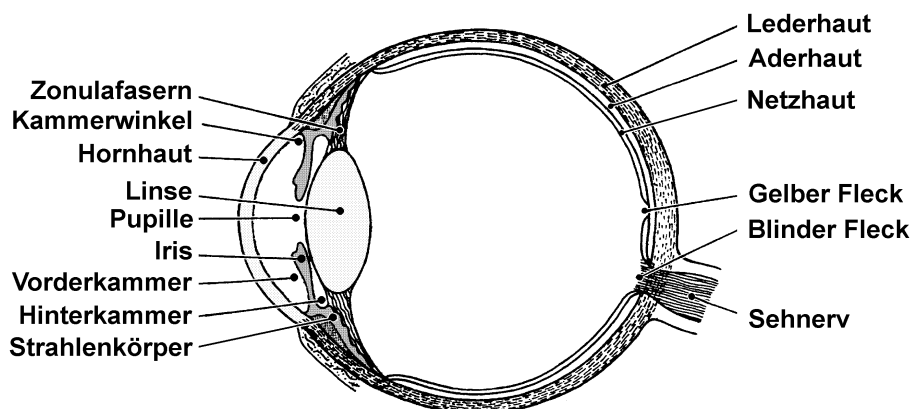


Abb. 4.16: Schnitt durch das menschliche Auge

4.7.2 Physiologie des Auges

a) Die Netzhaut

Die Netzhaut ist sowohl Träger der Photorezeptoren als auch mehrerer Nervenschichten, die eine erste Verarbeitung der visuellen Reize vornehmen. Sie ermöglicht die Wahrnehmung von Intensität, Wellenlänge und räumlicher Zuordnung einfallender optischer Reize. Die Erfassung der optischen Reize beginnt in der dem Licht abgewandten Schicht der Netzhaut, die die Photorezeptoren trägt ("inverses" Auge). Die ca. 120 Mio. Stäbchen (engl. *rods*) ermöglichen das schwarz/weiß (hell/dunkel) Sehen, während die auf drei unterschiedliche Wellenlängen ausgelegten 6 Mio. Zäpfchen (engl. *cones*) der Farbenwahrnehmung dienen (Abb. 4.17).

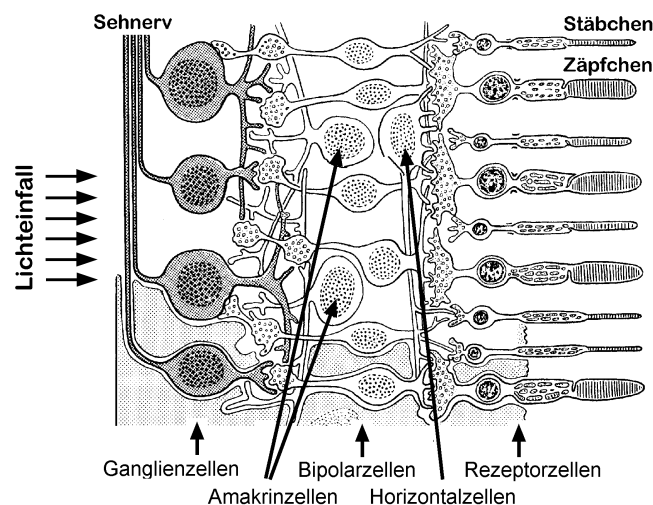


Abb. 4.17: Schnitt durch die Netzhaut – Lichteinfall von links; Reizleitungsrichtung von rechts nach links; nach [MÖR 81]

b) Intensitätsbereich und Adaptation

Der Intensitätsbereich, in dem das Auge Reize verarbeiten kann erstreckt sich über einen Bereich von $1:10^{12}$ und wird durch verschiedene Mechanismen der Adaptation bewältigt:

- Verwendung von zwei unterschiedlich empfindlichen Rezeptor-Typen (Stäbchen und Zäpfchen)
- Veränderung der einfallenden Lichtmenge durch die Pupille (Verhältnis 1:16 – schneller Vorgang⁷)
- Aufbau und Abbau von Sehfärbstoff in den Rezeptoren (langsam)

Adaptive räumliche und zeitliche Reizintegration in der Netzhaut.

Die Empfindlichkeit der Stäbchen ist etwa 2.000 mal höher als die der Zäpfchen. Bei geringen Leuchtdichten (Dämmerung) liefern die Zäpfchen daher keinen Beitrag, was zur Folge hat, daß die Farbenwahrnehmung nur bei ausreichender Beleuchtung möglich ist.

⁷ Dieser Wert bezieht sich auf das jugendliche Auge; für die Verhältnisse im Alter.

Beleuchtungsstärke [lx]	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6
Stäbchen								■	■	■	■	■
Zäpfchen	■	■	■									
Bereich	skotopisch			mesopisch				photopisch				

Tabelle 4.4: Absolute Empfindlichkeit von Stäbchen und Zäpfchen [ZAG 97]

Fehlen durch eine Schädigung des Auges die Stäbchen⁸, ist nur Tagessehen (mesopisches und photopisches Sehen) möglich und es kommt zur Nachtblindheit (kein skotopisches Sehen). Das Auge ist mit einer absoluten Intensitätsschwelle von $8 \cdot 10^{-18} \text{ W/cm}^2$ im Vergleich zum Ohr um den Faktor 10 empfindlicher.

c) Akkommodation (Scharfstellung)

Die Scharfstellung des Auges (Akkommodation) erfolgt durch die Veränderung der Brechkraft der Linse. Das fernakkommodierte Auge (Einstellung auf unendlich) hat eine Brechkraft von rund 60 Dioptrien⁹ (= 17mm Brennweite). Bei maximaler Nahakkommodation (Einstellung auf 10 cm) erhöht sich die Brechkraft um rund 12 Dioptrien¹⁰.

Durch eine Kontraktion des Ziliarmuskels werden die Zonulafasern entspannt. Die Linse wird zufolge ihrer Elastizität dicker, die Brechkraft wird erhöht und das Auge akkommodiert auf die Nähe (Abb. 4.18).

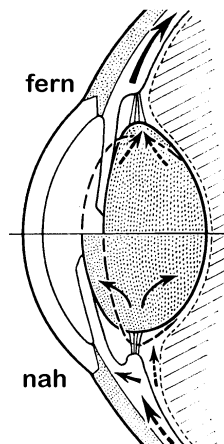


Abb. 4.18: Augenlinse und Akkommodation [MÖR 81]

⁸ Da im peripheren Bereich der Retina fast ausschließlich Stäbchen vorkommen, führt ein Ausfall dieses Rezeptortyps neben der Nachtblindheit auch zum Verlust des peripheren Gesichtsfeldes, es kommt zum sogenannten Tunnelblick.

⁹ Dioptrie = Reziprokwert der (vorderen) Brennweite in Meter; Abkürzung dpt

¹⁰ Gilt für das jugendliche Auge und ist stark vom Alter abhängig.

4.7.3 Lichttechnik und Kenngrößen für das Auge

a) Photometrie und Lichttechnik

Lichtstärke	Candela	cd
Lichtstrom	Lumen (= Candela · Steradian ¹¹)	lm (= cd·sr)
Leuchtdichte (Luminanz)	Candela / m ²	cd / m ²
Beleuchtungsstärke (Illuminanz)	Lux (= Lumen / m ²)	lx (= lm/m ²)
Typische mittlere Leuchtdichte der natürlichen Umwelt	Bei bewölktem Nachthimmel	10 ⁻⁶ cd/m ²
	Bei klarem Sternenhimmel	10 ⁻³ cd/m ²
	Bei Vollmond	10 ⁻¹ cd/m ²
	Bei Sonnenschein und hellen Flächen	10 ⁷ cd/m ²
Typische Beleuchtungsstärken	Beleuchtung durch Vollmond	1 lx
	Wohnraumbeleuchtung	100 ... 200 lx
	Lesebeleuchtung	300 lx
	Beleuchtung durch indir. Sonnenlicht	2.000 ... 10.000 lx
	Beleuchtung durch dir. Sonnenlicht	70.000 ... 100.000 lx
Sichtbares Licht	Spektraler Bereich	380 ... 760 nm
Umrechnung in US Größen	Leuchtdichte: candela / ft ²	1 cd/m ² = 9,29·10 ⁻² cd/ft ²
	Leuchtdichte: foot-lamberts	1 cd/m ² = 0,292 fL
	Beleuchtungsstärke: footcandles	1 lx = 0,0929 fc 1 fc = 10,76 lx
Umrechnung in Strahlungsgrößen	Watt / cm ² bei 555 nm	1 W/cm ² = 6,83·10 ⁶ cd/m ²

Tabelle 4.5: Kenngrößen der Photometrie und Lichttechnik

¹¹ 1 Steradian ist jener Raumwinkel, der aus einer Kugel vom 1 m Radius eine Kalotte mit einer Fläche vom 1 m² herausschneidet

b) Auge

Augenabstand		6 cm
Brechungsindizes	Luft	1,00
	Glas	1,52
	Wasser	1,33
	Hornhaut	1,37
	Augenlinse (äquivalent)	1,40
Chromatische Aberration	über gesamtes sichtbares Spektrum	2 Dioptrien
Größe der Retina		50 mm x 50 mm
Dicke der Retina		0,4 mm
Abbildungsverhältnisse	Blickwinkel 1°	0,3 mm auf der Retina
Makula	Größe	1,5 mm Ø
	Gesichtsfeld	5°
Fovea centralis	Größe	0,5 mm Ø
	Gesichtsfeld	1° 40'
Foveola (innerster Bereich d. Fovea)	Größe	0,1 mm Ø
	Gesichtsfeld	20'
Blinder Fleck	Größe	1,5 mm x 2,1 mm
	Gesichtsfeld	5° hor., 7° vert.
	Lage auf der Netzhaut	15° nasal
Abmessungen der Zäpfchen foveal:	Durchmesser	1 bis 4 µm
	Länge	50 bis 80 µm
Abmessungen der Zäpfchen sonst:	Durchmesser	4 bis 10 µm
	Länge	40 µm
Abmessungen der Stäbchen:	Durchmesser	1 µm
	Länge	60 µm
Saccaden (beim Fixieren)	Zeitabstände	0,3 bis 5 s
	Auslenkung	1 bis 20'
Akkommodation	Einstellzeit	0,5 bis 1 s
	Geschwindigkeit	5 dpt/s
Lidschlag	Frequenz (Grenzwerte)	0,1 bis 3 Hz
	Schließdauer unwillkürlich	< 100 ms
	Schließdauer willkürlich	> 250 ms

Tabelle 4.6: Kenngrößen für das Auge

c) Reizschwellen, Bereiche

Maximale wahrnehmbare Ortsfrequenz	photopisch	50 bis 60 Linien/Grad
	skotopisch	20 - 30 Linien/Grad
Maximal wahrnehmbare Frequenz	photopisch	80 Hz
	skotopisch	40 Hz
Absolute Reizschwelle		$8 \cdot 10^{-8} \text{ W/cm}^2$
Dynamikbereich		$1 : 10^{12}$
Diskriminationsschwelle für aufeinanderfolgende Lichtimpulse		15 bis 20 ms
Kontrastschwelle	photopisch, für statische Kante	$\Delta L/L = 0,01$
Reaktionszeit auf optische Reize		150 bis 170 ms
Schädigungsschwelle	Reversibel	230 bis 600 Ws/m^2
	Dauernd	$> 600 \text{ Ws/m}^2$

Tabelle 4.7: Kenngrößen für Reizschwellen und Funktionsbereiche des Auges

Quellen: [WAN 95, PÖP 85, GUS 96, SCH 97, SCH 77, MIS 98, RYE 97, Bro 94, MET 96]

4.8 Visuelle Kommunikationsbehinderungen

4.8.1 Klassifikation von Sehschädigungen

Sehschädigungen werden üblicherweise gemäß Tabelle 4.8 klassifiziert. Diese Wertung gilt bei optimaler optischer Korrektur (Brille, Kontaktlinsen) für das bessere Auge.

Bezeichnung	Visus
Sehbehinderung	< 0,3
Hochgradige Sehbehinderung	< 0,05
Blind (vor dem Gesetz)	< 0,02

Tabelle 4.8: Klassifikation von Sehschädigungen

4.8.2 Ursachen für Sehbehinderungen

Die Ursachen, die in Industrienationen zu Sehbehinderungen führen, unterscheiden sich von denen, die in Entwicklungsländern vorherrschen, wo Infektionskrankheiten, mangelnde ärztliche Versorgung und Vitaminmangel das Erscheinungsbild prägen. Tabelle 4.9 stellt die weltweit dominierenden Ursachen jenen der USA gegenüber.

Weltweit	USA	
	Kinder	Erwachsene
Trachom ¹² Onchozerkose ¹³ Xerophthalmie ¹⁴ Glaukom Katarakt	Cortikal bedingt Mißbildungen Retinopathie Atrophie Katarakt	Glaukom Katarakt Diabetische Retinopathie Gefäßerkrankungen Makula Degeneration

Tabelle 4.9: Häufigste Ursachen für Sehbehinderungen; nach [COR 96]

4.8.3 Refraktionsanomalien – Brechungsfehler des Auges

Stimmt die Brechkraft der optischen Elemente des Auges (Hornhaut und Linse) nicht mit der Länge des Augapfels überein, kann auf der Netzhaut kein scharfes Bild entstehen. Durch Brillen und Kontaktlinsen können 90% der Refraktionsanomalien ausgeglichen werden.

4.8.4 Glaucom – Grüner Star

Der Grüne Star (Glaucom) wird durch erhöhten Augeninnendruck, also durch eine Übermenge an Kammerwasser, hervorgerufen. In den meisten Fällen liegt eine Verlegung der Abflußwege des Kammerwassers vor. Überproduktion von Kammerwasser hingegen ist selten. Der normale Augeninnendruck beträgt 13 bis 28 mbar; bei Glaucom steigt er auf Werte zwischen 50 bis 80 mbar.

Durch den erhöhten Augeninnendruck kann es binnen Stunden(!) zu einer Aushöhlung des Sehnervenkopfes (blinder Fleck) kommen, was wegen der Unterbrechung der Blutversorgung zu einem Absterben von Nervenzellen und somit zu irreversiblen Gesichtsfeldausfällen führt.

4.8.5 Katarakt – Grauer Star

Verschiedene Gründe wie Verletzungen (Cataracta traumatica), Diabetes (Cataracta diabetica), Hitzeeinwirkungen (Cataracta calorica, bei Gießern und Glasbläsern), Strahlenschäden (Cataracta e radiatione), Elektrounfälle, Vergiftungen, Virusinfekte während der Schwangerschaft (Embryopathia rubeolosa¹⁵) sowie der Alterungsprozeß können zu einer Trübung der Augenlinse führen.

Dadurch wird das Sehvermögen durch Trübung des Bildes, aber auch durch Blendwirkung zufolge von Lichtstreuung herabgesetzt, was bis zur Einschränkung auf hell/dunkel Wahrnehmung gehen kann.

¹² Infektiöse, chronische Bindehautentzündung mit Übergreifen auf die Hornhaut.

¹³ Onchozerkose (engl. onchocerciasis, auch Flußblindheit): von vorderen Augenabschnitten ausgehende, von in tropischen Gebieten vorkommenden Fadenwürmern verursachte infektiöse Zerstörung des Auges.

¹⁴ Xerophthalmie (engl. xerophthalmia) Störung in der Regeneration des Sehfärbstoffes Rhodopsin und Absterben von Photorezeptoren zufolge von Vitamin-A-Mangel.

¹⁵ Rötelninfektion der Mutter vornehmlich im ersten Schwangerschaftsmonat

4.8.6 Makula Degeneration (MD)

Makula Degenerationen (MD) umfassen ein weites Spektrum von Entartungen des Gelben Flecks. MD kann sowohl erblich bedingt in jedem Alter als auch altersbedingt auftreten. Mit „Laser-Disco-Makula“ werden neuerdings Schädigungen bezeichnet, die durch Laser-Einsatz in Discotheken hervorgerufen werden. Die betroffene Person bemerkt ein verzerrtes Bild gerade dort, wohin die Aufmerksamkeit gerichtet wird. Gerade Linien erscheinen wellenförmig. Im weiteren Verlauf kommt es zu Gesichtsfeldausfällen im zentralen Bereich der Netzhaut (zentrales Skotom), also gerade dort, wo die größte Sehleistung liegt.

4.8.7 Retinitis Pigmentosa (RP)

Retinitis Pigmentosa (genauer *tapetoretinale Degeneration*) ist die häufigste degenerative Netzhauterkrankung. Sie ist meist erblich bedingt, seltener kann sie durch Infektionskrankheiten oder Vergiftungen ausgelöst werden. Sie entsteht durch eine Stoffwechselstörung eines Enzyms. Bereits in der Kindheit kommt es zu schlechtem Sehen in der Dämmerung (Nachtblindheit durch Ausfall der für das skotopische Sehen erforderlichen Stäbchen).

Später kommt es auch am Tag zu einem ringförmigen Gesichtsfeldausfall (ringförmiges Skotom), sodaß nur mehr ein Gesichtsfeld von 10° bis 15° verbleibt. In späteren Stadien führt Retinitis Pigmentosa zum "Tunnelblick" (ein bis auf wenige Grad eingeschränktes Gesichtsfeld) und somit zur praktischen Erblindung obwohl das zentrale Sehvermögen (Sehschärfe) noch recht gut sein kann.

4.8.8 Retinopathie, diabetische (Retinopathie)

Retinopathie ist der zusammenfassende Begriff für alle nichtentzündlichen Netzhauterkrankungen. Ursachen dafür können Strahlenschäden durch Sonne oder Lichtbogen, Nierenerkrankungen, arterieller Hochdruck (Hypertonie) oder Verletzungen des Augapfels sein. Eine besondere Form ist die bereits beschriebene Retinitis Pigmentosa.

Unter *diabetischer* Retinopathie werden Netzhautschäden als Spätfolge der Zuckerkrankheit (*diabetes mellitus*¹⁶) bezeichnet. Innerhalb von 15 Jahren erkranken 60% der Diabetiker an der Netzhaut. Nach weiteren 15 Jahren steigt die Wahrscheinlichkeit bereits auf 80-90%. Es kommt zu Blutungen in der Netzhaut und im Glaskörper, die zu unregelmäßigen Gesichtsfeldausfällen führen.

Die diabetische Retinopathie ist häufiger geworden, da Insulin die Lebenserwartung von Diabetikern zwar erhöht, das Risiko einer Netzhauterkrankung aber nicht in gleichem Maße gesenkt hat.

4.8.9 Hemianopie (Hemianopsie)

Unter Hemianopie (Hemianopsie) wird ein halbseitiger Ausfall des Gesichtsfeldes bezeichnet. Die Ursache dafür sind Schädigungen (z.B. Tumore, Schädelhirntrauma) der Sehbahn ab der Sehnervenkreuzung

¹⁶ mellitus lat.: mit Honig versüßt

4.9 Kognitive und mentale Kommunikationsbehinderungen

Vor allem Produzieren und nach allem Aufnehmen von Signalen liegt der mentale Prozeß. Störungen der dafür erforderlichen mentalen Leistungsfähigkeit können daher zu den unterschiedlichsten Kommunikationsbehinderungen führen. So kann z.B. trotz funktionsfähigen Augen und visuellen Nervenbahnen funktionale Blindheit vorliegen, weil das Gehirn der betreffenden Person nicht in der Lage ist, visuelle Reize (total oder partiell) zu verarbeiten und ins Bewußtsein zu bringen.

4.10 „Print - Disability“

Einführung als Überbegriff für jene Personen, die Einschränkungen beim Umgang mit schriftlicher (üblicherweise gedruckter) Information haben. Das sind:

- Blinde und hochgradig sehbehinderte Personen (einschließlich taubblinde Personen)
- Personen mit Leseschwächen (Dyslexie, Alexie)
- Motorisch behinderte Personen, die Probleme beim Manipulieren von Schriftgut haben (z.B. Umblättern)

5 Kommunikationshilfen – Systematik

In diesem Kapitel wird versucht, für alle möglichen Kommunikationshilfen ein allgemeines Schema aufzustellen. Interpersonelle Kommunikation (die Kommunikation zwischen zwei oder mehreren Personen im Gegensatz zu allen Formen des Mensch-Maschine-Dialogs) wird in die Untergruppen „Direkt-Kommunikation“ und „Telekommunikation“ geteilt. Ausgehend von der jeweils konventionellen Form der Kommunikation werden augmentative und alternative Möglichkeiten betrachtet. Weiters werden alle denkbar möglichen augmentativen und alternativen Kommunikationswege (ohne und mit Verwendung eines Hilfsmittels) graphisch dargestellt. Die verwendeten Symbole werden zur Verdeutlichung der Zusammenhänge auch in weiterer Folge bei der Besprechung einzelner Kommunikationshilfen verwendet.

5.1 Interpersonelle Direkt-Kommunikation

Der Begriff Direkt-Kommunikation wird hier zur deutlichen Unterscheidung von der Telekommunikation verwendet. Wir verstehen darunter also alle Formen der Kommunikation zwischen zwei oder mehreren Personen, die Nachrichten ohne die Zuhilfenahme eines technischen Übertragungssystems austauschen. Dabei muß aber beachtet werden, daß diese Aussage generell zunächst nur für nichtbehinderte Personen, also für „konventionelle“ Kommunikation gilt. Das einfachste Beispiel ist das Gespräch zwischen zwei Personen, die einander gegenüberstehen. Für einen behinderten Gesprächsteilnehmer kann die Anwendung von Methoden oder Geräten der augmentativen oder alternativen Kommunikation erforderlich werden. Damit können sehr wohl technische Übertragungssysteme ins Spiel kommen. Trotzdem sprechen wir in diesem Fall nicht von Telekommunikation sondern orientieren uns an Art der Kommunikation, wie sie unter gleichen Bedingungen zwischen nicht-behinderten Personen ablaufen würde. Im obigen Beispiel des Gesprächs zwischen zwei Personen liegt eben auch dann keine Telekommunikation vor, wenn einer der Gesprächsteilnehmer ein Hörgerät trägt obwohl die Übermittlung der Nachricht über ein dem Telephon durchaus vergleichbares technisches System erfolgt.

Die nachfolgende Tabelle (Tabelle 5.1) enthält in der Spalte „KONVENTIONELL“ jene über akustische, optische und mechanische Kanäle laufenden Formen der interpersonellen Kommunikation, wie sie zwischen nicht-behinderten Menschen üblich sind. Darunter fällt in erster Linie das aus Sprechen und Hören (akustischer Kanal) bestehende Gespräch. Über den optischen Kanal kommunizieren Personen nicht nur dann, wenn z.B. ein Vortragender auf die Tafel schreibt, sondern es müssen auch alle non-verbale Teile eines Gesprächs, wie Körpersprache und Mimik einbezogen werden. Schließlich sind auch mechanisch übermittelte Nachrichten wie ein Händedruck oder ein anerkennendes „Auf-die-Schulter-Klopfen“ Möglichkeiten der direkten Kommunikation zwischen Personen.

Die links daneben stehende Spalte enthält die Namen einiger Hilfsmittel, die dann eingesetzt werden, wenn im entsprechenden Kanal eine augmentative Unterstützung gegeben werden soll.

Die rechts stehenden Spalten enthalten Hilfsmittel der alternativen (substituierenden) Kommunikation. Für jede der angeführten konventionellen Kommunikationsformen sind Alternativen angeführt. Je nachdem über welchen Kanal diese alternativen Kommunikationswege verlaufen, wurden sie in eine akustische, optische und mechanische Gruppe eingeteilt.

Die meisten der in dieser Tabelle angeführten Hilfsmittel werden im Kapitel 7 (Kommunikationshilfen für Direkt-Kommunikation) im Detail behandelt.

		AUGMENTAT IV	KONVENTIONE LL	ALTERNATIVER KANAL			
				AKUSTISCH	OPTISCH	MECHANISCH	
AKUSTISCH	Beim SPRECHEN	Sprachverstärker, Clarifier Sprach-Re- Synthese	SPRECHEN – HÖREN Gespräch zwischen zwei Personen Vortrag vor einer Gruppe	ALTERNATIVEN FÜR SPRECHEN			
	<i>nach Tastatureingabe: Sprachsynthese</i>			Fingeralphabet / Gebärde, Text/Bilder schreiben/zeigen			
	ALTERNATIVEN FÜR HÖREN						
	Beim HÖREN	Hörgerät, Cochlea Implantat		Spracherkennung ... <i>weiter dann optisch</i>	Fingeralphabet / Gebärde Text lesen	Fingeralphabet / Gebärde tastend, Braille direkt, Lormen	
OPTISCH				SCHREIBEN - LESEN (Visualisieren) Tafel, Flipchart, Overheadprojektor	ALTERNATIVEN FÜR SCHREIBEN		
					Diktieren an Menschliche Assistenz, Spracherkennung	Bilder /Symbole statt Text	
	Beim LESEN	Brille, Fernglas, elektronische Hilfen	MIMIK - GESTIK Nicht-verbaler Teil eines Gespräches		ALTERNATIVEN FÜR LESEN		
	Menschliche Assistenz (Vorlesen)			Bilder/Symbole statt Text	Braille direkt (nicht gedruckt)		
MECHA- NISCH			BERÜHRUNGEN Händeschütteln Umarmung Auf-die-Schulter- Klopfen				

Tabelle 5.1: Übersicht über interpersonelle Direkt-Kommunikation; konventionelle, augmentative und alternative Formen

5.2 Interpersonelle Telekommunikation

In ähnlicher Weise wie bei der Direkt-Kommunikation wird in der Tabelle 5.2 ein Überblick über konventionelle (zwischen nicht-behinderten Personen) Kommunikation und über die zugehörigen augmentativen und alternativen Kommunikationsformen gegeben.

Telekommunikation bedeutet gemäß dem bereits vorher Gesagten, daß hier bereits bei der konventionellen Kommunikation ein technisches Medium zur Übermittlung der Nachricht über Raum und Zeit eingesetzt wird. Konsequenterweise wurden hier nicht nur die geläufigen Formen der Telekommunikation wie Telephon oder Fax aufgenommen, sondern auch alle anderen wichtigen Übertragungsmethoden, mit denen Nachrichten an andere Orte transportiert werden, wie Briefe, Zeitungen und Bücher.

Da bei der alternativen Telekommunikation meist mehrere technische Systeme zusammenspielen, ist eine eindeutige Zuordnung auf die einzelnen Kanäle nicht immer möglich. In erster Linie wurde die Zuordnung zu jenem Kanal getroffen, der für die Überwindung der Distanz zwischen Sender und Empfänger maßgeblich ist. Bei den mechanischen Alternativen war

hingegen das jeweils verwendete Ein-/Ausgabegerät für die Zuordnung bestimmend, da eine mechanische Fernübertragung natürlich nicht eingesetzt wird.

Die meisten der in dieser Tabelle angeführten Hilfsmittel werden im Kapitel 8 im Detail behandelt.

		AUGMENTATIVE	KONVENTIONELL	ALTERNATIVER KANAL		
				AKUSTISCH	OPTISCH	MECHANISCH
AKUSTISCH	Beim SPRECHEN	Sprachverstärker Clarifier	TELEPHON (Sprechen und Hören) RADIO (nur Hören)	ALTERNATIVE FÜR SPRECHEN		
				nach Tastatureingabe: Sprachsynthese Relay-Service	Texttelefon Internet Chat, Fax, Gebärden über Videophon	
	Beim HÖREN			ALTERNATIVE FÜR HÖREN		
	Hörverstärker			Spracherkennung, Texttelefon über Relay-Service <i>weiter dann optisch</i>	Texttelefon Internet Chat, Fax, Gebärden über Videophon	Braille Terminal Dexter
AKUSTISCH + OPTISCH			FERNSEHEN	ALTERNATIVE FÜR SEHEN		
				TV-Szenen- beschreibung		
				ALTERNATIVE FÜR HÖREN		
				TV-Untertitel		
OPTISCH	Beim SCHREIBEN	PC unterstützte Texteingabe	BRIEFWECHSEL PRESSE BÜCHER FERNSCHREIBER FAX E-MAIL WWW	ALTERNATIVE FÜR SCHREIBEN		
				Tonbandbrief	Spracherkennung (<i>weiter optisch</i>), Symbolsprache über e-mail, fax	Braille, Moon taktile Graphik
	Beim LESEN			ALTERNATIVE FÜR LESEN		
	Lupen, Vergrößerungs- Lesegerät, PC mit Vergrößerung			Hörbücher, elektronische Zeitung, OCR, Browser mit Sprachausgabe	Symbolsprachen	Braille, Moon, taktile Graphik elektr. Zeitung (Braille Ausgabe)
MECHANISCH			VIRTUELLE REALITÄT Data Glove, Data Suit			

Tabelle 5.2: Übersicht über interpersonelle Telekommunikation; konventionelle, augmentative und alternative Formen

5.3 Systematik der Kommunikationshilfen

5.3.1 Verwendete Symbole

Alternative und augmentative Methoden und Formen der Kommunikation zwischen behinderten und nicht-behinderten Personen können, ungeachtet des jeweils verwendeten Kanals oder Mediums, auf einige Grundformen zurückgeführt werden. Für die in weiterer Folge verwendeten Diagramme werden nachfolgend abgebildete Symbole verwendet (Abb. 5.1):

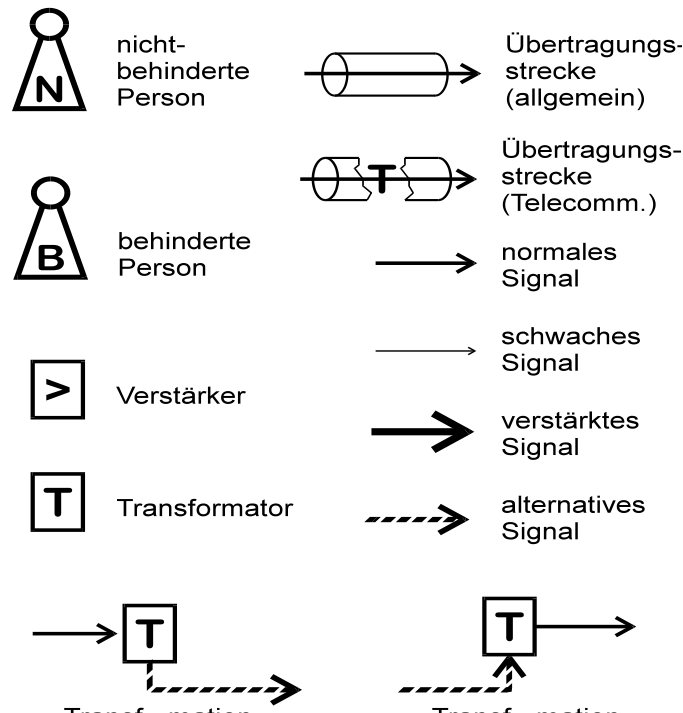


Abb. 5.1: Symbole, wie sie in den nachfolgenden Diagrammen Verwendung finden

Unter einem „Verstärker“ verstehen wir jede technische Einrichtung, mit der eine augmentative Kommunikation bewerkstelligt wird. Ein „Transformator“ dient der technischen Übersetzung eines Signals auf eine alternative Form bzw. umgekehrt.

Ausgangspunkt aller nachfolgenden Darstellungen ist die Übermittlung einer Nachricht von der links dargestellten Person über eine Übertragungsstrecke zur rechts abgebildeten Person. Für die Kommunikation zwischen zwei nicht behinderten Personen, bei denen ein „normales“ Signal übertragen wird, gilt die Darstellung in Abb. 5.2:

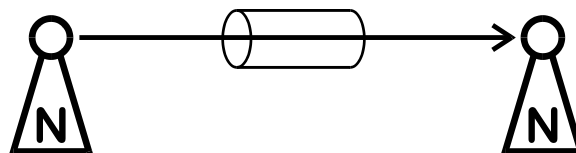


Abb. 5.2: Konventionelle Kommunikation zwischen zwei nicht-behinderten Personen

5.3.2 Augmentative Kommunikation

a) **Behinderter Empfänger, Hilfsmittel beim Empfänger**

Diese Form ist bei sensorischen Defekten die gebräuchlichste. Das Signal wird in „normaler“ Weise übertragen, die Verstärkung erfolgt beim behinderten Empfänger (Abb. 5.3).

Ein typisches Beispiel dafür ist die Verwendung eines Hörgerätes.

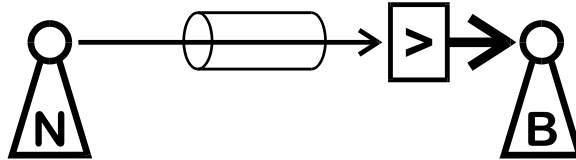


Abb. 5.3: Augmentative Kommunikation mit einem behinderten Empfänger; Hilfsmittel (Verstärker) beim Empfänger

b) **Behinderter Empfänger, Hilfsmittel beim Sender**

Die Verwendung des verstärkenden Hilfsmittels beim nicht-behinderten Sender wird seltener angewendet, ist aber dort gebräuchlich, wo z.B. mehrere gleichartig behinderte Personen am Unterricht teilnehmen. Das Signal wird hier bereits in seiner verstärkten Form übertragen (Abb. 5.4).

Ein Beispiel dafür ist die vergrößerte Darstellung von Texten am Overheadprojektor in einer Klasse mit sehbehinderten Kindern.

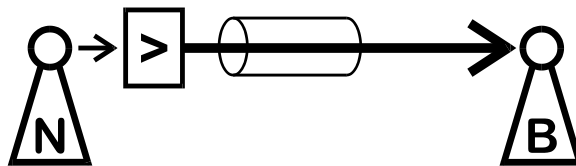


Abb. 5.4: Augmentative Kommunikation mit einem behinderten Empfänger; Hilfsmittel (Verstärker) beim Sender

c) **Behinderter Sender, Hilfsmittel beim Sender**

In diesem Fall liegt beim Sender eine Behinderung auf der aktuatorischen Seite vor. Es ist daher auch der naheliegende Fall, den Sender mit einem Hilfsmittel (Verstärker) auszustatten, mit dem das Sendesignal wieder auf den „normalen“ Wert gebracht und der Übertragung zugeführt wird (Abb. 5.5).

Ein Beispiel dafür ist die Verwendung eines Telefons mit eingebautem Sprechverstärker durch eine Person mit leiser Stimme.

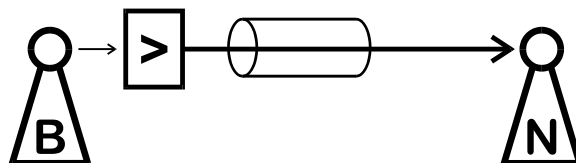


Abb. 5.5: Augmentative Kommunikation, ausgehend von einem behinderten Sender; Hilfsmittel (Verstärker) beim Sender

d) Behinderter Sender, Hilfsmittel beim Empfänger

Hierbei handelt es sich eher um einen der Vollständigkeit willen angeführten theoretischen Fall. Daß die Verstärkung auf ein „normales“ Signal erst nach der Übertragung des schwachen Signals auf der Seite des nicht-behinderten Kommunikationspartners erfolgt, ist unwirtschaftlich und daher auch ungebräuchlich (Abb. 5.6).

Typische Beispiele sind keine bekannt.

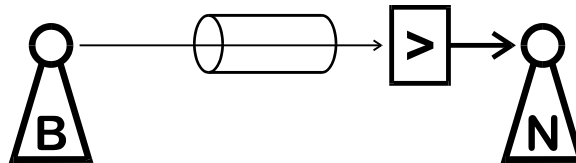


Abb. 5.6: Augmentative Kommunikation, ausgehend von einem behinderten Sender; Hilfsmittel (Verstärker) beim Empfänger

5.3.3 Alternative Kommunikation

a) Beide Kommunikationspartner verwenden alternative Kommunikation

Die Verwendung von alternativen Kommunikationsformen setzt nicht zwangsläufig die Verwendung eines technischen Hilfsmittels, also eines „Transformators“ voraus. Wenn beide Kommunikationspartner die alternative Kommunikationsform beherrschen, kann die Nachricht direkt in dieser Form gesendet und empfangen werden (Abb. 5.7). Die Kommunikation dabei auch durchaus in beiden Richtungen erfolgreicher bzw. es können die Rollen von Sender und Empfänger vertauscht werden.

Ein Beispiel dafür wäre die gemeinsame Verwendung der Gebärdensprache bei der Kommunikation zwischen einer hörenden und einer gehörlosen Person.

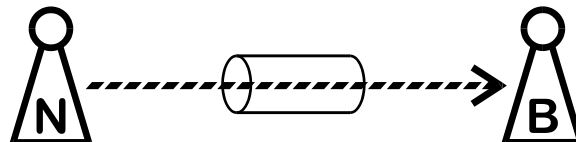


Abb. 5.7: Beide Kommunikationspartner verwenden alternative Kommunikation ohne den Einsatz technischer Hilfen

Diese Art der direkten alternativen Kommunikation (also ohne den Einsatz von technischen Hilfen im Sinne eines „Transformators“) kommt vornehmlich beim Austausch von Nachrichten zwischen behinderten Kommunikationspartnern vor (Abb. 5.8).

Ein Beispiel dafür ist ein in Blindenschrift (Braille) geführter Briefwechsel zwischen zwei blinden Personen.

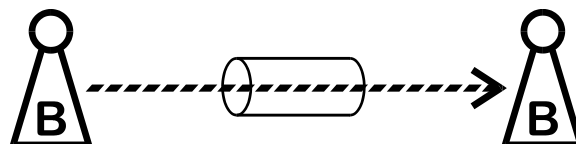


Abb. 5.8: Kommunikation zwischen zwei behinderten Personen unter Verwendung einer beiden Partnern vertrauten Form der alternativen Kommunikation

b) Behinderter Empfänger, Hilfsmittel beim Empfänger

Diese Anordnung wird bei sensorischen Ausfällen auf der Empfängerseite verwendet. Das Signal wird in konventioneller Form gesendet und übertragen. Der behinderte Empfänger verwendet als Hilfsmittel einen Transformator, der das empfangene Signal in eine alternative Form bringt und ihm auf diese Weise zugänglich macht (Abb. 5.9).

Ein Beispiel für diese Anordnung ist ein in konventioneller „Schwarzschrift (also nicht Blindenschrift) verfaßter und verschickter Brief, der von einem blinden Empfänger unter Zuhilfenahme eines Lesegerätes in synthetische Sprache umgewandelt und somit zugänglich gemacht wird.

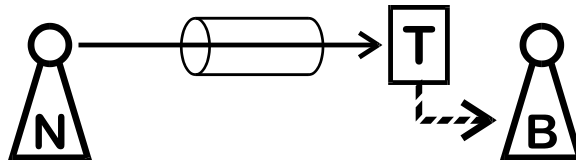


Abb. 5.9: Alternative Kommunikation mit einem behinderten Empfänger;
Hilfsmittel (Transformator) beim Empfänger

c) Behinderter Empfänger, Hilfsmittel beim Sender

Auch diese Anordnung findet häufig Anwendung, vor allem dort, wo Kommunikationsdienste speziell für behinderte Menschen eingerichtet werden. Die Transformation erfolgt hier bereits auf der Senderseite, Übermittlung und Empfang erfolgen bereits in alternativer Form (Abb. 5.10).

Ein Beispiel dafür ist eine Blindenschriftzeitung, die bereits vom Verlag aus einem bestehenden Textdokument in Blindenschrift umgewandelt wird. Das in Blindenschrift gedruckte Exemplar wird dem Empfänger per Post zugestellt.

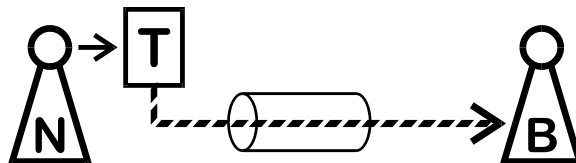


Abb. 5.10: Alternative Kommunikation mit einem behinderten Empfänger;
Hilfsmittel (Transformator) beim Sender

d) Behinderter Sender, Hilfsmittel beim Sender

Besteht bei einer Person ein totaler Ausfall eines für die Kommunikation wichtigen aktuatorischen Organs (z.B. Stimme) oder Funktion (z.B. Sprache), dann wird die in Abb. 5.11 skizzierte Anordnung zur Anwendung kommen. Die behinderte Person verwendet ein Hilfsmittel, durch das eine in alternativer Form produzierte Nachricht in ein konventionelles codiert wird. Der nicht-behinderte Empfänger erhält die Nachricht in der üblichen Form (Abb. 5.11).

Ein Beispiel dafür ist die Verwendung eines Kommunikationsgerätes mit Sprachausgabe durch eine sprechbehinderte Person. Mangels eigener vokaler Ausdrucksmöglichkeit, wird die Nachricht geschrieben und vom Transformator mittel Sprachsynthese in die gesprochene Form umgewandelt, die auf diese Weise dem nicht-behinderten Empfänger ohne weitere Spezialkenntnisse zugänglich ist.

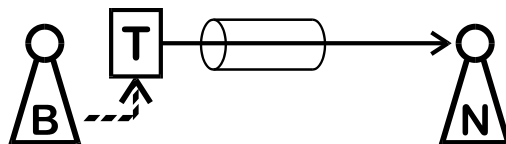


Abb. 5.11: Alternative Kommunikation mit einem behinderten Sender;
Hilfsmittel (Transformator) beim Sender

e) Behinderter Sender, Hilfsmittel beim Empfänger

Einen zumindest derzeit technisch gesehen unüblichen Fall stellt die zum vorigen Beispiel spiegelbildliche Anordnung dar. Die behinderte Person erzeugt und sendet eine Nachricht in alternativer Form. Erst auf der Seite des nicht-behinderten Empfängers wird ein Transformator verwendet, der die alternative Form auf die konventionelle und somit auf die dem Empfänger zugängliche Form umwandelt (Abb. 5.12).

Da es (allerdings für andere Zwecke entwickelt) auch Lesesysteme gibt, die Blindenschrift in Daten und damit auch in Schwarzschrift umwandeln können, ist zumindest theoretisch folgendes Beispiel denkbar: Eine blinde Person verfaßt ein Schriftstück in Blindenschrift und sendet es in dieser Form an eine der Blindenschrift nicht kundige Person. Diese macht sich die Nachricht dadurch zugänglich, indem sie das oben erwähnte Blindenschrift-Lesesystem als Transformator zur Erzeugung eines konventionell gedruckten Textes einsetzt.

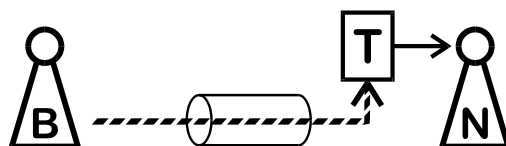


Abb. 5.12: Alternative Kommunikation mit einem behinderten Sender;
Hilfsmittel (Transformator) beim Empfänger

f) Kommunikation in alternativer Form, Hilfsmittel auf beiden Seiten

Aus den oben angeführten Grundkonfigurationen lassen sich zahlreiche weitere Kombinationen von Hilfsmitteln und Kommunikationsformen zusammenstellen. Als Beispiel für die Verwendung von zwei Transformatoren soll nachfolgende Konfiguration dienen.

Während in dem unter Punkt a) erwähnten Fall die Kommunikation in alternativer Form ohne Einsatz irgendwelcher technischer Hilfen erfolgte, werden hier Hilfsmittel (Transformatoren) symmetrisch auf beiden Seiten eingesetzt. Sowohl Sender wie auch Empfänger bedienen sich einer alternativen Kommunikationsform. Zur Übertragung der Nachricht wird eine weitere alternative Form der Signalcodierung verwendet (Abb. 5.13).

Das wichtigste Beispiel dafür ist die Verwendung von Texttelefonen zwischen gehörlosen Kommunikationspartnern. Diese Art des Telefonierens ist in doppelter Hinsicht alternativ. Einerseits wird bei den Endgeräten (Transformatoren) anstelle des Sprechens das Schreiben und anstelle des Hörens das Lesen eingesetzt, andererseits erfolgt die Übertragung des Signals nicht in der (derzeit noch) üblichen Form eines analogen Audiosignals auf einer Telefonleitung sondern mittels spezieller digitaler Codierung.

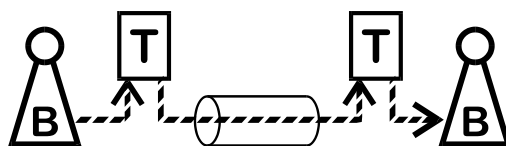


Abb. 5.13: Alternative Kommunikation zwischen zwei behinderten Personen;
Hilfsmittel (Transformator) sind auf beiden Seiten vorhanden

6 Methoden der alternativen Kommunikation

In diesem sehr ausführlich gestalteten Kapitel sollen, unabhängig von der Art der Behinderung, des Hilfsmittel oder des Anwendungsfalls die wichtigsten Methoden der alternativen und augmentativen Kommunikation vorgestellt werden. Das Kapitel taktile Kommunikation führt in Geschichte und Wesen verschiedener Blindenschriften ein. Nach einer kurzen Betrachtung der Realisierungsmöglichkeiten zur Erzeugung synthetischer Sprache werden Anforderungsprofile und derzeitige Grenzen dieser Technologie besprochen. Symbolsprachen und visuelle Sprachen und deren Anwendungen werden hier soweit ausgeführt, daß ein Grundverständnis über die damit erzielbaren Möglichkeiten erworben wird. Kommunikation mit taubblinden Personen und Besprechung von Strategien zur Beschleunigung alternativer Kommunikation runden das Kapitel ab.

6.1 Taktile Schriften

6.1.1 Blindenschrift nach L. Braille

a) *Geschichte der Brailleschrift (Punktschrift)*

Die heute am meisten verbreitete tastbare Blindenschrift geht auf den Franzosen Louis Braille (1809-1852) zurück. Durch eine Augenverletzung im Alter von vier Jahren erblindet, suchte Braille während seiner Schulzeit nach einer neuen Methode, Schriftzeichen so in taktile Form darzustellen, die nicht nur leichter zu lesen war, sondern die vor allem von blinden Personen auch selbst geschrieben werden konnte. Bis dahin wurden im Blindenunterricht vergrößerte und in Papier geprägte lateinische Buchstaben eingesetzt. Dazu verwendete man herkömmliche oder eigens für diesen Zweck hergestellte Lettern eines großen Fonts, die in feuchtes Papier gedrückt wurden (seit 1786 durch Valentin Haüy eingeführt). Brailles erste Versuche basierten auf einer von einem Offizier namens Charles Barbier de la Serre entwickelten militärischen "Nachtschrift" mit 12 Punkten (2 x 6), die sich aber für den Gebrauch als Blindenschrift als zu kompliziert erwies.

Im Jahr 1826, lange vor der Entwicklung von Lochstreifen und digitaler Zeichencodierung, erkannte Braille jedoch, daß sich – mit gewissen Vereinfachungen – der gesamte Zeichenvorrat des (französischen) Alphabets einschließlich Ziffern und Satzzeichen durch sechs tastbare Punkte (taktile Bits) darstellen läßt.

Um diese sechs Punkte möglichst gut mit der Fingerkuppe tasten zu können, wählte Braille für die Buchstaben seiner Schrift die in Abb. 6.1 dargestellte Anordnung (Abbildungen im Skriptum sind bis auf den Schnitt in Abb. 6.3 und Abb 6.6 – 6.7 maßstäblich).



Abb. 6.1: Grundform der Blindenschrift nach L. Braille

Mit diesen sechs Punkten ist es möglich, 63 verschiedene Schriftzeichen (man spricht von "Formen") und das Leerzeichen (die "leere Form") darzustellen. Die gedruckte (also nicht tastbare) Darstellung von Punktschriftzeichen erfolgt üblicherweise in der in Abb. 6.2 dargestellten Weise¹⁷.

- | | |
|-----------------------|-----------------------------|
| ••• Alle sechs Punkte | ○ ○ Keiner der sechs Punkte |
| ••• gesetzt (tastbar) | ○ ○ gesetzt (nicht tastbar) |

Abb. 6.2: Gedruckte Darstellung von Punktschriftzeichen

Für die mechanischen Abmessungen von Braille-Zeichen gibt es zwar bis heute keine verbindlichen Normen, jedoch haben sich die in Abb. 6.3 angeführten Maße eingebürgert.

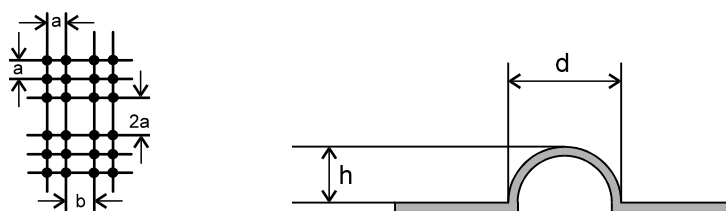


Abb. 6.3: Übliche Abmessungen der Brailleschrift
 $a = 2,5 \text{ mm}$ (2,2 mm in Japan, 3,0 mm für "Jumbo Braille")
 $b = 3,5 \text{ mm}$, $d = 1,5 \text{ mm}$, $h = 0,4 \dots 0,8 \text{ mm}$

b) Das Braille Grundalphabet

Um mit den 63 darstellbaren Formen auszukommen, verzichtete Braille auf eigene Zeichen für Ziffern und Großbuchstaben.

Bei der Zuweisung der einzelnen Buchstaben des Alphabets zu den Formen seiner Punktschrift ging Braille in streng alphabetischer Ordnung vor. Mit den obersten vier Punkten (Punkte 1,2,4 und 5) codierte er die ersten 10 Buchstaben („a“ bis „j“) des Alphabets (erste Zeile in Abb. 6.4).

Von den mit vier Punkten vom Leerzeichen unterschiedlichen 15 Möglichkeiten mußte Braille fünf verwerfen, da sie beim Lesen zu Verwechslungen führen können. Alle Schriftzeichen müssen nämlich zumindest einen Punkt in der ersten Spalte besitzen, damit der Beginn eines Zeichens sicher erkannt werden kann. Z.B. könnte ein Schriftzeichen, das nur aus dem Punkt 4 besteht, beim Lesen nicht oder nur sehr schwer von „a“ unterschieden werden.

Für die Bildung der nächsten 10 Buchstaben wird der Punkt 3 hinzugefügt (Zeile 2 in Abb. 6.4). Der Rest des Alphabets wird mit Hinzunahme von Punkt 6 gebildet, wobei allerdings der Buchstabe „w“ aus der alphabetischen Ordnung fällt. Da es im Französischen den Buchstaben „w“ nur in Fremd- und Lehnwörtern gibt, wurde er von Louis Braille nicht berücksichtigt und erst später hinzugefügt.

¹⁷ Für diese gedruckte Darstellung verwendet die ISO/DIS 11548 den Begriff "Braille Pattern" im Gegensatz zum tastbaren "Braille Character")

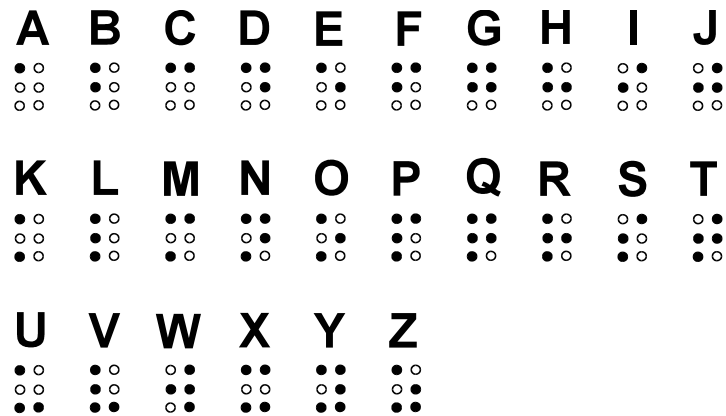


Abb. 6.4: Braille Alphabet

6.1.2 Andere historische tastbare Schriften

In der Zeit zwischen 1825 und 1835 war Louis Braille allerdings nicht der einzige, der sich um die Entwicklung einer tastbaren Schrift für blinde Menschen bemühte. Aus England werden Aktivitäten von Gall, Alston, Fry, Frere, Lucas und Moon berichtet, wobei die von Moon die einzige ist, die auch – wenn auch sehr eingeschränkt – heute noch Anwendung findet (siehe Kapitel 3.4.1). In den USA arbeiteten zu dieser Zeit Friedländer, Howe und andere.

Die langjährigen Auseinandersetzungen zwischen verschiedenen Punktschriftalphabeten (insbesondere zwischen Braille, American Modified Braille und New York Point) wurden schließlich dadurch zugunsten der von Braille geschaffenen Codierung entschieden, weil Braille im Britischen Empire verwendet wurde und es somit die weitestreichende Verbreitung gefunden hatte.

Einige der „ausgestorbenen“ Codierungen sollen hier deshalb Erwähnung finden, weil dadurch manche grundsätzliche Fragen der Rehabilitationstechnik aufgeworfen werden. So wurde bei der Entwicklung tastbarer Schriften sehr oft die Behauptung aufgestellt, daß eine tastbare Schrift nur dann gut sein könne, wenn sie auch für die Augen wohlgefällig aussieht. Man sperrte sich daher gegen die Schaffung eines neuen Alphabets und versuchte sich in der Formgebung der tastbaren Zeichen möglichst an die Schriftzeichen der Schwarzschrift anzulehnen.

Andere wiederum hielten wie Braille daran fest, ein eigenes, auf die Besonderheiten des Tastsinns zugeschnittenes Alphabet zu schaffen, verwendeten jedoch mehr Gedanken auf eine platzsparende Codierung als Louis Braille.

a) **Tastbare Schrift nach James Gall**

Als Beispiel für eine an die Schwarzschrift angelehnte tastbare Schrift ist das von James Gall (England, 1831) geschaffene und in Edinburgh, Glasgow und London verwendete Alphabet. Er selbst schreibt dazu:

Any attempt to introduce a literature for the blind would certainly be ruined by founding it on an arbitrary alphabet. No man can ever expect to feel so much interest in a thing which he must learn before he can understand, as in that which is plain to his eyes and to his understanding.

James Gall

Was dabei herauskommt, wenn die Fähigkeit, etwas zu verstehen, zwangsläufig mit visueller Wahrnehmung verknüpft wird, ist in Abb. 6.5 wiedergegeben [Nyi 96]



Abb. 6.5: Tastbare Schrift nach James Gall, 1831; nach [Nyi 96]

b) American Modified Braille (J.W. Smith)

Louis Braille ist bei seiner Codierung nach alphabetischer Reihenfolge vorgegangen und hat keine Rücksicht darauf genommen, wie häufig ein bestimmter Buchstabe in praktischen Texten Verwendung findet (Buchstabenfrequenz). Das hat zur Folge, daß für häufige Buchstaben wie z.B. „r“ und „t“ vier Punkte geschrieben werden müssen, während wesentlich seltenere Buchstaben wie „c“ und „k“ mit nur zwei Punkten auskommen. Insbesondere beim Schreiben mit der Schablone (wo ja jeder Punkt einzeln mit einem Griffel geprägt werden muß) wirkt sich dieser Umstand auf die Schreibgeschwindigkeit aus.

In Boston wurde daher 1878 von J.W. Smith eine Umordnung der Codierung vorgenommen, bei der auf die Buchstabenfrequenz der englischen Sprache Rücksicht genommen wurde¹⁸. Aus Abb. 6.6 ist zu sehen, daß bei „e“, „n“, „o“, „p“, „r“, „s“ und „t“ Änderungen vorgenommen wurden, damit diese Buchstaben mit weniger Punkten als im Braille-Alphabet auskommen. Eine komplette Neuordnung nach der Buchstabenfrequenz wurde jedoch nicht durchgeführt, um möglichst viele Zeichen gegenüber Braille unverändert zu lassen (z.B. hätte dann vor allem die Zuordnung von „a“ zum Punkt 1 aufgehoben werden müssen).

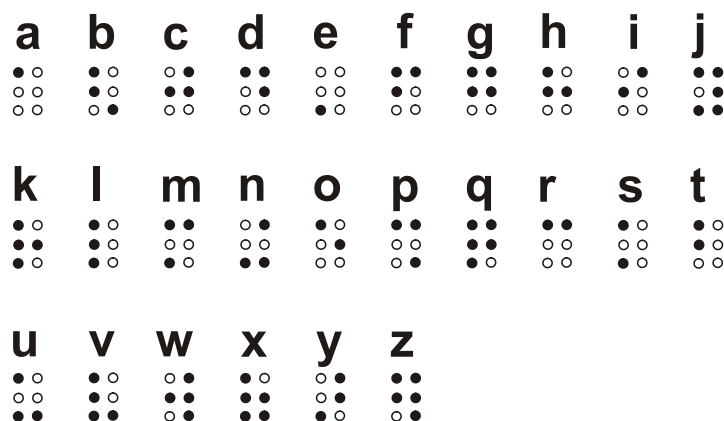


Abb. 6.6: American Modified Braille nach J.W. Smith, 1878; nach [Nyi 96]

¹⁸ Bereits einige Jahrzehnte früher hat auch Samuel F.B. Morse bei der Schaffung der Morsezeichen das gleiche Prinzip angewendet.

c) New York Point

Wesentlich radikaler als J.W. Smith ist einige Jahre vorher (1872) W.B. Wait¹⁹ in New York vorgegangen. Bei der Schaffung seiner Punktschrift Codierung, die er New York Point nannte, versuchte er nicht nur die Schreibgeschwindigkeit durch Berücksichtigung der Buchstabenfrequenz zu optimieren, sondern auch die Punktschriftformen so anzuordnen, daß häufige Buchstaben weniger Platz beanspruchen als verhältnismäßig seltene Buchstaben.

Dazu mußte er jedoch das Braille-Schema mit 2 x 3 Punkten gänzlich verlassen, da bei dieser Anordnung jede Form genau den gleichen Platz am Papier in Anspruch nimmt. Er verwendete daher eine Darstellung mit nur zwei Zeilen von Punkten, wobei häufige Buchstaben nur eine Spalte beanspruchen, relativ selten verwendete Buchstaben aber bis zu vier Spalten verwenden können. Damit war ein 8-Punkte Schema (4 x 2) geschaffen, das im Prinzip die Darstellung von bis zu 255 Schriftzeichen ermöglicht. Da auch hier wegen der Lesbarkeit immer ein Punkt der ersten Spalte besetzt werden muß, reduziert sich die reale Anzahl der Zeichen auf 192. Auch diese verminderte Auswahl gab Wait die Möglichkeit, auch die Großbuchstaben, Ziffern und einige Kürzungen als eigene Formen in New York Point aufzunehmen (Abb. 6.7).

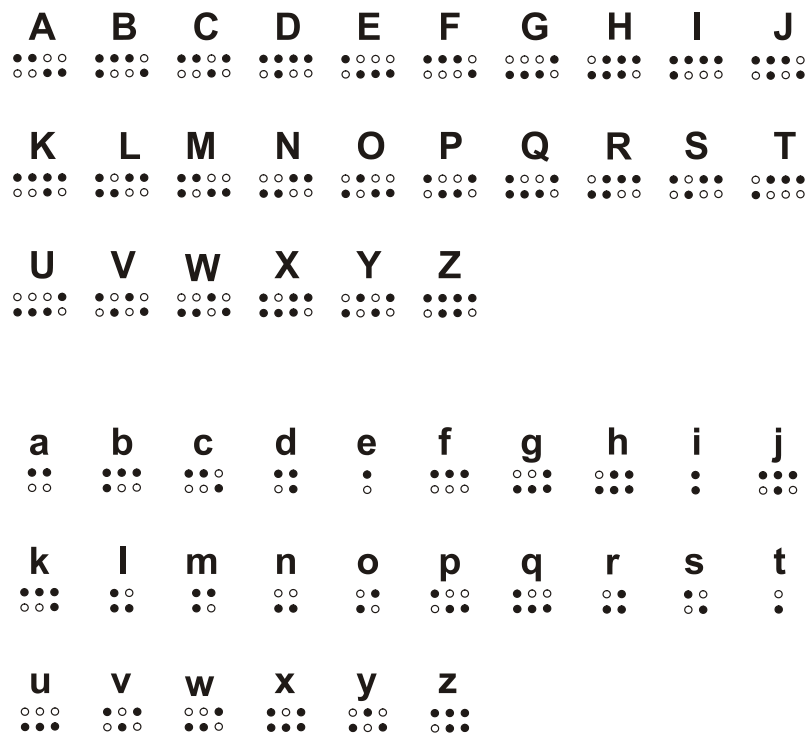


Abb. 6.7: New York Point nach W.B. Wait, 1872; nach [Nyi 96]

New York Point wurde von Wait selbst für etwa 20 verschiedene Sprachen (z.B. Arabisch, Chinesisch, Hebräisch) angepaßt [Nyi 96].

6.1.3 Codierung der Brailleschrift

Trotz einiger nicht zu leugnender Schwächen in der Codierung hat sich ab der Jahrhundertwende (1900) die Brailleschrift fast in ihrer ursprünglichen Form gegen alle anderen Systeme durchgesetzt [IRW 55]. Somit geht das weltweit für alle auf lateinischen Buchstaben basierenden Sprachen verwendete Grundalphabet auf die Entwicklung von Louis Braille zurück (Abb. 6.4). Dabei wurde nach dem Prinzip vorgegangen, daß gleichklingenden Buchstaben

¹⁹ William Bell Wait, 1839 – 1916

b) Vollschrift

Für die sogenannte Vollschrift (sie stellte bis 1997 die unterste Stufe der Codierung der deutschen Blindenschrift dar) kommen einige einfache, jedoch oft verwendete Kürzungen hinzu (Abb. 6.9).

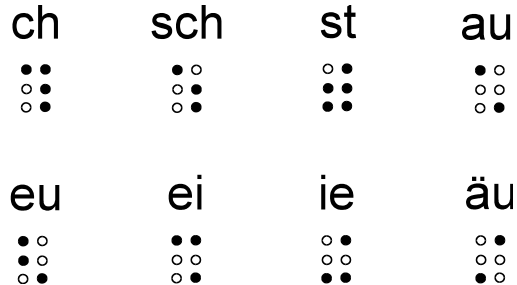


Abb. 6.9: Die zusätzlichen Zeichen der deutschen Braille Vollschrift

Abb. 6.10 zeigt ein Textbeispiel, bei dem die deutsche Braille Vollschrift verwendet wurde.

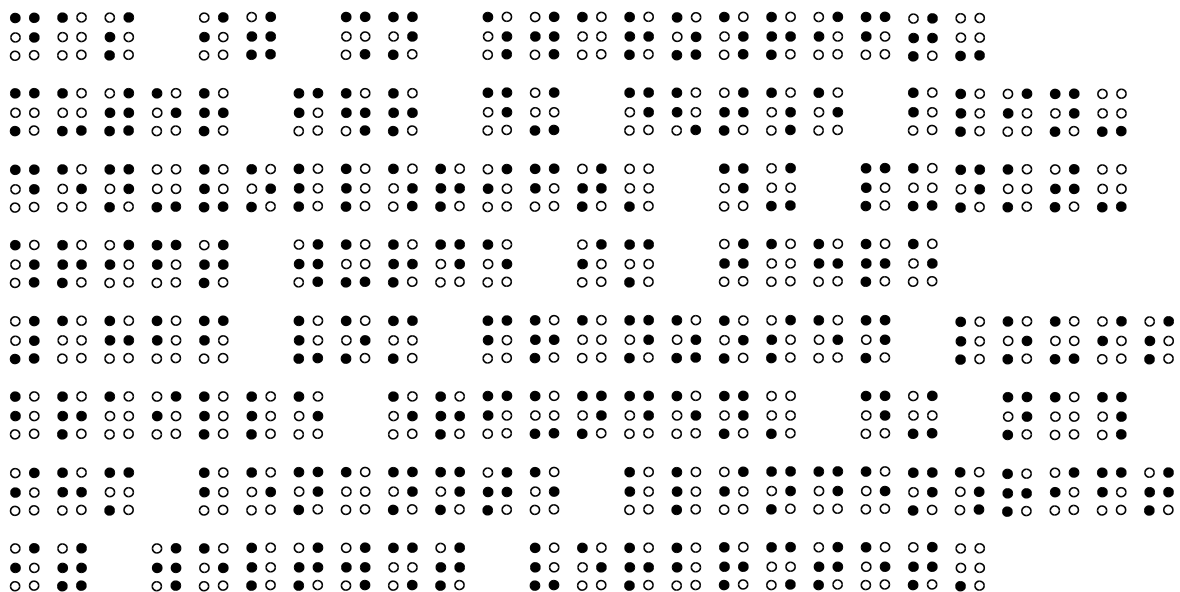


Abb. 6.10: Textbeispiel Vollschrift²⁰

Bei der Verwendung von Kürzungen muß darauf geachtet werden, daß die zu kürzende Buchstabenfolge nicht "zufällig" durch das Zusammentreffen von zwei Silben entsteht. Die Verwendung von "sch" in "Schule" ist daher statthaft, nicht jedoch in "Häschen", wo unbedingt "s"+"ch" getrennt geschrieben werden muß. Die Kürzung "ie" darf in "das Knie" verwendet werden, in der Mehrzahl "die Knie" ist die Kürzung jedoch unstatthaft.

²⁰ Der dargestellte Text lautet: Das ist ein Schwarzschriftmuster für die deutsche Blinden-Vollschrift. Die Punktschrift wurde im Jahre 1826 vom Franzosen Louis Braille erfunden. Die nach ihm benannte Blindenschrift ist weltweit verbreitet.

c) Kurzschrift

Die Braille Kurzschrift hat den Zweck, die Anzahl der für einen Text erforderlichen Zeichen um etwa 30% zu verringern. Das bedeutet einerseits eine höhere Schreib- und Lesegeschwindigkeit, andererseits eine deutliche Verringerung von Gewicht und Volumen von Braille-Schriftstücken. Die Kurzschrift baut auf dem Braille-Alphabet der Vollschrift auf und ermöglicht die Kürzung von Lautgruppen, Silben und ganzen Wörtern [FRE73].

Die Regeln, nach denen die Kürzungen bei der deutschen Blindenkurzschrift vorzunehmen sind, sind im internationalen Vergleich äußerst kompliziert. Erstmals wurde die deutsche Blindenkurzschrift 1904 eingeführt und 1972 reformiert. Seither gibt es weitere Bestrebungen, die Regeln zu vereinfachen.

Dieses Skriptum kann daher nur in sehr vereinfachter Form auf die deutsche Blindenkurzschrift eingehen. Nachfolgend werden die wesentlichen Prinzipien der Kürzung und einige typische Beispiele angeführt.

Die deutsche Blindenkurzschrift unterscheidet zwischen Kürzungen von Lautgruppen, Kürzungen von Vor- und Nachsilben sowie Kürzungen ganzer Wörter.

- Lautgruppenkürzungen

In der deutschen Blindenkurzschrift können folgende 24 Lautgruppen durch ein einziges Zeichen dargestellt werden (Tabelle 6.1):

ach	ck	en	ig	or
al	eh	er	in	ss
an	ein	es	lich	te
ar	el	ge	ll	un
be	em	ich	mm	

Tabelle 6.1: Lautgruppenkürzungen der deutschen Blindenkurzschrift

- Dabei muß beachtet werden, daß nicht alle Kürzungen an beliebiger Stelle in einem Wort verwendet werden dürfen. Die Regeln schreiben genau vor, ob eine Verwendung im Anlaut oder Auslaut zulässig ist. Im Inneren eines Wortes (Inlaut) sind alle Kürzungen statthaft.
- In Abb. 6.11 sind einige Beispiele für gekürzte Lautgruppen angeführt. Außerdem wird gezeigt, wie die Kürzungen im Anlaut, Inlaut und Auslaut verwendet werden.

Kürzung	Anlaut	Inlaut	Auslaut
el ⠠⠠	Elfe ⠠⠠⠠⠠⠠	Welt ⠠⠠⠠⠠⠠	Juwel ⠠⠠⠠⠠⠠⠠
en ⠠⠠	Ende ⠠⠠⠠⠠⠠	senden ⠠⠠⠠⠠⠠⠠	trennen ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
al ⠠⠠	Alpen ⠠⠠⠠⠠⠠	bald ⠠⠠⠠⠠⠠	
ll ⠠⠠		Scholle ⠠⠠⠠⠠⠠⠠	null ⠠⠠⠠⠠
mm ⠠⠠		sammeln ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	Lamm ⠠⠠⠠⠠
eh ⠠⠠		Mehl ⠠⠠⠠⠠	

Abb. 6.11: Beispiele für Lautgruppenkürzungen

Unstatthaft sind daher beispielsweise folgende Kürzungen: "ll" in Lloyd, "eh" in Ehre, "al" in Kanal und "eh" in Reh.

Das in der Vollschrift verwendete Zeichen für "ß" wird seit der Rechtschreibreform in der Kurzschrift für den Doppelkonsonanten "ss" verwendet. Soll ein "ß" geschrieben werden, dann muß die Kürzung durch Voranstellen des "Aufhebungspunktes" (Punkt 6) annulliert werden. Das gleiche gilt auch dann, wenn in der Kurzschrift den Buchstaben c, x, q, und y ihre ursprünglichen Bedeutung zurückgegeben werden soll. Man schreibt daher (Abb. 6.12):

⠠⠠ el → y	Hymne	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
⠠⠠ en → c	Cäsar	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
⠠⠠ ll → q	Quadrat	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
⠠⠠ mm → x	Axt	⠠⠠⠠⠠⠠⠠
⠠⠠ ss → ß	Spaß	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠

Abb. 6.12: Aufhebung von Kürzungen

- Kürzungen für Vor und Nachsilben

Die deutsche Blindenkurzschrift kennt 23 Kürzungen für Vor- und Nachsilben. Die Kürzungen für "be" und "ge" können sowohl als Lautgruppenkürzungen als auch als Kürzungen für Vorsilben verwendet werden (Tabelle 6.2):

Vorsilben	Nachsilben	
aus-	-ation	-ität
be- *	-ativ	-keit
ent-	-falls	-mal

ex-	-haft	-nis
ge- *	-heit	-sam
pro-	-ion	-schaft
ver-	-ismus	-ung
	-istisch	-wärts

- *) Wurden auch unter gekürzten Lautgruppen angeführt

Tabelle 6.2: Vor- und Nachsilbenkürzungen der deutschen Blindenkurzschrift

Abb. 6.13 zeigt sechs Beispiele für Vor- und Nachsilbenkürzungen. Die Möglichkeit, Kürzungen zu kombinieren und damit in hohem Maße Schriftzeichen einzusparen wird besonders am Beispiel von "Einheitlichkeit" deutlich, das anstelle von 15 Buchstaben der Schwarzschrift mit nur 4 Braille Formen auskommt ("ein"- "heit"- "lich"- "keit").

Vorsilbe	Beispiel	Nachsilbe	Beispiel
aus- ⠠⠥⠠⠤⠠	Ausrede ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	-heit ⠠⠠⠠⠠	Einheit ⠠⠠⠠⠠⠠⠠
ent- ⠠⠠⠠⠠	entfernen ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	-keit ⠠⠠⠠⠠	Einheitlichkeit ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
ver- ⠠⠠⠠⠠	Verband ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	-ung ⠠⠠⠠⠠	Forschung ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠

Abb. 6.13: Beispiele für Silben-Kürzungen der Braille-Kurzschrift

- Wort- und Wortstammkürzungen

Mit den sogenannten "einförmigen Wortkürzungen" gestattet es die deutsche Blindenkurzschrift 55 häufig vorkommende Wörter mit nur einer einzigen Braille Form wiederzugeben (Abb. 6.14).

der ⠠⠠⠠⠠	die ⠠⠠⠠⠠	das ⠠⠠⠠⠠	ein ⠠⠠⠠⠠
ist ⠠⠠⠠⠠	in ⠠⠠⠠⠠	für ⠠⠠⠠⠠	ihm ⠠⠠⠠⠠

Abb. 6.14: Beispiele für einförmige Wortkürzungen der Braille-Kurzschrift

- Einförmige Wortkürzungen mit Ankündigungspunkt

Eine Besonderheit stellen 28 weitere einförmige Kürzungen dar, die durch einen Ankündigungspunkt als solche kenntlich gemacht werden müssen. Als Ankündigungszeichen wird der Punkt 2 (entspricht dem Braille Zeichen für Komma) verwendet. Man spricht daher auch von "Kommakürzungen". Durch diese Maßnahme kann die Zahl der Kürzungen erhöht werden. Ein einzeln stehender Buchstabe "d" bedeutet "das" (siehe Abb. 6.14), wird ihm aber der Ankündigungspunkt vorangestellt, bedeutet die Kürzung "dürf" (Abb. 6.15)

ander ⠠⠠⠠⠠	brauch ⠠⠠⠠⠠	dürf ⠠⠠⠠⠠	hab ⠠⠠⠠⠠
könn ⠠⠠⠠⠠	richt ⠠⠠⠠⠠	soll ⠠⠠⠠⠠	woll ⠠⠠⠠⠠

Abb. 6.15: Beispiele für Kommakürzungen der deutschen Blindenkurzschrift

- Einformige Wortkürzungen, die nur vor Endungen benutzt werden können

Hier handelt es sich genaugenommen um Kürzungen für Wortteile, die durch Endungen, Nachsilben oder weitere Wortteile ergänzt werden müssen. Ohne Endung würde diesen Kürzungen eine andere Bedeutung zukommen. Beispiele für diese 8 weiteren Kürzungsmöglichkeiten zeigt Abb. 6.16. Voranstellen weiterer Kürzungen ist zulässig (siehe das Beispiel "derselbe")

Kürzung	Beispiel	Kürzung	Beispiel
all.. ⠠⠠	allenfalls ⠠⠠⠠⠠⠠	dies.. ⠠⠠	diesmal ⠠⠠⠠⠠
selb.. ⠠⠠	derselbe ⠠⠠⠠⠠⠠	wurd.. ⠠⠠	wurde ⠠⠠⠠⠠

Abb. 6.16: Beispiele für Kürzungen in Verbindung mit Endsilben

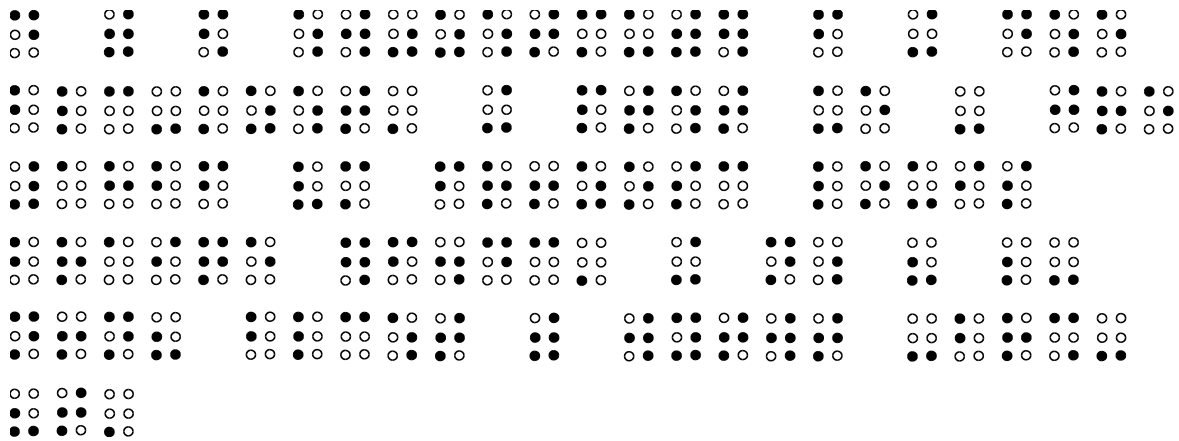
- Zweiformige Wort- und Wortstammkürzungen

Mit etwa 170 Kürzeln handelt es sich um die größte Gruppe von Wortkürzungen. Hier sollen nur einige typische Beispiele wiedergegeben werden, die auch erforderlich sind, um das in Abb. 6.18 gezeigte Textbeispiel lesen zu können (Abb. 6.17).

blind ⠠⠠⠠⠠	Brief ⠠⠠⠠⠠	Jahr ⠠⠠⠠⠠	Punkt ⠠⠠⠠⠠
Schrift ⠠⠠⠠⠠	Technik ⠠⠠⠠⠠	vom ⠠⠠⠠⠠	weit ⠠⠠⠠⠠

Abb. 6.17: Beispiele für zweiformige Wortkürzungen

Der bereits für das Textbeispiel in Vollschrift verwendete Text (Abb. 6.10) wurde unter Anwendung der hier angeführten Kürzungsregeln in die deutsche Blindenkurzschrift übertragen (Abb. 6.18). Man kann bereits an diesem kurzen Text erkennen, daß die Einsparungen an Buchstaben bei rund 30% liegen (Reduktion von 8 Zeilen auf rund 5¼ Zeilen).

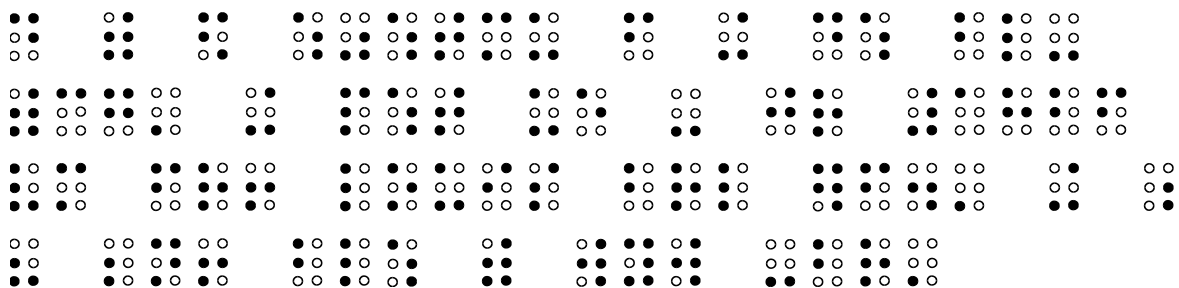
Abb. 6.18: Textbeispiel Braille Kurzschrift ²¹

Die mit Braille-Kurzschrift erreichbare Lesegeschwindigkeit hängt sehr von der Ausbildung und von der Übung der Person ab. Die Leseleistungen werden mit 80 bis 150 Wörter/min (6 bis 12 Zeichen/sec) angegeben.

d) Braille Stenographie

Braille Stenographie baut auf der Braille-Kurzschrift auf, verwendet aber noch wesentlich mehr Kürzungen. Vereinfacht gesagt werden alle Buchstaben (insbesondere Endsilben) eines Wortes weggelassen, sobald das Wort aus den Buchstaben des Wortanfanges bereits bestimmt ist oder zumindest aus dem Zusammenhang heraus erkannt werden kann. Die meisten Wörter werden dabei auf eine Folge von nur zwei bis drei Buchstaben reduziert. Braille Stenographie dient ausschließlich als "Notizschrift" – sie wird also in gleicher Weise wie die Schwarzschrift-Stenographie eingesetzt. Für die Herstellung von Büchern etc. ist sie nicht geeignet. Es existieren zwar Grundregeln für die Braille Stenographie, jedoch legt sich jeder Braille-Stenograph sein persönliches, individuelles Kürzungssystem zu. Für die deutsche Sprache werden meist 6-Punkt aber auch 7- und 8-Punkt Notationen verwendet. In den USA wird mit 6-Punkt Notation gearbeitet. Braille Stenographie wurde früher mit eigens dafür gebauten Punktschrift-Schreibmaschinen auf Papierstreifen geschrieben (ähnlich wie ein Lochstreifen). Heute werden hauptsächlich elektronische Braille-Notizgeräte verwendet.

Für die Ablegung der (staatlichen) Stenographenprüfung wird eine Schreibgeschwindigkeit von mindestens 150 Silben/min (ca. 7 Zeichen/sec) verlangt. Meister der Braille-Stenographie (z.B. Parlamentsstenographen) bringen es bei Verwendung von 8-Punkt Notation auf Geschwindigkeiten von bis zu 350 Silben/min (ca. 16 Zeichen/sec).

Abb. 6.19: Textbeispiel Braille Stenographie ²²

²¹ Der dargestellte Text lautet: Das ist ein Schwarzschriftmuster für die deutsche Blinden-Kurzschrift. Die Punktschrift wurde im Jahre 1826 vom Franzosen Louis Braille erfunden. Die nach ihm benannte Blindenschrift ist weltweit verbreitet.

e) Computer Braille und 8-Punkt Braille

Für den Umgang blinder Personen mit Computern sind die bisher erwähnten Codierungen nur beschränkt einsetzbar. Die Arbeit mit dem Computer erfordert eine vollkommen zeichengetreue Entsprechung zwischen der Bildschirmdarstellung und deren Übertragung in die Blindenschrift. Aus diesem Grund können einerseits keinerlei Zusammenziehungen verwendet werden, andererseits ist es auch nicht möglich, die Ziffern durch das Vorschalten des Zahlenzeichens darzustellen, da sich in beiden Fällen die Zahl der Zeichen und somit ihre Position relativ zur Schwarzschriftdarstellung (Bildschirm, Drucker) verändern würde. Außerdem werden beim Arbeiten am Computer Zeichen (bzw. Codes) benötigt, die in der üblichen Blindenschrift nicht vorkommen (z.B. "RETURN" oder "ENTER", "ESC").

Aus diesen Gründen werden in allen Computer Braille Notationen keine Kürzungen oder Zusammenziehungen verwendet und eigene Zeichen für die Ziffern eingeführt. Abb. 6.20 zeigt die Möglichkeiten der Zifferndarstellung für 6-Punkt Computer Braille.

- Im deutschen Sprachraum werden die Ziffern 1 bis 9 durch Hinzufügung des Punktes 6 zu den Buchstaben a bis i gebildet. Die Ziffer 0 erhält ein eigenes Zeichen, da durch die Hinzufügung des Punktes 6 zum Buchstaben j der Buchstabe w entstehen würde.
- In angloamerikanischen Ländern geschieht die Bildung der Ziffern durch Tieferstellen der Buchstaben a bis j um einen Braille-Punkt.

Darstellung der Ziffern durch Hinzufügen des Punktes 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠

Darstellung der Ziffern durch Tieferstellen

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠

Abb. 6.20: Zifferndarstellungen in Computer Braille

Die Forderung, neben Kleinbuchstaben und Ziffern auch Großbuchstaben (ohne ein Vorschaltzeichen) und Steuerzeichen (Control Codes) schreiben zu können, lässt sich mit 6 Punkten pro Zeichen (also 6 Bit) nicht erfüllen. Den einzigen Ausweg stellt die Erweiterung der Braille Form um weitere Punkte dar. Um eine ideale Anpassung an den mit 8 Bit möglichen Zeichenvorrat zu gewähren, wurde die in Abb. 6.21 dargestellte 8-Punkt Blindenschrift geschaffen. Die Numerierung der Punkte folgt im oberen Teil des Zeichens der 6-Punkt Schrift.

1	•	•	4
2	•	•	5
3	•	•	6
7	•	•	8

Abb. 6.21: 8-Punkt Braille

²² Der dargestellte Text lautet: Das ist ein Schwarzschriftmuster für die deutsche Blinden-Stenographie. Die Punktschrift wurde im Jahre 1826 vom Franzosen Louis Braille erfunden. Die nach ihm benannte Blindenschrift ist weltweit verbreitet.

Durch die ISO 11 548-2 werden alle 256 8-Punkt Braille Formen den Schriftzeichen jenen Code-Tabellen zugeordnet, die auf lateinischen Schriftzeichen basieren. Bezüglich der Erweiterung auf andere Alphabete siehe Kapitel 6.1.5.

Da sich ISO 11 548-2 auf die Code-Tabellen von ISO 8859-1²³, und die meist mit PC1 (850) bzw. PC2 (437) bezeichneten Code-Tabellen bezieht, ist der Zeichenvorrat die Summe dieser Tabellen und somit wesentlich größer als 256. Mit anderen Worten, einer Reihe von Braille Formen kommt mehrfache Bedeutung zu. Ein Beispiel dafür zeigt ein Ausschnitt aus der Tabelle 2 von ISO 11 548-2 (Abb. 6.22).


Braille character			Meaning (assigned graphic or control character)				8-bit code		
Identifier	Graphic symbol	Dots	Identifier	Graph. symbol or acronym	Rank	Name	Code table	Dez.	Hex.
B124		357	SM24	§	0	SECTION SIGN; PARAGRAPH SIGN	3	167	A7
			SA93	Σ	1	SUMMATION SIGN	4	245	F5
			GS02	Σ	2	GREEK CAPITAL LETTER SIGMA	5	228	E4

Abb. 6.22: Mehrdeutigkeit von 8-Punkt Braille Formen

Erklärungen zu Abb. 6.22:

Als Beispiel für die Mehrdeutigkeit wurde die Braille Form mit den Punkten 3,5,7 herausgegriffen. Je nach der verwendete Code-Tabelle bzw. je nach Kontext kann dieses Zeichen für "§", für das mathematische Summationszeichen oder für den griechischen Großbuchstaben Sigma stehen. Die einzelnen Spalten der Tabelle aus ISO 11 548-2 sind wie folgt zu interpretieren:

Spalte 1 Der hier angeführte Identifier wird aus der Punktkombination durch Summation der in Abb. 6.23 angeführten Gewichtungen berechnet:

1	•	•	•	10
2	•	•	•	20
4	•	•	•	40
100	•	•	•	200

Abb. 6.23: Gewichtung der einzelnen Braille-Punkte zur oktalen Identifizierung
Bildung des B-Identifiers

Für die Abb. 6.22, Spalte 2 dargestellte Braille Form ergibt sich $4 + 20 + 100 = B124$

- Spalte 2 Graphische Darstellung der Braille Form in Schwarzschrift (Braille pattern).
- Spalte 3 Angabe der erhabenen (gesetzten) Punkte.
- Spalte 4 Identifier, der dem jeweiligen Braille Zeichen zugeordneten Schwarzschrift Zeichen. Diese Identifiers sind in ISO Normen festgelegt.
- Spalte 5 Graphische Darstellung der dem Braille Zeichen zugeordneten Schwarzschrift Zeichen.
- Spalte 6 Rank bezeichnet die Vorrangigkeit der einzelnen Möglichkeiten, wobei Rank 0 die höchste Priorität darstellt. Wenn keine weiteren Angaben gemacht

²³ Unter Hinzunahme der in ISO/IEC 646, ISO/IEC 6429 und ISO/IEC 4873 festgelegten Control-Zeichen

werden bzw. der Kontext es nicht anders verlangt, dann hat ein Braille Zeichen die unter Rank 0 angeführte Bedeutung (siehe auch 6.1.5)

- Spalte 7 Verbale Beschreibung des Schwarzschriftzeichens
- Spalte 8 Verweis auf die Code-Tabellen. 3 steht für ISO 8859-1, 4 für PC1 (850) und 5 für PC2 (437).
- Spalte 9 Angabe des Dezimalwertes des betreffenden Zeichens in der jeweils angeführten Code-Tabelle
- Spalte 10 Angabe des entsprechenden Hexadezimalwertes

Die in ISO 11 548-2 festgelegte Zuordnung der 8-Punkt Schrift zur Code Table PC1 (850) zeigt die Abb. 6.24. Sie ist die in Spalte 8 von Abb. 6.22 mit der Ziffer 4 bezeichnete. Schlägt man dort unter dem Hexadezimalwert F5 nach, findet man das Schwarzschriftzeichen "§" und das zugeordnete Braille Zeichen "B124" mit der Punktkombination 3,5,7.

Die in Abb. 6.24 gezeigte Tabelle stellt also nur eine der drei in ISO 11 548-2 angeführten Code-Tabellen und zwar die für den PC1 (850) Code dar. Die "Box Drawing" Zeichen mit doppelter Linie (wie z.B. ¶ || † ‡ † ‡) können auch für "Box Drawing" Zeichen mit fetter Linie stehen.

ISO 11548-2 PC1(850)		ERSTES HALBBYTE															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Z W E I T E S H A L B B Y T E	0	⠠	⠠	⠠SP	⠠0	⠠@	⠠P	⠠.	⠠p	⠠Ç	⠠É	⠠á	⠠°	⠠À	⠠ð	⠠Ó	⠠SH
	1	⠠	⠠	⠠!	⠠1	⠠A	⠠Q	⠠a	⠠q	⠠ü	⠠æ	⠠í	⠠±	⠠Á	⠠Ð	⠠ß	⠠±
	2	⠠	⠠	⠠"	⠠2	⠠B	⠠R	⠠b	⠠r	⠠é	⠠Æ	⠠ó	⠠²	⠠Â	⠠Ê	⠠Ô	⠠=
	3	⠠	⠠	⠠#	⠠3	⠠C	⠠S	⠠c	⠠s	⠠â	⠠ô	⠠ú	⠠³	⠠Ã	⠠Ë	⠠Û	⠠¾
	4	⠠	⠠	⠠\$	⠠4	⠠D	⠠T	⠠d	⠠t	⠠ä	⠠ö	⠠ñ	⠠´	⠠Ä	⠠Ë	⠠ö	⠠¶
	5	⠠	⠠	⠠%	⠠5	⠠E	⠠U	⠠e	⠠u	⠠à	⠠ò	⠠Ñ	⠠Á	⠠À	⠠ì	⠠Û	⠠§
	6	⠠	⠠	⠠&	⠠6	⠠F	⠠V	⠠f	⠠v	⠠â	⠠û	⠠ª	⠠Â	⠠ã	⠠í	⠠µ	⠠÷
	7	⠠	⠠	⠠'	⠠7	⠠G	⠠W	⠠g	⠠w	⠠ç	⠠ù	⠠º	⠠À	⠠Ã	⠠î	⠠þ	⠠¸
	8	⠠	⠠	⠠(⠠8	⠠H	⠠X	⠠h	⠠x	⠠ê	⠠ÿ	⠠ÿ	⠠©	⠠È	⠠ï	⠠þ	⠠°
	9	⠠	⠠	⠠)	⠠9	⠠I	⠠Y	⠠i	⠠y	⠠ë	⠠ÿ	⠠®	⠠¹	⠠É	⠠Û	⠠Û	⠠²
	A	⠠	⠠	⠠*	⠠:	⠠J	⠠Z	⠠j	⠠z	⠠è	⠠Û	⠠¬	⠠º	⠠È	⠠Û	⠠Û	⠠·
	B	⠠	⠠	⠠+	⠠;	⠠K	⠠[⠠k	⠠{	⠠ï	⠠ø	⠠½	⠠»	⠠È	⠠Û	⠠Û	⠠¹
	C	⠠	⠠SM 3	⠠,	⠠<	⠠L	⠠\	⠠l	⠠	⠠î	⠠£	⠠¼	⠠¼	⠠ì	⠠Û	⠠ÿ	⠠³
	D	⠠	⠠SM 2	⠠-	⠠=	⠠M	⠠]	⠠m	⠠}	⠠i	⠠Ø	⠠i	⠠¢	⠠í	⠠i	⠠ÿ	⠠²
	E	⠠	⠠SM 1	⠠.	⠠>	⠠N	⠠^	⠠n	⠠~	⠠Ä	⠠x	⠠«	⠠¥	⠠î	⠠i	⠠-	⠠þ
	F	⠠	⠠	⠠/	⠠?	⠠O	⠠_	⠠o	⠠△	⠠Ä	⠠f	⠠»	⠠¿	⠠π	⠠ß	⠠´	⠠NB SP





Abb. 6.24: Alle 256 Formen der nach ISO 11 548-2 festgelegten 8-Punkt Braille Notation

Bei der Schaffung dieser Norm war man bestrebt, die außerhalb von EDV Anwendungen gebräuchliche 6-Punkt Darstellung als Untermenge einzubeziehen. Die in Abb. 6.24 schattierten Felder der Spalten 6 und 7 zeigen, daß die Kleinbuchstaben vollkommen mit der international üblichen 6-Punkt Notation der Blindenschrift übereinstimmen. Die Punkte 7 und 8 werden nicht verwendet. Durch Hinzunahme des Punktes 7 entstehen die entsprechenden Großbuchstaben, die sich in den Spalten 4 und 5 befinden.

Die Darstellung der Ziffern (schattierter Bereich der Spalte 3) folgt der im deutschsprachigen Raum üblichen Notation mit Hinzunahme des Punktes 6 zu den Buchstaben a bis i (siehe Abb. 6.20, oberer Teil).

Die in Spalte 0 und 1 angesiedelten Control-Zeichen (in der Tabelle Abb. 6.24 nicht näher bezeichnet) entstehen aus den Formen der Spalten 6 und 7 unter Hinzunahme der Punkte 7 und 8.

Bei den Akzentzeichen wurde versucht, soweit wie möglich bereits bestehende nationale Braille Alphabete einzubeziehen bzw. mnemotechnische Beziehungen zu den jeweiligen Grundbuchstaben herzustellen.

Den zahlreichen Graphikzeichen wurden die verbleibenden Braille Formen zugeordnet. Es ist verständlich, daß hier eine graphische Ähnlichkeit nur sehr selten hergestellt werden konnte. Bei einigen Zeichen wie    und  sowie \llcorner und \lrcorner ist das aber hervorragend gelungen.

6.1.4 Braille Codes für besondere Anwendungen

a) *Mathematik*

Für die taktile Darstellung mathematischer und anderer wissenschaftlicher Ausdrücke wurden im zwanzigsten Jahrhundert eine Reihe von Braille Notationen geschaffen. Aus vielen verschiedenen nationalen Ansätzen haben sich einige wenige herauskristallisiert, die internationale Bedeutung erlangt haben. Zu diesen gehören das "Marburger²⁴ System" und der vor allem in den USA verbreitete und hervorragend dokumentierte "Nemeth Code", aus dem die nachfolgenden Beispiele stammen.

Wie komplex diese Materie ist, läßt sich auch daran erkennen, daß die Regeln für den Nemeth Code etwa 250 Seiten füllen und 195 Paragraphen beanspruchen [Aaw85]. Neben elementarer Algebra ist u.a. die gesamte Infinitesimalrechnung, Matrizenrechnung und Mengenlehre vollständig abgedeckt. Griechische und deutsche Buchstaben in Formeln können ebenso dargestellt werden wie Vektoren, Indizes. Auch für Kursiv- und Fettdruck gibt es die nötigen Entsprechungen. Hier kann also nur ein winziger Ausschnitt aus den Möglichkeiten des Nemeth Codes besprochen werden.

Abb. 6.25 zeigt die wichtigsten mathematischen Zeichen wie sie im Nemeth Code notiert werden. Die Ziffern werden in der für den angloamerikanischen Raum gebräuchlichen Tiefstellung (siehe dazu Abb. 6.20, unten) jedoch unter Voranstellung der Zahlenzeichens (siehe Abb. 6.8) notiert.

²⁴ Marburg an der Lahn, BRD, Sitz der deutschen Blindenstudienanstalt







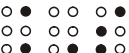

$+$ 	$-$ 	\cdot 	$/$ 
$\sqrt{\quad}$ 	\int 	Σ 	$=$ 

Abb. 6.25: Elementare mathematische Zeichen des Nemeth Codes



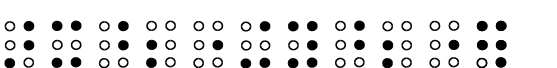
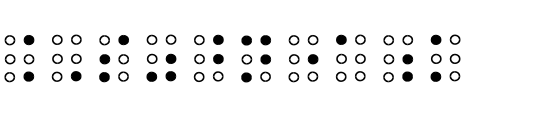
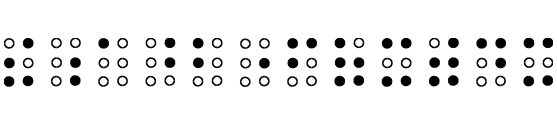
$1 + x + y = 0$	
$(a + b)/(c + d)$	
$\sqrt{x^2 + y^2}$	
$\sum_0^n a_k$	
$\int_a^b f(x)dx$	


Abb. 6.26: Beispiele für Formeln in der Notation des Nemeth Codes

b) Musik

Von großer internationaler Bedeutung ist die Möglichkeit, musikalischen Satz in Blindenschrift übertragen zu können. Bis auf Details folgen die meisten international verwendeten Braille-Musikschriften der in Abb. 6.27 dargestellten Codierung. Daß das Arbeiten mit Braille Notenschrift eine große Herausforderung darstellt und enormes Wissen und Konzentration verlangt, wird schon aus der hier vorgestellten Zusammenfassung deutlich.

Die Braille-Musiknotation basiert auf den Buchstaben D bis J

	D	E	F	G	H	I	J	
	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	
	c	d	e	f	g	a	h	Pause



Ganze Noten	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
Halbe Noten	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
Viertel Noten	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
Achtel Noten	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠

Die Angabe der Oktave erfolgt durch sieben "Oktav-Zeichen"

	1	2	3	4	5	6	7
	Kontra	Groß	Klein	'	"	'''	''''
	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠

Bei Akkorden wird das Intervall der mitklingenden Töne
in Bezug auf den Grundton angegeben

	Sekunde	Terz	Quarte	Quinte	Sexte	Septime	Oktave
	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠
	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠	⠠

Abb. 6.27: Braille-Musiknotation

Braille Musikschrift wird sowohl zur Interpretation (reproduzierende Musiker) als auch zur Komposition verwendet. Es wurden in letzter Zeit Computerprogramme geschaffen, die in der Lage sind, in beiden Richtungen zwischen herkömmlichem Musiksatz und Braille-Musikschrift zu übersetzen.

c) Weitere Braille-Codes

Der Vollständigkeit halber sei hier noch angeführt, daß auch für folgende Anwendungen eigene Braille-Codes geschaffen wurden:

- Lautschrift
- Chemische Formeln
- Elektrotechnische Schaltpläne
- Schachspiel
- Strickmuster

6.1.5 Internationale Alphabete, Akzentzeichen

a) Internationale Akzentzeichen in der 6-Punkt Brailleschrift

Bei der Verwendung der 6-Punkt Brailleschrift ist es erforderlich, die in den verschiedenen Sprachen vorkommenden Akzent- und Sonderzeichen durch solche Braille-Codes auszudrücken, die in der jeweiligen Sprache sonst keine andere Verwendung haben. Daß dies nicht in einheitlicher Weise geschieht (bzw. aufgrund des Zeichenvorrats nicht geschehen kann) ist aus Abb. 6.28 zu ersehen:

	á	à	é	è	í	ì	ó	ò	ú	ù
Tschechisch	⠠⠁		⠠⠑				⠠⠥		⠠⠥	
Französisch		⠠⠗	⠠⠑	⠠⠑						⠠⠥
Ungarisch	⠠⠁		⠠⠑		⠠⠑		⠠⠥		⠠⠥	
Isländisch	⠠⠁		⠠⠑		⠠⠑		⠠⠥		⠠⠥	
Italienisch				⠠⠑						⠠⠥
Portugiesisch	⠠⠁	⠠⠗	⠠⠑	⠠⠑	⠠⠑	⠠⠑			⠠⠥	⠠⠥
Polnisch							⠠⠥		⠠⠥	
Spanisch	⠠⠁		⠠⠑		⠠⠑		⠠⠥		⠠⠥	

Abb. 6.28: Internationale Akzentzeichen der Punktschrift

b) Internationale Alphabete in der 8-Punkt Brailleschrift

Die Erweiterung des Zeichenvorrats auf 255 Zeichen (256 inkl. Leerzeichen) macht es möglich, praktisch alle in westlichen Ländern gebräuchlichen Akzent- und Sonderzeichen eindeutig auszudrücken. Daß auch bei den von ISO 11-548 vorgesehenen 256 Zeichen Doppeldeutigkeiten vorkommen können, wurde bereits in Abb. 6.22 gezeigt.

Damit allein sind aber noch keine Vorkehrungen für die Codierung anderer (insbesondere östlicher und asiatischer) Alphabete bzw. Zeichenvorräte getroffen. Aus diesem Grund geht der Normenentwurf ISO 11-548-1 davon aus, daß die 256 möglichen Symbole der 8-Punkt Brailleschrift für sich allein ein eigenes Alphabet (einen Zeichenvorrat) ohne jede Bedeutung (bzw. Zuordnung zu Buchstaben eines anderen bestehenden Alphabets) darstellen.

In diesem Sinn erfolgte auch die Aufnahme der 8-Punkt Brailleschrift in den "Universal multiple-Octet Coded Character Set (UCS)" gemäß ISO/IEC 10 646-1 in die "Basic Multilingual Plane" mit den Positionen U+2800 bis U+28FF. Die Position auf der Code Page errechnet sich aus der in Abb. 6.23 dargestellten Gewichtung, indem das jeweilige Gewicht zur Basisadresse U+2800 addiert wird.

Durch diese Konvention hat jedes einzelne 8-Punkt Brailleschriftzeichen einen Platz in der UCS-Tabelle erhalten. Was die einzelnen Braille Zeichen bedeuten, bedarf jedoch weiterer Übereinkünfte.

Als bisher einzige Konvention wurde die durch ISO 11-548-2 festgelegte Zuordnung der 8-Punkt Brailleschriftzeichen zum Schriftzeichensatz, der auf lateinischen Buchstaben beruht, niedergeschrieben. Es sind das jene Tabellen, von denen eine in Abb. 6.24 dargestellt ist.

Andere Alphabete (wie Griechisch, Cyrillisch, Bengalisch, Kanji, Katakana etc.) benötigen eigene Zuordnungstabellen, von denen einige bereits in Vorbereitung sind. Damit der Braille-Leser / die Braille-Leserin weiß, auf welche Code-Tabelle sich die vorliegenden Braille-Zeichen beziehen, wurde das Prinzip der "Shift Marks" eingeführt. Darunter versteht man Braille-Zeichen, die in **allen** Zuordnungstabellen reserviert sind und die zusammen mit dem unmittelbar nachfolgenden Zeichen festlegen, welche Zuordnungstabelle momentan Gültigkeit hat. Die drei nach ISO 11-598 festgelegten Shift Marks sind in Abb. 6.29 dargestellt. In der Code Tabelle in Abb. 6.24 sind die drei Felder in Spalte 1 grau hinterlegt.

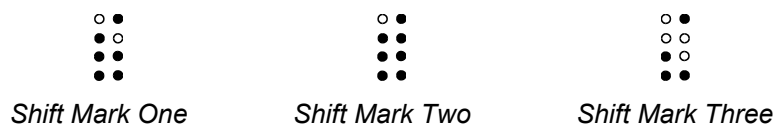


Abb. 6.29: Shift Marks gemäß ISO 11-548

Shift Mark One und Shift Mark Two werden in Verbindung mit dem jeweils nachfolgenden Zeichen verwendet, das als Parameter dient. Shift Mark Three ist für zukünftige Verwendung reserviert. Shift Mark One (und der nachfolgende Parameter) gilt nur für das nachfolgende Zeichen. Shift Mark Two gilt für alle nachfolgenden Zeichen bis zur nächsten Shift Mark Two. Es werden drei Arten von Parametern unterschieden:

- **Rank Indicators:** Sie legen die Bedeutung des (der) nachfolgenden Zeichen fest, indem sie den "Rank" eines mehrdeutigen Zeichens angeben. Siehe dazu den in Abb. 6.22 wiedergegebenen Teil aus ISO 11-548-2. Rank 0 (default) weist der Punktkombination 357 (Spalte "Dots") die Bedeutung "\$" zu. Die Bedeutungen "Summation Sign" und "Greek Capital Letter Sigma" werden durch Anzeigen von Rank 1 bzw. Rank 2 zugewiesen. Als Parameter werden die Braille Zeichen B000 bis B017 verwendet.
- **Category Indicators:** Sie bestimmen die Klasse, zu der das (die) nachfolgenden Zeichen gehört (gehören). Klassen können sein: Alphabete, Musik-Notation, Mathematik-Notation etc.. Die Braille Zeichen B020 bis B077 werden als Parameter verwendet.
- **Character Set Indicators:** Sie legen fest, auf welche der gegenwärtigen oder zukünftigen Zuordnungstabellen gemäß ISO 11-548-1 ff. sich das (die) nachfolgenden Zeichen bezieht (beziehen). Dadurch erfolgt also die "Umschaltung" zwischen den verschiedenen Alphabeten. Als Parameter dienen die Braille Zeichen B100 bis B177.

Die Ankündigung, daß alle nachfolgenden Zeichen lateinische Zeichen gemäß Code Tabelle ISO 11-548-1 sind, ist in Abb. 6.30 dargestellt. Das Parameter-Zeichen B100 (Punkt 7) zeigt an, daß lateinische Schriftzeichen folgen.



Abb. 6.30: Umschaltung auf lateinisches Alphabet
(Shift Mark Two gefolgt von B100)

6.1.6 Andere taktile Schriften

a) *Blindenschrift nach W. Moon*

William Moon lebte von 1818 bis 1894 als blinder Pastor in Brighton (UK). Seine seelsorgerliche und soziale Tätigkeit unter der blinden Bevölkerung von Brighton erstreckte sich auch auf das Unterrichten von damals bereits existierenden taktilen Schriften. Diese Arbeit ließ ihn erkennen, wie schwierig diese Blindenschriften zu erlernen waren und er suchte daher nach einer besseren Lösung. Sein Ansatz war – im Gegensatz zu L. Braille – die möglichst gute Anlehnung an die Formen der Druckschrift.

1844 begann er mit einer hölzernen Druckerpresse, mit der er die von ihm geschaffenen Schriftzeichen in dickes, vorher angefeuchtetes Papier pressen konnte. Die Anfeuchtung ist erforderlich, um ein Reißen des Papiers zu verhindern.

1870 erfolgte die erste Publikation in Moon-Schrift in England und Mitte der 70er Jahre des 19. Jahrhunderts war "Moon" der Blindenschrift-Standard in England. Obwohl L. Braille seine Punktschrift bereits 1826, also 18 Jahre von W. Moon entwickelt hatte, wurde sie erst rund 10 Jahre nach der Moon-Schrift in England eingeführt (1881). Noch zu seinen Lebzeiten wurden von der von W. Moon ins Leben gerufenen Blindenschrift-Druckerei Bücher in 471 Sprachen für alle fünf Kontinente hergestellt. Seine Druckerei bestand bis 1960.

"God gave me the talent of blindness to use for His glory. Without blindness I should never have been able to see the needs of the blind (Zitat von W. Moon)."

Abb. 6.31 zeigt das Moon-Alphabet. Deutlich ist zu erkennen, daß die meisten Buchstaben sich in vereinfachter Form ganz oder zumindest stark assoziativ an die Formen der lateinischen Schrift anlehnen.

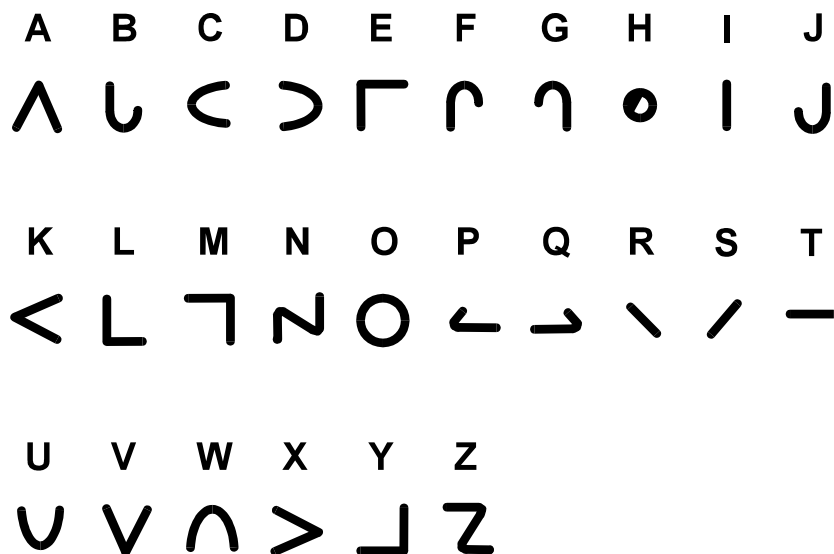


Abb. 6.31: Das Alphabet der Moon-Schrift

Diese Ähnlichkeit zur Schwarzschrift bringt, im Gegensatz zur sonst verwendeten Braille-Schrift, enorme Vorteile für späterblindete Personen. Offenbar haben sich bei späterblindeten Personen die optischen Schriftzeichen bereits so sehr eingepreßt, daß zusammen mit einem allgemein schlechteren Lernvermögen nur sehr selten Braille nutzbringend erlernt werden kann. Tatsache ist jedenfalls, daß das Erlernen von Brailleschrift für eine effektive Nutzung mehr oder weniger auf die Kindheit und Jugend beschränkt ist.

In England ist die Moon-Schrift für die alterserblindete Bevölkerung nach wie vor in Verwendung. Interessanterweise ist das in anderen Ländern, obwohl der gleiche Bedarf besteht, nicht der Fall.

Weil die meisten der Schriftzeichen in mehreren Ausrichtungen vorkommen (z.B. A, X, V und K sind das gleiche Zeichen, jeweils um 90° verdreht) kommt der Moon-Setzkasten mit verhältnismäßig wenigen verschiedenen Typen aus.

Wie bei der Braille-Schrift werden die Ziffern durch die ersten 10 Buchstaben des Alphabets und Voranstellen eines Zahlenzeichens gebildet. Außer den üblichen Satzzeichen gibt es auch einige (wenige) Abkürzungen (Abb. 6.32).

number-sign	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
	⌘	∧	∪	∩	∟	∩	∩	⊙		J
and	th, the	-ing	-ment	-tion	-ness					
∑	÷	:∩	:—	:N	:/					
short stop	full stop	apostrophe (')	exclamation mark (!)	question mark (?)	parenthesis ()					
•	••	•	!	↷	∴ ∵					
=	"division of verse sign" used in scripture and poetry			⎵ ⎶		Guide Lines				

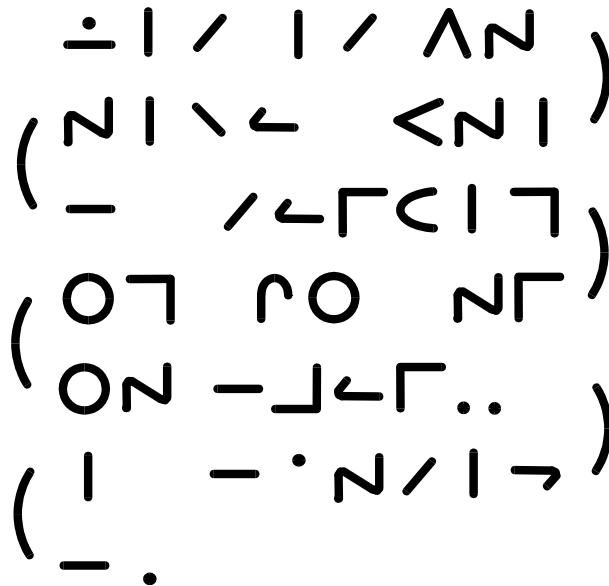
Abb. 6.32: Ziffern, Satz- und Sonderzeichen der Moon-Schrift Grade I

Neben der in Abb. 6.31 und Abb. 6.32 gezeigten Grade I Moon-Schrift gibt es auch noch den Grade II, der weitere Kürzungen vorsieht, aber wesentlich einfacher gestaltet ist als Braille-Kurzschrift.

Bemerkenswert ist außerdem noch, daß die Zeilen eines Textes in Moon in Mäandern gelesen werden. Die erste Zeile wird also wie üblich von links nach rechts gelesen, die zweite Zeile jedoch von rechts nach links usw.. Um die Leserichtung anzuzeigen, befinden sich am linken und rechten Rand des Textes die sogenannten "Guide Lines", die den Lesefinger von einer zur nächstfolgenden Zeile leiten.

Diese Art des Lesens wurde eingeführt, damit insbesondere ältere Menschen weniger Probleme mit dem Finden der nächsten Zeile haben. Das Rückspringen auf den Anfang der nachfolgenden Zeile ist offensichtlich schwieriger zu bewältigen als das auch gewöhnungsbedürftige mäanderförmige Lesen.

Abb. 6.33 zeigt eine Textprobe der Moon-Schrift. Hier wird die Verwendung der Guide Lines besonders deutlich.

Abb. 6.33: Textprobe der Moon-Schrift²⁵

Die geringe Verwendung der Moon-Schrift hängt mit den Nachteilen bei der Produktion zusammen. Während sich Braille bereits mit einfachsten Mitteln (Schreibschablone oder Schreibmaschine) herstellen läßt, wird für Moon zumindest eine Art Setzkasten und eine Presse benötigt. Im Kapitel 10.5 wird die Herstellung von Blindendruck näher besprochen. Dort ist auch ein Beispiel dafür zu finden, wie Moon behelfsmäßig mit einem grafikfähigen Braille-Drucker hergestellt werden kann.

b) Taktile Beschriftungen nach Fishburne

Mit dem Fishburne Alphabet wurde für sehbehinderte und blinde Personen, die Braille nicht erlernt haben oder nicht erlernen konnten oder eine verminderte taktile Wahrnehmung haben (z.B. zufolge Diabetes), ein taktiles Alphabet geschaffen, mit dem zwar keine Schriftstücke verfaßt werden können, das sich aber zum Kennzeichnen von Gegenständen (Kleidungsstücken, Lebensmitteln, Arzneiwaren) und für kurze Notizen (z.B. Telephonnummern) durchaus eignet. Wie bei einem Setzkasten wird jeder einzelne Buchstabe auf ein 1 inch (25,4 mm) langes Stück eines ½ inch (12,7 mm) breiten selbstklebenden Beschriftungsband (Dymo[®] – Band) geprägt. Abb. 6.34 zeigt (verkleinert) den Aufbau des Fishburne Alphabets [NEW 88].

Zu beachten ist, daß jede Punkt- oder Strichform entweder nur in der oberen Hälfte oder in der unteren Hälfte oder in beiden Hälften des Etiketts verwendet werden kann. Damit kann für je drei Buchstaben der gleiche Prägestempel verwendet werden. Für „A“ wird z.B. ein Punkt oben, für „B“ ein Punkt unten und für „C“ je ein Punkt oben und unten geprägt.

²⁵ Der dargestellte Text lautet: This is an ink print specimen of Moon type. Isn't it?

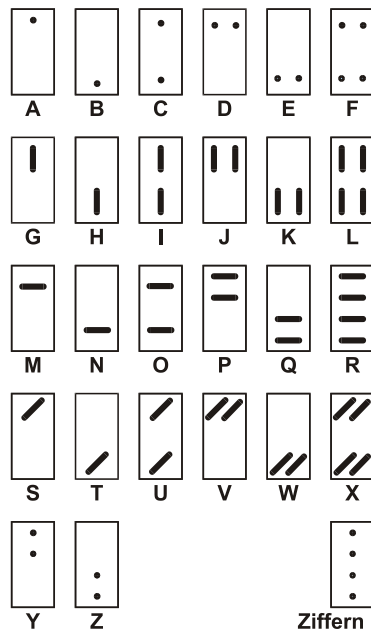


Abb. 6.34: Fishburne Alphabet (verkleinert)

Die Prägevorrichtung zur Herstellung von Etiketten (jeder Buchstabe ist ein eigenes Etikett)²⁶ im Fishburne Alphabet zeigt Abb. 6.35.

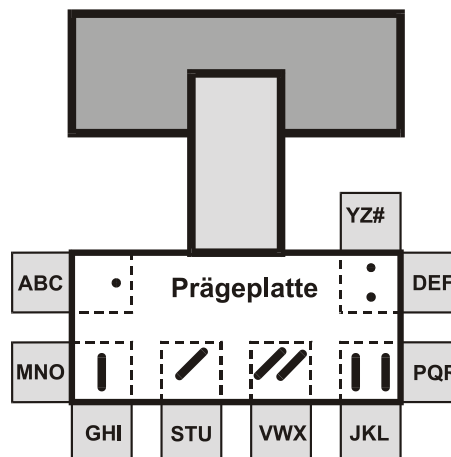


Abb. 6.35: Herstellung von Fishburne-Etiketten

c) Florian Alphabet

Einen weiteren Versuch, der allerdings bisher keine Verbreitung gefunden hat, taktile Schrift auch nicht Braille kundigen Personen zugänglich zu machen stellt das in den späten 80er Jahren vorgestellte Florian Alphabet dar. Anstelle einer Matrix, die nur mit Übung zu lesen ist, codiert Florian die Zeichen seines Alphabets nur in einer Zeile. Als Codierung wird das Schema der Morsezeichen unverändert übernommen²⁷. Dem kurzen Zeichen des Morsealphabets

²⁶ Es wird empfohlen, zur Herstellung der leeren (ungeprägten) Etiketten eine herkömmliche Prägezange (z.B. Dymo[®] oder 3M[®]) ohne eingesetzte Prägescheibe zu verwenden. Nach einem Bandvorschub von 1 inch wird das Band mit der eingebauten Schneidvorrichtung abgeschnitten. Das hat den Vorteil, daß Etiketten gleicher Länge und mit der Kerbung zum leichteren Abziehen der Schutzfolie auf der Rückseite entstehen.

²⁷ Bereits 1856 wurde von Bourseul (Frankreich) der Vorschlag gemacht, Morsezeichen als tastbares Alphabet zu verwenden.

entspricht ein Punkt, dem langen Zeichen ein Strich, der aber wegen der leichteren Herstellbarkeit mit einem Griffel aus zwei übereinander liegenden Einzelpunkten geformt wird (Abb. 6.36)

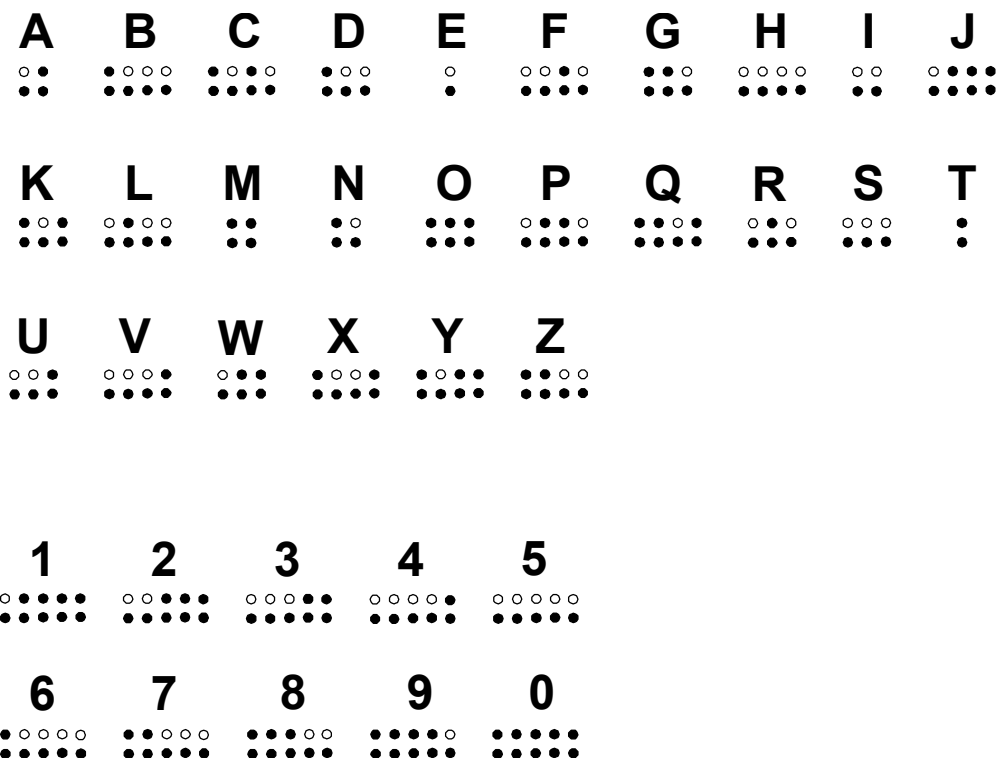


Abb. 6.36: Das Florian Alphabet, Punktschrift nach dem Schema der Morsezeichen angeordnet²⁸

Florian hat diese Entwicklung genauso wie Fishburne nicht als Konkurrenz oder Ersatz für Braille gedacht. Es sollte damit eine Hilfsschrift eingeführt werden, die auch Personen, die Braille nicht (oder noch nicht) beherrschen, eine Möglichkeit zum Herstellen von Beschriftungen, für kurze Notizen oder zum Anlegen von Adreß- und Telefonverzeichnissen in die Hand zu geben. Das Florian Alphabet kann mit einem Griffel und einer passenden Schablone (eventuell auch mit einer herkömmlichen Braille-Schablone) geschrieben werden.

Der Vorteil liegt unbestritten in der leichteren Lesbarkeit (der Unterschied zwischen einem und zwei Punkten ist auch mit geringer taktiler Wahrnehmungsfähigkeit leicht zu erkennen) und in der platzsparenden Anordnung, da ja das Morsealphabet für häufige Buchstaben kurze Zeichen verwendet.

²⁸ Nach einem undatierten und offenbar unveröffentlichten Manuskript, das dem Autor in Fragmenten vorliegt.

6.2 Synthetische Sprache (eigentlich Stimme)²⁹

Neben der Kommunikation über tastbare Schriften ist die Verwendung von synthetischer Sprache für blinde Personen von großer Bedeutung. Die zweite Personengruppe, die von der Sprachsynthese profitiert, sind Menschen mit Sprech- oder Sprachbehinderungen, für die der Synthesizer die eigene Stimme ersetzt.

6.2.1 Technische Realisierungsmöglichkeiten

Zur Erzeugung von synthetischer Sprache können zwei Wege eingeschlagen werden:

a) Digitalisierte Sprache

Streng genommen handelt es sich bei der digitalisierten Sprache nicht um synthetische Sprache im engeren Sinn, jedoch werden die Begriffe in der Literatur und vor allem in Gerätebeschreibungen meistens nicht sauber getrennt.

Unter digitalisierter Sprache wird Sprachaufzeichnung und -wiedergabe verstanden, bei der die Stimme eines menschlichen Sprechers / einer menschlichen Sprecherin in geeigneter Weise in ein Digitalsignal umgewandelt und in Form von Daten gespeichert wird. Um den dafür benötigten Speicherplatz gering zu halten, werden spezielle Codierungs- und Kompressionsverfahren angewendet.

Die aufgezeichnete Stimme kann bei Bedarf aus dem Speicher abgerufen werden. Werden einzelne Wörter oder Wortteile abgespeichert, können Sätze baukastenartig aus einzelnen Elementen zusammengefügt werden.

Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist unbestritten die hohe erreichbare Sprachqualität, vor allem dann, wenn relativ zur Länge der gespeicherten Texte viel Speicherplatz zur Verfügung steht, wenn also bei der Aufzeichnung mit einer hohen Abtastrate (= hohe Bandbreite) gearbeitet wurde. Unter diesen Voraussetzungen klingt die Stimme natürlich und durch die Wahl des Sprechers bzw. der Sprecherin existiert eine breite Palette von möglichen Stimmen.

Der entscheidende Nachteil dieser Technik ist jedoch der eingeschränkte Wortschatz. Ein Synthesizer mit digitalisierter Sprache kann nur das wiedergeben, was vorher gespeichert wurde. Auch wenn man die Zahl der möglichen Sätze dadurch vergrößern kann, daß Worte und Wortteile in verschiedenen Sätzen Verwendung finden, wird man insbesondere bei tragbaren Geräten recht bald an Grenzen stoßen. Außerdem führt der Aufbau von Sätzen aus einzelnen vorabgespeicherten Wörtern oder Wortteilen doch zu einem merklichen Verlust in der Sprachqualität, weil es zu Störungen in der Satzmelodie (Prosodie) kommt.

b) Vollsynthese

Darunter wollen wir alle Sprachsynthesizer verstehen, die ein Sprachsignal direkt aus einem eingegebenen Text, also vollkommen ohne Zuhilfenahme eines menschlichen Sprechers / einer menschlichen Sprecherin, bilden können.

In den letzten Jahren hat sich die Sprachqualität dieser Art von Synthesizer zwar deutlich verbessert, dennoch klingen die Stimmen noch nicht menschenähnlich genug, daß ein uneingeschränkter Einsatz möglich wäre. Meistens bieten diese Synthesizer auch nur eine (oder sehr wenige) Stimmen an, sodaß die Auswahl für viele Anwendungen viel zu gering ist.

²⁹ Sprachsynthese wurde bereits in der Vorlesung RT1 behandelt. Hier wird nur kurz darauf eingegangen

Der wesentliche Vorteil ist aber der vollkommen uneingeschränkte Wortschatz. Welcher Text auch immer in den Synthesizer eingegeben wird, er wird gemäß den programmierten Ausspracheregeln umgesetzt werden. Ausnahmen in der Aussprache bzw. in den Text eingestreute Fremdwörter werden jedoch im allgemeinen zu Aussprachefehlern führen.

6.2.2 Benutzerspezifische Grundanforderungen

Bei den Anwendungsformen gilt es vor allem zu unterscheiden, ob die Sprachsynthese dazu verwendet wird, Information zur behinderten Person zu transportieren, oder ob sie im Sinne eines prothetischen Hilfsmittels einen Ersatz für die fehlende Stimme der behinderten Person bildet und in diesem Sinn zu anderen Personen spricht. Demzufolge werden vollkommen andere Anforderungen gestellt.

a) Synthetische Sprache als Informationsquelle für die behinderte Person

In erster Linie dienen Sprachsynthesizer als Informationsquelle für blinde und hochgradig sehbehinderte Menschen. Weiters profitiert der gesamte Personenkreis der "reading impaired" (also Personen mit Dyslexie, Lernbehinderungen, Behinderungen der Intelligenz, Bewegungsbehinderungen, die den Umgang mit Büchern oder Zeitschriften erschweren oder unmöglich machen) von dieser Technik, da schriftliches Material für sie nicht oder nur schwer zugänglich ist.

Wenn es sich um die Bereitstellung von allgemeinen Texten (also Lesematerial) handelt, muß der Sprachsynthesizer vor allem einen unbeschränkten Wortschatz aufweisen. Es muß sich also unbedingt um Vollsynthese handeln, durch die ein (ASCII) Text vollständig in Sprache umgeformt wird.

Personen mit intellektueller Behinderung können von Geräten profitieren, die einfache Textmitteilungen durch Sprache verstärken (z.B. eine Uhr, die sprechend auf bestimmte Termine im Tagesablauf aufmerksam macht). Hier wird man mit kleinem, vorgegebenem Wortschatz das Auslangen finden und daher auf digitalisierte Sprache zurückgreifen.

Weitere Anforderungen sind:

- Hohe Sprechgeschwindigkeit (insbesondere blinde Anwender erwarten hohe Lesegeschwindigkeiten, selbst so hoch, daß eine ungeübte Person nichts verstehen würde).
- Variationsmöglichkeiten der Tonhöhe (zwecks Anpassung an das Hörvermögen bzw. persönliche Vorlieben).
- Schnelles Reagieren auf Befehle (Beim Durchsuchen eines Textes muß sich der Synthesizer auch sofort und ohne Probleme mitten im Wort abschalten/unterbrechen lassen. Geräte, die sich erst dann beeinflussen lassen, bis z.B. der ganze Satz oder der gesamte Puffer ausgesprochen ist, sind unbrauchbar).
- Möglichkeiten zur Erkennung und/oder Ansage von Satzzeichen (Satzzeichen sollen an der Sprachmelodie erkannt werden können).
- Möglichkeiten zur Erkennung von Groß- und Kleinbuchstaben (bei der Rechtschreibprüfung von Texten besonders wichtig).

Nicht unbedingt erforderlich ist jedoch:

- Hohe Natürlichkeit der Sprache (An den maschinenartigen Klang der Stimme gewöhnt sich dieser Benutzerkreis relativ schnell).
- Große Auswahl von Stimmen.

b) Synthetische Sprache als prothetisches Hilfsmittel

Hier soll der Sprachsynthesizer die Stimme der behinderten Person ersetzen und zu anderen Personen reden. Das wesentliche Kriterium ist hier die Natürlichkeit der Stimme. Als Prothese soll die Stimme des Synthesizers so beschaffen sein, daß sich der Benutzer / die Benutzerin mit dieser Stimme identifizieren kann. Weiblichen Benutzern muß daher unbedingt eine weibliche Stimme des Synthesizers zur Verfügung stehen (und umgekehrt), was aber nicht bei allen am Markt angebotenen Synthesizern eine Selbstverständlichkeit ist.

Die Stimme sollte auch dem Alter und Wesen der behinderten Person entsprechen und wenn möglich keinen Akzent aufweisen, der nicht zur Person paßt. Beispielsweise beklagt sich der sprechbehinderte Astrophysiker S. Hawking oft darüber, daß seine in britischem Englisch gedachten Formulierungen von seinem Synthesizer mit amerikanischem Akzent wiedergegeben werden.

Es darf auch nicht vergessen werden, daß der Synthesizer als Ersatz für die Stimme einer Person universell und bei jeder Gelegenheit einsetzbar sein muß. Das bedeutet auch, daß Kommunikationspartner, die in keiner Weise auf das Angesprochenwerden durch einen Synthesizer vorbereitet sind (also nicht "eingehört" sind) trotzdem die Mitteilungen gut verstehen sollen. Die Stimme sollte daher auch aus diesem Grund so natürlich wie nur möglich klingen und eine angenehme Satzmelodie (Prosodie) aufweisen. Gerade hier wird für manche Sprachen (so auch für Deutsch) noch viel Entwicklungsarbeit erforderlich sein.

6.2.3 Sprache ist mehr als aneinandergereihte Wörter

Die gesprochene menschliche Sprache ist wesentlich mehr, als die bloße Aneinanderreihung von Buchstaben und Wörtern und deren Umformung in ein phonetisch korrektes Lautbild. Bei einem Internet-Chat wird das schon dadurch deutlich, daß man sich mit Randbemerkungen wie :-) für eine humorvolle Bedeutung, :-(für etwas Trauriges oder :-o für etwas, das in Erstaunen versetzt, behelfen muß.

Die ganze Palette der Emotionen schwingt über unsere Stimme mit und kann von Personen, die ihre Mitteilungen als Texte an einen Synthesizer schicken nicht geäußert werden. Man arbeitet daher an Synthesizern, die in der Lage sind, auch Stimmungen zu vermitteln, zu flüstern oder zu schreien etc.. Das Problem liegt aber hier nicht so sehr in der entsprechenden Aufbereitung der phonetischen Parameter (hier wurden bereits Untersuchungen angestellt und Lösungen dafür vorgeschlagen, wie eine Stimme mit Emotionen nachgebildet werden kann). Die Frage ist vielmehr, in welcher geeigneten und benutzerfreundlichen Weise kann der Anwender / die Anwenderin die momentane Gefühlslage dem Synthesizer mitteilen. Wird man bestimmte Stimmungsknöpfe auf der Tastatur anbringen müssen oder kann schon allein aus der Art des Anschlages (zart oder heftig) auf die Stimmung des Schreiber / der Schreiberin geschlossen werden. Auch hier ist noch Raum für künftige Forschung und Entwicklung.

6.3 Bilder- und Symbolsprachen

6.3.1 Grundlagen

Bild und Symbolsprachen unterstützen sowohl Personen mit Problemen beim Lesen als auch beim Schreiben (Lese- und Schreibbehinderungen). Darüber hinaus profitieren auch Personen mit mangelhaften Lesekenntnissen (Analphabeten) und solche, die über eine Sprachbarriere hinweg kommunizieren wollen. So lassen sich manche Versuche eine Bilderschrift zu entwickeln auch auf den Wunsch, ein völkerverbindendes Medium zu schaffen, zurückführen.

Die Begriffe Bilderschrift (bzw. Symbolschrift = engl. *symbolic writing*) und Bildersprache (bzw. Symbolsprache = *symbolic language*) sind im Kontext der AAC meistens gegeneinander austauschbar, da sprech- und sprachbehinderte Personen diese "Schriften" als ihre alternative "Sprache" verwenden.

Die menschliche Sprache ist in ihrem Wesen "nicht ikonisch", also nicht bildhaft. Manche wenige Wörter einer Sprache sind onomatopoetisch (lautmalerisch, von gr. Onomatopöie = Lautmalerei), imitieren also durch ihren Klang das durch sie bezeichnete Objekt. Das erfolgt für akustische Bezüge (Kinder nennen den Hund einen "Wauwau", der Vogel Kuckuck hat seinen Namen von seinem Ruf) aber in gewisser Weise auch als Imitation optischer Eindrücke ("blitzen", "flimmern"). In der sogenannten Lautsymbolik werden in der Regel helle Vokale mit Kleinheit und Nähe, dunkler Vokale mit Größe und Ferne in Verbindung gebracht [BRO90]. Im großen und ganzen sind aber unsere Wörter den sie bezeichnenden Begriffen willkürlich zugeordnet. Das Wort "Haus" vermittelt uns in keiner Weise etwas über das Aussehen eines Hauses [JON94]. Daher sind die Benennungen des gleichen Objektes oder Vorganges in den einzelnen Sprachen oft grundverschieden (De Saussure, 1916 und Wittgenstein, 1953).

Damit sind einerseits die Möglichkeiten und Vorteile (Sprachunabhängigkeit, Universalität), andererseits aber auch die Probleme (nicht direkte Übertragbarkeit, geringere Ausdrucksmöglichkeiten) von Bildsprachen vorgezeichnet.

Die Denkleistung beim Arbeiten in einer Bildersprache besteht darin, sich zu merken:

- **was** ein bestimmtes Symbol bedeutet (bzw. welches Symbol für den Ausdruck einer bestimmten Bedeutung zu verwenden ist) und
- **wo** das betreffende Symbol zu finden ist. Dieser zweite Punkt gilt für jene Fälle, in denen das Symbol nicht selbst generiert (geschrieben, gezeichnet, gebärdet) wird sondern auf einer Symboltafel oder Tastatur angesprochen werden muß.

Beim Gestalten von Bildersprachen wird man versuchen, vor allem die am häufigsten verwendeten Wörter in das Bild-Vokabular (sollte man nicht besser Ikonabular sagen?) aufzunehmen. Tabelle 6.3 faßt die Ergebnisse von Untersuchungen an Kindern und Erwachsenen zusammen, die gezeigt haben, daß das sogenannte Basisvokabular einen hohen Prozentsatz der kommunizierten Sprache ausmacht [BAK96]:

Größe des Basisvokabulars	Anteil am gesamten Kommunikationsinhalt	
	Kinder (Vorschule)	Erwachsene
50	60%	40...50%
100	73%	60%

Tabelle 6.3: Anteil des Basisvokabulars an der Gesamtkommunikation

In einer Sprache unterscheidet man zwischen "bildgenerierenden" Wörtern, also solchen, denen sofort ein bildlicher Begriff zugewiesen werden kann (z.B. Baum) und solchen, bei denen das nicht direkt möglich ist (z.B. Arbeit). Das Problem bei der Schaffung von Bildersprachen ist aber, daß im Basisvokabular nur wenige bildgenerierende Wörter enthalten sind. Das führt dazu, daß in vielen Bildersprachen wichtige Begriffe des Basisvokabulars fehlen.

Auch die Größe des für die Bild-Kommunikation angebotenen Symbolschatzes (Elementevorrat, der zur Kommunikation herangezogen werden kann) muß gut überlegt werden. Eine Bildtafel mit 500 Symbolen stellt hinsichtlich des Merkens und Auffindens des richtigen Elementes bereits große Anforderungen an den Benutzer / die Benutzerin. Und doch ist der Wortschatz eines 3 jährigen Kindes bereits deutlich größer (Tabelle 6.4).

	Wortschatz
Kind mit 1,5 Jahren	50
Kind mit 2,5 Jahren	400
Kind mit 3 Jahren	700
Zur Verständlichkeit eines Alltagstextes mindestens erforderlich	2.000
Kind mit 6 Jahren (passiv)	23.000
Erwachsene (aktiv)	18.000
Erwachsene (passiv)	94.000
Gesamtbestand der deutschen Sprache	200.000 – 300.000
Gesamtbestand der englischen Sprache	400.000 - 600.000

Tabelle 6.4: Wortschatzgrößen (grobe Näherungen nach [Geo97])

Die in Bildersprachen verwendeten Symbole können in drei Gruppen eingeteilt werden:

a) **Piktographische oder ikonographische Symbole**

Bei den zu dieser Gruppe gehörenden Symbolen wird versucht, von den auszudrückenden Gegenständen und Begriffen ein (i.a. vereinfachtes) Abbild zu schaffen. In der Symbolschrift "Rebus" werden gemäß dieser Vorgehensweise "Pommes frites" durch eine Zeichnung ausgedrückt, auf der eine Packung Pommes frites, so wie sie üblicherweise verkauft wird, zu sehen ist.



Abb. 6.37: "Pommes frites" in der Symbolsprache REBUS³⁰

³⁰ Mit freundlicher Genehmigung von Widgit Software Ltd.

Folgt man dem piktographischen Prinzip konsequent, muß für jeden Ausdruck ein eigenes Bildsymbol geschaffen werden. Für eine umfassende Kommunikation sind daher sehr viele Symbole erforderlich. Abstrakte und grammatikalische Begriffe können nicht ausgedrückt werden. Daher sind auch in piktographischen Systemen immer einige ideographische und frei gewählte Symbole enthalten.

b) Ideographische Symbole

Unter einem Ideogramm versteht man ein Schriftzeichen, das einen ganzen Begriff bildhaft darstellt. Konkrete Begriffe werden auch hier mit (meist) stilisierten Symbolen wiedergegeben. Hinzu kommen aber zahlreiche Symbole, die in einer übertragenen (also die Idee vermittelnden) Weise gebraucht werden. Beispiele alter ideographischer Schriften sind Hieroglyphen und Keilschrift. Auch die chinesische Schrift ist ideographisch.

Als Illustration soll auch hier wieder der Begriff "Pommes frites" verwendet werden, aber diesmal in der stark ideographisch geprägten Symbolsprache Bliss (siehe Abb. 6.38).

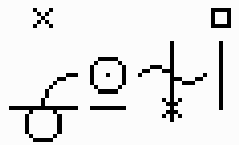
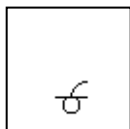
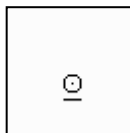


Abb. 6.38: "Pommes frites" in der Symbolsprache Bliss

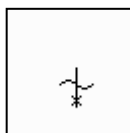
Deutlich ist zu sehen, daß keines der in Abb. 6.38 verwendeten Symbole ein Bild von Pommes Frites darstellt. Das hat zunächst den Nachteil, daß sich die hier gezeigte Zeichenfolge ohne Kenntnis der Symbolsprache nicht entschlüsseln läßt. Erst mit folgendem Zusatzwissen über die Bedeutung der einzelnen Elemente wird der Sinn verständlich:



steht für unter der Erde wachsende Frucht (Frucht unter der "Erde-Linie")

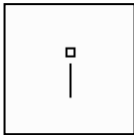


steht für Farbe



steht für Schnee

Eine unter der Erde wachsende weiße Frucht mit der Farbe wie Schnee (weiß) ist also ein Erdapfel (eine Kartoffel).



steht für einen länglichen Gegenstand

und damit kommen wir zum Begriff "Pommes frites" als einem "länglichen Gegenstand", der mit "mehreren (ausgedrückt durch das x über der Frucht) unter der Erde wachsenden weißen Früchten" in Verbindung steht.

Solche Symbolsprachen sind naturgemäß wesentlich komplexer, oder lassen sich zumindest in wesentlich komplexerer Weise verwenden. Dafür ist aber der damit abdeckbare Aussageumfang so gut wie uneingeschränkt und es lassen sich auch Dinge beschreiben, für die das Bild nicht bekannt ist oder die sich nicht bildlich ausdrücken lassen. Mehr darüber im Kapitel 6.3.6.

c) Willkürlich gewählte Symbole

Einer Reihe von Begriffen lassen sich weder piktographische noch ideographische Symbole zuordnen. Weil sie aber gebraucht werden, um bestimmte Begriffe oder grammatikalische Zusammenhänge auszudrücken, müssen sie einfach mehr oder minder willkürlich geschaffen werden. Als Beispiel für Vertreter dieser Gruppe sollen die Symbole für "Leben" und "viel" dienen (Abb. 6.39):



Abb. 6.39: Bliss-Symbole für "Leben" (links) und "viel" (rechts)

Hier eine Assoziation zu finden fällt deutlich schwerer oder ist sogar unmöglich. Wahrscheinlich ist mit "Leben" eine geteilte Zelle und mit "viel" die Eigenschaft einer Multiplikation gemeint.

6.3.2 Anwendung von Bildkommunikation

Symbole/Bilder werden in erster Linie dort eingesetzt, wo aufgrund der Behinderung kein Verständnis für Text vorliegt. Dabei ist zu beachten, daß es Behinderungen gibt, bei denen es einer Person durchaus möglich ist, selbständig Wörter zu generieren (*spelling skills* sind also vorhanden) sie aber doch nicht in der Lage ist, einen Text zu lesen (*reading skills* fehlen ganz oder teilweise). Mit anderen Worten, die Kommunikation mittels einer Bildersprache kann in bestimmten Fällen auch nur für eine Richtung der Kommunikation erforderlich sein, während die andere Richtung in herkömmlicher Weise abgewickelt werden kann.

Aber auch solche Personen, die hinreichendes Textverständnis haben, können im Falle einer Sprechbehinderung Bilder dann vorteilhaft einsetzen, wenn sie dadurch mit nur wenigen Auswahlvorgängen (Anschlägen auf einer Tastatur) eine vollständige Aussage machen können. Der Spruch: "Ein Bild sagt mehr als 1000 Worte" stimmt hier zumindest teilweise.

Bilder lassen einen größeren Interpretationsspielraum zu, sodaß ein Bild oft in verschiedener Bedeutung eingesetzt werden kann, während ein durch Buchstaben festgelegtes Wort nur einen sehr engen Begriff umreißt. Das Wort "Baum" meint eben nur einen Baum. Das Bild eines Baumes kann hingegen viel weitschichtiger gedeutet werden. Je nach Zusammenhang kann es durchaus für "Holz", "Wald", "Ausflug" vielleicht sogar für "Weihnachten" stehen.

Es ist zu beachten, daß die meisten Personen, die auf Bildkommunikation angewiesen sind, selber nicht in der Lage sind, die Bilder zu zeichnen. Sie können die Bilder zwar merken, erkennen und bezeichnen, nicht aber selbst produzieren. Die Verwendung von mechanischen Bildtafeln oder elektronischen Systemen ist daher im allgemeinen eine Vorbedingung für die Verwendung einer Symbolsprache.

6.3.3 Picture Communication Symbols (PCS)

Der Symbolkatalog "Picture Communication Symbols" (PCS) von Mayer-Johnson beinhaltet etwa 2.000 piktographische Symbole. Es handelt sich dabei um einfache Zeichnungen. Für grammatikalischen Ausdruck sind keine Zeichen vorgesehen.

6.3.4 Rebus

Der Name Rebus kommt aus dem Lateinischen (de rebus quae geruntur = von Sachen, die sich ereignen) und bezeichnet ein Bilderrätsel. Diese Bezeichnung hat dem Symbolkatalog von Widget Software Ltd. den Namen gegeben. Derzeit stehen fast 5.000 Symbole zur Verfügung. Ursprünglich für das Lesetraining entwickelt, kombiniert Rebus Buchstaben und Bilder. Symbole für grammatikalische Hinweise sind vorhanden.

Die angebotenen Themenkreise umfassen: Allgemeiner Wortschatz, eigenverantwortliches Leben, Sexualerziehung, religiöse Erziehung und Sport. Man sieht daraus, daß eine Schwerpunktbildung beim Wortschatz erforderlich ist, um die Zahl der dem Leser bzw. Schreiber angebotenen Symbole in Grenzen zu halten.

6.3.5 Aladin

Der Symbolkatalog Aladin ist deutschsprachigen Ursprungs. Offensichtlich wurden die oft sehr detailreichen Bilder für ganz bestimmte Situationen geschaffen. Daher scheint Aladin zumindest derzeit noch eine systematische Abdeckung des Grundwortschatzes zu fehlen. So befindet sich zwar unter dem Eintrag "Mercedes" ein Bild von einem mit einem Stern gezielten Fahrzeug, ein allgemeiner Eintrag für Auto war jedoch nicht zu finden.

6.3.6 Bliss

a) Geschichte

Als der Österreicher Karl Blitz³¹ während des 3. Reiches nach China emigriert, ist er verblüfft, daß die in China verwendete Schrift über alle Sprachgrenzen des chinesischen Reiches hinweg verständlich war. Das brachte ihn auf den Gedanken, eine für alle Völker der Welt gleichermaßen verständliche Bildersprache zu entwickeln. Anders als bei Esperanto, das als eine auf Buchstaben basierende gemeinsame Fremdsprache gelernt werden muß und auch phonetisch verwendet werden kann, wollte er universelle, rasch verständliche Piktogramme schaffen, die den sprachunabhängigen Austausch geschriebener Mitteilungen ermöglichen sollen. Er war angesichts des Zweiten Weltkrieges davon bewegt, daß ein solcher Beitrag zur Völkerverständigung sehr wohl einen Beitrag zum Frieden leisten kann. Nach seiner weiteren Emigration nach Australien verfaßte er unter dem inzwischen der englischen Sprache angepaßten Namen Charles Bliss 1949 sein Buch "Semantography – One writing for one world".

³¹ Charles Kasiel Bliss (Karl Blitz), * 1897, † 1985

Erst viel später (1971) wurde sein System als Kommunikationssystem für behinderte Menschen aufgegriffen. Da es ursprünglich als Universal-Bildersprache entwickelt wurde, ist Bliss wesentlich umfassender und vielseitiger als andere Systeme und für abstrakte und komplexe Aussagen am ehesten geeignet. Wegen dieser Komplexität ist Bliss allerdings für Personen mit Lernbehinderungen wiederum weniger geeignet.

Heute ist Bliss in 33 Ländern und mehr als 15 Sprachen in Verwendung. In Kanada, wo das Bliss Communication Institute seine Heimat hat, wird Bliss von rund 40% der Personen, die eine Symboltafel zu Kommunikation einsetzen, verwendet.

An einer Verwendung von Bliss über das Internet wird gearbeitet. BLISS-Net, das bisher nur im internen Versuchsbetrieb läuft, übersetzt zwischen Text und Bliss bzw. umgekehrt und stellt Netzwerkanbindung her.

Bliss kann für alle, die den Schritt zur Textkommunikation meistern, eine Brücke vom Symbol zum Text darstellen. Für jene, die diesen Schritt zur Schrift nicht bewältigen, bleibt Bliss als solches ein Kommunikationsmedium mit unerschöpflichen Ausdrucksmöglichkeiten.

b) Das Konzept

Bliss baut genaugenommen auf neun graphischen Basisformen auf, aus denen derzeit 2.500 offizielle Begriffe gebildet wurden. Größe, Lage und Orientierung der Elemente entscheiden über die Bedeutung. Wie bei anderen lebenden Sprachen erfolgt eine laufende Weiterentwicklung. Neue Symbole können jedoch so aus vorhandenen Komponenten gebildet werden, daß ein Leser / eine Leserin die Bedeutung eines neuen Symbols aus der Analyse der verwendeten Komponenten erkennen kann. Dazu muß der Leser / die Leserin die Bedeutung von rund 120 Schlüsselsymbolen kennen, um daraus die Bedeutung aller anderen Symbole ableiten zu können.

Die Stärken von Bliss liegen unter anderem im Vorhandensein von Symbolen für:

- Zeitformen: Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft.
- Frage und Befehlsform
- Besitzanzeigende Fürwörter
- die Bildung von Einzahl und Mehrzahl (plural marker)

Bliss-Symbole werden so wie die Buchstaben eines Wortes zu Begriffen und in weiterer Folge Begriff nach Begriff zu Sätzen zusammengefügt.

Bliss besteht aus piktographischen und ideographischen Elementen. Hinzu kommen noch "willkürliche" Symbole (weder piktographisch noch ideographisch), die geschaffen wurden, weil sie einfach erforderlich waren.

c) Bildung von Begriffen aus Schlüsselsymbolen

Die wichtigsten Begriffe bzw. Konzepte werden in Bliss durch rund 120 Schlüsselsymbole (engl. *key symbols*) dargestellt. Wie andere Begriffe aus diesen Schlüsselsymbolen gebildet werden können, ist in Abb. 6.40 für die Wörter "Freund", "Lehrer" und "Haustier" dargestellt [Bci98].

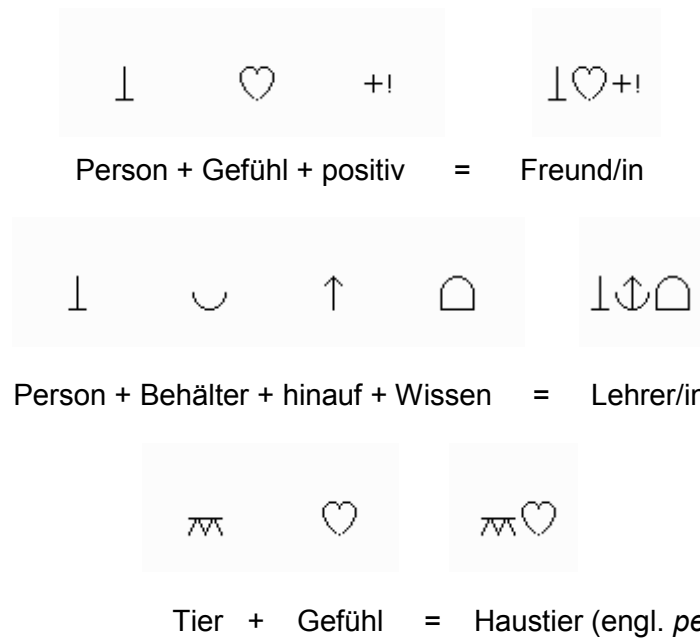


Abb. 6.40: Bildung von Bliss-Begriffen aus den Schlüsselsymbolen

d) Struktur der Bliss-Sprache

Die Grundform kann durch "Akzente" (engl. *indicators*) verändert werden. Damit kann das Symbol zu einem Hauptwort, einem Eigenschaftswort oder einem Zeitwort werden. Durch "Akzente" kann bei einem Zeitwort die Zeitform (Vergangenheit, Gegenwart oder Zukunft) ausgedrückt werden, bei Hauptwörtern die Mehrzahl. Als Beispiel für die Verwendung von "Akzenten" wurde in [Bci98] als Grundform das Symbol für Verstand (engl. *mind*) gewählt (Abb. 6.41).

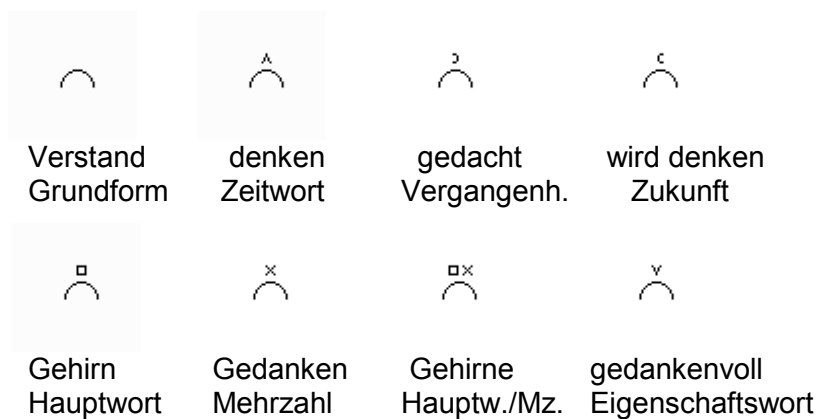


Abb. 6.41: Veränderung einer Bliss-Grundform durch "Akzente"

Durch das Hinzufügen von Ziffern zum Zeichen "Person" werden die Personalpronomina gebildet. Das Symbol "Person" erweitert um die Ziffer "1" bildet die Personalpronomina "ich", "mich", mit Ziffer "2" entsteht "du" und "dich" etc. Mit dem Akzent "x" wird die Mehrzahl gebildet. Beachtenswert ist, daß es neben den geschlechtsneutralen Bildungen mit dem Symbol "Person" auch die entsprechenden Zusammensetzungen mit "Mann" und "Frau" gibt. Abb. 6.42 zeigt die Fülle der Bildungsmöglichkeiten anhand der Personalpronomina für die zweite Person Ein- und Mehrzahl:

⊥	∧	△
Person	Mann	Frau
⊥ ₂	∧ ₂	△ ₂
du geschl. neutral	du männlich	du weiblich
^x ⊥ ₂	^x ∧ ₂	^x △ ₂
ihr geschl. neutral	ihr männlich	ihr weiblich

Abb. 6.42: Bildung von Personalpronomina in Bliss

Ein nachfolgendes "+" (zeigt an, daß etwas "zur Person dazugehört") macht aus dem Personalpronomen das zugehörige Possesivpronomen

⊥ ₂ +	∧ ₂ +	△ ₂ +
dein geschl. neutral	dein männlich	dein weiblich
^x ⊥ ₂ +	^x ∧ ₂ +	^x △ ₂ +
euer geschl. neutral	euer männlich	euer weiblich

Abb. 6.43: Bildung von Possesivpronomina in Bliss

e) Symbole selbst generieren

Eigene Symbole werden durch Kombination hergestellt und durch den "Kombinationsindikator" eingeschlossen. Der Kombinationsindikator ist nur für eigene (persönliche) Neuschöpfungen erforderlich und zeigt an, daß dieser Begriff (noch) kein offizielles Bliss-Symbol ist, das im Standard-Vokabular vorkommt.

Zum Beispiel kennt das Standardvokabular den Begriff "einführen (engl. to introduce) nicht. Eine selbst gewählte und als solche mit den "Kombinationsindikatoren" (KI) markierte Zeichensequenz könnte aus folgender Überlegung entstehen: Einführen bedeutet, Führen einer Person zum Wissen. Daher wird die Folge "KI" + "führen" + "Person" + "Wissen" + "KI" gewählt

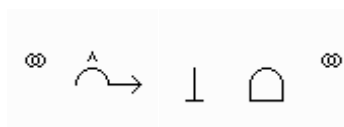


Abb. 6.44: Selbstgenerierter Bliss-Begriff "einführen"

6.3.7 Gebärdensysteme, Makaton

Gebärdensprache wird vor allem von gehörlosen Menschen eingesetzt (siehe Kapitel 6.5). Einige Systeme wurden aber auch entwickelt, um lernbehinderte Personen durch das Anbieten eines zusätzlichen Stimulus zu unterstützen. Die gesprochene Nachricht wird also simultan (meist Wort für Wort) durch Gebärden unterstützt. Man spricht von lautsprachbegleitender Gebärde (LGB, *Cued Speech*).

Im Gegensatz zur oben ausgeführten Bildkommunikation haben Gebärdensysteme den Vorteil, daß sie ohne Zuhilfenahme von Werkzeugen (Symboltafeln, Computer etc.) eingesetzt werden können. Der Nachteil besteht darin, daß sie für beide Kommunikationspartner schwerer zu erlernen sind als Bildsymbole.

Eine besondere Form der Gebärde ist "Makaton", das auf der "British Sign Language" basiert. In der Grundversion umfaßt Makaton etwa 350 Elemente, zu denen auch grammatikalische Elemente zählen. Neue Begriffe erfordern die Schaffung von neuen Zeichen.

Das Besondere an Makaton ist aber, daß es diese Gebärden auch als gezeichnete Symbole in der Form einer Bildersprache gibt. Unter Verwendung der gleichen Symbole kann also entweder über Gebärden (Handstellungen) oder über eine Symboltafel kommuniziert werden. Es ist also durchaus möglich, daß die nichtbehinderte Person zur behinderten Person spricht und dabei die einzelnen Wörter mit Makaton-Gebärden begleitet, während die behinderte Person durch Zeigen auf die Makaton-Symboltafel antwortet.

6.3.8 Gegenüberstellung

Abschließend zum Thema Bild- und Symbolsprachen folgt noch eine Gegenüberstellung von Begriffen, wie sie in den Symbolsprachen Rebus, PCS, Aladin und Bliss verwendet werden.








































	REBUS	PCS	ALADIN	BLISS
Bruder / brother	 brother	 oder		
Kuchen / cake	 cake			
Getränk / drink	 drink		 2)	
Autobus / bus	 bus			
gehen / to go	 go	 oder		
essen / to eat	 eat	 oder	1)	
haben / to have	 have			
sehen / to see	 see		1)	
gut / good	 good		1)	
du / you	 you		1)	
und / and	 and		1)	

Abb. 6.45: Gegenüberstellung der Symbolsprachen Rebus, PCS, Aladin und Bliss

1) Für diese Begriffe wurden keine Symbole gefunden

2) Aladin bietet sehr konkrete aber oft keine allgemeinen Begriffe an

6.4 Beschleunigung der Kommunikation

6.4.1 Grundlagen, Problematik

Bei der Betrachtung von Sprachsynthese und Bildkommunikation haben wir bisher einen Faktor unbeachtet gelassen: die Zeit. Alle bisher vorgestellten Alternativen zur eigenen Stimme verlangen das Zeigen auf eine Symboltafel, das Bedienen einer Tastatur oder das Betätigen irgendwelcher Auswahlschalter. Das bedeutet aber in jedem Fall bereits eine gewaltige Geschwindigkeitseinbuße gegenüber dem gesprochenen Wort.

Wenn wir jetzt noch bedenken, daß viele Sprech- und Sprachbehinderungen gleichzeitig mit Bewegungsbehinderungen einhergehen (z.B. Zerebralparese, Athetose, ALS etc.), die das rasche und geschickte Bedienen einer Tastatur unmöglich machen, dann wird jede Art der alternativen Kommunikation unerträglich langsam. Es mag zwar trotzdem möglich sein, Mitteilungen zu machen oder Bedürfnisse zu artikulieren, aber an eine Teilnahme an der "Kommunikationsgesellschaft" ist bei weitem nicht zu denken.

Wie sehr die Kommunikationsraten behinderter Menschen hinter den uns vertrauten Geschwindigkeiten zurückbleiben, verdeutlicht nachfolgende Tabelle³²:

Methoden der Kommunikation	Buchstaben / min
Gesprochene Sprache	800 bis 900
Nichtbehinderte Schreiber über Tastatur	150 bis 300
Tastatureingabe über Mundstab	75 bis 120
Eingabe über Einzelschalter und Scannen	3 bis 10

Tabelle 6.5: Kommunikationsgeschwindigkeiten

Nun ist es aber bekannt, daß jede gesprochene und erst recht jede geschriebene Sprache ein hohes Maß an Redundanz aufweist. Daher liegt der Gedanke nahe, ein Verfahren zu finden, das beim Erstellen von Texten oder beim Vermitteln von Nachrichten ohne dieses hohe Maß an Redundanz auskommt. Die Zahl der Aktionen, die zum Zusammenstellen eines Textes oder einer Nachricht erforderlich sind, müßte sich rein theoretisch auf einen Bruchteil dessen vermindern lassen, was bei buchstabenweiser Eingabe erforderlich ist.

Die nachfolgend beschriebenen Verfahren versuchen eine solche Reduktion der Eingabeaktionen herbeizuführen, dadurch die Geschwindigkeit der Kommunikation zu erhöhen und den damit verbundenen Aufwand und die Anstrengung herabzusetzen.

³² Kommunikationsgeschwindigkeiten bzw. Schreibgeschwindigkeiten werden meist in Wörtern/Minute angegeben. Für die Umrechnung in Buchstaben bzw. Anschläge/Minute müssen nicht nur für jede Sprache sondern auch je nach Art der Kommunikation andere Werte verwendet werden. Für die englische Sprache kann man von einer durchschnittlichen Wortlänge von 4,7 Buchstaben/Wort ausgehen. Messungen an deutschen Texten ergaben Werte zwischen 4,5 (Märchen) und 6,3 (Presstext) und einen Durchschnitt bei 5,3 Buchstaben/Wort. Das nachfolgende Leerzeichen (das ja auch einen Anschlag erfordert) ist dabei nicht mitgezählt.

6.4.2 Abkürzungen

Eine recht einfache Methode, die Geschwindigkeit der Texteingabe zu beschleunigen ist die Verwendung von Abkürzungen. Das wird ja auch in der Blinden-Kurzschrift ausgiebig angewendet und aus praktischen Erfahrungen weiß man, daß damit etwa 30 Prozent der sonst zu schreibenden Zeichen eingespart werden können. Will man allerdings einen so hohen Grad an Kürzung erreichen, dann ist auch ein mit den Regeln der Blinden-Kurzschrift vergleichbares und somit kompliziertes System erforderlich.

Trotzdem macht es Sinn, zumindest für die am häufigsten verwendeten Wörter Abkürzungen einzuführen, die dann vom Computer unmittelbar nach der Eingabe einer solchen Abkürzung zum vollen Text expandiert werden. Im Englischen wird das Verfahren daher "Abbreviation Expansion" genannt.

6.4.3 Phrasenkataloge

Viele allgemeine Mitteilungen wiederholen sich tagtäglich in gleicher oder ähnlicher Form. Wir verwenden Gruß- und Verabschiedungsformeln, wir geben kurze ja/nein Antworten, wir fragen nach bestimmten Dingen oder wir äußern alltägliche Wünsche nach Essen oder Trinken. Das mag sogar bei behinderten Personen, deren Tagesablauf (leider) oft noch nach einer viel stärkeren Routine abläuft als bei nichtbehinderten Menschen noch verstärkt der Fall sein. Hier kommt der ganze Komplex der angeforderten Hilfeleistungen (Umbetten, Zureichen, Toilette etc.) hinzu.

Es liegt daher nahe, alle diese immer wiederkehrenden Äußerungen in einem elektronischen Phrasenkatalog abzuspeichern, aus dem einzelne Sätze durch den Druck auf eine entsprechende Taste abrufbar sind.

Kleine Phrasenkataloge können üblicherweise rasch eingerichtet werden. Das Merken, welcher Satz durch welche Taste ausgelöst wird, kann durch Symbole oder Texte erleichtert werden. Problematisch wird es nur dann, wenn derartige Phrasenkataloge wachsen und größeren Umfang annehmen. Selbst 100 Kürzel bzw. die Lage der entsprechenden Tasten zu merken ist bereits nicht leicht. Insbesondere bei Verwendung von Bildschirmen ist man rasch an einer Grenze angelangt, wo ein einziger Bildschirm nicht mehr alle Symbole für die erforderlichen Phrasen aufnehmen kann.

Man ist dann gezwungen, auf eine hierarchische Struktur mit mehreren, meist themenorientierten Bildschirmen auszuweichen, womit allerdings das Hin- und Herblättern zwischen den einzelnen Bildschirmseiten beginnt. Rasch ist der Zeitvorteil, der von Phrasenkatalogen erhofft wird, durch die erforderlichen Manipulationen aufgebraucht.

Schließlich und endlich kann aber kein Phrasenkatalog alle Kommunikationsbedürfnisse vorhersehen. Entweder schränkt man die Kommunikation auf die vorgegebenen Phrasen ein, was aber einer Bevormundung gleichkommt, oder man baut zusätzliche Möglichkeiten ein, die Phrasen durch frei bestimmbare Texte ergänzen zu können.

6.4.4 Textvorhersage

a) *Funktion der Textvorhersage*

Ein vollkommen anderer Weg wird durch die Textvorhersage (engl. *word prediction, predictive typing*) beschritten. Die theoretische Wirksamkeit dieses Verfahrens läßt sich am besten durch folgenden Versuch demonstrieren: Nehmen wir an, eine bewegungs- und sprechbehinderte Person kommuniziert mit einer nichtbehinderten Person dadurch, daß sie etwa alle zwei bis drei Sekunden auf einen Buchstaben einer Alphabettafel zeigt. Die nichtbehinderte Person wird

aufmerksam das Entstehen eines Wortes beobachten, aber dann, sobald sie glaubt, den Rest des Wortes bereits erraten zu haben, diese Vermutung aussprechen. Zwei Sekunden später erhält sie entweder die Bestätigung, daß die Annahme richtig war oder das Buchstabierverfahren wird bis zum nächsten Rateversuch fortgesetzt.

Wenn man dieses Verfahren anwendet (was durchaus üblich ist) wird man erkennen, daß bis zu 2/3 der Tastaturanschläge / Auswahlvorgänge eingespart werden können. Was dieses Verfahren aber so leistungsfähig macht, ist die enorme Kombinationskraft der "zuhörenden" Person bzw. auch das Einfühlungsvermögen auf den "Sprecher" / die "Sprecherin" und das momentan behandelte Thema. Versucht man nun, dieses Verfahren auf den Computer zu übertragen, wird man große Anstrengungen unternehmen müssen, um auch nur annähernd dieses Einsparungspotential zu erreichen.

b) Textvorhersage mit dem Computer

Die einfachste Form eines Textvorhersageprogramms besteht aus einem im Rechner gespeicherten Vokabular, aus dem je nach den über die Tastatur eingegebenen Buchstaben Vorschläge zur Komplettierung des Wortes gemacht werden. Nehmen wir als Beispiel an, daß das Wort "kommunizieren" geschrieben werden soll. Die schreibende Person beginnt mit der Eingabe des Buchstabens "k" und erhält unmittelbar danach eine Vorschlagsliste, die etwa folgende Form haben kann:

Eingabe	Vorschlagsliste
k	1 kann
	2 kein
	3 klein
	4 komme
	5 kommen

Da das gewünschte Wort noch nicht in der Vorschlagsliste ist, wird der nächste Buchstabe, also "o" geschrieben. Die Vorschlagsliste wird auf Wörter reduziert, die mit "ko" beginnen:

Eingabe	Vorschlagsliste
ko	1 komme
	2 kommen
	3 kommst
	4 komisch
	5 konform

Es ist also notwendig, einen weiteren Buchstaben einzugeben: "m". Leider haben bereits vier der obigen fünf Vorschläge sich bereits auf Wörter, die mit "kom" beginnen bezogen, es wird sich also wenig an der Liste ändern und es ist unwahrscheinlich, daß beim nächsten Schritt "kommunizieren" bereits dabei ist. Die Eingabe muß also wahrscheinlich bis "kommu" fortgesetzt werden:

Eingabe	Vorschlagsliste										
kommu	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>kommunal</td></tr> <tr><td>2</td><td>kommunale</td></tr> <tr><td>3</td><td>kommunales</td></tr> <tr><td>4</td><td>kommunaler</td></tr> <tr><td>5</td><td>kommunizieren</td></tr> </table>	1	kommunal	2	kommunale	3	kommunales	4	kommunaler	5	kommunizieren
1	kommunal										
2	kommunale										
3	kommunales										
4	kommunaler										
5	kommunizieren										

Der Vorschlag Nummer 5 ist das gesuchte Wort. Der Schreiber / die Schreiberin gibt die Ziffer 5 ein und hat damit das gewünschte Wort geschrieben. Die Bilanz sieht folgendermaßen aus: Geschrieben wurde "kommu5" um das Wort "kommunizieren" zu erzeugen. Unter Einbeziehung des nachfolgenden Leerzeichens bedeutet das, daß mit 6 Anschlägen 14 Zeichen generiert wurden, also 8 Anschläge oder 57% eingespart wurden.

Dieser Einsparungswert in Prozent wird als "Keystroke Saving Rate" (KSR) bezeichnet und ergibt sich aus:

$$KSR [\%] = 100 \cdot k_{sav} = \frac{n_{st} - n_p}{n_{st}} = 1 - \frac{n_p}{n_{st}}$$

mit k_{sav} = Einsparungsfaktor

n_{st} = Zahl der Anschläge bei herkömmlicher Eingabe

n_p = Zahl der Anschläge bei predictiver Eingabe (Buchstaben + Auswahl)

c) Maximal erreichbare KSR

Würde jedes Wort sofort (das heißt noch bevor der erste Buchstabe eingegeben wurde) in der Vorschlagsliste aufscheinen, dann könnte es durch einen einzigen Tastendruck ausgewählt werden. Dieser Idealzustand stellt für reine Wortvorhersage die Grenze des theoretisch Möglichen dar. Nur durch Vorhersage mehrerer Wörter oder Phrasen kann noch eine weitere Steigerung erzielt werden.

Den Einsparungsfaktor, der erzielt wird, wenn jedes Wort mit einem einzigen Anschlag generiert werden kann, wollen wir mit k_{sav1} bezeichnen.

$$k_{sav1} = 1 - \frac{1}{l_{\emptyset w} + 1}$$

Der Term $(l_{\emptyset w} + 1)$ ist die durchschnittliche Wortlänge plus nachfolgendes Leerzeichen, das ja bei der Textvorhersage bei jedem ausgewählten Wort automatisch generiert wird. Mit einer für die deutsche Sprache üblichen $l_{\emptyset w}$ von 5,3 Buchstaben/Wort ergibt sich der nicht zu überschreitende Maximalwert von k_{sav1} zu:

$$k_{sav1} = 1 - \frac{1}{5,3 + 1} = 0,84$$

bzw. die maximal theoretisch erreichbare KSR mit 84%.

Nach eigenen Versuchen sind aber selbst im optimalen Fall 2-3 Anschläge der realistische Wert, womit sich die Leistung eines realen Textvorhersageprogramms zwischen den Werten für die k_{sav2} und k_{sav3} einstellen wird:

$$k_{sav2} = 1 - \frac{2}{5,3 + 1} = 0,68$$

$$k_{sav3} = 1 - \frac{3}{5,3 + 1} = 0,52$$

Mit anderen Worten, reale Wortvorhersageprogramme werden selbst bei Ausnützung aller technischen Möglichkeiten eine KSR zwischen rund 50% und 65% nicht überschreiten können.

Ohne Einbeziehung syntaktischer Methoden, durch die eine deutliche Verkürzung der Vorschlagsliste erfolgt, muß sogar mit einem Anschlag mehr gerechnet, sodaß die zu erwartende Leistung bei einer KSR von nur 33% bis 50% liegen wird.

d) Berechnung des Nutzens

Wir wollen jetzt berechnen, ab welcher KSR sich die Verwendung von Textvorhersage für eine behinderte Person bezüglich der Schreibgeschwindigkeit bezahlt macht. Dazu sollen folgende Definitionen gelten:

k sei die Schreibgeschwindigkeit einer Person gemessen in produzierte Anschläge/sec

B sei die Anzahl von Buchstaben in einem Text

W sei die Zahl der Wörter, üblicherweise gleich Zahl der Leerzeichen plus Zahl der Absätze (wenn man davon ausgeht, daß nach jedem Wort entweder ein Leerzeichen oder ein <CR> folgt und wenn man vernachlässigt, daß nach dem letzten Wort eines Textes kein Leerzeichen und kein <CR> steht und Satz- und Sonderzeichen nicht berücksichtigt)

A sei die Zahl der Anschläge, die erforderlich ist, um diesen Text auf einer Tastatur zu erzeugen, wobei $A = B + W$ ist.

Damit ergibt sich die Zeit, die zur herkömmlichen Erstellung eines Textes erforderlich ist zu

$$T_k = \frac{B + W}{k} = \frac{A}{k} \text{ [sec]}$$

wobei T_k die Gesamtzeit für konventionelle Texteingabe bezeichnet.

Jede Einsparung an Anschlägen würde zu einem Zeitgewinn führen, wenn nicht beim Schreiben mit Wortvorhersage für den Blickwechsel von der Tastatur zum Bildschirm und zurück sowie für das Durchsuchen der Vorschlagsliste zusätzliche Zeit benötigt würde, die es beim Schreiben ohne Textvorhersage nicht gibt. Wir bezeichnen diese zusätzliche Zeit, die vor jedem einzelnen Anschlag für das Treffen der richtigen Entscheidung (weeterschreiben oder aus der Liste auswählen) aufgewendet werden muß mit t_s (Selektionszeit [sec]).

Damit ergibt sich für die Produktion eines Textes der Länge A folgender Gesamtaufwand den wir mit T_p (Gesamtzeit für Texteingabe mit Prediction) bezeichnen wollen.

$$T_p = \frac{(1 - k_{sav}) \cdot A}{k} + (1 - k_{sav}) \cdot A \cdot t_s$$

Die Gesamtzeit ist also die Summe aus der durch Vorhersage um den Faktor $(1 - k_{sav})$ reduzierten Anschläge dividiert durch die Schreibgeschwindigkeit und der Zeit, die bei jedem Anschlag für das Treffen der Auswahl erforderlich ist.

Durch Gleichsetzen der Gesamtzeiten für konventionelle und predictive Eingabe lässt sich nun ein Grenz-Einsparungsfaktor k_{savg} berechnen. Liegt unter der Vorgabe bestimmter Werte von k und t_s der vom Textvorhersageprogramm geleistete Einsparungsfaktor unterhalb von k_{savg} , dann benötigt die predictive Eingabe mehr Zeit als die konventionelle und bringt daher keinen Zeitgewinn.

$$T_k = T_p$$

$$\frac{A}{k} = \frac{(1 - k_{savg}) \cdot A}{k} + (1 - k_{savg}) \cdot A \cdot t_s$$

und daraus:

$$k_{savg} = \frac{k t_s}{k t_s + 1}$$

Dieser Zusammenhang ist in Abb. 6.46 als Diagramm dargestellt. Auf der x-Achse ist die Schreibgeschwindigkeit k aufgetragen, auf der y-Achse die Zeit t , die für das Treffen der Auswahl erforderlich ist. Die Parameterschar gibt die in [%] ausgedrückte Grenz-KSR an.

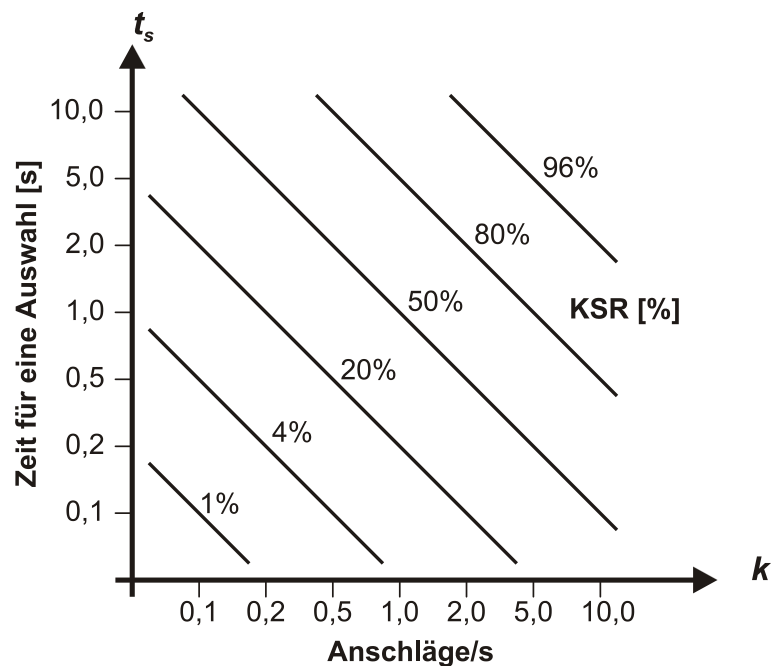


Abb. 6.46: Rentabilität von Textvorhersage

Beispiel:

Eine behinderte Person sei in der Lage, durchschnittlich alle zwei Sekunden einen Anschlag zu produzieren. Die Zeit, die sie benötigt, die Auswahl aus der Liste zu treffen sei 1,5 Sekunden. Der Schnittpunkt liegt im Diagramm etwas unterhalb der Linie für KSR 50% (genau bei 43%). Das heißt, jede Textvorhersage, die in der Lage ist, eine Einsparung an Anschlägen $> 43\%$ zu bewirken, ist für diese Person ein zeitlicher Vorteil.

e) Alternative Eingabestrategien

Bisher sind wir davon ausgegangen, daß der Schreiber / die Schreiberin vor jedem einzelnen Anschlag überprüft, ob das gesuchte Wort bereits in der Auswahlliste aufscheint. Er / sie tut das auch am Beginn eines Worts, obwohl hier die Wahrscheinlichkeit gering ist, das gewünschte schon Wort zu finden. Eine alternative Strategie könnte daher lauten immer mehrere Buchstaben einzugeben und die Zeit t_s für die Selektion einzusparen. Von Horstmann-Koester wurden mit einem Simulationsprogramm Versuche angestellt, wie sich ein simuliertes Textvorhersageprogramm verhalten würde, wenn die Vorschlagsliste immer oder erst nach einem bis vier Anschlägen durchsucht wird. Die Suche in der Vorschlagsliste wurde abgebrochen, wenn das Wort nach 5 Eingaben nicht in der Liste war [HOR 95].

Für ein simuliertes Vorhersagesystem mit einer KSR von 42% und einen vorgegebenen Test-Text wurden die in Tabelle 6.6 dargestellten Werte ermittelt

Strategie	Suchvorgänge/char	KSR [%]
Sofort suchen	0,476	42
Suchen nach 1 Anschlag	0,236	38
Suchen nach 2 Anschlägen	0,210	30
Suchen nach 3 Anschlägen	0,114	21
Suchen nach 4 Anschlägen	0,057	17

Tabelle 6.6: Vergleich verschiedener Eingabestrategien bei Textvorhersage [HOR 95]

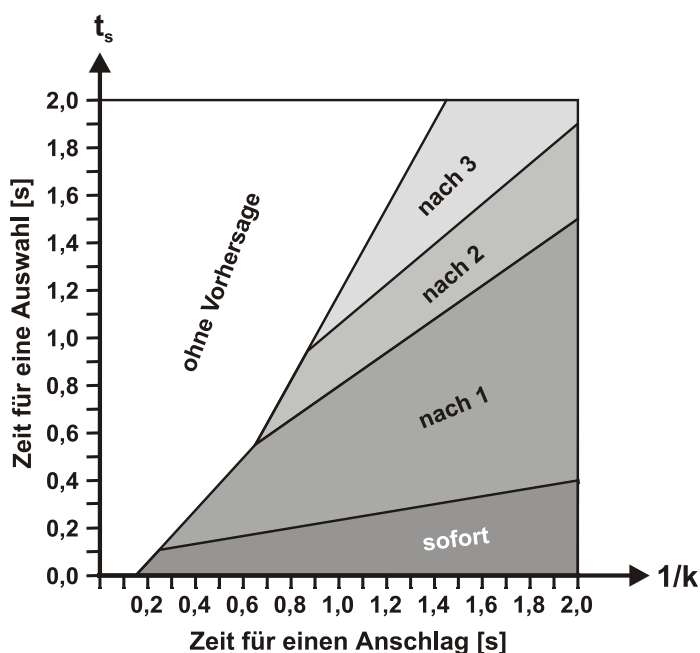


Abb. 6.47: Leistungsprofil verschiedener Textvorhersagestrategien [HOR 95]

Je später mit dem Durchsuchen der Liste begonnen wird, desto geringer ist einerseits die Zahl der Suchvorgänge je produziertem Buchstaben, andererseits verringert sich die erreichte KSR. Wird der Gewinn durch weniger Suchvorgänge dem Verlust bei geringeren KSRs gegenübergestellt, ergibt sich der in Abb. 6.47 dargestellte Zusammenhang. Bei einer

gegebenen Kombination aus k und t_s ist jene Vorhersagestrategie die zeitmäßig beste, in deren Keil sich der Schnittpunkt ergibt.

f) Zusätzliche Vorteile durch Textvorhersage

Die Verwendung von Textvorhersage bringt noch weitere Vorteile, auch wenn im konkreten Fall kein Zeitgewinn erzielt werden kann. Da ja nur gültige (korrekt geschriebene, orthographisch richtige) Wörter in der Vorschlagsliste erscheinen, wird der Text gleichzeitig einer Rechtschreibprüfung unterzogen. Personen mit Schreib- oder Rechtschreibproblemen (Dyslexie, Legasthenie) finden es viel leichter, das richtige Wort aus einer Liste mit vorgeschlagenen Wörtern auszuwählen als selbst ein Wort aus einzelnen Buchstaben zusammensetzen. Das gleiche gilt für Personen mit Wortfindungsschwierigkeiten. Es ist eine Tatsache, daß gerade die ersten Buchstaben eines Wortes gut behalten werden, aber der Rest unsicher ist. Wie schreibt man denn "Restaurant"? Auch wenn das ganze Wort nicht zu den einfachen Wörtern zählt, die ersten drei bis vier Buchstaben sind aber ziemlich sicher "Rest..." oder "Resd...". Taucht dann aber das gewünschte Wort in der Liste auf, wird es leicht wiedererkannt und kann ausgewählt werden. Der dabei erzielte Lerneffekt sollte auch nicht unterschätzt werden [LAI 99].

Bei Personen mit Rechtschreibschwäche sollte aber die Aufnahme neuer Wörter in das Vokabular des Textvorhersageprogramms nicht unbedingt immer automatisch erfolgen. Zu leicht würden dann falsch geschriebene Wörter das Wörterbuch "verunreinigen".

g) Möglichkeiten zur Steigerung der Effizienz der Textvorhersage

Bereits anhand dieses einfachen Beispiels kann gezeigt werden, daß es zahlreiche Strategien gibt, durch die eine Verbesserung der Einsparungsrate erzielt werden kann.

- **Lange Wörter bevorzugen**

Die Vorhersage langer Wörter ergibt i.a. ein hohes Einsparungspotential. Bei kurzen Wörtern kann es oft vorkommen, daß keine Einsparung erzielt werden kann. Eine Strategie kann daher sein, für die Aufnahme in die Vorschlagsliste bewußt die langen Wörter zu bevorzugen. Ist das Wort tatsächlich früh dabei, kann viel eingespart werden. Wird ein kurzes Wort nicht vorgeschlagen, dann gehen damit nur ein paar wenige Anschläge verloren.

- **Verworfenen Wörter nicht erneut vorschlagen**

In unserem Beispiel (Kapitel 6.4.4b) wurden die Wörter "komme" und "kommen" sowohl in der ersten als auch in der zweiten Vorschlagsliste angeführt. Wenn sie aber bereits in der ersten Liste verworfen wurden, dann wäre es nicht erforderlich gewesen, sie abermals aufzunehmen, auch wenn sie die Bedingung erfüllen, daß sie mit den Buchstaben "ko" beginnen.

- **Optimierung der Länge der Vorschlagsliste**

Die Länge der Vorschlagsliste ist ein weiteres wichtiges Kriterium: Lange Listen bieten zwar eine größere Chance, daß das gesuchte Wort in ihnen enthalten ist, machen aber größere Mühe beim Überprüfen, ob das Wort dabei ist. Es hängt also vom Verhältnis zwischen Schreib- und der Lesegeschwindigkeit des Benutzers / der Benutzerin ab, ob eine kurze oder lange Liste zu höheren Schreibleistungen führt.

- **Angepaßtes bzw. adaptives Vokabular mit zweckmäßiger Größe**

Kleine Vokabulare haben nicht nur den Vorteil, vom Rechner schneller verwaltet werden zu können, sie werden wichtige Wörter sehr bald anbieten können. Zu große Vokabulare überschwemmen die Vorschlagslisten mit Wörtern, die gar nicht zum Wortschatz des Schreibers / der Schreiberin gehören. Das Vokabular sollte daher dem Wortschatz des

Schreibers / der Schreiberin gut angepaßt sein, oder sich im laufenden Gebrauch selbsttätig den Schreibgewohnheiten anpassen. Wörter, die nie verwendet werden, können entfernt werden, unbekannte, aber öfters verwendete Wörter sollen aufgenommen werden.

- **Berücksichtigung der relativen Häufigkeiten (Wortfrequenzen)**

Üblicherweise wird die Häufigkeit, mit der ein Wort vom Schreiber / von der Schreiberin verwendet wird (engl. frequency), als Parameter jedes einzelnen Wortes in das Vokabular aufgenommen. Häufig verwendeten Wörtern kommt dann eine höhere Wahrscheinlichkeit zu und sie werden daher gegenüber selten verwendeten Wörtern bevorzugt in die Vorschlagsliste aufgenommen.

- **Berücksichtigung der Aktualität eines Wortes**

Auch die "Aktualität" (engl. recency) eines Wortes kann für Aufnahme in die Vorschlagsliste herangezogen werden. Unter dieser Aktualität wird verstanden, ob ein Wort vor kurzer Zeit verwendet wurde, oder ob seine letzte Verwendung längere Zeit zurückliegt. Innerhalb eines Textes, der sich mit einem bestimmten Thema auseinandersetzt ist es wahrscheinlich, daß Wörter, auch wenn sie selten sind, öfters vorkommen. Das Wort "augmentativ" ist sicher ein seltenes Wort und würde daher erst sehr spät in die Vorschlagsliste aufgenommen werden. Im Kontext dieser Abhandlung kommt es aber in kurzen Abständen (*recently*) vor, was beim Aufbereiten der Vorschlagsliste berücksichtigt werden sollte.

- **Getrennte Behandlung von Wortstamm und Endung**

Die letzte im obigen Beispiel angeführte Vorschlagsliste zeigt auf den Plätzen 1 bis 4 lediglich unterschiedliche Formen ein und desselben Wortes "kommunal~". Die Unterschiede liegen nur in den Endungen. Dabei sind vier Formen für die deutsche Sprache eher wenig. Manche Zeitwörter können es auch auf zehn und mehr Formen bringen:

1	forschen
2	forsche
3	forschst
4	forscht
5	forschte
6	forschtest
7	forschten
8	forschtet
9	forschend
10	forschende
11	forschender
12	forschendes
13	forschendem
14	forschenden
15	forschet

Für die Wortvorhersage bedeutet das aber, daß praktisch alle Buchstaben des Wortstammes („forsch~“) und sogar der eine oder andere Buchstabe der Endung eingegeben werden müssen, bis die Form mit der gewünschten Endung tatsächlich in der Vorschlagsliste aufscheint. Die Einsparung ist dann oft nur ein einziger Buchstabe. In diesem Zusammenhang schreibt Bruce Baker, der Erfinder von "Semantic Compaction" (siehe dazu Kapitel 6.4.5):

The problems word prediction systems have with morphology is extensive even in English. In French or German, morphological variations cover the screen in a word prediction system like fog on a misty night.

Bruce Baker, [BAK 94].

Diesem Mangel (der sich übrigens wegen der wenigen Endungsformen im Englischen nicht gravierend bemerkbar macht) kann dadurch abgeholfen werden, daß für Wortstamm und Wortendung getrennte Vorschlagslisten angeboten werden. Ist der Wortstamm in der Liste, kann der Vorschlag angenommen werden und in einem zweiten Schritt die gewünschte Endung ausgewählt werden.

- **Einbeziehung grammatikalischer und syntaktischer Regeln**

Eine weitere Verbesserungsmöglichkeit ist die Einbeziehung der grammatikalischen und syntaktischen Zusammenhänge. Die meisten rein über die Wahrscheinlichkeit gemachten Vorschläge scheiden aufgrund grammatikalischer Regeln aus. Die Trefferwahrscheinlichkeit kann also wesentlich erhöht werden, wenn einerseits im Vokabular bei jedem Eintrag entsprechende grammatikalische Markierungen eingebaut werden und andererseits die Auswahl unter Berücksichtigung der Grammatik erfolgt.

- **Einbeziehung semantischer Beziehungen**

In einem natürlichen Kommunikationsvorgang besteht (zumindest bis zu einem Themenwechsel) eine gewisse Konstanz hinsichtlich des Inhaltes. Das bedeutet auch, daß in Abhängigkeit vom momentan behandelten Thema Wörter aus einer bestimmten Bedeutungsklasse (semantischen Klasse) mit höherer Wahrscheinlichkeit vorkommen als solche, die einer anderen Kategorie angehören. Wenn es nun gelingt, die im Wörterbuch des Vorhersageprogramms gespeicherten Wörter in semantische Klassen einzuteilen, dann steht dem Programm ein weiteres Kriterium zur Verfügung, das bei der Bildung der Auswahlliste herangezogen werden kann. Solange nicht ein neues Thema aufgegriffen wird, werden die Vorschläge präziser sein, weil semantisch nicht passende Wörter in der Wahrscheinlichkeit zurückgereiht werden. Der Einsatz von Methoden der künstlichen Intelligenz und neuronale Netzwerke können hier zu weiteren Verbesserungen führen [GAR 94].

6.4.5 Semantic Compaction

Das Einsparungspotential an Anschlägen, das mit Textvorhersageprogrammen erzielt werden kann, ist nicht das maßgebliche Kriterium. Vielmehr muß gefragt werden, ob der Einsparung an Anschlägen auch eine gleich starke Erhöhung der Kommunikationsgeschwindigkeit bzw. Senkung der mit dem Schreibvorgang verbundenen Anstrengung gegenüber steht. In vielen Fällen werden zwar deutlich Anschläge eingespart, und trotzdem tritt der gewünschte Beschleunigungseffekt nicht auf. Textvorhersageprogramme verlangen vom Benutzer / von der Benutzerin das aufmerksame Lesen von Wortlisten. Währenddessen darf nicht vergessen werden, was eigentlich gesagt werden soll. Für viele behinderte Menschen eine Anforderung, die sie nicht erfüllen können.

Für einen Satz mit 180 Anschlägen, das sind etwa zwei Textzeilen, benötigt eine Person, die auf einen Kopf- oder Mundstab angewiesen ist und die etwa für einen Anschlag zwei Sekunden braucht, nicht weniger als 360 Sekunden, also genau 6 Minuten. Wenn mit Textvorhersage 50% der Zeit eingespart werden kann (was kaum erreichbar ist), sind das immer noch 3 Minuten gegenüber etwa 12 Sekunden, die beim laut Vorlesen desselben Textes vergehen. Das stellt immer noch ein Verhältnis von 1:15 dar. Auch bei kürzeren Sätzen ist die Kommunikationsgeschwindigkeit unerträglich gering.

Faßt man die oben angeführten Kritikpunkte zusammen, kommt man zu dem Schluß, daß grundsätzlich jede Methode, Sprache über die Aneinanderreihung von Buchstaben zu erzeugen zu langsam ist. Die Verwendung von Phrasenkatalogen hingegen, schränkt die Auswahlmöglichkeiten zu stark ein. Eine Antwort auf diese Probleme verspricht die von B. Baker entwickelte "Semantic Compaction" (könne vielleicht mit "Semantischer Verdichtung" übersetzt werden).

Die Erfahrung Bakers mit alten und orientalischen Sprachen führte zu Überlegungen, anstelle der Buchstaben-Basis eine semantische Kommunikationsbasis einzuführen. Im Chinesischen ist es möglich, einen typischen Satz mit weniger als 20 Schriftzeichen auszudrücken. Hier besteht aber (man spricht von logographischer Herangehensweise) der Bedarf nach zumindest 1.000 Schriftzeichen, um allein die grundlegenden Kommunikationsbedürfnisse befriedigen zu können.

Baker geht von einer mit Bildern versehenen Tastatur aus, bei der aber im Gegensatz zu den einfachen Phrasenkatalogen ein bestimmter Satz durch Betätigen einer bestimmten Sequenz von etwa vier Tasten abgerufen wird. Die Bilder sind so gewählt, daß sie ein Fülle von Assoziationen hervorrufen können, die bei der Zusammenstellung der jeweiligen Sequenzen eine bedeutende Rolle für das Merken spielen.

Mit nur 50 Tasten (Symbolen) lassen sich unter Verwendung von 4 Anschlägen Tausende Sätze formulieren. Theoretisch wäre bei Ausnützung aller Kombinationen das Abrufen von 6.250.000 Sätzen möglich (50^4). Diese extreme Anzahl von Kombinationen ist verständlicherweise nicht merkbar.

Das zweimalige Anschlagen (Anwählen) der gleichen Taste führt auf die direkte Bedeutung, die auf dieser Taste dargestellt ist. Alle weiteren Anschläge danach führen zu entsprechenden verwandten (assoziativen) Begriffen. Eigene Tasten führen zur Negation, zum Wechsel in der Person oder Zeitform.

Das alles muß allerdings von einem Logopäden / einer Logopädin in mühsamer Kleinarbeit nach den jeweiligen Kommunikationsbedürfnissen des Benutzers / der Benutzerin zusammengestellt werden. Zur Erleichterung dieser Arbeit werden verschiedene fertige Grundkonzepte angeboten, die sich dann im laufenden Gebrauch ausbauen lassen.

Semantic Compaction wird von Baker wie folgt definiert [BAK94]: Semantic Compaction ist die systematische Verwendung sekundärer Bildbedeutung, um die Anzahl der Symbole in einer auf Konzepten basierenden Auswahlmenge zu reduzieren, um damit natürliche Sprache darzustellen³³."

Diese Definition bedarf verständlicherweise einer ausführlichen Erklärung, bis daraus das Prinzip von Semantic Compaction verständlich wird:

- Unter der "**Auswahlmenge**" (engl.: *selection set*) wird die Gesamtmenge der zur Verfügung stehenden Elemente in einem System verstanden.
- Als ein Beispiel für ein System mit extrem geringer Auswahlmenge führt Baker den Morsecode an. Das System besteht nur aus Punkt, Strich und Pause. Zur Darstellung der 26 Buchstaben des Alphabets werden Folgen von bis zu 4 (mit Einbeziehung der Pause bis zu 5) Elementen benötigt.
- Ein Beispiel für das andere Extrem ist Chinesisch (Mandarin). Hier besteht die Auswahlmenge aus einigen Tausenden von Symbolen. Dafür ist es aber wiederum möglich, ganze Sätzen mit weniger als einem Duzend Schriftzeichen zu notieren.

³³ Im Originalwortlaut: "Semantic Compaction is the systematic use of secondary iconicity to reduce the number of symbols in a conceptionally-based selection set for the representation of natural language"

- Die Auswahlmenge ist also das Repertoire an Zeichen oder Symbolen, die zu einer Zeichenfolge zusammengesetzt werden können.
- Für Semantic Compaction werden Auswahlmengen von 50 bis 100 (mehrdeutigen) Symbolen verwendet, mit denen einige tausend Begriffe dargestellt werden können, wobei die Zeichenfolgen vier Zeichen nicht überschreiten.
- **"Natürliche Sprache"** bezieht sich auf Sprachen wie Deutsch, Englisch, Französisch etc.. Natürliche Sprachen bestehen aus semantischen Einheiten, oft bezeichnet als Lexeme, die untereinander durch Syntax verbunden werden.
- **"Auf Konzepten basierend"** (*Conceptually Based*): Baker unterscheidet zwei Möglichkeiten der Darstellung natürlicher Sprache: Konzept-Basis und phonetische Basis. Hieroglyphen begannen in ihrer ursprünglichen Form als eine Sammlung von Bildern um bestimmte Gedanken und Dinge auszudrücken, was mit Konzept-Basis bezeichnet wird. Mit wachsendem Kommunikationsbedarf kamen später mehr und mehr phonetische Elemente dazu. Unsere Sprachen basieren komplett auf Phonetik.
- **"Sekundäre Bildbedeutung"**: Unter der primären Bildbedeutung³⁴ wird die "vordergründige" Bildbedeutung verstanden, das Bild meint genau den Gegenstand, den es eben darstellt: Das Bild einer Schneeflocke bedeutet Schneeflocke. Die sekundäre Bedeutung kann "weiß", "kalt", "Winter" etc. sein.
- Mehrdeutige Symbole drücken nicht nur den vordergründig dargestellten Gegenstand aus. Neben die Frage "was ist das?" treten die umfassenderen assoziierten Konzepte "was macht man damit?", "was gehört dazu?", "wo kommt das vor?", "welche Farbe, Größe, Form hat das?" etc..

Die praktische Umsetzung der Semantic Compaction geschieht unter dem Programmnamen (bzw. Markennamen) "Minspeak". Minspeak ist für den PC und im Zusammenhang mit verschiedenen Kommunikationshilfen (z.B. Touch Talker, Light Talker, Intro Talker, Liberator, Alpha Talker, Delta Talker) erhältlich

Die Tastatur von Minspeak (ein Concept Keyboard) verwendet statt Buchstaben unterschiedliche Symbole auf den Tasten, die man auch Konzepte nennt. Einige betreffen linguistische Funktionen, andere Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL = engl. activities of daily living), doch auch Elemente zum Ausdruck der Stimmungslage können darin enthalten sein.

³⁴ Verallgemeinert sollte nicht von Bildbedeutung sondern von Symbolbedeutung oder Elementbedeutung gesprochen werden. Dann läßt sich das Gesagte sowohl auf akustische und optische Symbole anwenden. Das Wort Bild (gr. eikon, engl. icon) sollte für optische Symbole reserviert bleiben.

6.5 Visuelle Sprachen

6.5.1 Grundlagen

Unsere gesamte direkte interpersonelle Kommunikation, auch wenn sie sich vorwiegend auf die Vermittlung verbaler Inhalte stützt, enthält immer visuelle Komponenten, deren Bedeutung nicht unterschätzt werden darf. Körpersprache, Mimik und Gestik tragen viel zur Interpretation dessen, was in Worten vermittelt wird, bei.

Vor der Erfindung von Telegraph und Funkverkehr war man auch bei der Nachrichtenübermittlung über größere Entfernungen auf optische Systeme angewiesen:

- Optische Telegraphen bestanden aus Türmen, auf denen bewegliche Flügel montiert waren. Jede Stellung dieser Flügel entsprach einem bestimmten Buchstaben und konnte über weite Strecken hinweg von der nächstfolgenden Telegraphenstation beobachtet und weitergeleitet werden.

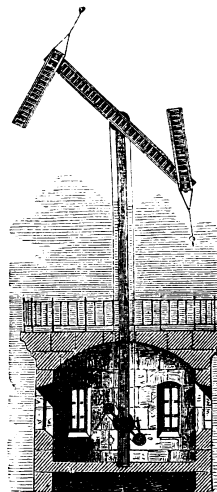


Abb. 6.48: Optischer Telegraph nach Chappe³⁵ [ZÖL 1877]

- Zur Kommunikation zwischen Schiffen wurden Flaggensignale (Abb. 6.49) bzw. optisch übermittelte Morsezeichen verwendet.

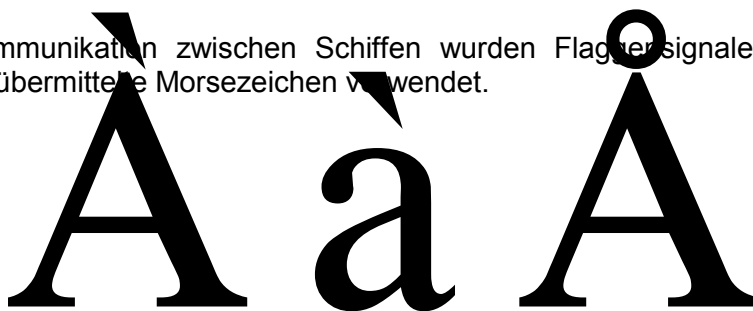


Abb. 6.49: Flaggensignale für die Buchstaben A, B und C

- Auch Rauchsignale können als ein Beitrag zur optischen interpersonellen Kommunikation angesehen werden.

Nachfolgend werden verschiedene Arten der visuellen Kommunikation beschrieben, wie sie von gehörlosen (oder sprechbehinderten) Personen verwendet werden. Die einzelnen Methoden unterscheiden sich darin, welcher Aspekt der Sprache in die visuelle Modalität übertragen wird:

³⁵ Claude Chappe, französischer Ingenieur, optische Telegraphenlinie Paris-Lille, 1793

- **Lippenlesen:** visuelles Lippenbild (Viseme)
- **Fingeralphabet:** visuelle Buchstaben
- **Cued Speech:** visuelle Phoneme
- **LBG:** visuelle Wörter
- **Gebärde:** eigenständige Sprache

6.5.2 Lippenlesen

Mit entsprechender Übung können hochgradig hörgeschädigte oder gehörlose Personen Wörter von den Lippen des Gesprächspartners ablesen. Bei Personen mit Hörrest dient das Lippenlesen unterstützend zum Hören, besonders dann, wenn bestimmte Laute auditiv schwer unterscheidbar sind.

Auch wenn gute Lippenleser oft den Eindruck erwecken, jedes einzelne Wort eines Gesprächs zu verstehen, sollte man bedenken, daß beim Lippenlesen in der Regel nie mehr als 30% der Wörter direkt erkannt werden und der Rest aus dem Zusammenhang kombiniert wird.

Das kleinste lautliche Segment einer Sprache, das von bedeutungsunterscheidender Funktion ist, wird Phonem genannt. Das Wort "geht" besteht aus den drei Phonemen /g/, /e:/ und /t/. Der Austausch des Phonems /e:/ gegen /u:/ führt zur neuen Bedeutung "gut", bestehend aus /g/, /u:/ und /t/. [GUS96]. Die deutsche Sprache kennt etwa 40 Phoneme.

Auch bei der visuellen Wahrnehmung vokal artikulierter Sprache kennt man kleinste unterscheidbare Segmente. Diese werden im Unterschied zu den Phonemen der auditiven Wahrnehmung Viseme genannt. Bei der deutschen Sprache lassen sich etwa 12 Viseme unterscheiden. Die Informationsreduktion auf 30% kann daher bereits aus dem Verhältnis 40 Phoneme zu 12 Viseme erklärt werden [BOT94].

Betrachtet man die Möglichkeiten für das Lippenlesen genauer, so hat die Einschränkung gegenüber der auditiven Wahrnehmung drei Ursachen [BOT92]:

- Es gibt Phoneme, die zum gleichen bzw. zu so ähnlichen Lippenbildern führen, daß sie visuell nicht unterschieden werden können (mehrere Phoneme werden auf nur ein Visem abgebildet). Beispiele dafür sind /b/ und /p/ sowie /d/ und /t/.
- Phoneme, die im hinteren Teil des Mundes bzw. im Rachen gebildet werden, entziehen sich vollständig einer Betrachtung von außen. Beispiele dafür sind /g/ und /k/.
- Einige Viseme sind davon abhängig, in welchem Kontext sie auftreten. Artikulation ist ein dynamischer Vorgang, bei dem die Sprechorgane in dauernder Bewegung sind. Daher kommt es vor, daß ein und dasselbe Phonem je nachdem nach welchem Laut es ausgesprochen wird, zu einem unterschiedlichen Lippenbild führt (sog. Koartikulation). Der /f/-Laut in "Ofen" und "Hafen" ist identisch. Die Lippenstellung (das Visem) für den /f/-Laut ist jedoch im Fall von "Ofen" wesentlich schmaler (geringerer Abstand der Mundwinkel voneinander) als bei "Hafen", wo das vorangehende /a/ zu einer breiteren Lippenstellung führt.

Voraussetzung für erfolgreiches Lippenlesen ist neben dem Abstand zum Sprecher / zur Sprecherin und den herrschenden Beleuchtungsverhältnissen auch ein klares Lippenbild. Daher muß dazu die Mundpartie voll sichtbar sein (keine Oberlippenbärte, keine Hand im Gesicht ...). Der Sprecher / die Sprecherin sollte deutlich, aber nicht übertrieben artikulieren und mit vollkommen normaler Lautstärke sprechen.

6.5.3 Fingeralphabet

Das Fingeralphabet, bei dem Buchstaben durch die Fingerstellung *einer* Hand zum Ausdruck gebracht werden, geht bereits auf die Mitte des 16. Jahrhunderts zurück und wurde zur Unterrichtung "taubstummer" Kinder entwickelt³⁶. Die Hand- und Fingerstellungen für die einzelnen Buchstaben sind von Land zu Land verschieden, weisen aber gewisse Ähnlichkeiten auf. Abb. 6.50 zeigt die Handstellungen des in Österreich und Deutschland gebräuchlichen Fingeralphabets.

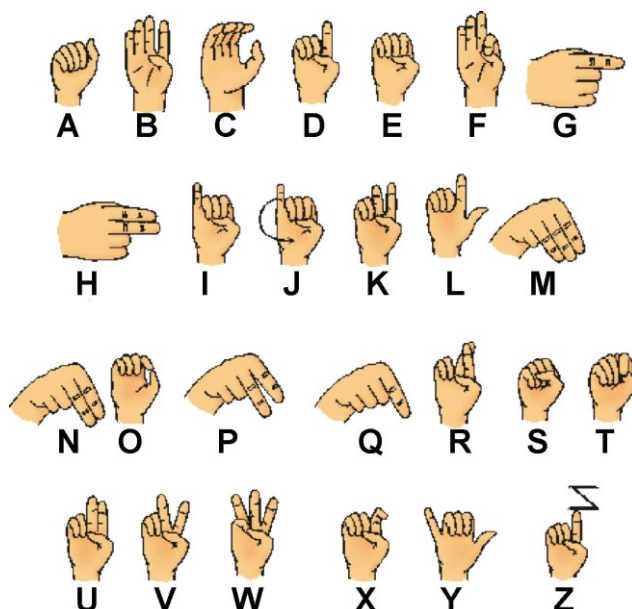


Abb. 6.50: In Österreich und Deutschland gebräuchliches Fingeralphabet

Die meisten Symbole des Fingeralphabets sind statisch, werden also ohne eine Bewegung ausgeführt. Ausnahmen in praktisch allen Fingeralphabets sind die Buchstaben "J" und "Z", die, so wie in Abb. 6.50 gezeigt, durch eine "hakenförmige" bzw. durch eine "zick-zack"-Bewegung gebildet werden.

Die Umlaute der deutschen Sprache werden aus den entsprechenden Vokalen mit einer zusätzlichen Ab- und Aufwärtsbewegung geformt. Gleiches gilt auch für das "ß", das aus "s" plus Abwärtsbewegung entsteht.

Die Fingerzeichen in Abb. 6.50 sind größtenteils so dargestellt, wie sie von der lesenden Person aus zu sehen sind. Ausnahmen sind die Buchstaben "C", "G", "H", "O", "P", "Q" und "CH", die der besseren Sichtbarkeit wegen von der anderen Seite her dargestellt sind. Die Handstellung bleibt immer unverkrampft.

Zur Veranschaulichung ist in Abb. 6.51 ein kurzer Text durch das Fingeralphabet dargestellt:



Abb. 6.51: Textbeispiel für das Fingeralphabet³⁷

³⁶ Pedro Ponce de León, Spanier (geb. 1520, gest. 1584)

³⁷ Die beiden dargestellten Wörter heißen "internet links" (Quelle: <http://www.asta.uni-hamburg.de/users/west/index-d.html>)

Die Verwendung des Fingeralphabets (engl.: *finger spelling*) setzt die entsprechenden Kenntnisse und natürlich auch Übung auf beiden Seiten voraus. Da jedes Wort Buchstabe für Buchstabe mit den Händen geformt werden muß, sind die Sprechgeschwindigkeiten selbst bei geübten Personen im Vergleich zu einem auditiven Gespräch eher bescheiden.

6.5.4 Gebärdensprache

Die Gebärdensprache (engl.: *sign language*) wird als die eigentliche „Muttersprache“ der gehörlosen Menschen angesehen und ist in vielen Ländern auch als offizielle Minderheitensprache (mit allen damit verbundenen Rechten) anerkannt. Die Eigenständigkeit dieser Sprache kommt darin zum Ausdruck, daß es sich nicht um eine Wort-zu-Wort Übersetzung einer gesprochenen Sprache handelt (siehe dazu auch 6.5.5), sondern daß sie ihre eigenen Regeln (Syntax, Grammatik und Semantik) hat. Während die Syntax unserer gesprochenen Sprache auf "Subjekt - Objekt - Prädikat" aufbaut, könnte man die Grundsyntax der Gebärdensprache mit "Thema - Beschreibung" charakterisieren.

Die Darstellung von Gebärden erfolgt in erster Linie mit Armen und Händen (meist beiden) und zwar etwa innerhalb eines Fensters, das nach oben durch den Kopf und nach unten durch den Nabel begrenzt ist. Auch seitlich werden Gebärden nahe am Körper ausgeführt. Mit anderen Worten, ein Bildausschnitt (z.B. bei einer Videoübertragung), der den Kopf und Brustbereich einer gebärdenden Person zeigt, ist demnach ausreichend.

Zusätzlich zu den Bewegungen und Stellungen von Armen, Händen und Fingern spielt auch der Gesichtsausdruck eine große Rolle. Viele zusätzliche Attribute werden auf diese Weise vermittelt. Soll beispielsweise zusätzlich zur Gebärde für "Arbeit" (Aufeinanderschlagen der beiden Fäuste - siehe Abb. 6.52, Bild ganz links) ausgedrückt werden, daß es sich um eine besonders schwere Arbeit handelt, dann wird der "Sprecher" / die "Sprecherin" die Wangen aufblasen, die Stirn runzeln und ein ernstes Gesicht machen.

Jede Gebärde ist also ein visuelles Symbol, das sich aus bestimmten Handformen, Ausführungsstellen und Bewegungen (einmalig oder wiederholt) zusammensetzt und durch Körperhaltung und Mimik ergänzt wird.

Gebärdensprache ist nicht nur visuell dargestellte, sondern auch visuell empfundene Sprache. Das soll heißen, daß die Art, in der Dinge oder Vorgänge durch Gebärden dargestellt werden, stark davon abhängen, wie sie sich der gebärdenden Person visuell (also auch perspektivisch) darstellen. Die Gebärde für "Person" ist demnach vollkommen anders, je nachdem ob sie sich auf eine Person bezieht, die sich nahe neben dem Sprecher / der Sprecherin befindet oder weiter weg auf der anderen Straßenseite. Im ersten Fall wird eine Handbewegung verwendet, die von der Schulter bis zur Hüfte reicht (siehe Abb. 6.52, zweites Bild von links). Im zweiten Fall kann die entfernte Person durch den aufgestellten und weiter von Körper entfernten Zeigefinger repräsentiert werden. Eine größere räumliche Entfernung bedingt in diesem Fall auch die Verwendung eines kleineren Symbols.

Hörende Personen, die Gebärdensprache lernen (was übrigens mit viel Praxis verbunden sein sollte) müssen sich daher vollkommen von ihren auditiv geprägten Gedanken (Wortfolgen und Satzstellungen) lösen und in die rein visuell orientierte Welt der gehörlosen Menschen eintauchen.

a) *Geschichte der Gebärdensprache*

Die Geschichte der Gebärdensprache reicht weit zurück, ist aber leider nicht ausreichend dokumentiert. Einen besonderen Fall stellt die Insel Martha's Vineyard (dem US Bundesstaat Massachusetts im SO vorgelagert) dar, auf der sich zufolge eng begrenzter Zuwanderung und der dadurch erfolgten Inzucht im frühen 18. Jahrhundert eine hohe Rate von genetisch bedingter Gehörlosigkeit entwickelte. Je nach Gebiet wird von 0,7% bis 25% gehörlosen

Personen berichtet. Das hatte zur Folge, daß sich dort bereits sehr früh eine Gebärdensprache entwickelte. In diesem Fall, bedingt durch den hohen Anteil an gehörlosen Personen, wurde Gebärde zur zweiten Verkehrssprache, die auch von der hörenden Bevölkerung beherrscht wurde. Gehörlosigkeit wurde daher auf Martha's Vineyard nicht als Kommunikations-Handicap empfunden.

Was einerseits die Bemühungen um die gesellschaftliche Anerkennung der Gebärdensprache und deren Verwendung als Mittel zur Unterrichtung von gehörlosen Kindern angeht, spielte Frankreich im 18. Jahrhundert eine führende Rolle. Allerdings wurde die linguistische Eigenständigkeit der Gebärdensprache zu dieser Zeit noch nicht voll erkannt.

Es soll in diesem Zusammenhang nicht unerwähnt bleiben, daß um die Gebärdensprache auch ein gewisser „Glaubenskrieg“ entbrannt ist. Befürworter der Gebärdensprache sehen darin nicht nur eine sehr effektive Kommunikationsmöglichkeit sondern verfechten damit auch das Recht auf eine eigene kulturelle Entwicklung gehörloser Menschen. Die Gegner argumentieren damit, daß dadurch gehörlose Menschen (und hier geht es vornehmlich um die Kinder hörender Eltern) in eine Subkultur bzw. in ein Ghetto abgedrängt werden. Ihnen erscheint es wichtiger, daß sich Kinder möglichst an die hörende und sprechende Gesellschaft anpassen und daher perfekt Lippenlesen lernen und auch in der Lage sind, sich lautsprachlich zu artikulieren. Dieser Streit eskalierte sogar soweit, daß es durch einen 1880 in Mailand stattgefundenen Kongreß von Gehörlosenpädagogen zu einem kompletten Verbot der Gebärdensprache kam. Diese kategorische Haltung wird heute zwar nicht mehr vertreten, aber das Maß der Akzeptanz der Gebärdensprache ist immer noch von Schule zu Schule unterschiedlich.

In letzter Zeit setzt sich jedoch die Meinung durch, daß eine multimodale Erziehung über eine möglichst große Zahl von Kanälen, in der Gebärden, geschriebene und gesprochene Lautsprache in einem ausgewogenen und zeitlich auf die Entwicklung des Kindes abgestimmten Verhältnis stehen, den höchsten Lernerfolg bieten [DOT 96]. Die multimodale Herangehensweise hat sich auch bei Kindern mit Down Syndrom bewährt. Auch wenn keine Hörschädigung vorliegt, werden diese Kinder durch die parallele Vermittlung von Lautsprache und Gebärden (man spricht hier auch von "totaler Kommunikation") besonders gefördert.

Abschließend noch einige Beispiele zur Anerkennung der Gebärdensprache:

- Vom Parlament der Europäischen Union wurde die Gebärdensprache im Jahr 1988 offiziell und einstimmig anerkannt.
- Im Oktober 1998 hat die Tschechische Republik die Gebärdensprache offiziell als Sprache einer Bevölkerungsminderheit anerkannt.
- Bemühungen um eine Anerkennung der Österreichischen Gebärdensprache haben erst am 1. September 2005 Erfolg gehabt.
- Die momentan jüngste Anerkennung erfolgte in Neuseeland im April 2006.

b) Nationale und internationale Gebärdensprachen

Gebärde ist eine lebendige Sprache, die (wie gesprochene Sprachen und Dialekte) von Land zu Land und selbst von Region zu Region verschieden ist und dem üblichen zeitlichen Wandel unterworfen ist. Sie ist nicht aus der jeweiligen vokalen Sprache des Landes oder der Region abgeleitet. Daher ist amerikanische Gebärdensprache (ASL = *American Sign Language*) vollkommen verschieden zur britischen Gebärdensprache (BSL = *British Sign Language*) obwohl die vokale Sprache in beiden Ländern Englisch ist. ASL ist sogar näher verwandt mit der französischen Gebärdensprache (LSF), da im 19. Jahrhundert einer der ersten Lehrer für gehörlose Menschen in den USA ein Franzose³⁸ war.

³⁸ Laurent Clerc

Selbst relativ kleine Länder wie Österreich verfügen (noch) über keine einheitliche Gebärdensprache. Von Region zu Region bestehen deutliche Unterschiede, eine Verständigung ist aber trotzdem weitgehend möglich. Das hängt auch damit zusammen, daß viele Gebärden ikonischen Charakter haben und daher ohne weitere Vereinbarung entweder in verschiedenen Ländern identisch sind oder so evident sind, daß sie ohne weiteres verstanden werden können. Die Sprachbarrieren zwischen gehörlosen Menschen verschiedener Nationen werden sogar als geringer eingeschätzt als zwischen hörenden Personen.

Neben den vielen existierenden nationalen und regionalen Gebärdensprachen bemüht man sich auch um die Entwicklung einer internationalen Gebärdensprache. Die internationale Gebärdensprache "Gestuno" versucht durch weltweite Vereinheitlichung von Gebärden auf der Ebene der Begriffe (also der "Vokabeln") eine im internationalen Verkehr einheitliche Basis zu schaffen. Eine Vereinheitlichung von Syntax und Grammatik ist dabei jedoch nicht vorgesehen. In Europa sind Bestrebungen zur Schaffung der "International Sign Language" (ISL) noch im Gange. Abb. 6.52 zeigt einige (wenige) typische Gebärden der ISL.

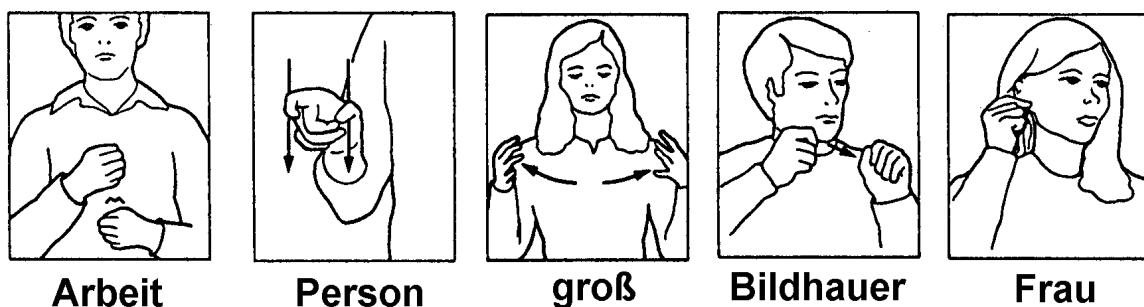


Abb. 6.52: Beispiele für Gebärden (Quelle British Deaf Association 1975)

c) Katalogisierung der Gebärdensprache

Die Vereinheitlichung einer Sprache über größere geographische Gebiete hinweg hängt mit dem Vorhandensein eines Alphabets, mit der Verschriftung und mit der Verbreitung dieses Schriftgutes zusammen. Alle diese Voraussetzungen sind für die gesprochene Sprache seit Jahrhunderten erfüllt. Schreibweise und Bedeutung von Wörtern können in Wörterbüchern und Lexika zusammengefaßt und systematisch geordnet werden.

Bei einer rein visuell vermittelten Sprache fehlen diese Voraussetzungen. Gebärden lassen sich nicht in einfacher Form in eine alphabetische Reihenfolge bringen, in einem Gebärdensprachebuch zusammenfassen und auf diese Weise verbreiten und vereinheitlichen. Gebärdensprachelexika mußten sich daher lange auf statische Zeichnungen oder Photos samt erklärendem Zusatztext beschränken. Das Nachschlagen einer Gebärde ausgehend vom lautsprachlichen Begriff war dabei noch die leichtere Angelegenheit, da sich die lautsprachlichen Wörter alphabetisch ordnen lassen. Aber wie soll man zu einer Gebärde den zugehörigen lautsprachlichen Begriff finden?

Erst das Computerzeitalter, mit der Möglichkeit der multimedialen Mensch-Maschine Kommunikation hat eine Verbesserung dieser Situation gebracht. Für eine ganze Reihe von Gebärdensprachen wurden einzelne Gebärden durch Videoaufzeichnung erfaßt, nach eigens dafür entwickelten Klassifikationssystemen sortiert (z.B. HamNoSys = Hamburger Notationssystem für Gebärdensprachen) und in multimedialen Datenbanken abgelegt.

Für Österreich wurde mit ÖGS-LEX 1.0 die erste CD-ROM mit rund 750 Digital-Video Gebärden geschaffen. In der ersten Version berücksichtigt sie vor allem die Kärntner Version der ÖGS (Österreichische Gebärdensprache). Eine Erweiterung soll folgen. Mit dem Multimediapak

"MUDRA"³⁹ wurde ein Nachschlagewerk sowie ein Lern- und Trainingsprogramm für die ÖGS geschaffen, in dem in der derzeitigen Beta-Version 1.000 Gebärden erfaßt sind.

Derartige Nachschlagewerke für Gebärden finden sich auch zunehmend im WWW. Nach Eingabe des gesuchten Vokabels wird die zugehörige Gebärde in einem Videoclip dargestellt. Die umgekehrte Richtung – von der Gebärde zum lautsprachlichen Wort – ist ein noch ungelöstes Problem.

6.5.5 Lautsprachbegleitende Gebärde (LBG)

Die lautsprachbegleitende Gebärde (LBG) sollte nicht mit der eigentlichen Gebärdensprache (so wie oben beschrieben) verwechselt werden. Es handelt sich dabei im strengen Sinn um visualisierte orale Sprache, bei der jedes einzelne Morphem von der oralen in die visuelle Modalität übertragen wird [DOT 96]. Anders als bei der Gebärdensprache leitet die gesprochene Sprache die Wortfolge und Ausdrucksweise. Mit anderen Worten: Der Sprecher / die Sprecherin spricht in üblicher Weise die gesprochene Landessprache, unterstützt aber das Lippenlesen durch (lautsprach)begleitende Gebärden, um damit die Verständlichkeit zu erhöhen. Dabei kann durchaus von der Möglichkeit Gebrauch gemacht werden, die Lautsprache „stumm“ zu sprechen, d.h. in stimmloser Weise nur die Lippenbilder zu formen. Im Englischen wird die lautsprachbegleitende Gebärde "Signed English" oder auch "Signed Exact English" (SEE) genannt [STA 97].

In erster Linie ist LBG eine Methode der Kommunikationsunterstützung zwischen hörenden und gehörlosen Personen. Sie kann aber auch als Vorbereitung zur Erlernung der Gebärdensprache dienen und zum Erwerb der Lautsprache dienen. Als ständiges Kommunikationsmittel ist LBG zu langsam und zu unökonomisch [DOT 96]

Der Unterschied zwischen Gebärdensprache (GS) und lautsprachbegleitender Gebärde (LBG) wird durch den Vergleich zwischen Abb. 6.53 und Abb. 6.54 deutlich.



Abb. 6.53: Deutsche Gebärdensprache: "Das Flugzeug fliegt schnell ab" [PRI 98]

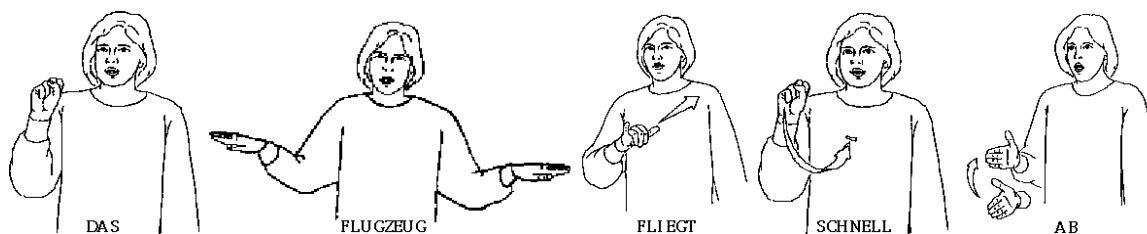


Abb. 6.54: Lautsprachbegleitende Gebärde: "Das Flugzeug fliegt schnell ab" [PRI 98]

³⁹ Mudra (Sanskrit für Siegel oder Zeichen) ist eine durch bestimmte Stellung der Finger bzw. Hände gekennzeichnete Geste von symbolischer Bedeutung.

6.5.6 Cued Speech

Während die lautsprachbegleitende Gebärde das Lippenlesen durch die Präsentation der einzelnen gesprochenen Wörter mittels Gebärdenzeichen unterstützt, wird bei der "Cued Speech" (wörtlich Sprache mit Hinweisen) mittels Handzeichen ein weiterer Hinweis auf die gesprochenen Phoneme gegeben. Diese Zeichen werden mit der Hand in der Nähe des Mundes gegeben, damit die von den Lippen ablesende Person den Blick immer auf das Gesicht des Gegenübers richten kann. Bei Cued Speech ist es wesentlich, daß Mundbild und Handstellung gleichzeitig beobachtet werden muß.

Die Handzeichen helfen vor allem, Phoneme mit gleichen oder ähnlichen Lippenbildern besser voneinander unterscheiden zu können (wie "b" und "p"). Cued Speech wird in keiner Weise als Ersatz für Gebärde angesehen sondern als ein für beide Seiten relativ rasch zu erlernendes Verfahren um die Verständlichkeit des Lippenlesens zu erhöhen.

Robert Orvin Cornett ging für die Entwicklung des "phonetic spelling" von 37 zu unterscheidenden Phonemen aus (25 Konsonanten und 12 Vokalen).

Die Phoneme der 25 Konsonanten werden in 8 Gruppen eingeteilt (7 Gruppen mit je 3 Phonemen und eine Gruppe mit 4 Phonemen). Alle Phoneme, die innerhalb einer Gruppe sind, lassen sich gut durch das Mundbild (die zugehörigen Viseme) unterscheiden. Hingegen kommen alle Phoneme, die gleiche oder ähnliche Viseme haben (wie z.B. "B", "P" und "M") in verschiedene Gruppen. Jeder Gruppe wird eine Fingerstellung (Finger gestreckt oder gekrümmt) zugewiesen.

Die Fingerzeichen werden so gegeben, daß die Handfläche der sprechenden Person zugekehrt ist und die Finger horizontal orientiert sind. Die nachfolgende Aufstellung bezieht sich auf englische Aussprache. Die Hinweise auf ähnliche Stellungen beim Fingeralphabet beziehen sich auf Abb. 6.50.

- T-Gruppe (mit den Konsonanten "T", "M" und "F"): Alle 5 Finger gestreckt (ähnlich Fingeralphabet "B" aber Daumen sichtbar).
- H-Gruppe (mit den Konsonanten "H", "S" und "R"): Der Daumen berührt den Zeigefinger, alle anderen Finger gestreckt (ähnlich Fingeralphabet "F" aber Fingerspitzen von Daumen und Zeigefinger berühren einander).
- L-Gruppe (mit den Konsonanten "L", "SH" und "W"): Daumen und Zeigefinger bilden einen rechten Winkel, alle anderen Finger gekrümmt (wie Fingeralphabet "L").
- K-Gruppe (mit den Konsonanten "K", "V", "tH" und "Z"): Zeigefinger und Mittelfinger gestreckt, alle anderen Finger gekrümmt (wie Fingeralphabet "U").
- D-Gruppe (mit den Konsonanten "D", "P" und "th"): Zeigefinger gestreckt, alle anderen Finger gekrümmt (wie Fingeralphabet "B").
- N-Gruppe (mit den Konsonanten "N", "B" und "WH"): Alle 4 Finger gestreckt, aber Daumen eingeschlagen (wie Fingeralphabet "B").
- G-Gruppe (mit den Konsonanten "G", "J" und "th"): Zeigefinger und Mittelfinger gestreckt, Ringfinger und kleiner Finger gekrümmt, Daumen sichtbar gespreizt (wie Fingeralphabet "U" mit gestrecktem Daumen).
- NG-Gruppe (mit den Konsonanten "NG", "Y" und "CH"): Zeigefinger und Mittelfinger gestreckt und gespreizt, alle anderen Finger gekrümmt (wie Fingeralphabet "V").

Für die Vokale werden vier unterschiedliche Handpositionen (Stellung der Hand relativ zum Kopf) verwendet. Die Finger sind dabei alle gestreckt, der Daumen ist leicht gespreizt.

- Grundstellung: Seitlich am Hals über der Schulter für die Vokale "A", "O", "U" und "OE" (wie in "father got but note").
- Kehlkopfposition: Am Kehlkopf bis mittig darunter für die Vokale "A", "I" und "OO" (wie in "hat is good").
- Kinnposition: An der Kinnschuppe für die Vokale "AW", "E" und "UE" (wie in "ball get blue").
- Mundposition: Seitlich des Mundwinkels für die Vokale "EE" und "UR" (wie in "feet urn")

Wichtig für das Verständnis von Cued Speech ist, daß die Handstellungen keine Grapheme (also die Zeichen, mit denen ein Wort geschrieben wird) sondern Phoneme (also die lautlichen Einheiten, aus denen ein Wort besteht) repräsentieren [COR 92, HIK 96, ZAK 96].

6.5.7 Notetaking

Unter "Notetaking" wird die Umsetzung einer gesprochenen Nachricht in eine geschriebene (also visuelle) Form durch eine Assistenzperson verstanden. Im einfachsten Fall ist es Papier und Bleistift, mit dem eine Nachricht in Stichworten visuell dargestellt wird. Aber auch ein Laptop-Computer kann dafür verwendet werden. Durch Anschluß größerer Anzeigen kann die Nachricht auch an mehrere Personen gleichzeitig übermittelt werden.

6.6 Taktile Sprachen

Die Kommunikation mit taubblinden⁴⁰ Personen gestaltet sich besonders schwierig. Als einziges sensorisches Organ, das für Kommunikationszwecke verwendet werden kann, verbleibt der Tastsinn. Je nachdem, welcher der beiden Sinnesausfälle zuerst erfolgte, hat die betroffene Person üblicherweise bereits vor dem Auftreten der Taubblindheit entweder den Umgang mit Braille oder mit Gebärden (bzw. Fingeralphabet) erlernt und praktiziert. Diese Disposition bestimmt meistens, welche dieser beiden Kommunikationsformen auch weiterhin verwendet wird.

Der Einsatz von Braille bedarf hier keiner weiteren Erwähnung, da er sich nicht von jenem durch blinde Personen unterscheidet. Die Verwendung des Fingeralphabetes und der Tastsprache nach H. Lorm soll jedoch näher ausgeführt werden.

6.6.1 Taktile Verwendung des Fingeralphabets

Das in Kap. 6.5.3 beschriebene Fingeralphabet kann anstelle der üblichen visuellen Übermittlung auch taktil kommuniziert werden. Die taubblinde Person legt dazu die Hand (oder die Hände) auf die Finger der mittels Fingeralphabet "sprechenden" Person und nimmt auf diese Weise die einzelnen Buchstaben wahr. Die Effektivität dieses Verfahrens ist eher beschränkt.

Ein in England verwendetes Handalphabet ist in Abb. 6.55 dargestellt:

⁴⁰ Während die Verwendung der Bezeichnung "taub" für gehörlose Personen als verpönt gilt und daher unbedingt vermieden werden sollte, wird der Begriff "taubblind" und "Taubblindheit" nach wie vor uneingeschränkt und ohne schlechten Beigeschmack verwendet. Eine Erklärung für diese unterschiedliche Bewertung ist unbekannt.



Abb. 6.55: Englisches Handalphabet für taubblinde Personen

Die wohl einfachste Kommunikationsmethode mit taubblinden Personen, weil sie auch von vollkommen ungeübten Personen eingesetzt werden kann, ist das Schreiben von Blockbuchstaben in die Handfläche. Dabei soll die gesamte Handfläche möglichst großflächig ausgenutzt werden. Die Buchstaben müssen einzeln, also einer über den anderen geschrieben werden. Der schreibende Finger soll immer im Kontakt mit der Handfläche bleiben, sodaß alle Buchstaben möglichst mit einer Linie ohne Absetzen gebildet werden (z.B. bei "M", "N" und "W").

Auch die taktile Verwendung des Morse-Codes, der in die Handfläche getastet wird, stellt eine denkbare Kommunikation dar.

6.6.2 Lormen

Speziell für die direkte interpersonelle Kommunikation mit taubblinden Personen ist die Handtastensprache "Lormen" in Verwendung. Lormen geht auf den österreichischen Schriftsteller H. Lorm⁴¹ zurück, der 1836 bereits im Alter von 15 Jahren gehörlos und fast blind war. Trotzdem (und das lange bevor die Blindenschrift nach L. Braille in Europa Verbreitung fand) studierte er in Wien Philosophie und deutsche Literatur. Ab 1880 schließlich vollständig erblindet, entwickelte er eine Kommunikationsmethode, mit der einer taubblinden Person Texte buchstabenweise durch Berührungen der Handfläche und der Finger vermittelt werden können.

Abb. 6.56 zeigt und beschreibt die Tastzeichen des "Lormen".

⁴¹ Hieronymus Lorm (eigentl. Heinrich Landesmann), österr. Schriftsteller, geb. 1821 in Südmähren, gest. 1902 in Brünn

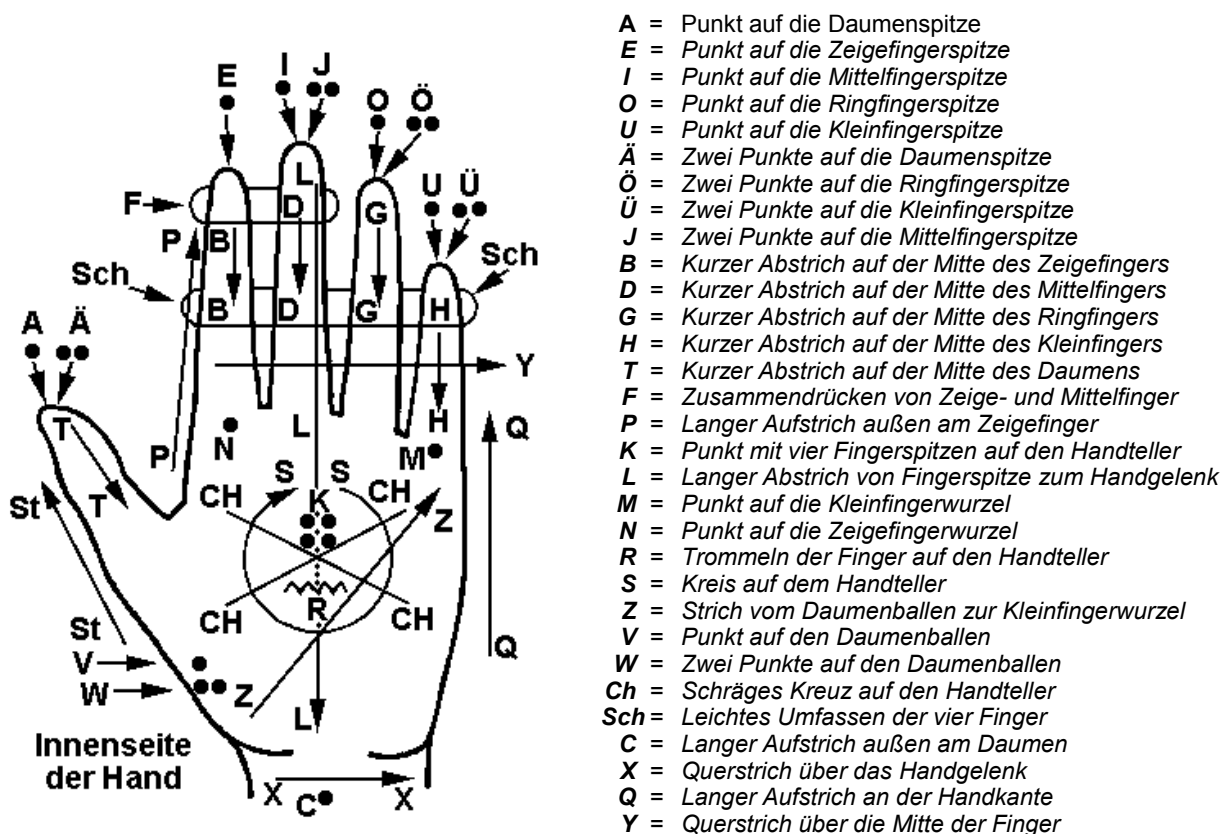


Abb. 6.56: "Lormen", Handtastenalphabet nach H. Lorm

6.6.3 Tadoma

Tadoma ist das taktile Äquivalent zum visuellen Lippenlesen und kann von taub-blinden Personen (allerdings nur mit jahrelangem Training) erlernt werden. Dabei werden mit den Fingern die Vibrationen der Sprechenden am Hals und im Gesicht sowie die Stellung der Kiefer abgetastet. Von geübten Tadoma Anwendern / und Anwenderinnen wird berichtet, daß sie mit dieser Methode an die beim Sprechen übliche Kommunikationsgeschwindigkeit herankommen. Die meisten Benutzer / Benutzerinnen sind aber deutlich langsamer. Tadoma ist nicht stark verbreitet.

Der Name Tadoma ist aus den Namen jener zwei taubblinden Kinder zusammengesetzt, die diese Methode zuerst erlernten: Winthrop Tad Chapman und Oma Simpson.

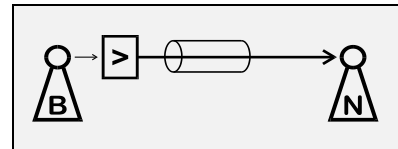
In diesem Zusammenhang soll nicht unerwähnt bleiben, daß man derzeit versucht, die Erkenntnisse aus der Verwendung von Tadoma technisch umzusetzen, um bessere vibratorische Hörhilfen zu bauen.

7 Kommunikationshilfen für Direkt-Kommunikation

Der allgemein übliche Weg der interpersonellen Direkt-Kommunikation ist das Gespräch. Dies setzt beim Sender funktionierende Sprachformulierung und Stimmbildung, beim Empfänger funktionierendes Hören und Sprachverständnis voraus.

Schädigungen in dieser Wirkungskette lassen sich durch geeignete Hilfsmittel kompensieren. Verstärkung, Verbesserung oder Ersatz der Stimme bzw. Substitutionen für die Fähigkeit der sprachlichen Formulierung werden in den ersten beiden Kapiteln besprochen. Die beiden nachfolgenden Kapitel befassen sich symmetrisch dazu mit augmentativen, inserierenden und substituierenden Hilfen zur Kompensation von Hörschädigungen und Schädigungen der auditiven Kognition.

7.1 Verbesserung der eigenen Stimme



Die Qualität und die Verständlichkeit der menschlichen Stimme hängt von einer Reihe von Funktionen ab. Zunächst muß das respiratorische System (die Lungen) dem Artikulationssystem eine ausreichende Luftmenge und einen ausreichenden Luftdruck zur Verfügung stellen. Die Stellung der Stimmbänder bestimmt, ob die ausgeatmete Luft die Stimmritze ungehindert passieren kann (normale Atmung) oder ob sie bei verengter Stimmritze die Stimmbänder in Schwingung versetzen kann (Phonation).

Der weiche Gaumen regelt je nach seiner Stellung das Einströmen der Luft in die Mund- oder Nasenhöhle (oder beides) und trägt dadurch zur Klangfärbung bei. Zunge, Zähne und Lippen bewirken die Differenzierung bei der Artikulation.

Behinderungen, die sich auf die Funktion eines oder mehrerer der vorgenannten Elemente auswirken, beeinflussen daher maßgeblich die Qualität der Aussprache.

Ein schwaches respiratorisches System wirkt sich auf die Lautstärke und die Dauer der lautlichen Äußerungen aus. Störungen im Kehlkopfbereich verursachen hauchige, heisere, leise, flüsternde oder verlangsamte Aussprache. Fehlfunktionen des weichen Gaumens resultieren entweder in zu nasaler Artikulation oder im Fehlen von Nasallauten. Ist das vordere Artikulationssystem (Zunge, Kiefer, Lippen) beeinträchtigt, kommt es zu verwaschener, langsamer, unpräziser oder unkoordinierter Aussprache. Andere Artikulationsstörungen können zu unterschiedlichen Tonhöhen, schwankender Lautstärke, zu hoher Sprechgeschwindigkeit oder zu Störungen im Sprechrhythmus (Poltern, Stottern) führen.

Der gesamte Komplex der oben beschriebenen Stimmbildungsstörungen wird mit Dysarthrie (engl.: *dysarthria* oder *dysarthrias*) bezeichnet. Dysarthrie kann u.a. in der Folge von Zerebralparese, Muskeldystrophie, Apoplexie (Gehirnschlag), Parkinson Syndrom, Amyotrophischer Lateralsklerose (ALS), Multipler Sklerose (MS), Chorea Huntington, Gehirntumoren, Myasthenia gravis, bzw. nach Schädelhirntrauma, Vergiftungen oder Drogenmißbrauch auftreten.

7.1.1 Sprachverstärkung

Sprachverstärker haben die Aufgabe, eine zu leise Stimme durch elektronische Verstärkung wieder auf eine akzeptable und verständliche Lautstärke zu bringen. Nicht nur Schwächen des respiratorischen Systems sondern auch die Auswirkungen von Kehlkopfoperationen führen zu einem Verlust an Lautstärke.

Die Lage der Organe im Bereich des Halses sind in Abb. 7.1 dargestellt. Der Kehlkopf hat neben der Stimmbildung (Stimmbänder) auch die Aufgabe, beim Schlucken die Luftröhre (Trachea) mit dem oberen Teil des Kehldeckels (Epiglottis) zu verschließen, um ein Eindringen von Nahrung oder Fremdkörpern in die Lunge zu verhindern.

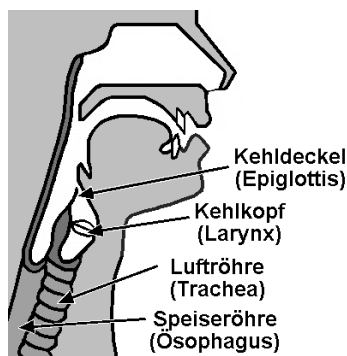


Abb. 7.1: Längsschnitt durch Hals, Rachen und Mundhöhle

Bei einer (meist durch ein Karzinom) erforderlichen operativen Entfernung des Kehlkopfes (totale Laryngektomie) wird ein künstlicher Luftröhrenausgang (Tracheostoma) angelegt und die Verbindung zum Rachen-, Mund- und Nasenraum verschlossen⁴². Die Atemluft gelangt nach der Operation nicht mehr in die Artikulationsorgane und die Stimmbänder fehlen gänzlich. Beides führt zum vollständigen Verlust der Stimme. Die Situation nach einer Laryngektomie zeigt Abb. 7.2.

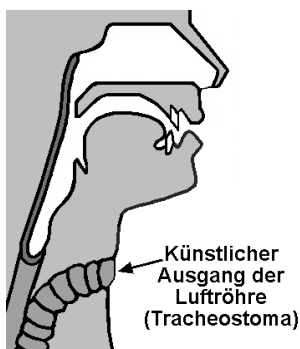


Abb. 7.2: Situation nach operativer Entfernung des Kehlkopfes (Laryngektomie) und Anlegen eines Tracheostomas

Zahlreichen Patienten gelingt es, nach einer Laryngektomie eine Ersatzstimme, die sogenannte Ösophagusstimme (Speiseröhrenstimme) zu entwickeln. Dabei wird Luft in den unteren Teil der Speiseröhre verschluckt oder mit dem Zungenrand hinuntergedrückt. Wird diese Luft durch Kontraktion der Speiseröhre oder Anspannung der Bauchmuskulatur wieder kontrolliert

⁴² Bei frühen Laryngektomien (z.B. Billroth 1873) wurde die Verbindung zwischen Trachea und Pharynx (Rachen) nicht vollständig verschlossen, sodaß eine Luftpassage in die Mundhöhle möglich war. Der Nachteil war jedoch, daß Speisebrei oder Flüssigkeiten in die Luftröhre eindringen konnte, was schwere (oft tödliche) Infektionen verursachen konnte.

ausgestoßen, erfolgt eine Stimmbildung an den Schleimhautfalten der oberen Speiseröhre oder des unteren Rachens. Die Artikulation und Lautformung erfolgt wie üblich im Rachen und in der Mundhöhle (Abb. 7.3).

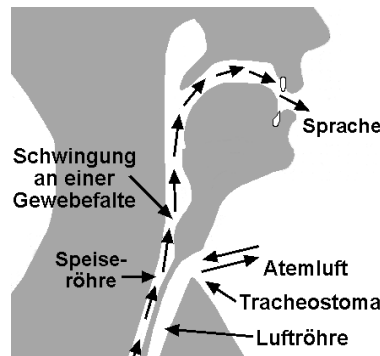


Abb. 7.3: Bildung der Ösophagusstimme

Die Ersatzstimme (Ösophagusstimme) ist schwerer verständlich und vor allem leise. Zur Verstärkung (etwa + 15 dB) können tragbare Verstärker mit eingebautem Lautsprecher verwendet werden (externe Lautsprecher sind möglich). Zur Schallaufnahme dienen entweder handgehaltene Mikrofone, Schwanenhalsmikrofone oder Kopfbügelgarnituren. Abb. 7.4 zeigt eine Ausführung eines derartigen Stimmverstärkers.

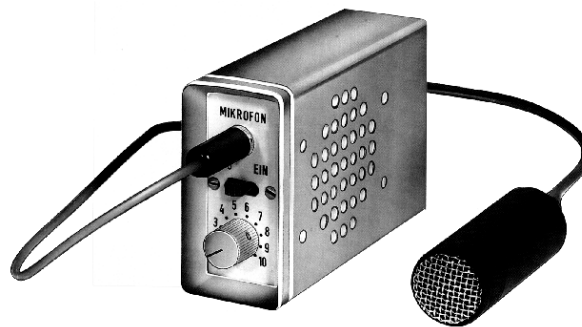


Abb. 7.4: Stimmverstärker
(Modell Freiburg von Pulch & Lorenz, BRD)

7.1.2 Elektronischer Kehlkopf

Die Verwendung der in Kap.7.1.1 beschriebenen Stimmverstärker setzt voraus, daß die betreffende Person zur Phonation (Stimmbildung) sei es mittels der Stimmbänder oder der Ersatzstimme (Ösophagusstimme) fähig ist. Nicht alle von einer Laryngektomie (Kehlkopfentfernung) betroffenen Personen sind in der Lage, eine Ersatzstimme zu entwickeln. Für die Bildung stimmhafter Laute muß daher eine andere Möglichkeit gefunden werden, die aus den Lungen in Rachen, Mund- und Nasenhöhle eintretende Luft in Schwingungen zu versetzen.

a) *Extrinsische Methoden*

Bei den extrinsischen wird versucht, Schwingungen für die Phonation außerhalb des Körpers zu erzeugen und auf geeignete Weise so in den Mund- und Rachenraum einzukoppeln, daß diese Schwingungen mit den oberen Artikulationsorganen stimmlich geformt werden können.

Die ersten extrinsischen künstlichen Kehlköpfe (artificial larynx) sind so alt wie die Laryngektomie selbst (1873). Dabei wurde entweder die eigene Atemluft oder Luft aus einem

Blasebalg⁴³ über eine Art Lippenpfeife geleitet und die so schwingende Luft in die Mundhöhle geleitet [HEN 99]. Die Methode, aus dem Tracheostoma Atemluft abzuzweigen und auf rein mechanischem Weg in Schwingungen zu versetzen und über einen dünnen Schlauch in den Mund zu leiten, ist auch heute noch als Zweitlösung in Verwendung.

Die derzeit gebräuchlichste Methode ist die Anwendung von elektronischen Schallgebern (Resonatoren), die eine obertonreiche Schwingung erzeugen⁴⁴ (engl.: electro larynx). Je nach Art der Einkopplung in die Mundhöhle unterscheidet man transcervikale (durch den Hals wirkende) und intraorale (im Mund wirkende) Resonatoren.

Transcervikale Resonatoren

Ein von einem elektronischen Tongenerator angesteuerter Schallwandler (Vibrator) wird so am Hals oder am Kinn angelegt, daß sich die Vibrationen in den Hals-, Rachen- und Mundraum fortpflanzen und dort die Luft in Schwingungen versetzen. Diese schwingende Luft wird durch die Artikulationsorgane in gewohnter Weise sprachlich geformt (Abb. 7.5).

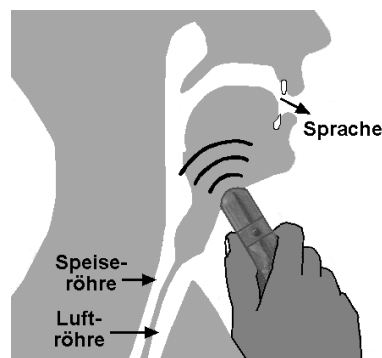


Abb. 7.5: Verwendung eines transcervikalen Resonators

Die Verbesserung der sonst auf stimmloses Flüstern beschränkten Stimme ist dermaßen groß, daß Benutzer / Benutzerinnen von elektronischen Kehlköpfen sogar in der Lage sind, zu telefonieren. Die Stimme hat jedoch einen etwas monotonen Klang und erinnert fast an einen Sprachsynthesizer. Das rührt daher, daß der Benutzer / die Benutzerin zwar die Intensität und die Einsatzzeitpunkte der Schwingung bestimmen kann, bei den meisten Geräten jedoch keinen Einfluß auf die Tonhöhe hat. Erst in jüngster Zeit sind auch Modelle auf den Markt gekommen, bei denen sich die Tonhöhe der Schwingung durch verschieden starken Druck auf die Aktivierungstaste beeinflussen läßt.

Abb. 7.6 zeigt ein Beispiel für einen elektronischen Kehlkopf. Man erkennt den Regler für die Intensität und die Taste zur Steuerung des Schwingungseinsatzes.

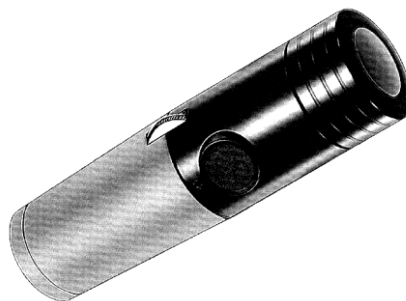


Abb. 7.6: Elektronischer Kehlkopf (Sprechhilfe Rehaton Nova von Pulch & Lorenz, BRD)

⁴³ Julius Hochenegg, 1892

⁴⁴ Der erste elektrisch betriebene künstliche Kehlkopf wurde 1942 entwickelt (Wright) und ging 1945 in Serie.

Intraorale und interorale Resonatoren

Anstelle des außen am Hals angesetzten Vibrators kann die Luft in der Mundhöhle auch dadurch in Schwingungen versetzt werden, daß schwingende Luft auf pneumatischem Wege über einen Schlauch direkt in die Mundhöhle eingebracht wird⁴⁵. Ein seit vielen Jahren fast unverändert eingesetztes intraorales Gerät (Cooper-Rand) zeigt Abb. 7.7.



Abb. 7.7: Verwendung eines intraoralen elektronischen Kehlkopfs (Cooper-Rand)
rechts: Montage an einem Kopfbügel und Steuerung über einen Schalter am Oberarm

Anstelle der in Abb. 7.7 (rechts) gezeigten Handhabung kann der Resonator auch an einem Kopfbügel oder Stirnband montiert werden, damit beim Sprechen (Telephonieren) die Hände frei bleiben. Personen mit eingeschränkten Bewegungsmöglichkeiten können den Resonator mit einem Spezialschalter (Stirnschalter, Muskeltonusschalter etc.) steuern (Abb. 7.7 rechts).

Als Alternative zu den außen am Hals verwendeten oder mittels Schlauch im Mund verwendeten Geräten werden inzwischen auch Lösungen angeboten, die vollständig in der Mundhöhle (interoral) untergebracht werden können. Elektronik und Schallerzeugung sind in einer Gaumenplatte integriert.

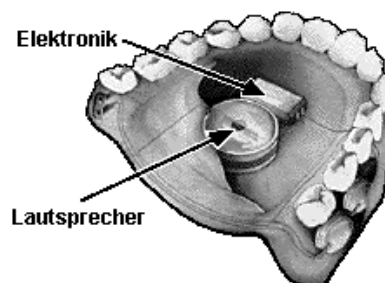


Abb. 7.8: Interoraler künstlicher Kehlkopf (UltraVoice)

Da herkömmliche elektronische Kehlköpfe nur mit einer einzigen Frequenz arbeiten, wird die so erzeugte Stimme immer nur auf demselben Ton artikuliert und klingt daher monoton und unnatürlich. Moderne Geräte mit manueller Frequenzanpassung setzen für deren Bedienung viel Geschicklichkeit voraus.

Wissenschaftler studierten die Stimmerzeugung eines auf Sri Lanka lebenden Vogels⁴⁶ der in Gefangenschaft in der Lage ist, die menschliche Stimme hervorragend zu imitieren. Dabei konnte eine Methode entwickelt werden, die Tonhöhe über den Druck der Atemluft zu regeln. Ein Sensor mißt dabei den Druck der ausgeatmeten Luft am Tracheostoma und berechnet daraus die erforderliche Frequenz für den am Hals angesetzten Vibrator [IFU 98].

⁴⁵ Das volkstümliche Musikinstrument "Maultrommel" oder "Brummeisen" arbeitet nach dem gleichen Prinzip.

⁴⁶ Gracula religiosa (engl.: Mynak), ein zur Gattung der Stare gehörender etwa 30 cm großer schwarzer Singvogel

b) *Intrinsische Methoden*

Wie bereits erwähnt, wurde bei frühen Laryngektomien die Passage zwischen Rachen (Pharynx) und Luftröhre (Trachea) nicht vollständig verschlossen. Das gestattete die Implantation einer künstlichen "Stimm lippe", an der Phonation (allerdings nur einer fest vorgegebenen Frequenz) stattfinden konnte. Heute wird zwar bei Laryngektomien ein vollständiger Verschluss zwischen Trachea und Pharynx vorgenommen, jedoch kann durch den Einbau eines kleinen Ventils in eine Punktation der gleiche Effekt erzielt werden, ohne das Risiko einer Infektion durch ein-dringenden Speisebrei einzugehen⁴⁷.

In Abb. 7.9 sind die Verhältnisse bei der sogenannten Tracheo-Esophageal-Puncture (=TEP) dargestellt. Um Luft durch die Punktation hindurch in die Speiseröhre zu drücken, muß das Tracheostoma entweder mit einem Finger oder durch ein regelbares Ventil verschlossen werden.

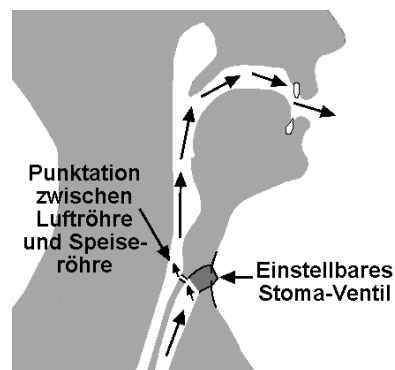


Abb. 7.9: TEP Methode – Tracheo-Esophageal-Puncture

7.1.3 Clarifier

Bei dysarthrischer Stimme (Zerebralparese, ALS, MS, Parkinson, Schädelhirntrauma) kommt es neben der oft geringen Lautstärke auch zu einer nur gering artikulierten, hauchigen oder heiseren Stimme. Clarifier eignen sich vor allem für solche Personen, die zwar von Familienangehörigen oder den mit ihrer besonderen Sprechweise vertrauten Menschen verstanden werden, aber mit anderen Personen signifikante Kommunikationsprobleme haben.

Die in diesem Fall einsetzbaren Clarifier dienen nicht nur der Verstärkung der Stimme sondern sind durch Filter oder andere Methoden der digitalen Sprachsignalverarbeitung in der Lage, die spektrale Verteilung der Stimme zu verändern. Die Einstellung des Signalprozessors ist so vorzunehmen, daß die Summe aus der direkten (aus dem Mund kommenden) Stimme und dem vom Lautsprecher kommenden veränderten Signal zu einer besser verständlichen Sprache führt.

7.1.4 Verändertes auditives Feedback

Eine häufige Sprechstörung ist Stottern. Es wird angenommen, daß etwa 5% bis 15% der Kinder zumindest für eine bestimmte Zeit stottern. Im Erwachsenenalter geht diese Zahl auf ca. 1% zurück. Männer sind fünfmal mehr von Stottern betroffen als Frauen. Neben dem Stottern, daß sich in der oftmaligen Wiederholung einzelner Silben äußert, gibt es zahlreiche weitere Störungen des Redeflusses durch Unterbrechungen, Verschlucken von Silben oder überstürzter, unkontrolliert schneller Sprechweise.

⁴⁷ Blom-Singer Sprechprothese, seit 1979 in Verwendung

Man nimmt an, daß in vielen Fällen eine Störung in der Rückkopplung der eigenen Stimme über das Ohr zum Gehirn die Ursache für diese Redeflußstörungen ist. Man hat daher nach Möglichkeiten gesucht, diese fehlerhafte Rückkopplung durch eine bewußt herbeigeführte Veränderung der Wahrnehmung der eigenen Stimme zu durchbrechen. Beim veränderten auditiven Feedback (engl.: altered auditory feedback = AAF; transformed auditors feedback = TAF) wird die Stimme des Sprechers / der Sprecherin über ein Mikrophon aufgenommen und in entsprechend veränderter Form über einen Kopfhörer wiedergegeben. Man nimmt an, daß die elektronisch veränderte Stimme nicht als die eigene Stimme wahrgenommen wird und daß dadurch fehlerhafte Reflexe unterbleiben.

Einer dieser störenden Reflexe kann der Stapedius-Reflex sein, mit dem das Ohr eine Dämpfung von bis zu 15 dB erfährt. Liegt eine Störung vor, dann ist die eigene Stimme nur mangelhaft wahrzunehmen, was zu Problemen bei der Artikulation führt. Bei Messungen im EEG konnte gezeigt werden, daß unter AAF-Bedingungen gewisse Überaktivitäten im Schläfenlappen (β 1 und β 2), die bei stotternden Personen beobachtet werden können, ausbleiben. Das führt zur Annahme, daß Stottern durch miteinander konkurrierende linguistische Signale der beiden Gehirn-Hemisphären hervorgerufen wird, die unter AAF-Bedingungen nicht entstehen können [KAL 93, KEH 95, RAS 98].

Drei Methoden werden dabei angewendet:

- Verzögerte akustische Rückmeldung (VAR; Delayed Auditory Feedback = DAF) verzögert die im Kopfhörer wahrgenommene eigene Stimme um 25 bis 250 ms. Durchschnittlich läßt sich Stottern mit dieser Methode bei einer Verzögerung um rund 50 ms um 75% verringern (Lee-Effekt). Längere Verzögerungen verlangsamen die Sprache, sodaß sie zwar unnatürlich wirkt, es kann aber das Stottern selbst noch wirksamer bekämpft werden [KEH 95, KAW 96, KEH 97].
- Frequency-Altered Feedback (FAF) verändert die Tonhöhe des eigenen Stimm-Feedbacks. Typische Verschiebungen sind $\frac{1}{2}$ Oktave hinauf oder hinunter. Eine Reduktion des Stottern im Bereich zwischen 75% und 80% wird berichtet. FAF kann zur Steigerung der Effektivität mit DAF (VAR) kombiniert werden [KEH 97].
- Laryngeal Auditory Feedback (LAF) verwendet ein Kehlkopfmikrophon, das die Schwingungen der Stimmritze abgreift und unter Hinzumischung eines stimmhaften Klanges an den Kopfhörer weitergibt. Auf diese Weise wird das Schwingen der Stimmbänder intensiver erfahren und kann somit besser kontrolliert werden [KEH 95].

Einige dieser Geräte können wie ein Hörgerät hinter dem Ohr getragen werden, andere sind als Taschengerät oder Zusatzeinrichtung für Telephone gebaut. Es werden auch Produkte angeboten, die durch Analyse des Sprachsignals und von myoelektrischen Spannungen (Muskelspannungen) die jeweilige Sprechqualität überprüfen und nur dann ein verändertes auditives Feedback generieren, wenn es tatsächlich erforderlich ist. Spricht der Anwender / die Anwenderin normal, wird das Feedback abgeschaltet. Dadurch wird ein zusätzlicher Trainingsnutzen erzielt, der dazu führen kann, daß eine von Stottern betroffene Person nach ein bis zwei Jahren ohne elektronische Hilfen auskommt.

Eine weitere Möglichkeit verändertes auditives Feedback einzusetzen besteht für Personen mit Dysarthrie, die zwar über eine normal laute aber schlecht artikulierte Sprache verfügen. Hier kann ein als Hörgerät ausgebildeter frequenzselektiver Verstärker helfen, der nur Frequenzen im Bereich von 2,5 kHz bis 9,0 kHz verstärkt, die tieferen Frequenzen aber unverstärkt läßt. Auf diese Weise erhält die dysarthrische Person ein verstärktes Feedback jener Frequenzen, in denen sich die Feinheiten der Artikulation niederschlagen und kann so die eigene Stimme besser beherrschen⁴⁸.

⁴⁸ Persönliche Kommunikation mit Don Selvyn vom National Institute for Rehabilitation Engineering (NIRE), Hewitt, NJ, USA

7.1.5 Re-Synthese der Stimme

Eine weitere Möglichkeit der Verbesserung der Stimme besteht zumindest ansatzweise durch die Verwendung von automatischer Spracherkennung. Ist die Stimme einer Person zwar schwer verständlich, aber sind die geäußerten Laute differenziert genug und konstant (das gleiche Wort wird bei jeder Verwendung zwar unverständlich aber immer gleich ausgesprochen), dann bestehen Chancen, ein Spracherkennungsprogramm genau auf diese Sprechweise zu trainieren [EDW92].

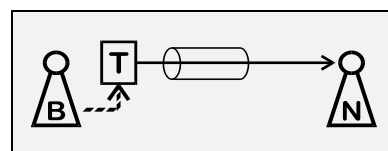
Ein dermaßen verwendetes Spracherkennungsprogramm kann dann mit einem Sprachsynthesizer verbunden werden, sodaß dadurch jedes von der Sprechbehinderten Person geäußerte Wort erkannt und durch den Sprachsynthesizer in einer allgemein besser verständlichen Form wiedergegeben wird.

7.2 Ersatz der eigenen Stimme

Sofern eine Sprechbehinderte Person über ein intaktes Sprachvermögen verfügt (also die Fähigkeit hat, Gedanken in Sätzen zu formulieren und diese Sätze als eine Aneinanderreihung von Buchstaben darzustellen), kann die interpersonelle Kommunikation durch die Eingabe von Text erfolgen. Ist dieses Sprachvermögen nicht gegeben, kann versucht werden, ob als Eingabemedium Bilder oder Symbole eingesetzt werden können.

Für die Ausgabe bieten sich in der Praxis zwei Wege an: Die der direkten interpersonellen Kommunikation nichtbehinderter Menschen am nächsten kommende Form ist die Umwandlung des Textes in synthetische Sprache. Alternativ dazu ist es aber auch möglich, den Text oder die eingegebenen Bilder/Symbole direkt (also ohne weitere Transformation) dem Empfänger zukommen zu lassen.

7.2.1 Eingabe von Text – Ausgabe über synthetische Sprache



In diese Kategorie fallen zahlreiche kommerziell gefertigte Kommunikationshilfen, die sich für den mobilen Einsatz eignen. Ein Beispiel dafür zeigt Abb. 7.10.



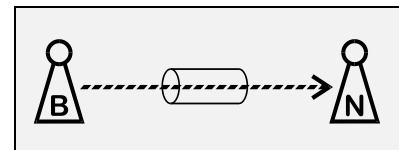
Abb. 7.10: Kommunikationshilfe mit Sprachausgabe (Lightwriter von Toby Churchill)

Besondere Eigenschaften derartiger Kommunikationshilfen können sein:

- Je ein Display für den Sender und den Empfänger der Nachricht. Der Sender hat damit die Kontrolle über den eingegebenen Text, der Empfänger hat zusätzlich zur Kommunikation über den Sprachsynthesizer auch den Text vorliegen (siehe die Anordnung beim Lightwriter in Abb. 7.10).
- Tastaturen mit unterschiedlicher Anordnung der Tasten ("QWERTY" oder "ABC"), spezielle Entprellung der Tasten zur Unterdrückung von Mehrfachanschlägen bei Personen mit Tremor, Lochmasken für die Tastatur sowie Anschlußmöglichkeit für externe Tastaturen.
- Ersatz der herkömmlichen Tastatur durch Scanning und Bedienung über einen einzelnen Schalter.
- Eingebautes Textvorhersageprogramm zur Beschleunigung der Kommunikation.
- Kopplungsmöglichkeiten für die Verwendung am Telefon.

Neben den speziell für den mobilen Einsatz gefertigten Kommunikationsgeräten gibt es auch zahlreiche Möglichkeiten, herkömmliche Notebook-PCs mit einem Sprachsynthesizer und entsprechender Kommunikationssoftware als sprechende Kommunikationshilfe zu konfigurieren. Dieser Weg wird vor allem dann gewählt, wenn der Notebook-PC ohnehin zur Erfüllung anderer Aufgaben (Umgebungssteuerung, Textverarbeitung etc.) verwendet wird.

7.2.2 Eingabe von Text – Ausgabe ebenfalls über Text



Im einfachsten Fall genügt dazu eine Buchstabentafel, Papier und Bleistift oder eine Schreibmaschine. Etwas komfortabler läßt sich die schriftliche Kommunikation mittels eines elektronischen Kommunikationsgerätes gestalten. Dieses zeigt den eingegebenen Text entweder auf dem einem Display an (beispielsweise Lightwriter ohne eingebauten Sprachsynthesizer, siehe Abb. 7.10) oder druckt ihn, so wie bei dem in Abb. 7.11 dargestellten Communicator von Canon, auf einem Papierstreifen aus.



Abb. 7.11: Druckendes Kommunikationsgerät (Communicator von Canon)

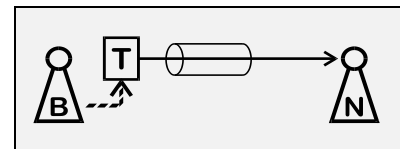
Elektronische Kommunikationsgeräte haben zusätzlich den Vorteil, daß sie oft das Abrufen von vorher eingegebenen Phrasen ermöglichen, sodaß die Verständigung in vielen Fällen dadurch beschleunigt werden kann.

Die Möglichkeit, Texte anstelle über die eingebaute Tastatur auch mittels Schaltereingabe und Scanning eingeben zu können, macht diese elektronischen Kommunikationshilfen auch für Personen mit zusätzlicher motorischer Behinderung brauchbar.

Beim Einsatz eines Kommunikationshilfsmittels, das als Ersatz für die eigene Stimme verwendet wird und das anstelle einer Ausgabe über einen Sprachsynthesizer oder ein Display einen Drucker verwendet, muß bedacht werden, daß es zu einer zusätzlichen Veränderung der Kommunikations-Modalität kommt. Displays und synthetische Sprache sind genauso wie das selbst gesprochene Wort flüchtig, ein gedruckter Text ist jedoch permanent. Diese Art der Konservierung der Kommunikation kann durchaus Vorteile haben, verändert aber den Charakter der Kommunikation grundlegend. Über etwas, das unter vier Augen besprochen wurde, gibt es zunächst keinerlei Dokumentation und das Gespräch kann vertraulich bleiben. Ein Ausdruck des Kommunikationsgerätes kann jedoch dazu verleiten, daß der Empfänger die Nachricht nicht mit gleicher Diskretion behandelt und daß sich dieser Ausdruck ohne entsprechende Absicht des Senders in einer Ablage oder gar am schwarzen Brett wiederfindet.

Unter nicht behinderten Personen muß ein direkt zur anderen Person gesprochenes Wort mehr oder weniger zwangsläufig wahrgenommen werden. Daher bestünde ein zweiter möglicher Mißbrauch eines Kommunikationsgerätes mit Drucker darin, daß der Empfänger den Ausdruck zwar entgegennimmt, aber erst "bei passender Gelegenheit" bereit ist, sich damit auseinanderzusetzen. Auch darin kann in vielen Situationen eine Diskriminierung der Sprechbehinderten Person liegen.

7.2.3 Eingabe von Gesten – Ausgabe über synthetische Sprache



Die Idee, Handbewegungen direkt in stimmliche Artikulation umzuwandeln, ist nicht neu. Bereits gegen Ende des 18. Jahrhunderts hat man versucht, eine Art von Orgel zu bauen, die den menschlichen Artikulationstrakt nachbildet und wie ein Musikinstrument gespielt werden kann, um sprachliche Äußerungen von sich zu geben. 1846 wurde von Joseph Faber die "Sprachorgel" entwickelt, mit der nicht nur "herkömmliche Sprache und Flüstern" erzeugt werden konnten, sondern auch "Lieder und Hymnen" (Abb. 7.12).



Abb. 7.12: Die "Sprachorgel" von Joseph Faber, 1846

Auf der Weltausstellung 1939 wurde der "Voder" vorgestellt, ein aus Tongeneratoren, Filtern und Resonatoren bestehendes Gerät, mit dessen Hilfe speziell ausgebildete Personen über eine Kombination aus Tastatur und Pedalerie gesprochene Sprache produzieren konnten (Abb. 7.13) [FEL 95].



Abb. 7.13: Der "VODER", wie er auf der EXPO 1939 gezeigt wurde

Alle diese Entwicklungen haben zwar keinerlei technische Bedeutung erlangt aber den prinzipiellen Beweis erbracht, daß es mit ausreichendem Training möglich ist, einen künstlichen Artikulationstrakt so anzusteuern, daß damit gesprochene Sprache erzeugt werden kann. Der Engpaß war bisher immer die Bedienoberfläche, die aus Schaltern und Hebeln bestand und das Erlernen der Bedienung zur einem schwierigen Prozeß machte.

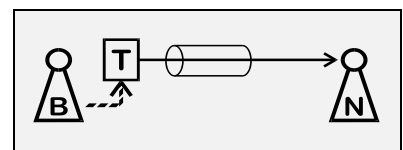
Durch die Verwendung neuer Mensch-Maschine-Schnittstellen (Datenhandschuh, Data Glove) und neuronaler Netzwerke, ist es in den letzten Jahren gelungen, den Prototypen eines Gerätes zu entwickeln, das in der Lage ist, Handbewegungen (ähnlich wie beim Fingeralphabet) in Phoneme umzuwandeln. Glove-Talk ist aber wohlgerneht nicht die Ansteuerung eines Sprachsynthesizers über diskrete Buchstaben des Fingeralphabetes sondern die unmittelbare Formung von Sprachparametern (Formanten) über die Handstellung, sodaß jede beliebige Artikulation damit möglich ist.

Nach einer Übungszeit von nur 100 Stunden und mehrmaliger Anpassung der Benutzerschnittstelle durch Training des neuronalen Netzwerkes konnte eine Versuchsperson freie Sätze formulieren, die auch von uneingeweihten Hörern verstanden werden konnten [FEL 95, KAD 95].

Bei weiterer Entwicklung könnte damit für sprechbehinderte Personen eine "Sprechprothese" zustandekommen, die dem Benutzer / der Benutzerin keinerlei Einschränkungen hinsichtlich der Kommunikationsgeschwindigkeit und der Ausdrucksmöglichkeiten auferlegt, sodaß auch Emotionen vermittelt werden können.

7.3 Ersatz für die Sprache

7.3.1 Eingabe über Bilder und Symbole – Ausgabe über synthetische Sprache



Für einen Ersatz der Sprache (und gleichzeitig auch für die Stimme) sind Kommunikationshilfen erforderlich, bei denen die Eingabe kein Verständnis der geschriebenen Sprache voraussetzt. Das wird dadurch erzielt, daß auf der Eingabeseite Bildsymbole verwendet werden.

Den einfachsten Fall der Bildkommunikation, die Verwendung einer rein mechanischen Symboltafel, wollen wir hier nicht besonders behandeln – er versteht sich von selbst.

Elektronische Kommunikationshilfen, die auf der Eingangsseite mit Bildern oder Symbolen arbeiten, können entweder mit einer zwar austauschbaren aber sonst unveränderlichen Bildvorlage (engl. *overlay*) arbeiten oder mit einem Bildschirm (üblicherweise *touch screen*), dessen Inhalt sich je nach Kommunikationssituation ändert.

Die einfachsten Kommunikationshilfen dieser Art bestehen aus einem Kasten mit einigen wenigen Schaltern (im Minimalfall und zum basalen Kommunikations- und Schaltertraining sogar nur ein einziger Schalter), bei deren Betätigung eine vorher gespeicherte Sprachsequenz wiedergegeben wird.

In den meisten Fällen wird jedoch – technisch gesehen – ein druckempfindliches Graphik-Tablet mit einem Speicher für digitalisierte (also nicht vollsynthetische) Sprache verbunden. Die druckempfindliche Oberfläche läßt sich dabei so konfigurieren, daß die Zahl der damit realisierbaren Schalter in weiten Grenzen (z.B. von 2 bis 128) den Bedürfnissen entsprechend wählbar ist (Abb. 7.14 mit 8 Feldern und mit 128 Feldern).

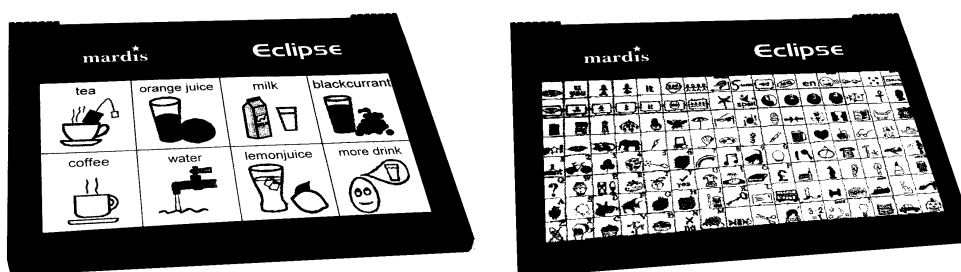


Abb. 7.14: Kommunikationshilfen mit Bildeingabe (2x4 und 8x16) und Sprachausgabe (Eclipse von mardis)

Bei Verwendung von digitalisierter Sprache reicht die Gesamtdauer aller speicherbaren Texte je nach Bedarf und Modell von einigen Minuten bis fast zu einer Stunde.

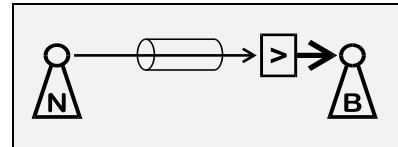
Kommunikationshilfen, die mit Semantic Compaction (Minspeak) arbeiten, sind rein äußerlich vollkommen gleich aufgebaut, verwenden aber zur Erzeugung der großen Menge an möglichen Sätzen Vollsynthese anstelle der digitalisierten Sprache.

Eine Besonderheit stellen Kommunikationshilfen dar, die als Eingabe Bliss-Symbole verwenden. Hier kann die im Gerät eingebaute oder auf einem PC laufende Software dafür sorgen, daß aus einer Sequenz von Bliss-Symbolen grammatikalisch richtige Sätze geformt und ausgesprochen werden.

Gerade die Verwendung so komplexer Kommunikationsformen, wie sie durch Bliss-Symbole ermöglicht wird, läßt statische "Displays" (Bildtafeln, die über die druckempfindliche Fläche gelegt werden = *overlays*) rasch an ihre Grenzen stoßen. Hier bewähren sich Kommunikationshilfen mit dynamischem Display (*touch screen*, meist farbig in LCD Technik) oder entsprechend ausgestattete Notebook-PCs.

Auch bei der Verwendung von Symbolen ist anstelle der druckempfindlichen Fläche die Eingabe über Scannen und Einzelschalter vorgesehen.

7.4 Verbesserung des eigenen Hörvermögens



7.4.1 Kurze Geschichte der Hörhilfen

Das wohl älteste "Hörgerät" ist die hinter das Ohr gehaltene hohle Hand. Immerhin sind mit dieser "Technik" etwa 14 dB Verstärkung zu erreichen. Vom 17. bis zum 19. Jahrhundert wurden verschiedene Arten von "Hörrohren" verwendet, durch deren trichterförmige Bauart der Schalldruck um etwa 28 dB bis 40dB vergrößert wurde (Abb. 7.15).



Abb. 7.15: Hörrohre aus dem 19. Jahrhundert
Links: Silbernes Hörrohr aus Frankreich, zwischen 1860 und 1900
Rechts: Englisches Hörrohr "Bonnafont", zwischen 1880 und 1920

Das erste elektrische Hörgerät geht auf A. G. Bell⁴⁹ zurück, der als Gehörlosenlehrer nach einer Möglichkeit der Schallverstärkung suchte. Das von ihm 1876 erfundene Telephon kann genaugenommen als ein spin-off der Versuche zur Entwicklung eines Hörgerätes angesehen werden. Kurz nach 1900 wurden elektrische Hörhilfen verfügbar, die mangels eines Verstärker nicht effektiver waren als Hörrohre, jedoch einen weiteren Frequenzbereich abdecken konnten.

1938 gestattete es die Miniaturisierung von Vakuum Röhren die ersten Hörgeräte mit brauchbarer Verstärkung und akzeptablem Frequenzgang zu bauen (Abb. 7.16). Größe und Stromverbrauch waren verständlicherweise die problematischsten Parameter.



Abb. 7.16: Röhren Hörgerät Sonotone 925

⁴⁹ Alexander Graham Bell, 1847-1922

Durch die Erfindung des Transistors (Abb. 7.17) und schließlich der integrierten Schaltungstechnik konnte der Stromverbrauch und das Volumen soweit gesenkt werden, daß kosmetisch und funktionell akzeptable Hörgeräte möglich wurden. Nach wie vor ist der wichtigste Trend bei der Hörgeräteentwicklung die Miniaturisierung.

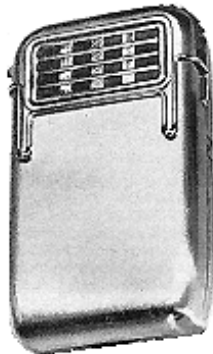


Abb. 7.17: Röhren/Transistor Hörgerät Sonotone 1010 aus dem Jahr 1953

7.4.2 Aufbau eines Hörgerätes

Jedes Hörgerät besteht aus drei Teilen: Mikrophon, Verstärker und Hörer (= Miniatur-Lautsprecher). Hinzu kommt noch die Energieversorgung durch eine Batterie (Knopfzelle). Ein Hörgerät ist jedoch mehr als nur ein linearer Schallverstärker. Nach eingehenden audiologischen Messungen, bei denen der Hörverlust bei verschiedenen Frequenzen gemessen wird, (Messung der Hörkurve, Erstellung des Audiogramms) wird das Hörgerät so eingestellt, daß es die Hörverluste frequenzselektiv ausgleicht (Ausgleich des Recruitments). Es ist daher am besten mit einem Equalizer zu vergleichen.

Hörgeräte können vollständig in analoger Technologie aufgebaut sein. Die Einstellung der Verstärkung und der Filter erfolgt durch Potentiometer.

Eine Mittelstellung nehmen hybride Hörgeräte ein, bei denen der Signalpfad zwar weiterhin analog aufgebaut ist, die Einstellung der Filter und die erforderlichen Regelungen jedoch durch digitale Schaltkreise erfolgen. Die Justierung erfolgt durch Programmierung und Speicherung der Parameter. Dazu wird das Hörgerät über ein Kabel mit einem PC verbunden, mit dem der Hörgeräte-Akustiker / die Hörgeräte-Akustikerin die erforderlichen Einstellungen vornehmen kann⁵⁰. Hier liegen die Vorteile bei der großen Flexibilität der Parameterwahl bei gleichzeitig geringem Energieverbrauch.

Quasi-digitale Hörgeräte verwenden analoges Sampling des Eingangssignals unter Verwendung von CCD Technik (*Charged Coupled Device, switched capacitors*) und bieten somit vielfältige Möglichkeiten der Signalverarbeitung (Addition, Verzögerung) ohne eine Digitalisierung des Signals auch in der Amplitude vornehmen zu müssen. Insbesondere kann dadurch die Phasenlage des Signals gut beherrscht werden, was gegen Rückkopplungen wirksam ist. Die erzielbaren Signal-/Rauschabstände sind hier – nicht zuletzt wegen der geringen zur Verfügung stehenden Betriebsspannungen – oft gering.

Vollkommen digital aufgebaute Hörgeräte (denen aus mehreren Gründen zumindest langfristig die Zukunft gehört) verwenden durchgängig Sprachsignalverarbeitung mit Signalprozessoren, was sich derzeit noch in hohem Stromverbrauch niederschlägt (üblicherweise 20.000 samples/sec, 12 Bit Auflösung). Die Ansteuerung des Hörers mittels Pulsweitenmodulation

⁵⁰ Durch die IEC (International Electrotechnical Commission) wurde 1998 der Standard IEC 60 118-14: "Hearing aids - Part 14: Specification of a digital interface device" herausgegeben, durch den die Programmierung (Einstellung der Parameter) bei digitalen Hörgeräten vereinheitlicht werden soll.

(Verstärker Klasse D) führt hingegen zu einem größeren Dynamikbereich und einer wesentlich besseren Ausnutzung der Batterie.

7.4.3 Hörgerätetypen

a) Taschen-Hörgeräte

Zur Zeit der Röhren-Hörgeräte und der ersten Transistor-Hörgeräte stellte das Taschen-Hörgerät (engl.: *body worn device*), etwa so groß wie eine Zigarettenpackung, die einzig mögliche Bauform dar. Heute eher selten anzutreffen (etwa 0,3% Marktanteil), zeichnen sich die Taschen-Hörgeräte durch einfache, leichte Bedienbarkeit aus. Sie werden daher auch eher von älteren Personen bevorzugt oder werden als Zweitgerät für besondere Situationen verwendet. Wegen der großen Entfernung zwischen Mikrophon und Schallgeber neigen diese Geräte nicht zu Rückkopplungen. Der Anschluß eines externen Mikrofons ist möglich (Abb. 7.18).

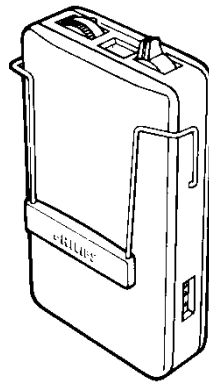


Abb. 7.18: Taschen-Hörgerät (Philips)

b) HdO-Geräte – Hinter dem Ohr Geräte

Unter HdO-Geräten (Hinter dem Ohr Gerät; engl.: *BTE – behind-the-ear hearing aid*) versteht man Hörgeräte, die hinter dem Ohr getragen werden. Das nierenförmige Gerät ist über einen Schlauch mit einem individuell an die Ohrmuschel und den äußeren Gehörgang angepaßten Formteil verbunden (Abb. 7.19). Dieser Formteil (in der Fachsprache "Ohrpaßstück", "Otoplastik" oder SE = "secret ear" genannt, engl.: *ear mould*) hat die Aufgabe, das Ohr möglichst gut abzudichten, damit Rückkopplungen zwischen dem verstärkten Signal und dem Mikrophon vermieden werden.

Das vergleichsweise große Raumangebot der HdO-Geräte bietet Platz für diverse elektroakustische Einstellungsmöglichkeiten. Manchmal wird auch von der Möglichkeit der drahtlosen Regelung mittels eines kleinen zusätzlichen Steuergerätes Gebrauch gemacht. Mikrophon und Schallgeber sind gezwungenermaßen eng benachbart. Daher kann es zu unerwünschten Rückkopplungen kommen (Schallbrücke über die Luft). Der Marktanteil⁵¹ liegt bei 22%.

⁵¹ Die hier angeführten Marktanteile der verschiedenen Hörgerätetypen beziehen sich auf die USA und das Jahr 1994.

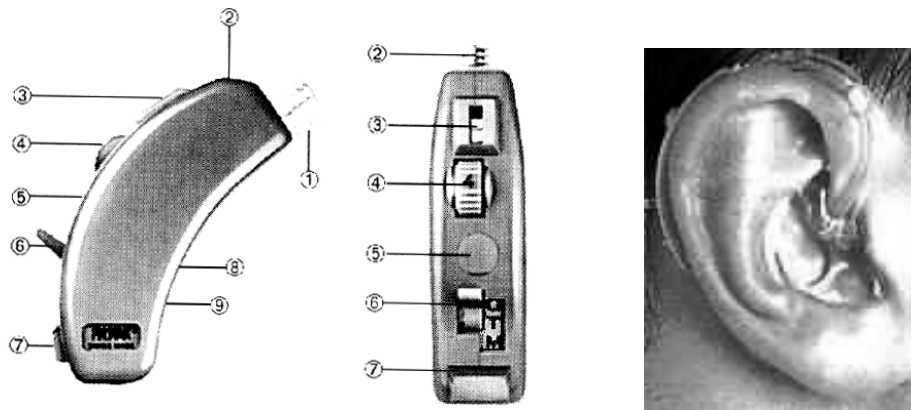


Abb. 7.19: HdO-Hörgerät

1=Hörer, 2=(Richt)Mikrophon, 3=Schieber für Veränderung der Richtcharakteristik,
4=Lautstärkereglers, 5=Programmierstecker (hinter Deckel), 6=M-T-O-Schalter,
7=Batteriefach, 9=Kontakte für Audio-Schuh

Die meisten HdO-Geräte verfügen über eine eingebaute Induktions-Empfangsspule (engl.: *telecoil*), die beim Telefonieren oder bei Vorhandensein einer Induktionsschleife (engl.: *induction loop*; dt.: Vielhöranlage, „Schwerhörigen-Anlage“) eingesetzt wird (siehe dazu auch Kapitel 7.4.10 und 8.3.3). Dadurch werden Störgeräusche wirksam unterdrückt. Beim Telefonieren unter Verwendung des eingebauten Mikrophons kommt es bei Annäherung des Telefonhörers zu einem „akustischen Kurzschluß“, durch den Rückkopplungen sehr wahrscheinlich werden. Hörgeräte mit Induktionsspule sind an einem Schalter erkenntlich, der neben den Stellungen "0" für "aus" und "M" für "Mikrophon" eine dritte Stellung aufweist, die mit "T" für "Telephon" oder "telecoil" beschriftet ist. Manche Geräte haben noch eine vierte Schalterstellung "TM", was bedeutet, daß Mikrophon und Induktionsspule gleichzeitig aktiv sind.

Die Verwendung der eingebauten Induktionsspule wird leider aus zwei Gründen immer fragwürdiger: Erstens verfügen sehr viele Telefonapparate über kein ausreichendes Magnetfeld (siehe dazu Kap. 8.3.3). Zweitens nimmt der Anteil an steiflankigen elektromagnetischen Störungen (Leuchtstofflampen, Dimmer, Bildschirme, PCs, Mobiltelefone) laufend zu (siehe auch Kap. 8.3.4). Hörgeräte neuerer Bauart verfügen über Filter, die netzfrequente Störungen und deren Harmonische unschädlich machen.

Viele HdO-Geräte bieten eine Anschlußmöglichkeit für externe Signale (engl.: *DAI = Direct Audio Input*). Dazu wird ein sogenannter "Audio-Schuh" über das untere Ende des HdO-Gerätes geschoben, der als Interface zwischen den (individuellen) Kontakten am Hörgerät und einer genormten 3-poligen Buchse herstellt (Abb. 7.20).

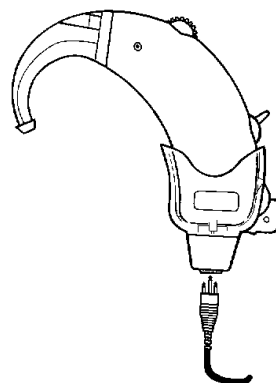


Abb. 7.20: Audio-Schuh an einem HdO-Hörgerät (Phonak) und Normstecker

c) IO-Geräte – Im-Ohr-Geräte

Unter dieser deutschsprachigen Bezeichnung wird eine ganze Gruppe verschieden großer Hörgeräte zusammengefaßt. Die größeren Typen werden in der Ohrmuschel getragen, die kleineren sitzen mehr oder weniger tief im Gehörgang. Derart miniaturisierte Geräte verfügen über keine Induktionsspule, sind aber meistens mit einem eigenen Programm für die akustische Ankopplung an einen Telephonhörer ausgestattet. In der nachfolgenden Einteilung werden zur genaueren Unterscheidung in erster Linie die englischen Bezeichnungen verwendet.

- **ITE – in-the-ear hearing aid:** Dieser Gerätetyp wird in der Ohrmuschel getragen und daher deutsch auch als Concha-Gerät (*concha auriculae* = Ohrmuschel) bezeichnet. Je nach Größe füllt das ITE-Gerät die Ohrmuschel ganz oder teilweise aus – Ganz-Concha- und Halb-Concha-Geräte (Abb. 7.21). Wegen des Verschlusses des Gehörganges zeichnen sich diese Geräte bis zu einer Verstärkung von 70 dB durch eine hohe Festigkeit gegen Rückkopplungen aus. Die Kleinheit der Geräte schränkt die Einstellungsmöglichkeiten bereits deutlich ein. Die Regelung kann über ein Potentiometer oder über Fernsteuerung erfolgen. Der Marktanteil wird mit 57% angegeben.



Abb. 7.21: ITE-Hörgeräte (links Ganz-Concha-Gerät; rechts Halb-Concha-Gerät)

- **ITC – in-the-canal hearing aid (Gehörgangs-Hörgerät):** ITC-Geräte werden im äußeren Teil des Gehörgangs getragen und sind daher besonders unauffällig (Abb. 7.22). Die Platzierung im Gehörgang schafft günstige akustische Voraussetzungen, da das Hörgerät selbst eine akustische Barriere zwischen Mikrofon und Schallgeber bildet (keine Schallbrücke über Luft). Außerdem bleiben die akustischen Eigenschaften der Ohrmuschel vollständig erhalten (Verstärkung, Schutz vor Windgeräuschen etc.). Die Regelung erfolgt über Fernsteuerung. Der Marktanteil liegt bei 25%.



Abb. 7.22: ITC-Hörgerät

- CIC – completely-in-the-canal hearing aid: CIC-Geräte werden noch tiefer im äußeren Gehörgang getragen (5mm vor dem Trommelfell), wodurch das Volumen zwischen Hörgerät und Trommelfell wesentlich verringert wird. Daraus resultiert nicht nur ein Gewinn an Schalldruck (SPL) von ca. 6 dB sondern auch eine Verringerung der Verzerrungen. Die noch bessere Ausnützung der Ohrmuschel und des äußeren Gehörganges durch das Mikrophon des Hörgerätes führt zu deutlichen Verbesserungen beim Richtungshören.

Abgesehen von Überlegungen der Implantation von Hörgeräten in das Mittelohr, scheint mit den CIC-Geräten der Gipfel der Miniaturisierung erreicht zu sein. Die weitere Entwicklung wird darauf abzielen, bei gleicher Größe noch mehr Signalverarbeitungsmöglichkeiten anzubieten. Abbildung Abb. 7.23 zeigt die oben besprochenen Hörgerätetypen im Größenvergleich

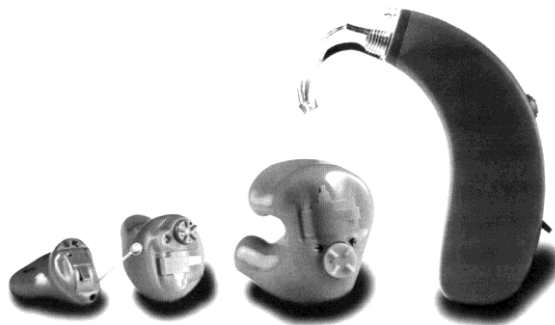


Abb. 7.23: Hörgerätetypen im Größenvergleich (Starkey)
(v.l.n.r.: CIC-Gerät, ITC-Gerät, ITE-Gerät, HdO-Gerät)

7.4.4 Sonderbauformen von Hörgeräten

Neben den bereits besprochenen Hörgerätetypen gibt es noch eine Reihe von Sonderausführungen für spezielle Anwendungsfälle:

a) **CROS-Geräte**

Von sogenannten CROS-Geräten (engl.: *contralateral routing of signal*) profitieren Personen, bei denen eines der beiden Ohren ertaubt ist, während das andere vollständig oder zumindest größtenteils funktionsfähig ist. Durch diese Asymmetrie in der Hörleistung und durch den akustischen Schatten des Kopfes sind Wahrnehmungen auf der Seite des geschädigten Ohres stark beeinträchtigt. CROS verwendet zwei miteinander durch eine Leitung oder per Funk verbundene Hörgeräte, von denen das eine Schalleindrücke auf der Seite des geschädigten Ohres aufnimmt und an das Gerät auf der anderen Körperseite überträgt.

b) **Knochenleitungs-Hörgeräte**

Im Gegensatz zur Luftleitung, bei der der Schall über Gehörgang, Trommelfell, Mittelohr und ovales Fenster an das Innenohr gelangt, erfolgt die Knochenleitung direkt über den Schädelknochen zum Innenohr. Personen mit hochgradiger Schalleitungs-Schwerhörigkeit können daher von einem Hörgerätetyp profitieren, der über einen Schallwandler den Schädelknochen in Schwingungen versetzt⁵². Dazu ist es notwendig, den Schallwandler unter

⁵² Es ist bekannt, daß L. v. Beethoven nach dem Einsetzen seiner hochgradigen Schwerhörigkeit (ab der 5. Symphonie) einen zwischen den Zähnen gehaltenen Hartholzstab verwendete, den er mit dem Resonanzkörper des Klaviers in Kontakt brachte. Auf diese Weise kam es zu einer Knochenleitung des Schalls direkt zur Cochlea.

leichtem Druck mit dem Schädel in Kontakt zu halten. Vorzugsweise werden dafür **Hörbrillen** eingesetzt, bei denen die Hörgeräte in die beiden Bügel einer Brille eingebaut sind.



Abb. 7.24: Knochenleitungs-Hörbrille (Viennatone)

Als herkömmliches Hörgerät werden Hörbrillen heute eher selten verwendet, der Marktanteil liegt bei 0,1%.

Unter der Bezeichnung BAHA[®] ist ein Knochenleitungshörgerät verfügbar, bei dem die Ankopplung an den Schädelknochen (Processus mastoideus, Warzenfortsatz des Schläfenbeins) mittels einer implantierten Titanschraube bewerkstelligt wird (Abb. 7.25). Das Verfahren wird dann angewendet, wenn aufgrund medizinischer Indikationen herkömmliche Hörgeräte nicht verwendet werden können (chronische Ohrentzündungen) oder der Druck einer Knochenleitungs-Hörbrille auf die Dauer nicht vertragen wird.

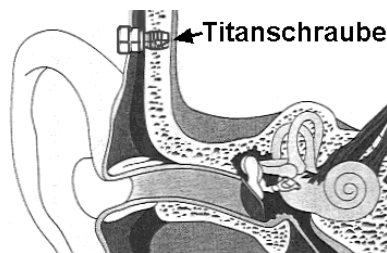


Abb. 7.25: BAHA[®] Technik mit Titanschraube im Schläfenbein (Nobel Biocare)

Eine Renaissance könnten Knochenleitungs-Hörgeräte durch die Entwicklung von interoralen Ausführungen erleben, bei denen der von einem Mikrophon aufgenommene Schall drahtlos (Funk) in das in einer Gaumenplatte integrierte Hörgerät übertragen wird. Die akustische Ankopplung erfolgt in diesem Fall über Zähne und Kiefer.

Eine interessante Variante eines Hörgerätes mit Knochenleitung wurde für eine Person entwickelt, die beide Hände verloren hatte und daher mit herkömmlichen Hörgeräten nicht mehr zurechtgekommen ist. Mikrophon, Verstärker und Knochenleitungs-Schallgeber wurden in eine Pfeife eingebaut (mit der natürlich nicht geraucht werden konnte). Durch das Halten der Pfeife mit den Zähnen wird ausreichender Kontakt zur Schallübertragung auf die Kiefer und somit auf den Schädelknochen hergestellt. Die Pfeife kann auch ohne Hände vom Ständer mit den Zähnen aufgenommen werden und hat außerdem nicht das Aussehen eines Hilfsmittels, was sie zusätzlich attraktiv macht [BAR 98a].

7.4.5 Elektromagnetische Störungen bei Hörgeräten (EMI)

Durch die Verwendung digitaler Technologie (Oberwellengehalt von steilflankigen digitalen Signalen) entstehen zunehmende Probleme für Hörgeräteträger und Hörgeräteträgerinnen. Da digitale Technik in zunehmendem Maße auch in portablen Geräten Anwendung findet, treten Probleme bei Hörgeräten durch Laptops, Computerspiele und vor allem durch GSM-Telephone (digitale Mobiltelefone) auf. Auch Computer-Monitore und sogar flackernde Leuchtstofflampen können summende Störgeräusche in Hörgeräten hervorrufen.

Leitungen im Hörgerät wirken dabei wie kleine Antennen, die die hochfrequenten Signale auffangen, welche dann an irgendeiner Nichtlinearität demoduliert werden und so in den hörbaren Bereich gelangen. Das durch die Störung hervorgerufene Signal kann an Lautstärke dabei sogar das Nutzsignal übertreffen.

7.4.6 Unterdrückung von Störgeräuschen, Richtmikrophone

Eine Verbesserung des Verhältnisses zwischen Nutz- und Störsignal (z.B. Sprache, die verstanden werden soll und Hintergrundgeräusche, $s/n = \text{signal to noise ratio}$) ist schwer zu erreichen. Filter können das s/n -Verhältnis zwar verbessern, tragen aber nur geringfügig zur Verbesserung der Verständlichkeit bei.

Eine praktikable Möglichkeit ist die Verwendung von Mikrofonen mit Richtcharakteristik bzw. von Mikrofonanordnungen, durch die das Nutzsignal gegenüber der Störquelle bevorzugt werden kann. Anordnungen mit mehreren Mikrofonen stehen aber im Widerspruch zu der aus kosmetischen Gründen geforderten Miniaturisierung.

Eine Möglichkeit in weiterer Zukunft wäre die Verwendung von automatischer Spracherkennung, vorausgesetzt sie funktioniert auch bei der Anwesenheit von starken Störgeräuschen. Der erkannte Text könnte dann so re-synthetisiert werden, daß er vollkommen von Störungen bereinigt dem Benutzer vorgespielt wird.

7.4.7 Hörgeräte mit Sprachsignalaufbereitung

Personen mit hochgradiger Hörbehinderung könnten in Zukunft von einer neuen Generation von Hörgeräten Nutzen haben, die schwer bzw. nicht wahrnehmbare akustische Einzelheiten verstärken bzw. transformieren. Zu den möglichen Verfahren zählen verschiedene Kompressions- und Begrenzungsalgorithmen (clipping), Aufhebung der Maskierung (Verdeckung) des zweiten Formanten, Verstärkung von Verschuß-Lauten (Explosive) sowie Verschiebung einiger Reibelaute (Frikative) in einen Bereich, in dem das Gehör noch intakt ist.

7.4.8 Cochlea Implantate (CI)

Bei Hörschädigungen, die durch einen Ausfall der Haarzellen des Innenohres hervorgerufen werden, versagen alle herkömmlichen Hörgeräte, da diese ja nur in der Lage sind, einen Schall zu verstärken und wieder als Schall an das Ohr weiterzuleiten. Ein Ausfall der Haarzellen bedeutet aber, daß eine Umwandlung von Schallenergie in Nervensignale nicht mehr möglich ist. Das Verstehen um die neuralen Vorgänge des Hörens hat die Entwicklung von Cochlea Implantaten (abgekürzt CI) möglich gemacht, mit denen der Hörnerv direkt stimuliert wird. Voraussetzung für den Einsatz eines CI ist, daß der Hörnerv (8. Hirnnerv) intakt ist.

Cochlea Implantate bestehen aus zwei Teilen: Dem zwischen Kopfhaut und Schädelknochen implantierten Teil, von dem die in die Cochlea (Schnecke) eingeführte Elektrode ausgeht und einem außerhalb des Körpers getragenen Signalprozessor (mit Stromversorgung, Einstellmöglichkeiten und dem Mikrophon). Die Kopplung beider Teile sowie die Energieversorgung des Implantats erfolgt drahtlos durch die Haut, wobei die mit dem Signalprozessor verbundene Sendespule durch einen Magneten auf dem unter der Haut befindlichen Implantat festgehalten wird (Abb. 7.26).

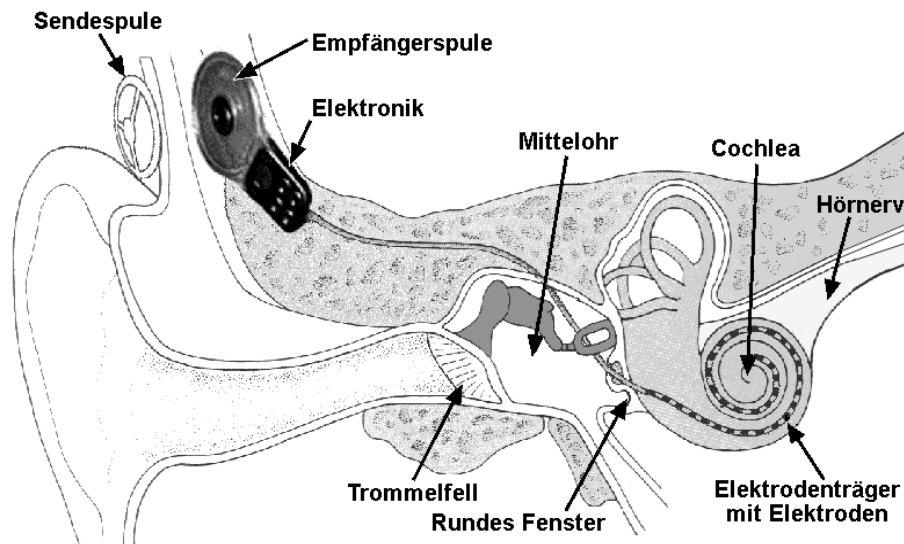


Abb. 7.26: Aufbau eines Cochlea Implantats [ZEN94]

Die wesentlichsten Unterschiede bei den Cochlea Implantaten bestehen einerseits bei der Signalaufbereitung (hier ist die Entwicklung immer noch stark im Fluß und es wird regelmäßig mit neuen Signalformen für die Stimulation des Hörnervs experimentiert), andererseits in der Zahl der verwendeten Elektroden.

Unter Bedachtnahme der tonotopischen Theorie der Frequenzselektivität des Ohres versucht man, möglichst viele einzelne oder gepaarte Elektroden (derzeit bis zu 22) in die Cochlea einzuführen. Damit will man je nach zu übertragender Frequenz an den jeweils für diese Frequenz selektiven Partien der Cochlea stimulieren.

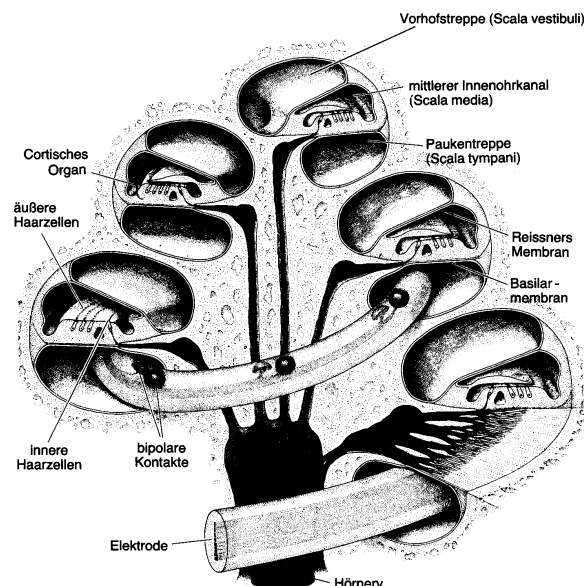


Abb. 7.27: Lage einer mehrpoligen CI-Elektrode in der Cochlea

Andererseits konnte man selbst mit einkanaligen Cochlea Implantaten beachtliche Erfolge bei der Verständigung erzielen, was wiederum dafür spricht, daß man beim Einsatz von Cochlea Implantaten die tonotopische Theorie durchaus zugunsten der Peridentheorie (Phasentheorie, mikrophonische Theorie) aufgeben kann. Einkanalige Geräte haben den Vorteil, daß sie nur kürzere Elektroden benötigen, die nicht so tief in die Cochlea eingeschoben werden müssen.

Dadurch wird das Verletzungsrisiko (Beschädigung von vielleicht noch intakten Teilen des Cortischen Organs) geringer.

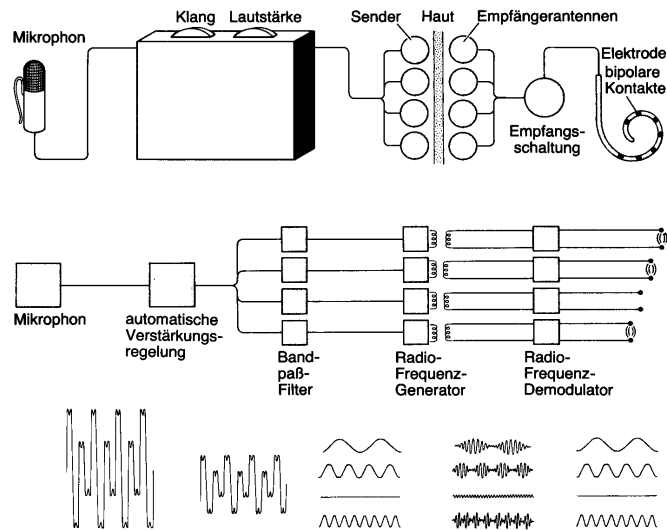


Abb. 7.28: Funktionsweise einer Vier-Kanal-Prothese [LOE 85]

Bei den Elektroden unterscheidet man zwischen monopolaren und bipolaren Elektroden (Abb. 7.29). Bipolare Elektroden sind komplizierter in der Fertigung, haben aber den Vorteil, daß sich der Stimulationsreiz wegen der Nähe der Gegenelektrode auf einen kleinen Bereich fokussieren läßt.

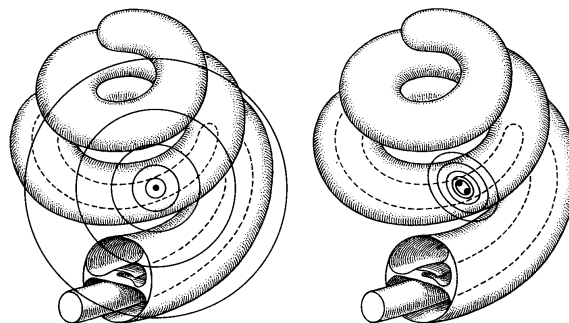


Abb. 7.29: Monopolare (links) und bipolare (rechts) Elektrode

Für alle Cochlea Implantate aber gilt, daß parallel zur individuellen Anpassung des Systems (Einstellung des Stimulationspegels jeder einzelnen Elektrode und Austesten der Verarbeitungsstrategie des Signalprozessors) ein gut begleitetes Hör- und Sprechtraining erforderlich ist, damit sich ein Erfolg einstellt. Derzeit verwenden weltweit etwa 17.000 Personen ein CI.

7.4.9 Hirnstamm Implantate (ABI)

Nach bestimmten Tumorerkrankungen (z.B. Neurofibromatose) kann es im Zuge der Tumorentfernung unabdingbar sein, daß der Hörnerv entfernt werden muß. Ein Cochlea Implantat, das die Nervenendungen in der Cochlea (Schnecke) stimuliert, bleibt daher wirkungslos. Hier kann das sogenannte Hirnstamm Implantat (ABI – engl.: *Auditory Brainstem Implant*) eingesetzt werden. Die Signalverarbeitungs- und Einkoppelungstechnik ist die gleiche wie beim Cochlea Implantat, mit dem wesentlichen Unterschied, daß die Elektrode mit dem ersten Hörkern des Hirnstamms verbunden wird.

7.4.10 Induktive Kopplung

Unter induktiver Kopplung wird in der Rehabilitationstechnik die drahtlose, auf induktivem Wege durchgeführte Übertragung von Audio-Signalen an ein Hörgerät oder Cochlea Implantat verstanden, wobei drei Szenarien der Anwendung dieser Technik unterschieden werden können:

- Kopplung des Hörgerätes an das magnetische Feld eines Telephonhörers (siehe dazu später in Kap. 8.3.3).
- Verwendung einer im Raum verlegten, ortsfesten Induktionsschleife.
- Verwendung einer am Körper getragenen Induktionsschleife (engl.: neck loop).

Das Prinzip der Induktionsschleifen ist denkbar einfach. Das Audio-Signal, das zum Hörgerät übertragen werden soll, wird verstärkt (und niederohmig angepaßt), sodaß damit eine Leiterschleife (Spule mit einer oder wenigen Windungen) gespeist werden kann. Innerhalb dieser Spule erzeugt das Audio-Signal ein magnetisches Wechselfeld, das von der im Hörgerät montierten Empfangsspule aufgenommen werden kann. Außer Hörgeräten sind auch drahtlose Kopfhörer nach dem Induktionsprinzip erhältlich. Dieses Hilfsmittel empfiehlt sich auch für jene Personen, die ein Im-Ohr-Hörgerät tragen, das nicht mit einer Induktionsspule ausgestattet ist. Abb. 7.30 zeigt einen miniaturisierten Induktionsempfänger, der im Gehörgang getragen werden kann (Gehäuseform wie ein ITC-Hörgerät).

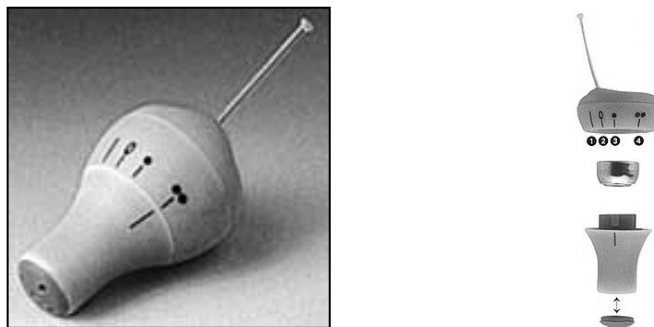


Abb. 7.30: ITC-Induktionsempfänger, der im Gehörgang getragen werden kann

Für den Empfang des Signals der Induktionsschleife muß das Hörgerät auf "T" (*telecoil*) geschaltet werden. Üblicherweise wird damit das eingebaute Mikrophon abgeschaltet, was den Vorteil hat, daß damit die Einwirkung aller akustischen Störgeräusche ausgeschaltet wird und der Hörgeräteträger / die Hörgeräteträgerin ausschließlich das Signal wahrnimmt, das in die Induktionsschleife eingespeist wird. Das kann natürlich auch den Nachteil haben, daß damit alle anderen Schallquellen (z.B. das, was der Sitznachbar bei einer Konferenz zur Diskussion beiträgt) vollkommen ausgeblendet bleiben. Auch für Kinder in Klassenzimmern, die mit einer Induktionsschleife ausgestattet sind, kann es wichtig sein, die eigene Stimme über das Hörgerät wahrnehmen zu können. In manchen Situationen kann das ein häufiges Hin- und Herschalten zwischen den Stellungen "T" und "M" erforderlich machen. Hörgeräte mit einer Schalterstellung "TM" (Mikrophon und *telecoil*) bieten hier einen Kompromiß an.

a) **Ortsfeste Induktionsschleife**

Ortsfeste Induktionsschleifen werden in Vortragsräumen (Klassenzimmern, Hörsälen, Kirchen, Konferenzzentren) verlegt. Manchmal werden auch die Begriffe "Schwerhörigenanlage" und "Vielhöranlage" verwendet. Den höchsten Wirkungsgrad kann eine Induktionsschleife bringen, die auf gleicher Höhe angebracht ist, wie die das Signal empfangenden Hörgeräte. In den

meisten Fällen wird man aber eine Installation in der Sockelleiste oder im Boden vornehmen, was aber auch zu brauchbaren Ergebnissen führt (Abb. 7.31 und Abb. 7.32).

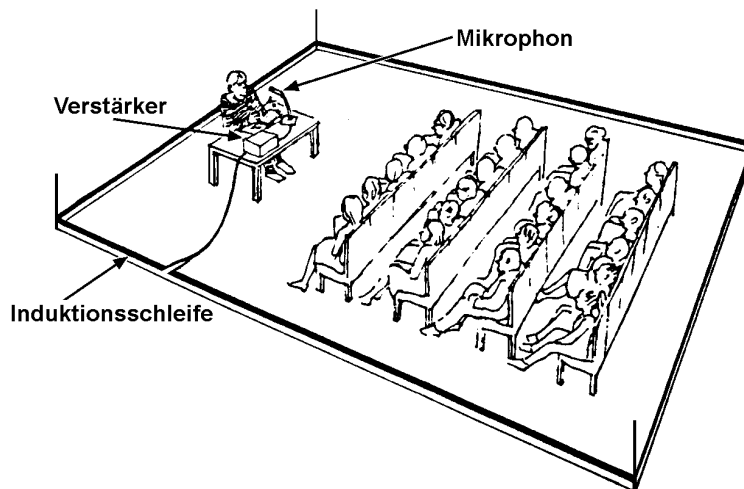


Abb. 7.31: Aufbau einer Höranlage mit Induktionsschleife [Iso 94]

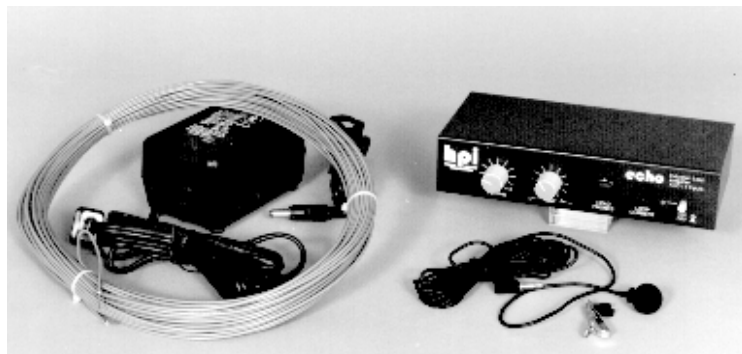


Abb. 7.32: Komponenten einer Induktionsschleifen-Anlage

Es muß auch entschieden werden, ob die Anlage so dimensioniert werden soll, daß die Induktionsschleife den ganzen Raum umspannt, oder ob es ausreichend ist, den von der Schleife abgedeckten Bereich auf z.B. einige Sitzreihen zu beschränken. In diesem Fall sollten jene Plätze ausgestattet werden, von denen aus auch die Sicht auf den Vortragenden / die Vortragende gut ist (Lippenlesen) und es sollten entsprechende Hinweise angebracht werden.

Grundsätzlich sollte immer bedacht werden, daß die Ausstattung eines Vortragsraumes mit einer Induktionsschleife zu den kostengünstigsten und vom Preis/Leistungsverhältnis effektivsten Adaptierungen für behinderte Menschen zählt. Selbst wenn der Einbau einer Induktionsanlage zum Zeitpunkt der Errichtung oder Renovierung eines Gebäudes/Raumes nicht in Frage kommt, sollte trotzdem an die Verlegung der Leerverrohrung oder der einfachen Leiterschleife gedacht werden, da die Kosten minimal sind und eine spätere Aufrüstung dann ohne bauliche Maßnahmen durchgeführt werden kann.

Aber nicht nur Vortrags- und Versammlungsräume können und sollten mit Induktionsanlagen ausgestattet werden. Auch Kundenbereiche wie Bank- und Fahrkartenschalter (insbesondere dort, wo die Kommunikation zwischen Schalterbeamten und Kunden durch einen Glasverschlag über ein Intercom erfolgt), kann die Verlegung einer Induktionsschleife in Erwägung gezogen werden. Sie wird so im Boden verlegt, daß der Kunde / die Kundin in der Mitte der Leiterschleife steht. Die amerikanische Behindertengesetzgebung ADA (Americans with Disabilities Act) hat übrigens durch entsprechende Vorschriften zu einer Renaissance der Induktionsschleife geführt.

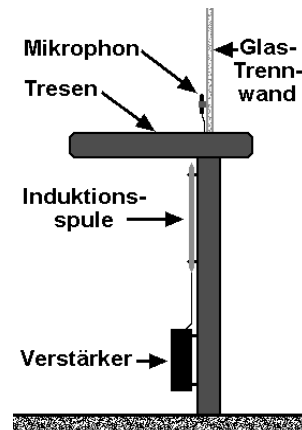


Abb. 7.33: Induktionsschleife in der Wand eines Verkaufsschalters (Lic Audio)

b) Dimensionierung und Verlegung

Gemäß der Norm IEC 60 118-4 (frühere Bezeichnung IEC 118-4) muß bei induktiven Höranlagen eine magnetische Feldstärke von $100 \pm 30 \text{ mA/m}$ in einer Höhe von 1,2 m innerhalb der gesamten Schleife erreicht werden. Die obere Grenzfrequenz muß mindestens bei 5 kHz liegen.

Der Leitungsquerschnitt einer fix installierten Induktionsschleife sollte zwischen $1,5 \text{ mm}^2$ bis 2 mm^2 (ca. AWG 16 bis 18) betragen. Bei temporären Installationen, die nur für einen bestimmten Anlaß vorgenommen werden, genügt ein Querschnitt von $0,5 \text{ mm}^2$ (ca. AWG 22). Da für die Dimensionierung (bei importierten Geräten) der Drahtquerschnitt oft mit der amerikanischen AWG (American Wire Gauge) Bezeichnung angegeben wird, zeigt Tabelle 7.1 die Umrechnung.

AWG Bezeichnung	Durchmesser [mm]	Querschnitt [mm ²]
22	0,75	0,45
20	1,00	0,80
18	1,25	1,25
16	1,50	1,75
14	1,75	2,50

Tabelle 7.1: Umrechnung von AWG in Drahtdurchmesser und Querschnitte

Werden kleinere Räume oder in größeren Räumen nur kleinere Flächen mit einer Induktionsschleife versehen, dann kann mit einer einzigen Schleife (Ringleitung) das Auslangen gefunden werden. Die Anordnung ist dann so wie in Abb. 7.31 gezeigt. Bei größeren Räumen ist ein Verlegemuster zu wählen, bei dem der maximale Abstand zwischen zwei benachbarten Leitern nicht größer als 4 m bis 5 m ist.

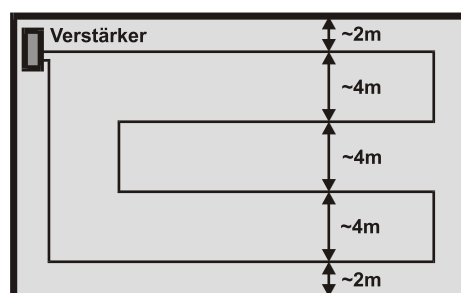


Abb. 7.34: Anordnung der Induktionsschleife in größeren Räumen (pcs)

Die magnetische Feldstärke der Induktionsschleife kann dadurch erhöht werden, daß die Schleife nicht nur als eine einzige Windung verlegt wird, sondern aus mehreren Windungen besteht. Mit der Zahl der Windungen sinkt aber auch die obere Grenzfrequenz, sodaß nicht mehr als vier Windungen praktisch verwendet werden können.

Die Impedanz (Wechselstromwiderstand) der Induktionsschleife muß mit dem Ausgangswiderstand des Verstärkers übereinstimmen. Werden für den Betrieb einer Induktionsschleife herkömmliche Komponenten aus der Verstärker- und Beschallungstechnik verwendet, dann kommen üblicherweise Impedanzen von 4 Ω oder 8 Ω in Frage. Richtwerte für die erforderliche Verstärkerleistung können der Tabelle 7.2 entnommen werden [UNG 98].

Maximale Fläche der Induktionsschleife [m ²]	Verstärkerleistung [W]
50	20
100	35
250	100

Tabelle 7.2: Richtwerte für die Verstärkerleistung für Induktionsschleifen [UNG 98]

Zur Abschätzung der Länge der Leiterschleife kann nachfolgende Formel dienen:

$$l = \frac{Z}{n \cdot R}$$

wobei l die Länge der Leiterschleife in m, Z die Ausgangsimpedanz des Verstärkers, n die Zahl der Windungen und R die Leitungswiderstand je m ist [UNG 98]. Die Länge der Leiterschleife darf nicht geringer sein, als die nach obiger Formel bestimmte Länge. Gegebenenfalls muß das der Verlegung berücksichtigt werden.

Es darf nicht vergessen werden, daß die immer stärkere Verbreitung von Im-Ohr-Geräten, die meist über keine Induktionsspule verfügen, die Verwendung von Induktionsschleifen in Vortragsräumen mehr und mehr in Frage stellt.

c) Am Körper getragene Induktionsschleifen

Auch wenn ein Vortragssaal nicht mit einer ortsfesten Induktionsschleife ausgestattet ist, besteht dennoch die Möglichkeit, die induktive Kopplung zum Hörgerät auszunutzen. Die gebräuchlichste Methode ist die Verwendung einer um den Hals getragenen Leiterschleife (engl.: *neck loop*; Abb. 7.35 links). Eine andere Möglichkeit besteht durch kleine, hakenförmige Induktionsschleifen ("Ohrhaken", engl.: *silhouette inductor*), die gemeinsam mit dem HdO-Hörgerät hinter dem Ohr getragen werden können (Abb. 7.35 rechts).



Abb. 7.35: links: um den Hals getragene Induktionsschleife (neck loop)
rechts: Ohrhaken (silhouette inductor)

7.4.11 Infrarot Übertragungssysteme

Eine oft bei drahtlosen Kopfhörersystemen und Dolmetschanlagen eingesetzte Übertragungstechnik verwendet moduliertes Infrarot-Licht (IR). Meistens wird Amplitudenmodulation mit einem 95 kHz Träger verwendet. Abb. 7.36 zeigt einige Komponenten einer Infrarot-Übertragungsanlage. An die Empfänger können entweder konventionelle Kopfhörer oder auch Hörgeräte mittels elektrischer (Audio-Schuh, DAI) oder induktiver ("Ohrhaken") Kopplung angeschlossen werden.



Abb. 7.36: Komponenten einer Infrarot-Übertragungsanlage

Die Vorteile einer IR-Anlage sind:

- Leichter und rascher aufzubauen als Induktionsschleifen (also für den gelegentlichen Einsatz gut geeignet).
- Gute Abhörsicherheit, das ausgestrahlte Signal bleibt auf den Raum beschränkt (Induktionsanlagen und insbesondere FM Anlagen können auch von Nebenräumen aus abgehört werden bzw. können dort Störungen verursachen).
- Mehrkanalbetrieb ist möglich (Induktionsanlagen können nur einkanalig betrieben werden).

Die Nachteile von IR-Anlagen sind:

- In Verbindung mit einem Hörgerät oft schwer zu handhaben (Im Gegensatz zur Induktionsschleife wird ein weiteres Gerät benötigt und meist eine störende Drahtverbindung zu Hörgerät oder Induktor).
- Empfang ist nur bei Sichtverbindung mit dem IR-Sender (oder bei ausreichenden Reflexionen) möglich. Bei Veranstaltungen (in engen Sitzreihen) kann es zu Abschattungen kommen. Dann muß erneut ein geeigneter Platz für den Empfänger gesucht werden, was durch die Kabelverbindung zum Hörgerät oft mit Schwierigkeiten verbunden ist.

7.4.12 FM Übertragungssysteme

FM-Übertragungssysteme finden vor allem in Schulen für hörbehinderte Kinder (Übertragung von der Lehrkraft zum Schüler / zur Schülerin) und auch im privaten Bereich Anwendung. Als Hörhilfe in allgemeinen Veranstaltungsräumen sind sie eher selten anzutreffen. Hörbehinderte Konferenzteilnehmer(innen) behelfen sich daher öfters mit einer „privaten“ Lösung. Sie bieten dem Vortragenden / der Vortragenden einen mitgebrachten tragbaren Sender mit Ansteckmikrofon an. Der von der hörbehinderten Person getragene FM-Empfänger speist

über eine um den Hals getragene Induktionsschleife (*neck loop*) das Hörgerät (meistens die Hörgeräte - auf beiden Ohren).

Die verwendeten Sendefrequenzen sind von Produkt zu Produkt unterschiedlich. Neuere Geräte arbeiten in einem Bereich zwischen 138 und 217 MHz). Eine vorwiegend in Schulen verwendete FM-Anlage zeigt Abb. 7.37.



Abb. 7.37: FM Übertragungsanlage – Sender und Empfänger (Mikroport von Sennheiser)

Die fortschreitende Miniaturisierung hat es möglich gemacht, einen kompletten FM-Empfänger als Aufsteckteil für HdO-Hörgeräte zu gestalten. Auf diese Weise fällt nicht nur der getrennte Empfänger sondern auch die meist hinderliche Drahtverbindung zum Hörgerät weg (Abb. 7.38).



Abb. 7.38: FM-Empfänger zum Aufstecken auf HdO-Hörgerät (MicroLINK von Phonak)

Noch unauffälliger sind FM-Empfänger, die genauso wie ITC-Hörgeräte im Gehörgang getragen werden können (Abb. 7.39 links). Dieser Empfänger-Typ kann gemeinsam mit einem drahtlosen Richtmikrofon verwendet werden, das die hörbehinderte Person bei Gesprächen und Sitzungen auf den jeweiligen Sprecher / die jeweilige Sprecherin richtet und damit für eine größtmögliche Unterdrückung von Störgeräuschen sorgt (Abb. 7.39 rechts).



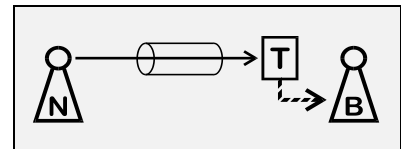
Abb. 7.39: links: FM-Empfänger in ITC Bauform
rechts: Funk-Mikrofon mit einstellbarer Richtcharakteristik – Zoom-Mikrofon (Phonak)

Vorteile von FM-Systemen:

- Gutes Preis-Leistungs-Verhältnis
- Einfache Installation (auch spontane Verwendung einer von der hörbehinderten Person selbst mitgebrachten Anlage ist möglich)
- Keine Abschattungen oder Störungen durch Sonneneinstrahlungen wie bei IR-Anlagen

Nachteile von FM-Systemen:

- Störungen durch andere Funksignale sind möglich
- Keine Sicherheit vor Abhören

7.5 Ersatz für das Hörvermögen

Zielgruppe für die das Gehör substituierenden Hilfsmittel sind Personen ohne verwertbaren Hörrest. Für die technische Realisierung können prinzipiell beide in Betracht kommenden Vikariate herangezogen werden, also die taktil/haptische Wahrnehmung und die visuelle Wahrnehmung.

Bei der Vermittlung über den Tastsinn wurden zahlreiche mehr oder minder komplexe Anordnungen untersucht. In keinem der Fälle darf aber vergessen werden, daß die Bandbreite des Tastsinnes nur etwa 1/100 der Bandbreite des Gehörs erreicht. Die taktil/haptisch vermittelte Information kann daher meist nur als eine Zusatzkomponente zur Unterstützung des Lippenlesens sein. Lediglich dann, wenn es gelingt, die Information durch vorherige Merkmalsextraktion und Codierung (z.B. durch automatische Spracherkennung) stark zu verdichten, besteht eine Chance, daß der Tastsinn auch allein zur Informationsaufnahme genügt (siehe Kapitel 7.5.1).

Bei der visuellen Vermittlung können mehrere Wege beschrrieben werden:

- durch einfache optische Signale (siehe Kapitel 7.5.2)
- durch visuell dargestellten Text (siehe Kapitel 7.5.3)
- durch visuell dargestellte Phoneme (siehe Kapitel 7.5.4)
- durch Gebärdensprache (siehe Kapitel 7.5.5)

7.5.1 Vermittlung über den Tastsinn, vibrotaktile Hörprothesen

Erste Versuche, den Tastsinn als Ersatz für das Gehör zu verwenden, gehen bereits auf die Zeit um 1920 zurück (Gault) [SUM 95]. Später war es kein geringerer als Prof. Norbert Wiener⁵³, der 1950 am MIT Versuche durchführte, um Sprachsignale in eine Muster von taktil wahrnehmbaren Reizen umzuwandeln, mit denen gehörlosen Personen eine Möglichkeit zum Verstehen von Sprache geschaffen werden sollte. Das Labormuster, das den Namen "Felix" erhielt, bestand aus einer Gruppe von Bandpaßfiltern zur Unterteilung des Frequenzbereiches der Sprache in mehrere einzelne Kanäle [Rle 97].

⁵³ Norbert Wiener, 1894-1964, amerikanischer Mathematiker, Professor am MIT, entwickelte die Grundlagen der Informationstheorie und gilt als Begründer der Kybernetik.

Bei vibrotaktilen Hörprothesen wird der Tastsinn (Wahrnehmung von Bewegungen und Vibrationen) als Ersatzsinn für das Gehör verwendet. Im einfachsten Fall wird ein der Amplitude des Sprachsignals entsprechender taktiler Reiz erzeugt. Aufwendigere Systeme bearbeiten das Signal in einem mehrkanaligen Bandpaß-Filtersystem und verteilen das Ergebnis auf mehrere vibrotaktile Reizgeber unterschiedlichster Anordnung (siehe dazu Abb. 7.41 rechts). Bei einer älteren Version einer solchen vibrotaktilen Hörprothese wurden die Vibrationsreize gemäß Abb. 7.40 an neun verschiedenen Positionen auf den Fingern appliziert. Da jedes Frequenzmuster nach dem Durchlaufen des Filters ein bestimmtes Reizmuster erzeugt, kann dieses zur Erkennung der Sprache herangezogen werden, wobei derartige Systeme nur in Verbindung mit Lippenlesen brauchbare Resultate liefern. Erst mit wesentlich komplexerer Vorverarbeitung (z.B. automatischer Spracherkennung) besteht eine Chance, auch ohne Lippenlesen auszukommen [SAU 83, IFU 89, SUM 99, SPE 98].

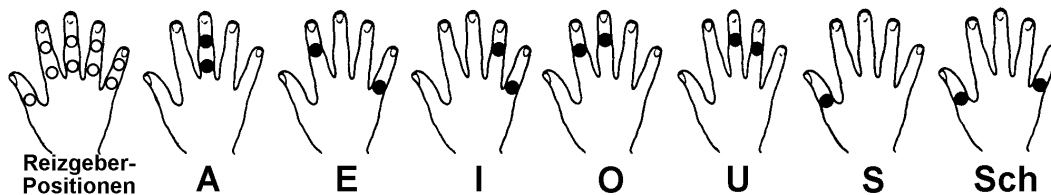


Abb. 7.40: Örtliche Reizmuster für die deutsche Sprache (Auswahl)

a) Einfache Vibratoren

Ein Beispiel für ein einfaches Vibrationssystem ist das derzeit einzige kommerziell angebotene Gerät mit der Bezeichnung MiniVib-4. In erster Linie dient es dazu, die gehörlose Person durch Vibration auf Geräusche in der Umwelt aufmerksam zu machen. Da der Vibrator auch dem Rhythmus eines Gespräches folgt und die Amplitude der Stimme wiedergibt, ergibt sich auch eine gewisse Unterstützung beim Lippenlesen [WAD 99].

b) MKS-Verfahren

Das vom Pfalzinstitut (BRD) entwickelte MKS-Verfahren (mechanokutane Schallvermittlung) richtet sich an Personen (Schulkinder) ohne verwertbaren Hörrest, also vollkommen ertaubte Menschen [BRE 91]. Da diesen Kindern jeder auch noch so beschränkte Zugang zur Welt des Schalls fehlt, wurde nach einer Hilfe bei der lautsprachlichen Erziehung gesucht. Das MKS-Verfahren verwendet eine „Reizgeber-Weste“, um die Vibrationsreize am Oberkörper wirksam werden zu lassen (Abb. 7.41 links).

Nach der Verstärkung wird das von einem Mikrophon aufgenommene Signal durch Filter auf 12 bis 14 Kanäle aufgeteilt, wodurch das vom Generator gelieferte 255 Hz Signal selektiv den einzelnen Schwingern (Vibratoren) zugeführt wird (Abb. 7.41 rechts).

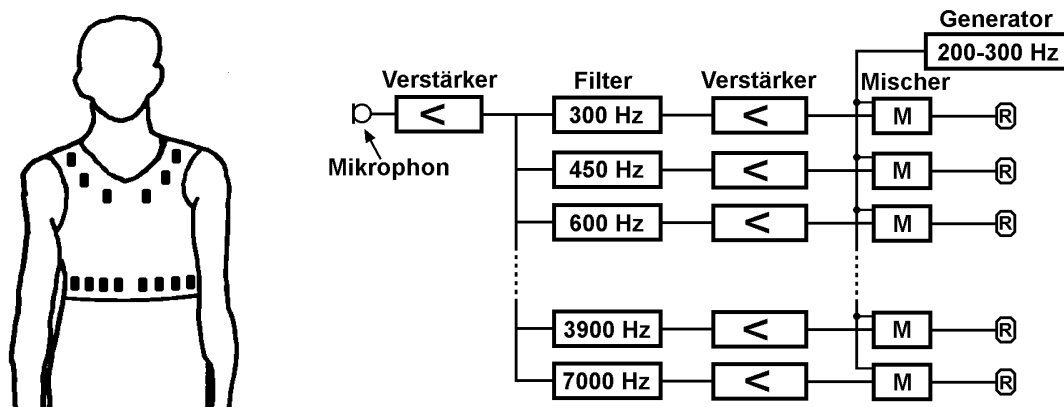


Abb. 7.41: Reizgeber-Weste und Blockdiagramm beim MKS-Verfahren [BRE 91]

Bei Versuchen mit der Identifizierung einsilbiger Wörter (Göttinger Kindersprachverständnis-Test) wurden folgende Resultate (Erkennungsrate in %) erzielt (Tabelle 7.3), was zeigt, wie gut sich mehrere Modalitäten (also in diesem Fall visuell durch das Lippenbild und taktil durch die Vibrationsreize ergänzen:

Art der Präsentation	Erkennungsrate einsilbiger Wörter in %
Nur auditiv	2,5
Auditiv zusammen mit Mundbild	69,8
Auditiv mit MKS	40,5
Auditiv mit Mundbild und MKS	82,4

Tabelle 7.3: Erkennungsraten einsilbiger Wörter bei Verwendung des MKS-Systems [BRE 91]

Ähnliche Versuche mit am Brustkorb befestigten Reizgebern wurden bereits 1957 an der University of Virginia angestellt. Zur Untersuchung der taktilen Wahrnehmbarkeit verwendete man nur 5 Reizgeber (Eckpunkte eines Quadrates und Mittelpunkt), bei denen jeder Reizgeber aber in drei verschiedenen Intensitätsstufen angesteuert werden konnte. Die 45 verschiedenen Kombinationen wurden Buchstaben zugeordnet. Im Laborversuch wurden bis zu 38 kurze Wörter pro Minute vermittelt [STE 00].

Weitere bekannte Ansätze mit vibrotaktilen Reizgebern tragen Namen wie TACTILATOR (2 Reizgeber) oder TACTAID 7 (Formanten werden an ein Band mit 7 Reizgebern weitergegeben, die im Nacken, auf der Brust oder auch am Unterleib getragen werden können) [Rle 97, STE 00].

c) **Taktile Vermittlung über taktilen Display**

Versuche haben gezeigt, daß die Fingerspitzen für die taktile Wahrnehmung akustischer Signale am besten vor allen anderen Körperregionen geeignet sind [IFU 89]. Daher wurde in zahlreichen Projekten versucht, auf ein oder zweidimensionalen taktilen Displays (Zeilen oder Matrizen von beweglichen Stiften, die auf die Fingerspitze wirken) eine taktile Repräsentation von Klangmustern zu realisieren. Bei der Verwendung von Matrizen in der Größe 3x16 und 4x16 Stifte konnten deutliche Verbesserungen der Leistungen beim Lippenlesen beobachtet werden. Die Erkennungsrate einzelner Silben ohne Lippenlesen reichte dabei jedoch nicht über 55% hinaus [IFU 89, IFU 98, WAD 99].

d) **Taktile Vermittlung nach automatischer Spracherkennung**

Möglich, aber wahrscheinlich ohne konkreten praktischen Nutzen für gehörlose Personen ist der Einsatz von automatischer Spracherkennung zur Erzeugung taktil wahrnehmbarer Buchstaben. Die Ausgabe müßte auf einem Display ähnlich wie beim Lesegerät "Optacon" (siehe Kap. 9.3.3) erfolgen, von dem man aber weiß, daß die Kommunikationsgeschwindigkeiten nicht annähernd an die übliche Sprechgeschwindigkeit heranreichen und daß die erforderliche Konzentration bei der Erkennung der Schriftzeichen außerordentlich groß ist [SHI 89].

e) **Tactuator**

Bei den alternativen Kommunikationsmethoden für taubblinde Personen haben wir in Kapitel 6.6.3 das Tadoma Verfahren kennengelernt. Da es damit möglich ist, gesprochene Sprache allein über den Tastsinn in Echtzeit vom Gesicht des Sprechers / der Sprecherin abzulesen,

sollte es theoretisch möglich sein, ein Display zu bauen, das den Händen Signale liefert, die mit Tahoma vergleichbar sind.

Fast 50 Jahre nach den Versuchen von Prof. Wiener wurden am MIT die Verhältnisse bei der Kommunikation mittels Tahoma analysiert und in ein mechanisches Display umgesetzt. Kernpunkt dieser Entwicklung ist die Erkenntnis, das bei Tahoma genau genommen zwei Modalitäten innerhalb des Tastsinnes verwendet werden: Bei der Erfassung der Kiefer und Mundstellung sind es haptische Reize für langsame Bewegungen mit größerer Amplitude. Bei den Tonschwingungen, die in der Hals- und Kieferregion abgetastet werden, handelt es sich um Vibrationen mit höherer Frequenz aber geringer Amplitude. Das entwickelte vibrotaktil/haptische Display ist in der Lage, an drei Finger Reize im Frequenzbereich 0 bis 300 Hz abzugeben (Abb. 7.42).

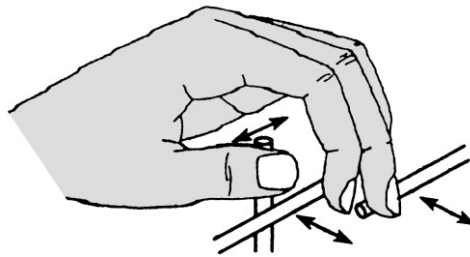


Abb. 7.42: Handstellung bei Ertasten der haptischen und vibrotaktilen Reize vom "Tactuator" [TAN 97]

Bei 3 Hz können sich die Stäbe mit Amplituden bis zu 26 mm (Spitze-Spitze) bewegen. Bei den höherfrequenten Vibrationen sind hingegen auch kleinste Amplituden von nur 0,3 µm realisierbar. Eine durch die Theorie vorhergesagte Transferrate von rund 12 bit/s konnte im Experiment bestätigt werden [TAN 89, TAN 96, TAN 96a, Rie 97 TAN 97, TAN 99, STE 00].

7.5.2 Visuelle Vermittlung über optische Signale

Wenn es bereits mit einfachsten Vibratoren, die etwas vom Sprechrhythmus und der Stimmhaftigkeit der Sprache vermitteln, möglich ist, die Leistungen beim Lippenlesen zu steigern, dann kann dies auch auf optischem Wege erreicht werden. Bereits 1967 wurde von Hubert Upton unter Verwendung eines tragbaren Analogrechners, der als Pionierleistung auf dem Gebiet des "Wearable Computing" angesehen wird, ein Gerät gebaut, mit dem einige Sprachparameter (Stimmhaftigkeit, Frikation) in einem Brillen-Display dargestellt werden konnten. Unter Verwendung leistungsfähiger Mikroprozessoren wird in Schweden versucht, zusätzliche signifikante Sprachparameter herauszuarbeiten und in einer Brille anzuzeigen.

7.5.3 Visuelle Vermittlung über Text

a) Manuelle Untertitelerstellung

Der Inhalt eines Vortrages (oder Gesprächs) kann gehörlosen Personen durch die Präsentation als Text vermittelt werden. Diese Darstellung gesprochener Sprache wird im Englischen mit dem Fachbegriff "Closed Captioning" (CC) bezeichnet, was in etwa mit "Herstellung von Untertiteln für einen eingeschränkten Benutzerkreis" übersetzt werden könnte.

Die Erstellung von CC bei Vorlesungen, Ansprachen und dergleichen macht es erforderlich, daß eine hörende Person den vorgetragenen Text in Echtzeit mitschreibt. Dieser Text wird dann in geeigneter Weise auf Monitoren oder Displays dargestellt.

Insbesondere in den USA wird von "Real-Time Captioning" häufig Gebrauch gemacht, da es dort eine lange Tradition maschinell geschriebener Stenographie gibt (machine shorthand). Während früher Gerichts- und Parlamentsstenographen ihre mit der "Stenotype⁵⁴" gemachten Aufzeichnungen von Hand in Klartext übertragen mußten, wird diese Arbeit heute durch Computerprogramme erledigt. Diese Technologie bildet die Basis für CC-Systeme, mit denen es möglich ist, "Untertitel" in Echtzeit zu erzeugen. Gelegentlich wird dann auch von CAN (Computer Assisted Notetaking) gesprochen. Dabei kann eine Schreibgeschwindigkeit von bis zu 225 Wörtern je Minute (rund 18 Zeichen/sec) erreicht werden. Vorbereitete Texte lassen sich in die Untertitel einbeziehen. Ohne ein Stenographie-System werden nur etwa 60 Wörter je Minute erreicht, während gesprochene Sprache im Mittel mit 160 Wörtern, bei schneller Sprechern sogar mit bis zu 300 Wörtern je Minute vorgetragen wird [BLO 89, ROG 89, ROE 89, NEL 89, OLI 89, OAK 94].

Bereitstellung von Texten in Echtzeit ist gerade für spätertaubte Person wichtig, denen Lippenlesen Schwierigkeiten bereitet und denen der Zugang zur Gebärdensprache fehlt [GRA 89]. Ein weiterer Vorteil von Captioning gegenüber Lippenlesen und Gebärde besteht darin, daß im Gegensatz zu den beiden letztgenannten Kommunikationsmethoden kein ununterbrochener visueller Kontakt zum Sprecher / zur Sprecherin bzw. zum Gebärdendolmetsch / zur Gebärdendolmetscherin bestehen muß. Jede Betrachtung anderer Inhalte (Tafel, visuelle Präsentation, Versuchsaufbau etc.) unterbricht die Kommunikation. Bei der Darstellung von Captioning Texten auf einem Display oder Monitor bleibt der Text doch einige Sekunden stehen und kann nachgelesen werden [OAK 94].

Eine Variante des CAN stellt das "Remote Notetaking" dar. Der Schreiber oder die Schreiberin befindet sich nicht an dem, wo der Vortrag oder das Gespräch stattfindet und wo die Untertitel benötigt werden, sondern erledigt die Arbeit über eine Computerverbindung von einem anderen Ort aus [PAR 99].

b) Untertitelerstellung mit automatischer Spracherkennung

Die automatische Spracherkennung erfährt derzeit durch steigende Rechnerleistungen und verbesserte Algorithmen einen immensen Aufschwung. Es ist daher durchaus zu erwarten, daß die zuverlässige automatische Umsetzung von gesprochener Sprache und Text in einigen Jahren nicht nur sprecherunabhängig und gleichzeitig für kontinuierliche Sprechweise möglich sein wird, sondern daß die dafür erforderliche Rechenleistung in tragbaren Geräten bereitgestellt werden kann. Das würde schließlich die Entwicklung einer substituierenden Hörprothese möglich machen, die gesprochene Texte in Schrift verwandelt und der gehörlosen Person in geeigneter Weise anbietet. Hierzu könnte sich die Einspiegelung des Textes in eine Brille anbieten, sodaß sogar der Blickkontakt zwischen den beiden miteinander redenden Personen erhalten bleibt, was für die Kommunikation der nichtverbalen Komponenten des Gesprächs von Bedeutung ist.

In Ansätzen funktioniert eine derartige automatische Übersetzung in Untertitel bereits für Vorträge, bei denen die Sprechweise und das Vokabular des Redners / der Rednerin vorher mit dem PC trainiert wurden. Das Resultat der automatischen Spracherkennung wird kurz zeitverschoben mittels Monitor oder Video-Projektion für die gehörlosen Teilnehmer und Teilnehmerinnen bereitgestellt. Versuchsweise wurde ASR auch zur Untertitelherstellung in Tele-Learning Kursen und zur Unterstützung von Studierenden mit Dyslexie eingesetzt. Vorteile entstehen auch für Studierende, für die die Vortragsprache nicht ihre Muttersprache ist [HAT 97, PIR 98, PAI 99b, PAI 00, MIE 01b, PAI 01, PAI 02].

Automatische Spracherkennung (ASR) kann aber auch indirekt zum Einsatz kommen, indem sie jene Person unterstützt, die für die Generierung von Untertiteln zuständig ist. Anstelle den

⁵⁴ Eine Schreibmaschine, bei der jeder Anschlag mit mehreren Fingern gleichzeitig ausgeführt wird. Jeder Anschlag entspricht einer Silbe oder einem ganzen Wort, das mehr phonetisch als orthographisch auf einem Protokollstreifen festgehalten wird.

gesamten Text über eine Tastatur einzugeben, kann der Text an eine ASR diktiert werden, was den Vorteil hat, daß in diesem Fall mit gut trainierten Sprechmustern gearbeitet werden kann. Versuche dieser Art ergaben in Japan bereits 1998 eine Erkennungssicherheit von 96% [IFU 98].

Bei all diesen Möglichkeiten darf aber nicht vergessen werden, daß viele gehörlose Personen verglichen mit anderen Menschen eine geringere Kompetenz in der Schriftsprache haben. Eine eins-zu-eins Übertragung des gesprochenen Textes in Untertitel, wie sie von einem automatischen System produziert werden, kann daher ein nicht geringes Hindernis aufstellen. Bei einer manuellen Untertitelerstellung kann hingegen in gewissem Maße auf die besondern sprachlichen Bedürfnisse gehörloser Personen eingegangen werden [DOT 96].

7.5.4 Visuelle Vermittlung über Phoneme

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt arbeitet die automatische Spracherkennung noch alles andere als fehlerfrei. Nun ist es für die Unterstützung gehörloser Personen durch Transkription der gesprochenen Sprache in geschriebenen Text nicht erforderlich, einen orthographisch korrekten Wortlaut zu produzieren, bei dessen Erstellung zahlreiche Fehler auftreten können. Eine elegante Alternative stellt die Transkription in eine phonetische Repräsentation dar, also die Übersetzung in eine Art von Lautschrift. Das führt zu bedeutenden technischen Vereinfachungen, wenn man bedenkt, daß der phonetische "Wortschatz" (genaugenommen handelt es sich eher um die phonetische Erkennung von Silben) wesentlich geringer ist als ein komplettes Lexikon. Durch diese Maßnahme wird nicht nur die Erkennungssicherheit gesteigert, es treten auch geringere Verzögerungen auf. Damit läuft eine solche Untertitel-Präsentation viel besser synchron mit dem Lippenbild des Sprechers oder der Sprecherin [COU 00].

7.5.5 Visuelle Vermittlung über Gebärde

Ähnlich wie bei der Vermittlung über Untertitel kann auch bei der Vermittlung über Gebärdensprache ein manueller und ein automatischer Weg beschrrieben werden.

a) Manuelle Vermittlung

Hierbei wird ein menschlicher Gebärdendolmetsch / eine Gebärdendolmetscherin in das Gespräch eingeschaltet. Der technische Aspekt besteht darin, daß die Übersetzung von Sprache nicht vor Ort stattfindet, also dort, wo die interpersonelle Kommunikation stattfindet, sondern in einem Call-Centre das über eine Video-Telephonverbindung angerufen wird. Über Festnetzleitungen (ISDN) oder Netzwerke ist dieser Dienst bereits an einigen Plätzen verfügbar. Die Einführung breitbandiger Mobilfunkdienste (UMTS) wird in Zukunft auch die Möglichkeit der Übertragung von Gebärden über mobile Endgeräte ermöglichen [Ncd 98].

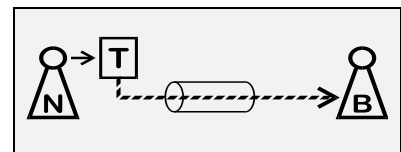
b) Automatische Vermittlung

Zumindest für die Vermittlung einfacher Gesprächsinhalte, wie sie bei einem typischen Gespräch am Auskunftsschalter ausgetauscht werden, kann in absehbarer Zeit mit dem Einsatz von automatischer Transkription von Sprach in Gebärden gerechnet werden. Im ersten Schritt wird der gesprochene Text mittels konventioneller Spracherkennung (ASR) von einem Computer erfaßt. Die so gewonnenen Sätze werden in die Elemente der Gebärdensprache (Hand- und Fingerbewegungen sowie Gesichtsausdruck) übersetzt und in einem dritten Schritt einer Animations-Software zugeleitet, die diese Gebärden mittels eines Avatars (animierte Figur) auf einem Bildschirm darstellt [SED 01, TOR 01]. Der im Projekt Visicast entwickelte Avatar "TESSA" (Text and Sign Support Assistant) ist in Abb. 7.43 links dargestellt. Zusätzlich zu den Gebärden kann am gleichen Bildschirm der Text auch noch in Form von Untertiteln ausgegeben werden.



Abb. 7.43: Avatare für Gebärdensprache:
links: TESSA in der Rolle einer britischen Postbeamtin (Visicast)
rechts: PAULA (DePaul University, USA)

7.6 Ersatz für Hören und Sehen



7.6.1 Braille Kommunikation

a) **Mechanisches Braille Kommunikationsgerät**

Dazu wird eine Art "Braille-Schreibmaschine" (Abb. 7.44) verwendet, bei der der/die "Sprechende" eine Braille-Tastatur bedient. Im Gegensatz zur Bogenmaschine wird hier aber kein Blatt Papier beschrieben (geprägt), sondern die Stifte eines der taubblinden Person zugekehrten Braille-Displays bewegt. Die taubblinde Person tastet direkt von diesen Stiften ab.

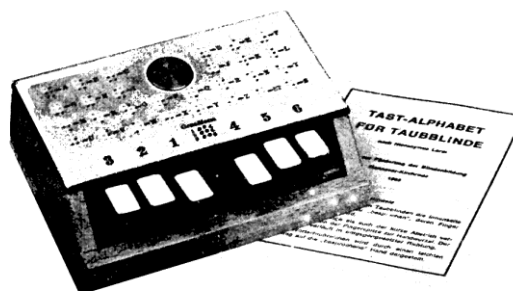


Abb. 7.44: Mechanisches Braille Kommunikationsgerät

b) **Elektronische Braille Kommunikation – DIALOGOS**

Während die Verwendung des oben erwähnten mechanischen Kommunikationsgerätes die Kenntnis der Blindenschrift auch auf der Seite der nichtbehinderten Person voraussetzt, umgeht ein aus Finnland kommendes System mit dem Namen DiaLogos dieses Problem dadurch, daß der nichtbehinderte Kommunikationspartner eine herkömmliche elektronische Schreibmaschine verwendet, von der aus ein Braille-Display angesteuert wird. Die Besonderheit des verwendeten Displays ist, daß die sechs Braille-Punkte nicht auf eine Fingerkuppe, sondern durch Vibratoren auf je drei Finger der beiden Hände übertragen werden (Abb. 7.45).



Abb. 7.45: Dialogos [HYV 90]

7.6.2 Kommunikation mit Fingeralphabet und Text

Ein Vorschlag zur Realisierung einer technischen Hilfe für die Kommunikation zwischen einer hörenden und einer gehörlosen Person sieht die Verwendung eines Datenhandschuhs vor, mit dem das Fingeralphabet automatisch in Text verwandelt wird (Abb. 7.46). Die links dargestellte Person verwendet eine drahtlose Einheit mit Tastatur und Display. Die rechts dargestellte Person (in der Zeichnung eine taubblinde Person!) verwendet zum „Sprechen“ den Datenhandschuh und liest taktil über ein Braille-Display. Gehörlose, jedoch sehende Personen verwenden ein herkömmliches LCD-Display.

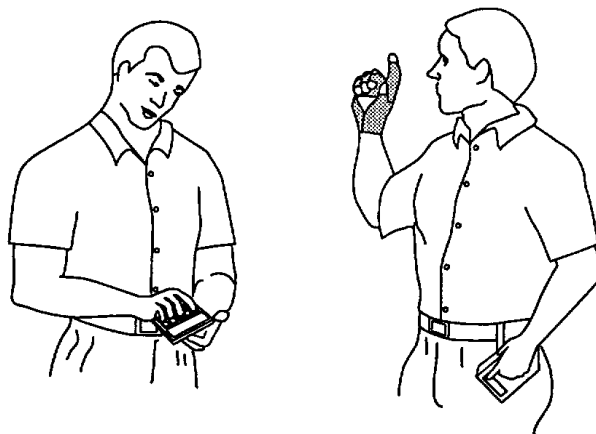


Abb. 7.46: Kommunikation mit dem Data-Glove

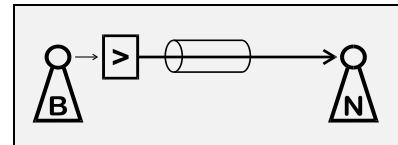
7.6.3 Kommunikation über taktilen Morse-Code

Wesentlich einfacher zu realisieren als die im vorigen Abschnitt vorgestellte Kommunikationsmethode ist die Verwendung von vibrotaktil übertragenem Morsecode [TAN 97a, BLE 01a].

8 Hilfsmittel für Telephon-Anwendungen

Die Methoden der alternativen und augmentativen Kommunikation, die in Verbindung mit dem Telefon verwendet werden, ähneln in vieler Hinsicht denen, die bei direkter Kommunikation eingesetzt werden. Zur Umsetzung auf die Telekommunikation müssen aber zahlreiche Randbedingungen beachtet werden.

8.1 Verbesserung der eigenen Stimme - Sprachverstärkung



Sprachverstärker, Clarifier, verändertes auditives Feedback und elektronischer Kehlkopf werden in der telephonischen Telekommunikation praktisch genauso eingesetzt wie in der direkten interpersonellen Kommunikation. Einige dieser Hilfsmittel sind jedoch auch direkt in Telefonapparate eingebaut (z.B. Sprachverstärker bis 26 dB; Abb. 8.1) oder zum direkten Anschluß an Telefonapparate (verändertes auditives Feedback) erhältlich.

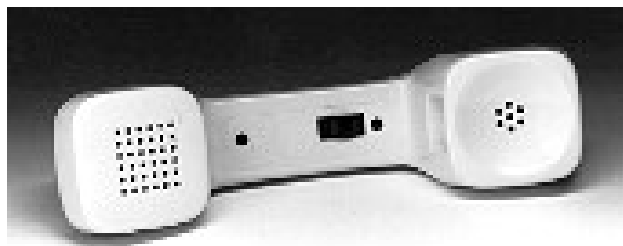
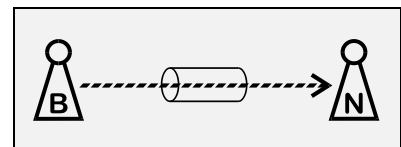


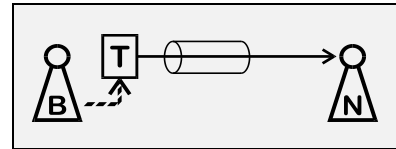
Abb. 8.1: Telephonhörer mit eingebautem Sprachverstärker (hitec)

8.2 Ersatz der eigenen Stimme und Sprache: Texttelefon, Videophon und synthetische Sprache

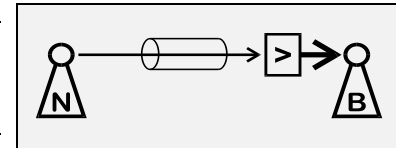
Für den Ersatz der eigenen Stimme können die gleichen Methoden und Hilfsmittel wie für den Ersatz des eigenen Hörvermögens, also Texttelefone (siehe Kap. 8.4) und Videophone (siehe Kap. 8.6) in der "entgegengesetzten Richtung" eingesetzt werden.



Auch die Kopplung von Sprachsynthesizern sowie die Anwendung der in Kap. 7.2 angeführten Hilfsmittel ist möglich und bedarf hier keiner besonderen Erwähnung.



8.3 Verbesserung des eigenen Hörvermögens



8.3.1 Telephon-Hörverstärker

Durch den Einbau von Verstärkungsmöglichkeiten in Telephonapparate kann einer großen Zahl von hörbehinderten Personen mit Hörverlusten zwischen 35 und 80 dB eine wesentliche Unterstützung angeboten werden. Es darf dabei aber nicht vergessen werden, daß diese zusätzliche Verstärkung lediglich einer höher liegenden Hörschwelle entgegenwirkt, nicht aber andere Probleme bei der Sprachdiskriminierung beseitigen kann.

Ein nach den internationalen Normen gefertigter Telephonapparat bietet für leicht hörbehinderte Personen bereits eine gewisse Verstärkung, da der an der Hörkapsel gemessene Schalldruck um etwa 30 dB höher liegt, als bei einem persönlichen Gespräch, das über eine Entfernung von ungefähr 1 m geführt wird. Liegt also der Hörverlust über 35 dB, empfiehlt sich der Einbau von zusätzlichen Verstärkungsmöglichkeiten [ETS94]. Es wird geschätzt, daß damit etwa 80% der hörbehinderten Bevölkerung (auch wenn kein Hörgerät verwendet wird) eine entscheidende Hilfe angeboten wird.

Beim Einbau von zusätzlichen Verstärkungsmöglichkeiten muß jedoch beachtet werden, daß eine bei hörbehinderten Personen höherliegende Hörschwelle nicht zwangsläufig mit einem Höherrücken der Schmerzschwelle verbunden ist. Eine Begrenzung des Schalldrucks nach oben (durch Begrenzung oder besser noch durch entsprechende automatische Verstärkungsregelung – AGC) muß daher vorgesehen werden.

Außerdem empfiehlt es sich, auch Möglichkeiten zur frequenzselektiven Verstärkung vorzusehen, also Einstellungen zum getrennten Anheben und Absenken von Höhen und Tiefen einzubauen. Das ist insbesondere dann wichtig, wenn die im Telephonapparat angebotene Verstärkung die Verwendung eines Hörapparates beim Telephonieren überflüssig machen soll. Aber auch bei der Verwendung eines akustisch gekoppelten Hörgerätes (Verwendung des im Hörgerät eingebauten Mikrophons) kann es zu einem Verlust bei tiefen Frequenzen kommen.

Wird jedoch beim Telephonieren das Hörgerät verwendet (akustisch oder induktiv gekoppelt), muß darauf geachtet werden, daß es nicht zufolge der im Telephonapparat eingebauten zusätzlichen Verstärkung zu einer Übersteuerung des Hörgerätes kommt.

Der Normenvorschlag der ETSI (European Telecommunication Standards Institute) ETS 300 488 (1994) *"Telephony for the hearing impaired; Characteristics of telephone sets that provide additional receiving amplification for the benefit of hearing impaired users"* unterscheidet zwischen Telephonapparaten, die ausschließlich oder vorwiegend von einer bestimmten hörbehinderten Person verwendet werden und solchen, bei denen die Verwendung durch hörbehinderte Personen unterstützt werden soll, die aber auch von anderen Personen verwendet werden:

- Bei der vornehmlichen Verwendung durch hörbehinderte Personen, soll die zusätzliche Verstärkung durch einen Lautstärkereger erfolgen, dessen Einstellung auch nach Beendigung eines Telefongesprächs erhalten bleibt.

- Bei gemischter Verwendung durch nichtbehinderte und hörbehinderte Personen sollte der Lautstärkereger so ausgeführt werden, daß er nach Beendigung eines Telefongesprächs wieder in seine Grundeinstellung (= keine zusätzliche Verstärkung) zurückkehrt.

Gemäß ETSI ETS 300 488 soll bei Einbau einer Lautstärkeregelung eine Verstärkung von 20 dB und eine Abschwächung von 15 dB nicht überschritten werden.

Für den gelegentlichen Einsatz kann anstelle von fix im Telephonapparat eingebauten Verstärkungseinrichtungen auch ein am Telephonhörer montierbarer externer Verstärker verwendet werden (Abb. 8.2)



Abb. 8.2: Telephonhörer mit aufgesetztem Verstärker

Für die Verständlichkeit eines Telefongesprächs ist nicht nur die absolute Lautstärke sondern auch das Verhältnis aus Lautstärke des ankommenden Gesprächs zum Umgebungsgeräuschpegel maßgeblich. Vielfach wird versucht, Umgebungsgeräusche durch Verschließen des zweiten Ohres mit der Hand auszublenden. Da jeder Telephonapparat aber bewußt einen Teil der eigenen Stimme an die Hörkapsel weiterleitet (*sidetone*), gelangen störende Umgebungsgeräusche auch auf diesem Pfad an das Ohr. Es kann daher unter Umständen vorteilhafter sein, anstelle des zweiten Ohres beim Hören die Sprechkapsel zuzuhalten. Leichter läßt sich diese Stummschaltung des "sidetones" durch einen Taster (PTT = push-to-talk) erreichen.

Grundsätzlich aber sollte bei der Aufstellung von Fernsprechern auf eine möglichst ruhige Umgebung geachtet werden.

Es sind auch Telephon-Handapparate erhältlich, die mit **Knochenleitung** arbeiten, also vorteilhaft bei hochgradiger Schalleitungs-Schwerhörigkeit eingesetzt werden können.

8.3.2 Elektrische Kopplung

Akustische Kopplung zwischen Telephonhörer und Hörgerät ist immer mit Nachteilen verbunden

- Frequenzselektive Verluste
- Neigung zu Rückkopplungen (Erzeugung eines akustischen Kurzschlusses durch den ans Ohr gehaltenen Telephonhörer)
- Vorhandensein von Störgeräuschen aus der Umgebung

Eine direkte Einspeisung des Telefonsignals in das Hörgerät unter Umgehung des im Hörgerät eingebauten Mikrophons schafft also aus mehreren Gründen bessere Verhältnisse.

Manche Hörgeräte bieten einen entsprechenden Anschluß (DAI, Audio-Schuh) zur Verbindung mit einem Telephon oder mit anderen elektroakustischen Geräten (z.B. Tonbandgeräte, FM-

Empfänger). In der ETSI-Norm ETS 300 679 (1994) *"Telephony for the hearing impaired; Electrical coupling of telephone sets to hearing aids"* sind die technischen Daten für die elektrische Hörerätekopplung wie folgt festgelegt:

- Die übertragene Bandbreite soll 315 Hz bis 4.000 Hz betragen. Sollten für ein bestimmtes Telefonsystem diese Grenzen überschritten werden, soll eine Bandbegrenzung vorgesehen werden.
- Das an der elektrischen Hörerätekopplung zur Verfügung gestellte Signal soll der Verbindung zum Telephonhörer (Handapparat) entnommen werden.
- Es darf nicht möglich sein, über die Kopplung ein Signal in das Telefonsystem einzuspeisen (also nur Ausgang).
- Die Belastung des Ausgangs durch das Hörgerät wird mit 2 kOhm (ohmsch) angenommen. Die Ausgangsimpedanz soll weniger als 1 kOhm betragen.
- Der Ausgang ist in geeigneter Weise galvanisch zu trennen (z.B. durch Verwendung eines Übertragers / Transformators).

Zur Herstellung der elektrischen Kopplung wird ein 3,5 mm Stereo-Klinkenstecker (siehe Abb. 8.3) verwendet. Der Stecker befindet sich auf der Seite des zum Hörgerät führenden Kabels. Die Buchse soll an gut zugänglicher und gut sichtbarer Stelle im Telephonapparat (nicht im Hörer = Handapparat) eingebaut werden. Bei öffentlichen Fernsprechern soll jedoch eine Anbringung der Buchse in horizontalen Flächen vermieden werden, damit ein Eindringen von Flüssigkeiten und anderen Verunreinigungen hintangehalten wird.

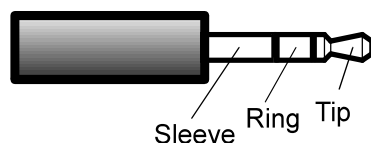


Abb. 8.3: 3,5 mm Stereo-Klinkenstecker und Bezeichnung der einzelnen Kontakte

Die elektrische Verbindung (Signal) erfolgt über "Tip" und "Ring" des 3,5 mm Klinkensteckers. Ein Anschluß eines Kabelschirms über "Sleeve" ist optional.

Die Pegelinstellungen für die elektrische Hörerätekopplung werden folgendermaßen vorgenommen: Mit einer im Prüfwesen für Telephone üblichen Testanordnung wird durch einen Signalgenerator ein solcher Pegel in den Telephonapparat eingespeist, daß am Kunst-Ohr⁵⁵ (*Artificial Ear* = Meßmikrophon am sogenannten ERP = *Ear Reference Point*) ein Schalldruck von - 14 dbPa (siehe Fußnote ⁵⁶) gemessen wird (Abb. 8.4).

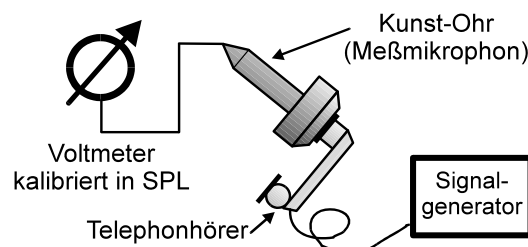


Abb. 8.4: Meßanordnung mit Kunst-Ohr zur Ermittlung von Schalldruckpegeln

⁵⁵ ITU-T Recommendation P.57: Artificial Ears, Genf (1993)

⁵⁶ Schalldruckpegel werden in dB relativ zu 1 Pascal angegeben

Bei dem so eingestellten Schalldruckpegel sollen bei 1 kHz am elektrischen Ausgang $-35 \text{ dBV} \pm 5 \text{ dBV}$ gemessen werden. Bei einer Erhöhung des Schalldruckpegels um 50 dB darf die Spannung am elektrischen Ausgang 3 Vpp nicht übersteigen.

8.3.3 Induktive Kopplung

Wesentlich verbreiteter und entsprechend wichtiger als die elektrische Hörgerätekopplung ist die induktive Ankopplung von Hörhilfen an den Telephonapparat. Dazu verfügen viele Hörgeräte über eine eingebaute Empfangsspule (*pick-up coil, telecoil*). Mit einem Schalter kann ein derart ausgestattetes Hörgerät von "Mikrofon"-betrieb (Schalterstellung "M") auf "Telephon"-betrieb (Schalterstellung "T") umgeschaltet werden.



Abb. 8.5: Induktive Kopplung eines HdO-Hörgerätes

Die Einführung der induktiven Hörgerätekopplung geht bereits auf eine Zeit zurück, in der die in den Telephonhörern verwendeten Hörkapseln ausschließlich nach dem elektromagnetischen Prinzip funktionierten. Diese "klassischen" Hörkapseln bestanden aus einem Elektromagneten (um einen Eisenkern gewickelte Spule) und einer in geringem Abstand darüber befestigten Membran aus dünnem Eisenblech. Dieser relativ offene magnetische Kreis wies von seiner Konstruktion her ein beträchtliches elektromagnetisches Streufeld auf, das leicht von einer im Hörgerät angebrachten Spule aufgenommen werden konnte.

Die Verwendung der induktiven Kopplung über das Streufeld hat den Vorteil, daß während des Telephonierens das im Hörgerät eingebaute Mikrofon abgeschaltet wird und somit Störgeräusche oder Rückkopplungen vollkommen vermieden werden können.

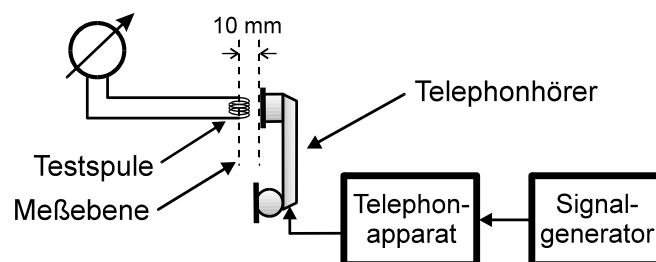


Abb. 8.6: Meßanordnung zur Bestimmung der magnetischen Feldstärke am Telephonhörer

Die Einführung anderer als elektromagnetischer Hörkapseln (dynamische, piezoelektrische) hatte zur Folge, daß Telephonhörer in Umlauf gesetzt wurden, die ein wesentlich geringeres oder überhaupt kein elektromagnetisches Streufeld aufweisen. So sind beispielsweise (bis auf eine Ausnahme) derzeit keine Mobiltelefone erhältlich, die eine induktive Hörgerätekopplung zulassen würden. Man spricht hier von mangelnder Hörgeräte-Kompatibilität (HAC = *Hearing Aid Compatibility*).

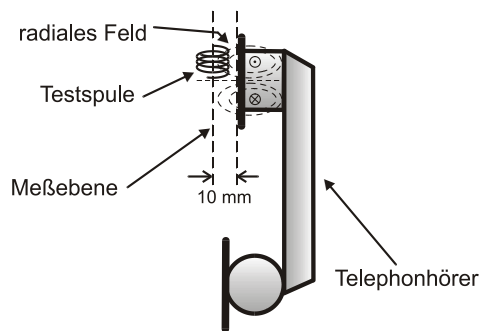


Abb. 8.7: Das magnetische Feld eines Telephonhörers mit "telecoil"

8.3.4 Interferenzprobleme bei GSM und DECT

Digitale Mobiltelefone wurden in Europa früher eingesetzt als in den USA. In den USA hätte es zwar strengere Regeln und auch die einflußreicheren Benutzerorganisationen gegeben, doch da dort die Probleme erst viel später aufgetreten sind, wurden sie zunächst nicht weiter behandelt. Die in den USA verwendeten analogen Mobiltelefone hatten anfangs eine so geringe Sprachqualität, daß hörbehinderte Menschen wegen der damit verbundenen Verständigungsprobleme so gut wie keinen Gebrauch davon machten. In Europa war und ist der Einbau von induktiver Kopplung nicht vorgeschrieben, sodaß hier das Interesse an Mobiltelefonen bei Hörgeräteträgern / Hörgeräteträgerinnen zwangsläufig gering war.

Erst jetzt, wo auch in den USA digitale Mobiltelefone zum Einsatz kommen, wird der Lösung des Interferenzproblems große Bedeutung zugemessen, siehe Norm [ANS98].

Die Störungen durch GSM⁵⁷ und DECT⁵⁸ rühren nicht von der Sendefrequenz selbst her (diese liegt für GSM bei 900 MHz und 1,8 GHz, für DECT bei 1,8 GHz), sondern werden durch das von beiden Systemen verwendete TDMA Verfahren (*Time Division Multiple Access*) hervorgerufen. TDMA bedeutet, daß jeder GSM Kanal in 8 Zeitintervalle (*time slots*) geteilt wird. Für die Kommunikation wird das GSM-Mobiltelefon nur während eines dieser Zeitintervalle eingeschaltet. Der Sender des GSM-Telephons wird mit einer Rate von 217 Hz getaktet und diese steilflankigen Bursts erzeugen die summenden Störgeräusche in den Hörgeräten. Bei DECT liegt die Pulsrate bei 100 Hz.

Bei den Störungen durch Mobiltelefone werden zwei Fälle unterschieden:

- Störung durch Fremdnutzung: Ein Mobiltelefon wird in der näheren Umgebung eines Hörgeräteträgers / einer Hörgeräteträgerin von einer anderen Person (Sitznachbar) verwendet. Im Hörgerät kommt es zu summenden Störgeräuschen.
- Störung bei Eigenbenützung: Der Hörgeräteträger / die Hörgeräteträgerin verwendet das Mobiltelefon zur Kommunikation. Hier wirkt sich die Einstreuung wesentlich stärker aus, da das Mobiltelefon zwangsläufig ans Ohr gehalten werden muß und somit nahe an das Hörgerät herangeführt wird.

Mögliche Gegenmaßnahmen sind:

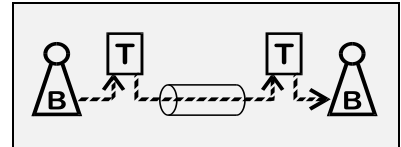
- Schirmung des Hörgerätes durch metallisch leitende Auskleidung des Gehäuses.
- Kurzschließen der eingestreuten Frequenzen durch Abblockkondensatoren.

⁵⁷ Ursprünglich stand die Bezeichnung GSM für Group Special Mobile, jenes Komitee, das die Spezifikationen des Europäischen digitalen Mobiltelefonnetzes entworfen hatte. Der Name wurde für das Kommunikationsprotokoll weiterverwendet und wird jetzt mit Global System for Mobile Telecommunication gedeutet.

⁵⁸ DECT = Digital European Cordless Telephone

- Veränderung der Verdrahtung in geeigneter Weise, daß "Antennen" vermieden werden.
- Vergrößerung der Distanz zur Störquelle vergrößern z.B. durch Verwendung einer Antenne, die sich beim Telefonieren nicht in der Nähe des Hörgerätes befindet oder durch Anschluß eines externen Mikrophons bzw. einer externen Hörgeräteankopplung (direkt oder induktiv). Die Funktion der Induktionsspule darf durch diese Maßnahmen jedoch nicht beeinflusst werden.

8.4 Ersatz für eigenes Hörvermögen



8.4.1 Texttelephone

Ein Texttelefon (auch Schreibtelefon, engl.: *text-telephone*) ist ein alternative Telekommunikationsgerät, mit dem gehörlose (bzw. sprechbehinderte) Menschen über das herkömmliche Telephonnetz (PSTN) kommunizieren können. Es handelt sich dabei um ein mit einem Fernschreiber vergleichbares Gerät, das eine Anzeige (üblicherweise LCD), eine Schreibmaschinentastatur sowie ein Modem (eventuell auch mit Akustikkoppler) beinhaltet. Abb. 8.8 zeigt ein Texttelefon für den stationären Betrieb. Der Anschluß erfolgt ohne Koppler direkt an das Telephonnetz.

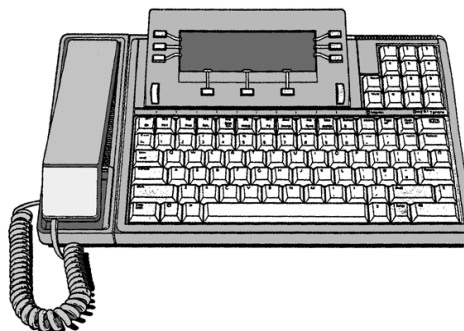


Abb. 8.8: Texttelefon mit direktem Anschluß

Die meisten Schreibtelefone werden jedoch so gebaut, daß sie mobil (mit Batteriebetrieb) eingesetzt werden können und somit bei Bedarf mit jedem bestehenden Telephonapparat (öffentlicher Fernsprecher, Telephonapparat im Hotel etc.) über Akustikkoppler verbunden werden können. Abb. 8.9 zeigt ein Texttelefon, das sich wegen des eingebauten Akustikkopplers sowohl stationär als auch mobil einsetzen läßt. Ausschließlich für den mobilen Einsatz ist das in Abb. 8.10 gezeigte Miniatur-Gerät gedacht.



Abb. 8.9: Texttelefon mit Akustikkoppler (stationär und mobil)



Abb. 8.10: Texttelefon für den mobilen Einsatz

Wichtig bei Texttelefonen ist auch, daß alle sonst auditiv vermittelten Zustandssignale (Wählaufforderungston, Freizeichen, Besetztzeichen) auf optischem Wege wiedergegeben werden.

Zwei Probleme haben (zumindest in einigen Ländern) die Verbreitung von Texttelefonen stark eingeschränkt.

- Bei der Entwicklung von Texttelefonen wurde kaum länderübergreifende (bzw. sprachgruppenübergreifende) Zusammenarbeit gepflegt. So existieren derzeit allein in Europa sechs unterschiedliche Übertragungsprotokolle, die miteinander nicht kompatibel sind (Details siehe Kapitel 8.4.2). Das verhindert einerseits internationale Texttelephongespräche, andererseits ist der jeweilige Markt gering, was sich auf die Preisgestaltung auswirkt. Erst in letzter Zeit wurde an einem neuen, internationalen Standard (V.18) gearbeitet, der nicht nur alle Vorteile bisheriger Protokolle vereint, sondern auch zu allen bisherigen Normen abwärtskompatibel ist.
- Texttelefone wurden kaum im öffentlichen Bereich (also Behörden, Exekutive, Rettungsdienste, Ärzte, Bildungseinrichtungen, Postämter) installiert. Die Zahl der möglichen Gesprächspartner beschränkt sich daher praktisch auf andere gehörlose Menschen. Das macht die Anschaffung und den Betrieb eines Texttelefons verständlicherweise wenig attraktiv.

8.4.2 Texttelefon-Standards einzelner Länder

Wie bereits erwähnt, wurden in einzelnen Ländern vollkommen unterschiedliche Übertragungsprotokolle für Texttelefonie eingeführt, was auch zur Verwendung sehr verschiedener Gerätetypen geführt hat:

- In Frankreich hat "BTX" im Gegensatz zu Österreich wegen der vollkommen anderen Marketingstrategie von France Telecom unter der Bezeichnung Minitel von Anfang an einen durchschlagenden Erfolg gehabt. Das hat dazu geführt, daß in sehr vielen

Haushalten Telephone mit eingebauter Tastatur und Bildschirm vorhanden sind. Im Prinzip erfüllt jedes Minitel die Grundanforderungen für ein Texttelefon. In Frankreich verwendet man daher V.23 auch als Übertragungsprotokoll für Texttelephone.

- Die skandinavischen Länder haben den aus der EDV bekannten V.21 Standard für Texttelephone eingeführt. Das bedeutet aber, daß zwischen käuflichen Computermodem und Texttelefonen leicht eine Verbindung hergestellt werden kann. In Skandinavien wird daher oft anstelle von "echten" Texttelefonen einfach ein PC oder Notebook-PC mit entsprechender Software und einem Modem für die Texttelefonie verwendet.
- Eines darf dabei aber nicht vergessen werden: Ein Telephone ist immer auf Empfang geschaltet und macht sich (akustisch oder optisch) bemerkbar, wenn ein Anruf kommt. Computer sind meistens nicht permanent in Betrieb.
- In Holland und Dänemark wurde das Tonwahlverfahren (DTMF = *dual tone multiple frequency*) früh und flächendeckend eingeführt. Für die in diesen Ländern verwendeten Schreibtelephone hat man daher Kombinationen aus den Wähltönen als Übertragungsprotokoll genommen. Texttelephone dieser Länder erzeugen beim Schreiben automatisch diese DTMF-Kombinationen. Die gleichen Kombinationen lassen sich aber auch von jedem Telephoneapparat aus über die Wähl-Tastatur erzeugen. Auch wenn es relativ mühsam ist, Texte durch Mehrfachanschläge auf der Telephone-Tastatur zu erzeugen, so kann man doch von jedem Telephoneapparat eine (einseitige – also zum gehörlosen Teilnehmer hin) Texttelefonverbindung aufbauen. Die Codierung erfolgt unter Zuhilfenahme einer Schablone, die über die Tastatur gelegt wird (Abb. 8.11).

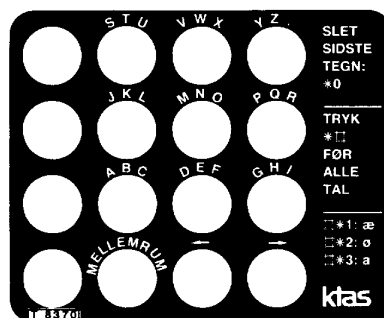


Abb. 8.11: Schablone zum Erstellen von Texten über DTMF Codierung

- Die deutschsprachigen Länder (aber auch Italien, Spanien und Malta) haben einen vollkommen eigenständigen Texttelefon Standard entwickelt, der leider mit keinem käuflich erhältlichen Computermodem erzeugt werden kann. In der vergeblichen Hoffnung auf eine weiter Verbreitung wurde er EDT (European Deaf Telephone) Standard benannt.
- In den USA hat die Texttelefonie damit begonnen, daß gehörlose Personen gratis mit ausgedienten Fernschreibern bedacht wurden. Daher hat sich dort bis heute der aus dem Telexverkehr übliche Standard (Baudot und Bell Code) gehalten.

Tabelle 8.1 zeigt eine Zusammenstellung der in Europa und in den USA gebräuchlichen Übertragungsprotokolle für Texttelephone:

Standard	Verbreitung	Anmerkung
V.23 - (1200/57 bit/s)	Frankreich	Minitel Standard, BTX
EDT - (110 bit/s)	Deutschland, Schweiz, Österreich, Italien, Spanien, Malta	Träger nur während der Sendung
V.21 – Nordic - (300 bit/s)	Schweden, Norwegen, Finnland	Vollduplex, 7 bit, even parity
V.21 – British - (300 bit/s)	Großbritannien	Vollduplex
DTMF - (Mehrfrequenzwahl)	Dänemark, Holland	Kombination aus zwei Wählönen
Baudot/TDD - (45.45 bit/s)	USA, Irland, Island, Teile von Großbritannien	FSK 1400/1800 Hz
Bell - (300 bit/s)	USA	Vollduplex

Tabelle 8.1: Texttelefonstandards

8.4.3 Der Internationale Texttelefon-Standard V.18

Nach mehrjährigen Vorbereitungen, die stark durch die Arbeiten der EU Forschungsprogramme COST 219 und 220 stimuliert wurden, hat die ITU (International Telecommunication Union, früher CCITT) im Frühjahr 1998 die Empfehlung für den V.18 Standard herausgegeben. Diese Empfehlung schreibt fest, welche Modem-Prozeduren in Zukunft für das automatische Zusammenspiel zwischen Texttelefonen weltweit eingehalten werden sollen.

Das Besondere an V.18 ist, daß es mit allen in Tabelle 8.1 genannten bestehenden Standards abwärtskompatibel ist. Das heißt, ein mit V.18 ausgestattetes Endgerät ist in der Lage, mit jedem anderen bestehenden Texttelefon eine Verbindung aufzubauen. Dabei bildet V.21 die Basis, auf der ein Verbindungsversuch unternommen wird. Gelingt das nicht, fällt V.18 Schritt um Schritt auf die anderen Normen herunter, bis ein gemeinsames Protokoll gefunden wird.

Gleichzeitig ist in V.18 auch die Verwendung der Zeichensätze der ITU Empfehlung T.140 festgeschrieben, sodaß nicht nur die fernmeldetechnischen Grundlagen für internationale Texttelefonie gelegt wurden, sondern es auch sichergestellt ist, daß internationale Zeichensätze richtig verarbeitet werden können.

Weiters wurden Vorkehrungen für "multi-mode text telephony" getroffen, bei der die gleichzeitige Übertragung von Sprache und Text möglich ist.

8.4.4 Relay Service (Text und Gebärde)

Zur telephonischen Verständigung zwischen gehörlosen und hörenden Personen ist es entweder erforderlich, daß beide Seiten ein Schreibtelefon verwenden oder daß eine Vermittlungsstelle eingeschaltet wird, die als Übersetzer zwischen Schrift und Sprache agiert (Abb. C 3.12). In einigen Ländern werden derartige Dienste von der Post oder von privaten Einrichtungen betrieben. In den USA ist den Netzbetreibern die Errichtung von Texttelephone-Relay-Services (TRS) per Gesetz (ADA) vorgeschrieben (Abb. 8.12).

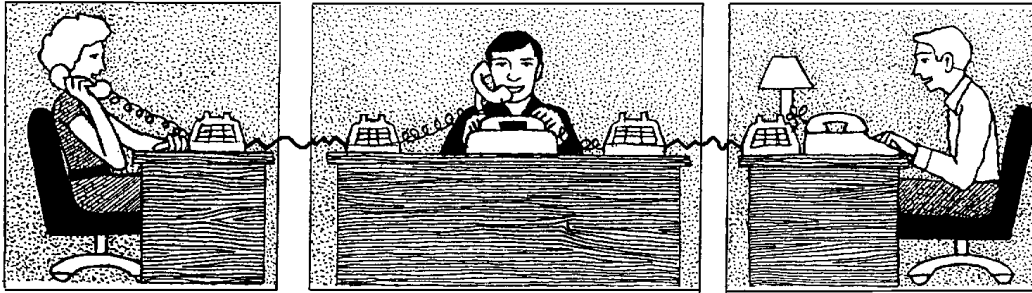


Abb. 8.12: Arbeitsweise eines Vermittlungsdienstes (Relay Service)

Die Vermittlung über den „Operator“ erfolgt üblicherweise in beiden Richtungen. Bei sprechbehinderten (aber hörenden) Personen, kann der Ton in der Richtung vom nichtbehinderten Teilnehmer zur sprechbehinderten Person auch direkt durchgeschaltet werden. Auch der umgekehrte Fall wird praktiziert, wenn die gehörlose Person über ausreichende Lautsprachkompetenz verfügt (VCO = Voice Carryover).

In einigen Jahren ist es zu erwarten, daß Vermittlungsdienste unter Verwendung von Spracherkennung und Sprachsynthese auch teil- oder vollautomatisch arbeiten können, was sich stark auf die Rentabilität auswirken wird.

8.4.5 Faxgerät und Internet

Aufgrund der geringen Verbreitung von Schreibtelefonen (vor allem bei nicht-hörbehinderten Personen) ist diese Technik in den letzten Jahren besonders in jenen Ländern, in denen keine Vermittlungsdienste angeboten werden, mehr und mehr ins Hintertreffen geraten. Die starke Verbreitung von Faxgeräten hat viele gehörlose Personen veranlaßt, ihre Telekommunikationsbedürfnisse mittels Fax zu befriedigen.

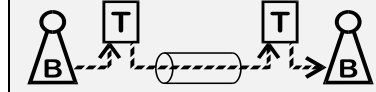
Wenngleich eingeräumt werden muß, daß eine vorhandene Fax-Verbindung in jedem Fall besser ist, als ein beim gewünschten Gesprächspartner nicht vorhandenes Schreibtelefon, so darf nicht vergessen werden, daß das Fax kein dialogfähiges Gerät ist. Beim Telefonieren ist echte Interaktion mit dem Gesprächspartner möglich. Jede Antwort beim Fax bedingt die Beendigung einer Verbindung, das Schreiben und Einlegen der Antwort-Nachricht und den Aufbau einer neuen Verbindung in der Gegenrichtung.

Die Verwendung von Verbindungen über das Internet bietet sich ebenfalls als Alternative zum Schreibtelefon an. Programme und Dienste wie ICQ, Pow-Wow, Netmeeting, Skype bieten die Möglichkeit zum "Chat", das heißt zu Schreibverbindungen zwischen zwei über das Internet verbundene Computer.

Zwei Dinge dürfen aber dabei nicht vergessen werden: Erstens steht nicht überall dort, wo ein Schreibtelefon leicht angeschlossen werden kann ein Computer zur Verfügung (z.B. Telephonzelle, Hotelzimmer). Zweitens ist ein Telefon immer auf Empfang geschaltet und macht sich (akustisch oder optisch) bemerkbar, wenn ein Anruf kommt. Computer sind meistens nicht permanent in Betrieb oder permanent am Internet, sodaß sie den Teilnehmer nicht rufen können, wenn ein "Chat" eintrifft.

Es bleibt also abzuwarten, ob die momentan stark forcierte Verwendung von Fax-Geräten nicht doch nur eine notgedrungene Zwischenlösung bleibt, bis entweder Vermittlungsdienste auf breiter Basis angeboten werden oder neue Kommunikationstechniken wie Internet-Chat oder Videotelephonie die Oberhand gewinnen.

8.5 Ersatz für Hören und Sehen



8.5.1 Elektronische Braille Telekommunikation

Taubblinde Personen, die die Blindenschrift beherrschen (das ist meist dann gegeben, wenn die Erblindung früh und vor der Hörschädigung aufgetreten ist), können für die Telekommunikation einen mit einer Braille-Anzeige (Braille-Zeile) ausgestatteten Computer verwenden, der über ein Modem mit dem Telephonnetz verbunden ist. Über ein geeignetes "Chat"-Programm kann eine Schreibverbindung mit einem anderen Computer hergestellt werden. Steht ein Modem zur Verfügung, das einen Text-Telephon-Standard bedienen kann (z.B. V.18), kann auch die Verbindung zu anderen Schreibtelefonen hergestellt werden.

8.5.2 Telekommunikation mit mechanischer Hand – DEXTER

Kann Kenntnis der Blindenschrift nicht vorausgesetzt werden, ist aber Kompetenz im taktilen Lesen des Fingeralphabets vorhanden (vor allem bei späterblindeten Personen bzw. wenn die Erblindung nach der Hörschädigung eingetreten ist), müssen andere Wege beschritten werden. In den USA wurde zu diesem Zweck eine von einem Rechner ansteuerbare Roboterhand mit der Bezeichnung „DEXTER“ entwickelt.

Die Finger dieser auf einem Sockel montierten mechanischen Hand lassen sich durch kleine Servomotoren bewegen, sodaß alle Buchstaben des Fingeralphabets originalgetreu wiedergegeben werden können. Abb. 8.13 zeigt „DEXTER“ in Verbindung mit einem Schreibtelefon. „DEXTER“ kann auch als Ersatz für den Bildschirm eines Computers eingesetzt werden und ermöglicht so taubblinden Menschen, die der Braille-Schrift nicht mächtig sind, den Zugang zur Datenverarbeitung.

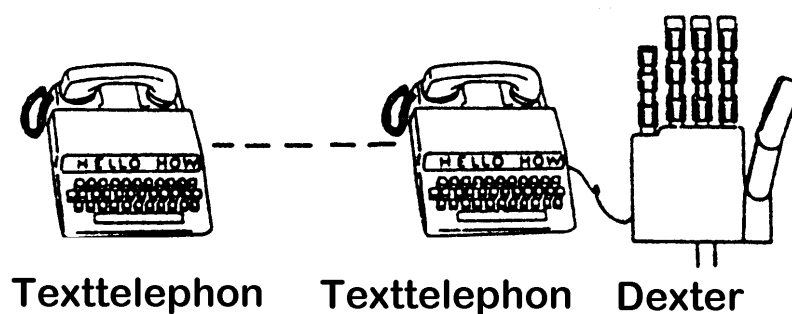
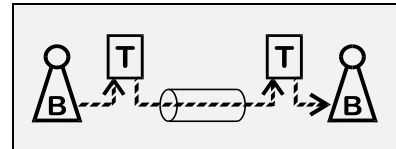


Abb. 8.13: Mechanische Hand „Dexter“

8.6 Videotelephonie



8.6.1 Grundlagen, Technik

Unter einem Bildtelefon (Videophon) wird ein Telekommunikationsgerät verstanden, das in der Lage ist, neben der Übertragung der gesprochenen Sprache auch das Bild des Anrufers / der Anruferin zu übertragen. Die Qualität des übertragenen Fernsehbildes hinsichtlich der Auflösung (Zahl der Bildpunkte des Bildes) und hinsichtlich der Bildwechselfrequenz (frame rate angegeben in fps = frames per second) hängt direkt mit der für die Übertragung verfügbaren Bandbreite zusammen.

Vor der Entwicklung wirksamer Algorithmen zur Kompression von Bilddaten war für eine Video-Telephonverbindung (Videophon) eine Bandbreite von 200 Mbps oder mehr erforderlich. Der Verzicht auf die volle Qualität eines herkömmlichen Fernsehbildes verbunden mit Datenkompression im Verhältnis von 1:100 bis 1:1000 hat es ermöglicht, Videophone auch über die herkömmlichen PSTN⁵⁹ und insbesondere ISDN⁶⁰ Leitungen anzuschließen.

Bildtelefone werden in naher Zukunft für viele behinderte und alte Menschen neue Dimensionen der Telekommunikation eröffnen.

8.6.2 Einsatz bei Hör- und Sprechbehinderung

Gehörlose und sprechbehinderte Menschen können mittels eines Bildtelefons in Gebärdensprache kommunizieren bzw. die Möglichkeit des Lippenlesens bzw. der Übertragung von Fingeralphabet auszunutzen. Für die dazu erforderliche Bandbreite (Bildauflösung und Bildfrequenz) ist bei den derzeit zur Verfügung stehenden Bildkompressionsalgorithmen eine ISDN gerade eben ausreichend. Prototypen, die 1999 in Betrieb genommen wurden, brachten es auf die mindestens erforderliche Bildwechselfrequenz von 18 fps. In Kürze ist mit 25 fps zu rechnen (Abb. 8.14).



Abb. 8.14: Übertragung von Gebärdensprache über Videophon

⁵⁹ PSTN = Public Switches Telephone Network

⁶⁰ ISDN = Integrated Services Digital Network

Neben der Videoübertragen sollte gehörlosen Personen parallel dazu auch noch die Möglichkeit der Kommunikation über Text gegeben werden (Eigennamen und Zahlen sind leichter als Text zu übermitteln als über Gebärden oder das Fingeralphabet).

Um auch mit geringeren Bandbreiten (PSTN) das Auslangen zu finden, wird mit alternativen Übertragungstechniken experimentiert:

·In England wird an einem Verfahren gearbeitet, bei dem nicht das Videobild der gebärdenden Person selbst übertragen wird, sondern nur die Koordinaten der Bewegungen in einer geeignet codierten Form. Diese Codierung wird beim Empfänger in einem "Cartoon-Generator" zu einer Art Zeichentrick-Film zusammengesetzt. Mit anderen Worten, der Empfänger / die Empfängerin sieht zwar nicht die reale Person am anderen Ende der Leitung, dafür aber eine synthetisch erzeugte Figur, die genau und zeitgleich die gleichen Arm- und Handbewegungen ausführt (Abb. 8.15).



Abb. 8.15: Synthetische Gebärden mit „Cartoongenerator“

Auch für Personen mit anderen Behinderungen wird Videotelephonie Vorteile bringen, da neben dem auditiven Kanal auch die optische Wahrnehmung angesprochen wird (Multimodale Kommunikation). Die Kommunikation kann durch die Verwendung von Bildsymbolen und Körpersprache deutlich unterstützt werden (Abb. 8.16). Videotelephonie schafft aber auch ein Stück sozialer Nähe, was sich auf alte und pflegebedürftige Menschen positiv auswirken wird.



Abb. 8.16: Videophon in Verbindung mit Symbolsprache

8.6.3 Einsatz bei Sehbehinderung

Sehbehinderte und blinde Personen schließlich werden in die Lage versetzt, sich bei bestimmten visuellen Tätigkeiten über das Bildtelefon von einer sehenden Person unterstützen oder beraten lassen zu können indem die sehende Person z.B. etwas vorliest oder in Worten erklärt, was ihr über das Bildtelefon gezeigt wird.

8.6.4 Bei alten und isolierten Personen

Videotelephonie schafft bei alten und gebrechlichen Menschen mehr soziale Beziehung als herkömmliche Telephonie.

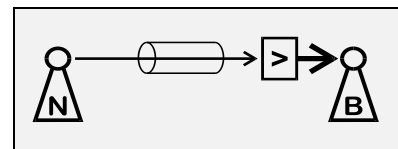
9 Hilfen bei Printmedien

Elektronische Hilfen, die einen (verbesserten) Zugang zu Printmedien schaffen sollen, wenden sich in erster Linie an blinde und hochgradig sehbehinderte Menschen. Aber auch alle anderen Personen, die dem Kreis der „Print-Disabled“ zugerechnet werden, profitieren von diesen Techniken.

Vergrößerte Schriftbilddarstellung für Personen mit eingeschränktem Sehvermögen läßt sich grundsätzlich auf zwei Arten erzielen: Einerseits kann der sehbehinderte Leser optische oder elektronische Hilfsmittel zur Vergrößerung anwenden oder das Schriftstück wird bereits vom Hersteller in Großdruck angeboten.

Hörbücher wurden zuerst auf Schallplatten und später auf Tonbandkassetten angeboten. Mit der Digitaltechnik und der Schaffung moderner elektronischer Speicher- und Verteilsysteme konnte nicht nur das Hörbuch modernisiert werden, sondern es konnten auch on-line Dienste geschaffen werden, die bei der Verbreitung aktueller Nachrichten (Tageszeitungen) unentbehrlich sind.

9.1 Hilfsmittel zur Vergrößerung des Schriftbildes



9.1.1 Leseverhalten von sehbehinderten Personen

Lesen im umfassenden Sinn ist wesentlich komplexer als bloß eine Erfassung und Decodierung von aneinandergereihten Buchstaben. Das gilt sowohl für das menschliche als auch für das maschinelle Lesen. Nach Bouma [BOU80, zitiert in BRI94] muß beim Lesen deutlich zwischen der Suche nach der gewünschten Information auf der betreffenden Seite (bzw. auch nach der Seite selbst) und der Verarbeitung der Information, nachdem die Stelle gefundenen wurde, unterschieden werden.

Sehbehinderte Personen, die eine vergrößernde Lesehilfe verwenden, verfügen in jedem Fall über ein, verglichen mit normalsichtigen Personen, verkleinertes Gesichtsfeld. Dadurch gestaltet sich die Suche nach der gewünschten Information (sei es innerhalb eines Buches oder auf einer einzelnen Seite) schwieriger und zeitaufwendiger.

Aber auch das Verhalten beim Lesen einer einzelnen Zeile unterscheidet sich wegen der geringeren Anzahl gleichzeitig erfaßbarer Buchstaben grundlegend, wenn eine vergrößernde Lesehilfe verwendet wird. Die beim Lesen einer Textzeile für eine normalsichtige Person typischen Augenbewegungen zeigt Abb. 9.1. Eine Textzeile wird mit etwa 8 Saccaden (sprunghaften Augenbewegungen) bzw. Fixierungen erfaßt. Je nach Länge der Textzeile und der Zeilenabstände springt der Blick dann mit ein bis zwei Saccaden an den Anfang der folgenden Zeile. Je länger eine Zeile ist und je geringer die Zeilenabstände sind, desto schwieriger ist auch für die normalsichtige Person das Auffinden des Anfangs der Folgezeile und desto mehr Fixierungen sind für diesen Prozeß erforderlich. Aus diesem Grund werden großformatige Dokumente in Spalten gesetzt.

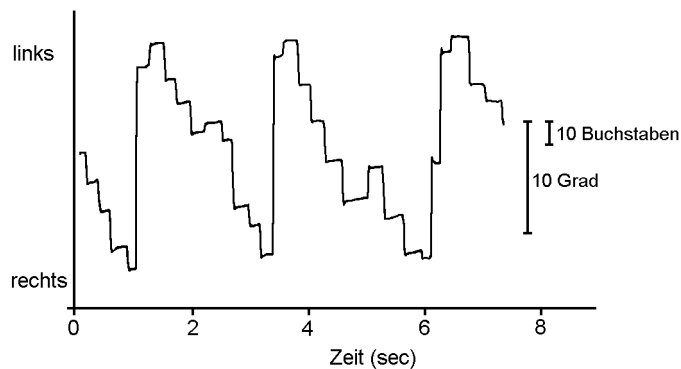


Abb. 9.1: Augenbewegungen einer normalsichtigen Person [BOW94]

Im Gegensatz dazu zeigt Abb. 9.2 die Augenbewegungen einer Person, die ein vergrößerndes Hilfsmittel (Lupe) verwendet. Anstelle des üblichen treppenförmigen Verlaufs begegnen wir hier einem feingestuftem, sägezahnförmigen Bewegungsmuster. Das bedeutet, daß das Auge wesentlich mehr Saccaden pro Zeile ausführt und daß jeder sprunghaften Bewegung nach rechts eine langsamere Gegenbewegung folgt. Das Auge kommt also zwischen den Sprüngen nicht zu Ruhe. Auch die Bewegung zum Beginn der nächsten Zeile erfolgt unsicherer und in mehreren Sprüngen.

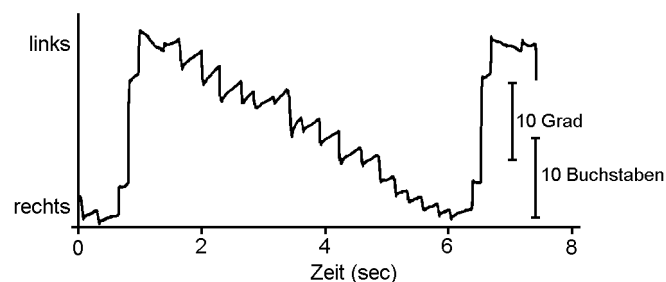


Abb. 9.2: Augenbewegungen einer Person, die ein vergrößerndes Hilfsmittel (Lupe) verwendet [BOW94]

Aus Abb. 9.1 ist auch zu entnehmen, wie viele Buchstaben von einer normalsichtigen Person durchschnittlich bei einer Fixierung erfaßt werden. Der Abbildung kann entnommen werden, daß sie sich auf ein Dokument mit etwa 90 Schriftzeichen je Zeile bezieht. Bei den rund 8 Fixierungen je Zeile ergibt sich ein erfaßter Textbereich von rund 10 Buchstaben/Fixierung (Leerzeichen abgerechnet). Die für das Lesen einer Zeile aufgewendete Zeit kann mit 2,5 sec abgelesen werden, was einer Lesegeschwindigkeit von 36 Buchstaben/sec entspricht.

Ein vollkommen anderes Bild zeigt der in Abb. 9.2 dargestellte Bewegungsverlauf bei einer sehbehinderten Person, die eine Lupe verwendet. Die hier abzulesende Zeilenlänge beträgt nur etwa 25 Schriftzeichen, die mit etwa 18 Fixierungen erfaßt werden. Somit hat sich der pro Fixierung erfaßte Textbereich auf nur 1 bis 2 Buchstaben verringert. Ein deutlicher Unterschied zeigt sich auch in der im angegebenen Beispiel erreichten Lesegeschwindigkeit, die aus der Abbildung mit rund 5,5 sec/Zeile abgelesen werden kann. Das entspricht nur 5,5 Buchstaben/sec.

Die Auswertung der Augenbewegungen unterstreicht, daß bei der Verwendung von vergrößernden Sehhilfen nur wesentlich geringere Lesegeschwindigkeiten erreicht werden können und daß das Lesen auch mit deutlich größeren Anstrengungen verbunden ist.

9.1.2 Vergrößernde Lesehilfen

Ziel eines vergrößernden Hilfsmittels ist es, das zu betrachtende Objekt so abzubilden, daß sein Bild auf einen größeren Bereich der Netzhaut fällt. Dabei werden vier Möglichkeiten unterschieden [COR96]:

- Verringerung der relativen Distanz
- Die einfachste Möglichkeit, auf der Netzhaut ein größeres Abbild zu erzeugen, ist die Verringerung der Distanz zwischen Objekt und Beobachter. Da ab Unterschreitung einer bestimmten Mindestentfernung die Akkommodationsgrenze des Auges erreicht ist, muß die Brechkraft durch eine zusätzliche Linse (Nahbrille) vergrößert werden, um ein scharfes Bild zu erhalten.
- Erhöhung der relativen Größe
- In manchen Fällen ist es möglich, bei gleichem Betrachtungsabstand die Abmessungen des Objekts zu vergrößern. Ein Beispiel dafür sind Großdruckdokumente (siehe dazu das gesonderte Kapitel 9.2).
- Vergrößerung des Betrachtungswinkels
- Der Winkel, unter dem ein Objekt gesehen wird, bestimmt die Ausdehnung des Bildes auf der Netzhaut und somit die Größe, mit der ein Objekt wahrgenommen wird. Wird dieser Winkel durch geeignete optische Instrumente vergrößert, dann wächst das Bild auf der Netzhaut und das Objekt erscheint größer. Ein Beispiel dafür sind alle Arten von Lupen und Ferngläsern (siehe dazu nachfolgenden Punkt a).
- Vergrößerung durch Projektion oder elektronische Maßnahmen
- Objekte können auch durch Projektion vergrößert werden (z.B. erscheint ein Diapositiv vielfach vergrößert auf der Leinwand). Aber auch durch elektronische Bildverarbeitung können vergrößerte Abbilder eines Gegenstandes auf einem Bildschirm oder Display erzeugt werden (siehe dazu die nachfolgenden Punkte b und c).

a) **Optische Vergrößerungshilfen und deren Grenzen**

Die Winkelvergrößerung eines optischen Instruments wird definiert als:

$$\gamma = \frac{\operatorname{tg} \sigma'}{\operatorname{tg} \sigma}$$

wobei σ den Sehwinkel des unbewaffneten Auges und σ' den Sehwinkel unter Verwendung des optischen Instruments bezeichnet [SCH71].

Das einfachste vergrößernde Hilfsmittel ist die Lupe, eine Konvexlinse, bei der der zu betrachtende Gegenstand (G) innerhalb der Brennweite (Strecke vom Linsenmittelpunkt bis F) liegt (Abb. 9.3).

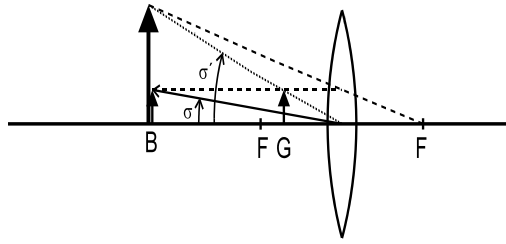


Abb. 9.3: Strahlengang einer Lupe

Es entsteht ein virtuelles, vergrößertes Bild (B), das in einer Entfernung liegt, auf die das Auge noch akkomodieren kann. In dieser Entfernung würde der gleiche Gegenstand, wie in Abb. 9.3 angedeutet, unter dem Winkel σ zu sehen sein. Das virtuelle Bild wird jedoch unter dem vergrößerten Winkel σ' wahrgenommen.

Der bei Lupen angegebenen "Normalvergrößerung" ist zugrundegelegt, daß die Bildweite (Abstand des virtuellen Bildes vom Linsenmittelpunkt) 0,25 m beträgt, also jene Entfernung, auf die das Auge noch akkomodieren kann. Mit dieser Vorgabe gilt für die Winkelvergrößerung einer Lupe:

$$\gamma = \frac{s}{f} = \frac{0,25}{f}$$

wobei s die Entfernung für Nahakkommodation in m und f die Brennweite in m ist. Verwendet man die für die Brechkraft F von Linsen übliche Bezeichnung Dioptrie (dpt), das ist der Reziprokwert der Brennweite in m, so ergibt sich:

$$\gamma = sF = 025 F$$

Eine Lupe mit einer Brennweite $f = 0,125$ m hat daher eine Brechkraft $F = +8$ dpt und eine Vergrößerung (Normalvergrößerung) von 2 x.

Asphärische Handlupen werden im Bereich 6 dpt bis 20 dpt angeboten, der optisch wirksame Durchmesser liegt im Bereich von 100 mm bis 55 mm (10.4 links). Achromatische Einschlaglupen liegen im Bereich von 24 dpt bis 40 dpt (auch als Doppellupe), 22 bis 13 mm Durchmesser (Abb. 9.4 rechts)



Abb. 9.4: Lupe und Einschlaglupe

Sogenannte "Brillenlupen" werden als spezielles Zweistärkenglas ausgeführt. Zusätzlich zur Brechkraft des Trägerglases kommen z.B. 6 bis 16 dpt dazu. Das ergibt Arbeitsabstände zwischen 175 mm und 75 mm. Fernrohrbrillen verfügen über ein eingebautes Galileisches Fernrohr oder Prismenfernglas (Abb. 9.5).

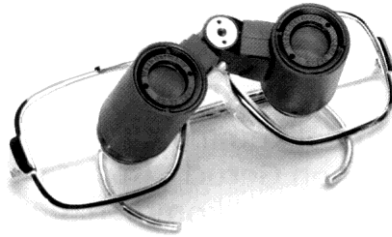


Abb. 9.5: Fernrohrbrille (Prismen-Lupenbrille)

b) Stationäre Vergrößerungs-Lesegeräte

Fernseh-Vergrößerungsgeräte⁶¹ (engl.: CCTV = Closed Circuit Television) bestehen aus einer TV-Kamera und einem Bildschirm mit einer Diagonale zwischen 12" bis 19" (Diagonale des aktiven Bildes zwischen 30 cm und 48 cm). Meist sind Kamera und Bildschirm in einem gemeinsamen Gehäuse eingebaut. Die Kamera blickt nach unten auf das Schriftgut, das auf einem beweglichen Tisch (x/y-Kreuztisch) nach beiden Richtungen verschoben werden kann (Abb. 9.6)



Abb. 9.6: Vergrößerungs-Lesegerät (Magnilink)

Fernseh-Vergrößerungsgeräte erreichen Vergrößerungen bis 64-fach (Sonderanfertigungen mit 28" Monitoren bringen es auf über 100-fache Vergrößerung). Über die optimale Zahl der Buchstaben, die auf dem Bildschirm Platz finden sollten, gehen die Meinungen auseinander, die Angaben reichen von 4 bis 30 [BRI 94]. Für die Bildschirmdarstellung sind verschiedene monochrome Kombinationen (wie schwarz/weiß, grün/schwarz, bernstein/braun) aber auch Farbe erhältlich.

Helligkeit und Kontrast müssen in weiten Grenzen einstellbar sein, auch sollte positive und negative Bilddarstellung möglich sein (beide Darstellungsarten werden ungefähr gleich oft verwendet [OKA 99]). Gegenüber der Verwendung von Lupen ergibt sich eine wesentlich bessere (aufrechte) Sitzposition. CCTV Geräte ermöglichen auch das Schreiben mit Vergrößerungshilfe. Allerdings werden CCTV-Geräte größtenteils nur für das fortlaufende Lesen eines Textes und kaum für das Nachschlagen einer Stelle oder die Navigation innerhalb eines Dokumentes verwendet [BRI 94].

⁶¹ Für CCTV Fernseh-Vergrößerungsgeräte wird oft auch der Name "Lesegeräte" verwendet. Diese Bezeichnung wird hier bewusst vermieden, da diese Geräte zwar dem Lesen dienen, selbst aber nicht lesen können. Die Bezeichnung "Lesegeräte" wird hier nur in Verbindung mit OCR-Lesesystemen (siehe Kapitel 9.3) verwendet.

Die Nachteile von (stationären) Fernseh-Vergrößerungsgeräten sind der relativ hohe Preis (insbesondere bei Geräten mit großen Bildschirmen und Farbdarstellung). Sie sind nicht portabel und benötigen einen Stromanschluß. Zahlreiche technische und ergonomische Verbesserungen sind hier noch erforderlich: Verringerung des Gewichtes und Volumens (LCD / TFT Bildschirme), Autofokus, Vergrößerung der Tiefenschärfe und variable Verstellbarkeit des Bildschirmes um die ideale Arbeitsposition einnehmen zu können [OKA 99].

c) Portable Vergrößerungs-Lesehilfen

Portable Vergrößerungsgeräte, auch "elektronische Lupen" genannt, arbeiten nach dem gleichen Prinzip wie die stationären CCTV-Geräte. Hier wird die (Miniatur) Kamera mit der Hand geführt. Die Darstellung erfolgt auf einem kleinen LCD- oder Plasma-Monitor (Abb. 9.7).

Manche elektronische Lupen können auch an einen herkömmlichen Fernseher angeschlossen werden, wobei Vergrößerungen um 21x erreicht werden. Eine derartige Lösung ist zwar preisgünstiger und flexibler als ein (ortsfestes) CCTV-Gerät, da ein Fernseher vielerorts vorhanden ist (z.B. in einem Hotelzimmer), jedoch ist die damit erzielbare Bildqualität bedeutend geringer. Weiters sind hand-gehaltene Kameras erhältlich, deren Bild mittels einer zusätzlichen Hardware auf einem (vorhandenen) Computer-Monitor dargestellt werden können.



Abb. 9.7: Portable Vergrößerungsgeräte

Auch Kombinationen aus einer handgehaltenen Kamera mit einer VR-Brille (Brille, in die ein oder zwei miniaturisierte Bildschirme eingebaut sind) sind erhältlich. Auf diese Weise können virtuelle Bildschirme ansehnlicher Größe erzeugt werden (z.B. Bilder mit einer 46" Diagonale, die in einem Abstand von 2,5 m erscheinen). Das geringe Gewicht (typisch unter 3 kg) und die lange Unabhängigkeit vom Stromnetz machen diesen Gerätetyp für den mobilen Einsatz attraktiv. Die Bildschirmauflösung bleibt aber zur Zeit noch deutlich hinter ortsfesten CCTV-Geräten zurück. Eine weitere Lösung besteht darin, das Bild mit einem Laserstrahl zeilenweise direkt auf die Netzhaut zu schreiben [GOO 02].

d) Am Kopf getragene Systeme

Das Low Vision Enhancement System LVES⁶² entstammt einer im Jahre 1985 in einem NASA Technologie-Transferprogramm entstandenen Idee und vereinigt mehrere Kameras und zwei CRT-Displays in einem helmartigen Gehäuse. Zwei Miniaturkameras mit fixer Brennweite erfassen ein Stereobild von 2 x 60° Blickwinkel. Die in der Mitte montierte Kamera ("Zyklopede") ist mit einer nach unten neigbaren Autofokus-Zoom-Optik ausgestattet und dient vornehmlich dem Lesen, dem Arbeiten am Bildschirm (siehe Abb. 9.8) und der

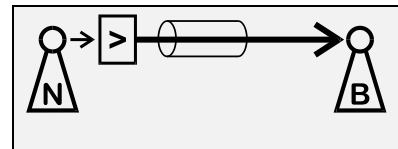
⁶² LVES spricht "ELVIS"

Ausführung anderer lebenspraktischer Fähigkeiten. Die Darstellung im Helm entspricht einem 60" Schirm im Abstand von 1,2 m. Der Einsatz ist im Bereich von Visus $V = 0,2 \dots 0,03$ sinnvoll. Das Gewicht des Kopfteils beträgt rund 1 kg, eine Batterieladung reicht für 1,5 bis 2 Stunden Betrieb. Aus den beiden letztgenannten Gründen ist das LVES zwar für den Einsatz am Arbeitsplatz geeignet, aber nicht als allgemeine Sehhilfe, die den ganzen Tag über getragen und auch für die Orientierung unterwegs eingesetzt wird [DAG 01].



Abb. 9.8: LVES - Low Vision Enhancement System

9.2 Herstellung von Schriftstücken in Großdruck



9.2.1 Wozu Großdruck?

Die Frage, warum überhaupt die Herstellung von Schriftstücken in Großdruck erforderlich ist, wenn sich der gleiche Effekt auch mit den im vorherigen Abschnitt besprochenen Vergrößerungsgeräten erzielen lässt, erscheint zunächst berechtigt. Besteht also ein Unterschied darin, ob ein Schriftstück bereits in vergrößerter Darstellung produziert wird oder ob ein in herkömmlicher Weise produziertes Dokument nachträglich bei der Anwenderin vergrößert wird?

Die Antwort auf diese Frage ist ein klares Ja. Bei einer nachträglichen Vergrößerung kann immer nur ein Ausschnitt aus einer Seite dargestellt werden. Das beeinträchtigt stark die Möglichkeit einen Text zu überfliegen. Außerdem verhindert die Notwendigkeit, das Dokument (z.B. das Buch) unter dem Vergrößerungs-Lesegerät zu plazieren, ein rasches Durchblättern bzw. das effektive Suchen nach einer bestimmten Stelle. Schließlich werden bei der nachträglichen Vergrößerung alle bestehenden Mängel (wie Fehler im Papier, Unschärfen, Fehler im Druck) auch vergrößert, also der "Signal-Störabstand" nicht vergrößert. Lediglich eine Verbesserung im Kontrast kann mit akzeptablem Aufwand erzielt werden.

Auch die oft verwendete Praxis, Großdruckdokumente einfach durch Anfertigung von vergrößerten Kopien (z.B. von DIN A4 auf DIN A3) herzustellen, weist zusätzliche gravierende Nachteile auf. Hierdurch wird das Schriftstück vom Format her wesentlich unhandlicher und in vielen Fällen geht im Dokument enthaltene Farbinformation verloren, da Farbkopien zwar möglich, aber beträchtlich teurer sind.

Für die in Kapitel 0 erwähnten Vergrößerungs-Lesegeräte spricht allerdings, daß sich damit wesentlich höhere Vergrößerungen erzielen lassen, als bei Großschrift-Dokumenten machbar sind (siehe dort).


9.2.2 Typographischer Exkurs


Die Größe von Schriften wird in sogenannten typographischen Maßen angegeben, die sich durch Teilung des Pariser Fußes ergaben⁶³:

1 Fuß = 12 Zoll, 1 Zoll = 12 Linien, 1 Linie = 12 Punkte
1 typographischer Punkt (p) = 2 Punkte und somit 0,376 mm⁶⁴

Die Größe einer Schrift (man spricht von Schriftgrad) wird von der Untertlänge bis zur Oberlänge gemessen in Punkt (Kurzzeichen p) angegeben

Textmuster in 8 Punkt dp  = 3,0 mm

Textmuster in 10 Punkt dp  = 3,8 mm

Textmuster in 12 Punkt dp  = 4,5 mm

Textmuster in 18 Punkt dp  = 6,8 mm

(Dieses Skriptum ist übrigens in Arial 11 Punkt gesetzt)

Wenn man also die für die meisten (leicht) sehbehinderten Leser ausreichende 18 Punkt Schrift mit im Buchdruck üblichen Schriftgraden vergleicht, dann ergeben sich folgende Vergrößerungsfaktoren:

Schriftgrad in p	Schriftgrad in mm	Höhe der Großbuchstaben	Üblicher Zeilenabstand	Vergrößerung, um auf 18 p zu gelangen
8 p	3,01 mm	~ 2,2 mm	~ 3,7 mm	225 %
10 p	3,76 mm	~ 2,8 mm	~ 4,6 mm	180 %
12 p	4,51 mm	~ 3,3 mm	~ 5,5 mm	150 %
18 p	6,77 mm	~ 5,0 mm	~ 8,3 mm	100 %

Tabelle 10.1: Gebräuchliche Schriftgrößen und zur Vergrößerung auf 18 p erforderliche Faktoren

Eine weitere wichtige Unterscheidung ist zwischen serifenbetonten und serifenlosen (sans serif) Schriften zu treffen.

⁶³ Firmin Didot (1764 – 1836), Pariser Schriftsetzer, schuf das typographische Punktsystem um 1785.

⁶⁴ Neben dem Didot-Punkt ist in angloamerikanischen Ländern auch noch der englische Punkt mit 0,351 mm in Verwendung.

- Beispiele für Schriften **mit Serifen** sind Courier und Times:

Das ist ein Schriftmuster für den Font **COURIER**

Das ist ein Schriftmuster für den Font **TIMES** (Times New Roman)

- Beispiele für Schriften **ohne Serifen** sind Arial, Avant Garde, Century Gothic und Futura:

Das ist ein Schriftmuster für den Font **ARIAL**

Das ist ein Schriftmuster für den Font **AVANT GARDE**

Das ist ein Schriftmuster für den Font **CENTURY GOTHIC**

Das ist ein Schriftmuster für den Font **FUTURA**

9.2.3 **Gestaltung und Herstellung von Großdruck-Dokumenten**

Für die Erstellung gut lesbarer Texte sollte immer gelten, daß Groß-Kleinschreibung verwendet wird, daß nicht über Bilder oder andere Hintergründe gedruckt wird und daß nicht reflektierendes Papier oder Druckfarbe verwendet wird [Dpi 98]. Speziell für die Herstellung von Großdruckdokumenten gibt Ulrich Zeun [ZEU 94] folgende Grundregeln an:

- Serifenlose Schriften sind zu bevorzugen. Allerdings ist bei den meisten sans-serif Schriften die Unterscheidung von "l" (Großbuchstabe "l") und "l" (Kleinbuchstabe "l") nur aus dem Kontext möglich (es gibt jedoch auch serifenlose Schriften, die einen Unterschied machen). Serifenbetonte Schriften machen hier einen deutlichen Unterschied ("l" und "l"). Andererseits ist bei den serifenlosen Schriften "l" (Kleinbuchstabe "l") und "1" (Ziffer "1") deutlich unterscheidbar, was wiederum bei Times zu Verwechslungen führen kann ("l" und "1").
- Der Schriftgrad sollte (mindestens) 18 p betragen.
- Überschriften sollten wesentlich größer und markanter gesetzt werden, um beim Überfliegen und Durchblättern besser wahrgenommen zu werden.
- Es empfiehlt sich die Seitennummern in der oberen (bei Büchern jeweils äußeren) Ecke anzubringen und ebenfalls sehr groß zu setzen, z.B. 30 p.
- Insbesondere bei Schulbüchern (wegen der Zusammenarbeit mit Benutzern der Normalschrift-Ausgabe) und bei wissenschaftlicher Literatur (wegen des korrekten Zitierens) sollte die korrespondierende Seitenzahl der Normalschrift-Ausgabe angegeben werden. Eventuell können auch die Seitenwechsel der Normalschriftausgabe unter Angabe der Seitennummer in den Großschrift-Text eingefügt werden. Zeun schlägt zur Markierung die Verwendung von Dreiecken vor, z.B.: ► **123** ◀
- Der Zeilenabstand sollte gegenüber dem für den Schriftgrad üblichen Zeilenabstand um 2 bis 3 p vergrößert werden.
- Das Format sollte trotz des Großdrucks nicht über A4 gesteigert werden, da das Dokument sonst unhandlich wird.
- Werden mathematische oder chemische Formeln gesetzt, sollte der Schriftgrad soweit gesteigert werden, daß auch Brüche, Exponenten und Indizes nicht unter 18 p dargestellt werden.
- Graphiken sind zu vergrößern und wenn möglich zu vereinfachen. Oft ist eine Neugestaltung der Beschriftungen (Schriftgrad und Kontrast zum Hintergrund) erforderlich.

- Farbkontraste sollen möglichst stark sein. Dabei ist zu beachten, daß sich aneinandergrenzende Farbflächen auch in der Farbsättigung deutlich unterscheiden, damit auch farbenblinde Personen einen Unterschied wahrnehmen können. Auch bei der Erstellung von schwarzweiß Kopien bleibt der Unterschied erhalten.

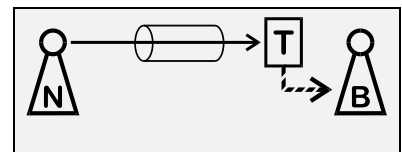
9.2.4 Bildschirmfont

Unter der Bezeichnung "Tiresias Screenfont" wurde vom RNIB (Royal National Institut for the Blind) ein Vorschlag für einen Bildschirmfont gemacht, der besonders gut von sehbehinderten Personen gelesen werden kann. Es handelt sich um eine serifenlose Schrift, bei der allerdings die Probleme mit gleich bzw. ähnlich aussehenden Buchstaben konsequent vermieden wurden. Der Tiresias Screenfont ist für Informationsterminals und dergleichen gedacht (Abb. 9.9).

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V
 W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t
 u v w x y z 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 £ € \$ ¢ ¥ +
 = ÷ # < > @ ! ? & (. , ; :) [] { } / \ %
 ∞ Æ Œ Ø Å ø æ œ å ß * 1/4 1/2 3/4 « » ‹ ›

Abb. 9.9: Tiresias Screenfont (RNIB)

9.3 Lesegeräte für blinde Personen



Unter dem Begriff "Lesegerät" wollen wir alle technischen Einrichtungen verstehen, mit denen blinde Personen in die Lage versetzt werden, gedruckte oder geschriebene Dokumente unter Verwendung einer nicht-visuellen Modalität selbständig zu lesen. Es handelt sich also um technische Vorrichtungen, die das optische Bild eines Schriftstückes dermaßen umcodieren, daß die darin enthaltenen Information von einer blinden Person taktil oder auditiv aufgenommen werden kann.

9.3.1 Rückblick auf die technische Entwicklung

Die ersten Spuren für Lesegeräte für blinde Personen lassen sich bis in die sechziger Jahre des 20. Jahrhunderts zurückverfolgen. Daß blinden Menschen durch einen selbständigen Zugang zur Literatur neue Wege der Bildung, der beruflichen Entfaltung und der persönlichen Lebensqualität eröffnet werden können, ist zu dieser Zeit offenbar vielen Technikern bewußt

geworden. Einer Pressemeldung⁶⁵ aus dem Jahre 1956 ist zu entnehmen, daß in der Sowjet-Union ein Lesegerät für blinde Menschen entwickelt wurde: Ein "Signalisator mit Stiften" steht mit Photoelementen in Verbindung. "Beschattung der Photoelemente" führt zu einer Vibration der Stifte. Die Wahrnehmung erfolgt mit dem Zeigefinger. Zusätzlich werden akustische Signale ausgegeben. Die Ähnlichkeit mit dem fast zwanzig Jahre später in den USA entwickelten Optacon (siehe Kapitel 9.3.3) ist verblüffend

In der Patentliteratur finden sich zahlreiche Ansätze, mit denen das Problem gelöst werden sollte. Ein Beispiel ist die von den Amerikanern J.B. Skewis und J.Y. Lawrie 1973 patentierte Lesemaschine, die in Abb. 9.10 als Faksimile⁶⁶ der Patentschrift wiedergegeben ist.

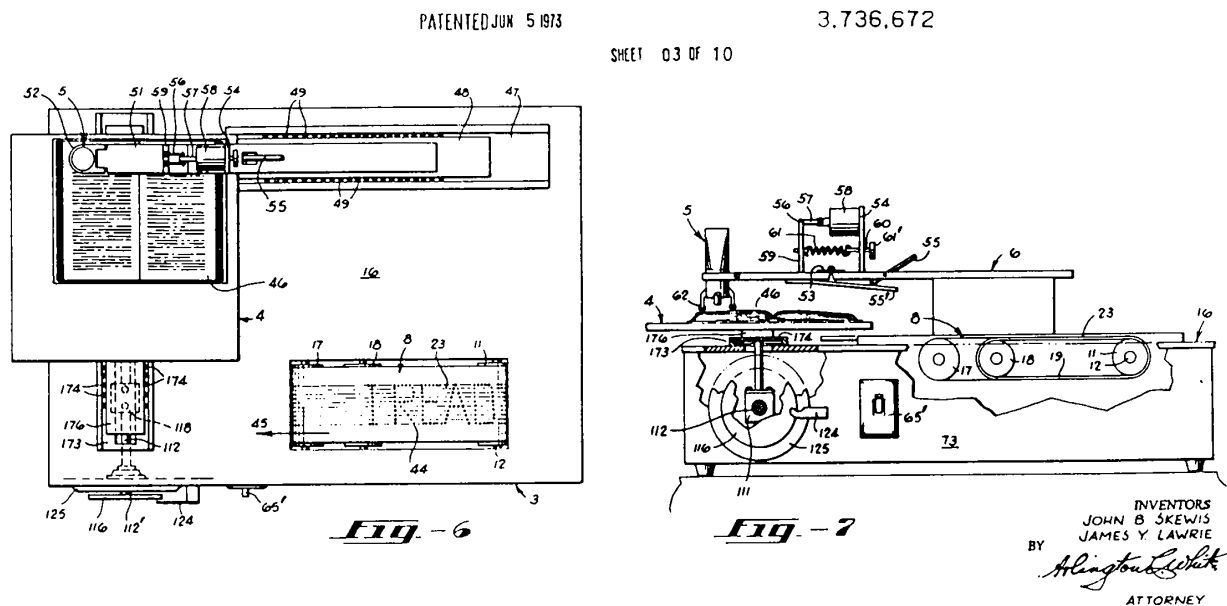


Abb. 9.10: Lesegerät für blinde Personen von J.B. Skewis und J.Y. Lawrie
Faksimile der US-Patentschrift 3.736.672 aus dem Jahre 1973

Ein auf einem beweglichen Arm montierter opto-elektrischer Abtaster fährt den Zeilen des Schriftstückes entlang. Die Formen der abgetasteten Buchstaben werden (stark vergrößert) als Punktmuster in ein umlaufendes Band geprägt, sodaß die blinde Person das Relief dieser Buchstaben (natürlich keine Blindenschrift) mit den Fingern abtasten kann. Es ist nicht bekannt, ob die Idee je in die Tat umgesetzt wurde. Sicher ist hingegen, daß diese Entwicklung nie eine Bedeutung erlangte.

9.3.2 Stereotoner

Das erste wirklich zum Einsatz gelangte Lesegerät war der in den frühen 70er-Jahren von den Mauch Laboratories entwickelte und gebaute Stereotoner. Aus heutiger Sicht wirkt das Gerät fast primitiv und doch ermöglichte es vollkommen blinden Personen zum ersten Mal das selbständige Lesen von gedruckten Texten.

Der Stereotoner besteht aus einem mit der Hand geführten optoelektronischen Abtaster, der das Schriftgut beleuchtet und über eine Optik das Bild der Buchstaben auf fünf Photodioden abbildet. Bei einer Bewegung entlang einer Textzeile werden daher die Buchstaben entlang von fünf Linien abgetastet. Jede dieser Photodioden dient zur Ansteuerung eines von fünf in einem kleinen Kästchen untergebrachten Tongeneratoren (Abb. 9.11).

⁶⁵ Züricher Wochenzeitung "Neues Europa", Juni 1956

⁶⁶ Zur besseren Darstellung wurde hier das ursprüngliche Hochformat in ein Querformat umgewandelt.



Abb. 9.11: Der Stereotoner

Wird der helle Hintergrund des Papiers auf eine Photodiode abgebildet, dann wird der zugehörige Tongenerator gesperrt, fällt jedoch das Bild eines bedruckten Teiles auf eine der Photodioden, dann wird der mit dieser Photodiode verbundene Tongenerator freigegeben.

Die fünf Tongeneratoren sind so auf fünf unterschiedliche Frequenzen eingestellt, daß der obersten Abtastlinie der höchste Ton entspricht. Die Zusammenhänge sind in Abb. 9.12 für einen Zustand während der Abtastung des Buchstabens „A“ dargestellt. Die Photodioden 2 und 4 fallen mit Linien des Buchstabens zusammen und aktivieren daher die beiden Frequenzen f_2 und f_4 welche als Akkord in einem Kopfhörer hörbar werden.

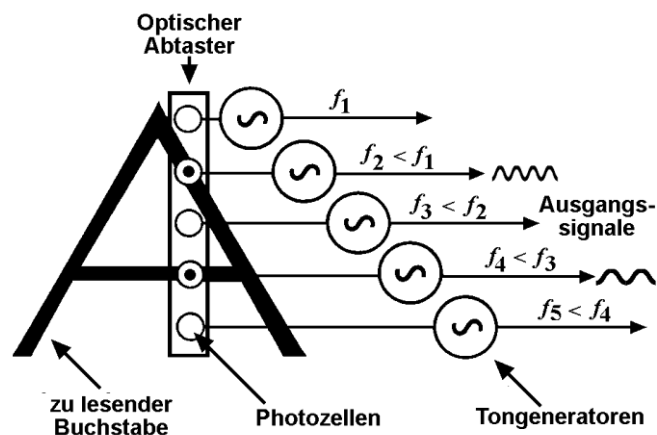


Abb. 9.12: Funktionsprinzip des Stereotoners. Im dargestellten Augenblick werden die Photodioden 2 und 4 von einer Linie des Buchstabens getroffen und die Frequenzen f_2 und f_4 über den Kopfhörer ausgegeben

Beim Überstreichen eines Buchstabens mit der Abtasteinheit entsteht daher ein für diesen Buchstaben typisches Klangbild als zeitliche Abfolge von Tönen bzw. Akkorden. So erzeugt ein Schrägstrich („/“) eine aufsteigende Tonfolge aus fünf Tönen, ein „I“ einen kurzen, aus allen fünf Tönen bestehenden Akkord und ein Bindestrich („-“) einen länger dauernden Ton mittlerer Tonhöhe.

9.3.3 Optacon

Nicht viel später nach dem Stereotoner kam das an der Stanford University entwickelte und später von der Firma Telesensory in Serie produzierte „Optacon“ auf den Markt. Die Bezeichnung „Optacon“ steht für „Optical-Tactile-Converter“ also für ein Gerät, das in der Lage ist, optisch dargebotene Information (vornehmlich gedruckte Texte) in einer taktilen Form darzustellen. Dazu verfügt das Optacon über eine miniaturisierte von Hand zu führende Fernsehkamera, mit der eine Bildmatrix von 6 x 24 Bildpunkten erfaßt wird. Mittels einer Zoom-Optik kann die Bildgröße so der Buchstabengröße angepaßt werden, daß die Höhe einer Textzeile ungefähr auf die 24 vertikalen Bildpunkte abgebildet wird.

Jedem Bildpunkt der Kamera ist einer von 144 in gleicher Form (6 x 24) angeordneten taktilen Stimulatoren zugeordnet, die mit dem Finger (üblicherweise mit den vordersten Glied des Zeigefingers der linken Hand, die rechte Hand führt die Kamera) abgetastet werden (Abb. 9.13).

Die Stifte des Stimulator-Arrays sind in einem Abstand von rund 1 mm angeordnet und werden über piezoelektrische Biegeelemente angetrieben. Da der Finger keine Relativbewegung in Bezug auf den Stimulator ausführt (der Finger ruht mehr oder minder unbewegt in der Mulde des Stimulator-Arrays – siehe Abb. 9.13), werden aktivierte Stifte nicht nur wie bei einem Braille-Display gehoben sondern wegen der besseren Wahrnehmbarkeit in Vibration versetzt. Die Helligkeitsschwelle, bei der die Vibration einsetzt und die Stärke der Vibration können stufenlos eingestellt werden.

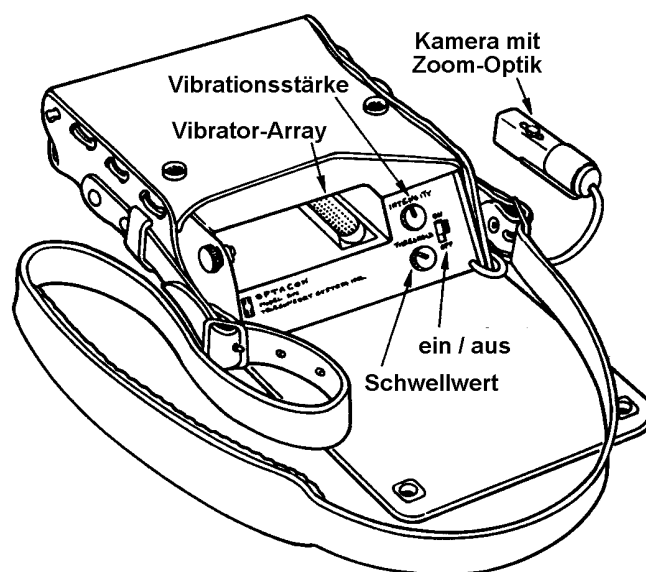


Abb. 9.13: Das Optacon (Telesensory)

Genauso wie der Stereotoner stellt das Lesen mit dem Optacon nicht unerhebliche Anforderungen an den Benutzer / die Benutzerin und flüssiges Lesen wird erst nach monatelanger Praxis erreicht. Da das Optacon ja keine Blindenschrift, die der blinden Person vertraut wäre, sondern des tastbare Relief von Schwarzschriftbuchstaben, mit denen eine blinde Person keine oder kaum Erfahrung hat, ausgibt, verlangt das Lesen viel Konzentration. Hinzu kommt, daß es durch die vibrierenden Stifte bei längerem Gebrauch zu einer gewissen Abstumpfung der taktilen Wahrnehmung in der Fingerspitze kommt. Diese Abstumpfung (Vertäubung) geht zwar nach einer Pause wieder zurück, macht es aber doch unmöglich, das Optacon über mehrere Stunden zu benutzen, was beim Lesen von gedruckter Brailleschrift kein Problem darstellen würde.

9.3.4 Lesegeräte mit OCR

Im Gegensatz zu den bisher vorgestellten Entwicklungen, bei denen eine Umformung von Buchstaben in akustische oder taktile Darstellung durchgeführt wurde, versteht man unter OCR⁶⁷-Geräten solche, bei denen die einzelnen Buchstaben eines Textes durch ein Programm erkannt werden, sodaß sie schließlich in codierter Form vorliegen. Texte, die von einem OCR-Gerät erfaßt wurden, können daher in Blindenschrift oder in synthetischer Sprache ausgegeben werden.

Die Geschichte der Entwicklung von Lesegeräten für blinde Personen, mit denen gedruckter Text in gesprochene Sprache umgesetzt werden kann geht bis in das Jahr 1967 zurück als K. R. Ingham am MIT⁶⁸ mit einem PDP-1⁶⁹ Computer ein System zusammenstellte, das Texte scannen und in synthetischer Sprache ausgeben konnte [Rle 97]. 1974 folgte die von R. Kurzweil entwickelte "Kurzweil Reading Machine" (KRM), die aus zwei Teilen (etwa in der Größe von Mineralwasserkisten) bestand, von denen einer den Scanner und der andere den Rechner und den Sprachsynthesizer enthielt [DRE 90].

Einige Jahre später folgte die Kurzweil Reading Machine KRM 400, die alle Komponenten in einem einzigen Gehäuse vereinigte, aber immer noch die Größe eines kleinen Kühlschranks hatte (Abb. 9.14).

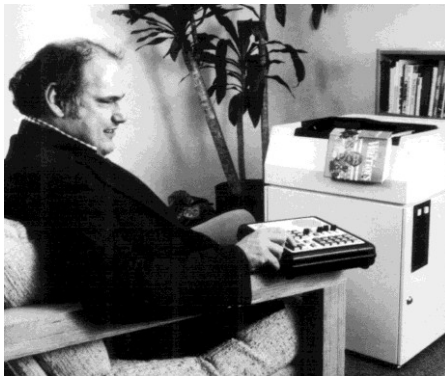


Abb. 9.14: Die Kurzweil Reading Machine KRM 400 (Kurzweil/Xerox)

Die nachfolgenden Abbildungen (Abb. 9.15) zeigen zwei typische OCR-Lesegeräte der Gegenwart, mit denen blinde Personen ohne fremde Hilfe Schriftstücke in synthetische Sprache oder Blindenschrift umformen können.



Abb. 9.15: Moderne OCR-Lesegeräte
links: Reading Edge (Kurzweil), rechts: Poet-Compact (Baum)

⁶⁷ OCR = Optical Character Recognition

⁶⁸ MIT = Massachusetts Institute of Technology, Boston, USA

⁶⁹ PDP-1, einer der ersten kommerziell hergestellten Computer, Digital Equipment

Neben OCR-Lesegeräten, die in sich geschlossene Einheiten darstellen, sind in den letzten Jahren auch zahlreiche Software-Lösungen entwickelt worden, die auf herkömmlichen PCs oder Notebook-PCs installiert werden können und die zusammen mit einem Flachbettscanner sowie einer geeigneten an den PS angeschlossenen Ausgabe (synthetische Sprache oder Braille-Display) vollwertige Lesegeräte darstellen.

Beim heutigen Stand der OCR-Technik ist die Zuverlässigkeit der Schriftzeichenerkennung kaum mehr ein kritischer Qualitätsfaktor bei Lesegeräten. Bei akzeptabler Druckqualität der Vorlage und konventioneller Schrift liegt die Erkennungsrate meist über 99%.

Vielmehr ist ausschlaggebend, wieweit das OCR-Lesegerät oder das OCR-Leseprogramm einen blinden Benutzer / eine blinde Benutzerin bei der Bedienung unterstützt und inwieweit auch vom Seitenlayout her komplizierte Vorlagen erfaßt werden können (Texte die in Spalten oder Blöcken gesetzt sind, Dokumente die Bilder enthalten etc.).

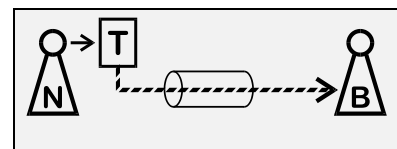
9.3.5 Lesegeräte für Punktschrift

Wenn die Notwendigkeit besteht, von einem bestehenden Punktschriftdokument ein Duplikat anzufertigen, mußte dieses bisher entweder von Hand aus abgeschrieben oder mittels eines Tiefziehverfahrens (siehe Kap.9.7.3c) kopiert werden. Während händisches Abschreiben zeit- und kostenintensiv ist, ist die Qualität von tiefgezogenen Kopien insbesondere bei bereits abgenutzten Vorlagen nicht zufriedenstellend.

Aus diesem Grund wurden sowohl mechanische Abtaster als auch OCR (bzw. auch OBR für Optical Braille Recognition) Programme entwickelt, die in der Lage sind, den Inhalt geprägter Punktschriftseiten als Textdaten einzulesen. Damit ist die Voraussetzung geschaffen, von einem bestehenden Punktschriftdokument durch erneutes Ausdrucken eine Kopie in einwandfreier Qualität herzustellen [OGA 94, HEN 95]. Auch eine Umformung in Schwarzschrift kann durchgeführt werden, wodurch die Zusammenarbeit zwischen blinden Personen und solchen ohne Punktschriftkenntnis (Eltern, Lehrkräfte, Mitarbeiter/innen) erleichtert wird.

Das Einscannen ist auch bei doppelseitig geprägten Braille-Dokumenten und solchen Punktschrift-Dokumenten möglich, die zufolge des oftmaligen Gebrauchs für taktilen Lesen nicht mehr verwendet werden können. Punktschriftbibliotheken haben damit ein Werkzeug in der Hand, mit dem von zerlesenen Büchern mit relativ geringem Aufwand wieder neue Exemplare hergestellt werden können. Doppelseitig geprägte Braille-Dokumente können sogar mit einem einzigen Scan-Vorgang erfaßt werden, da das OCR Programm wegen der unterschiedlichen Schattenbildung zwischen erhabenen und vertieften Punkten unterscheiden kann [HAL 99]

9.4 Herstellung von Schriftstücken in Blindenschrift

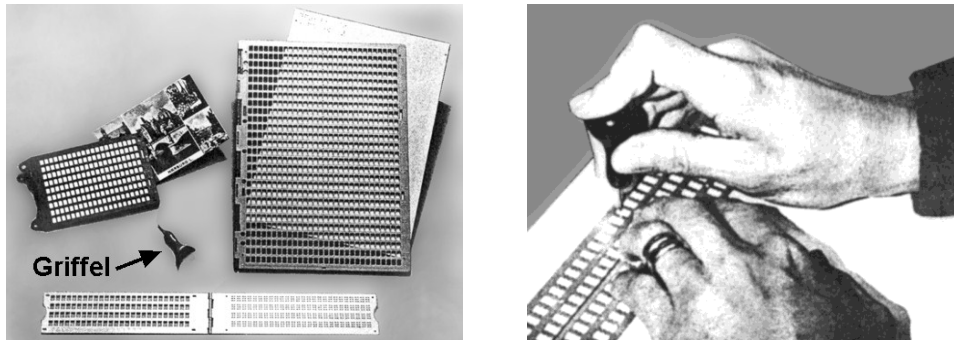


9.4.1 Schablone

Die älteste und technisch einfachste Methode zur Herstellung von Punktschrift-Dokumenten ist das Schreiben von Hand unter Verwendung einer Blindenschrift-Schablone (Braille-Tafel, engl.: Braille slate). Dabei wird ein Blatt Blindenschrift-Papier (stark geleimtes Papier mit einem Papiergewicht von rund 160g/m²) zwischen zwei durch eine Scharnier miteinander verbundene Platten aus Metall oder Kunststoff gelegt. Beim Zusammenklappen wird das Blatt durch an den Platten angebrachte Paßstifte so gelocht, daß es nicht nur unverrückbar festgehalten wird

sondern nach einer zwischenzeitlichen Entnahme aus der Braille-Tafel später wieder paßgenau eingesetzt werden kann.

In der oberen der beiden Platten befindet sich für jedes Blindenschriftzeichen (Braille-Form) eine rechteckige Öffnung. Die untere Platte weist für jeden möglichen Punkt der Blindenschrift eine halbkugelförmige Vertiefung auf. Das Schreiben erfolgt mit einem Griffel (engl.: stylus), dessen Durchmesser und Verrundung den Punkten der Blindenschrift entspricht (Abb. 9.16).



*Abb. 9.16: Braille-Tafeln – Schablonen zum Schreiben von Blindenschrift
Links: Braille-Tafeln verschiedener Größe und Schreibgriffel
Rechts: Handhabung von Braille-Tafel und Griffel*

Es ist zu beachten, daß beim Schreiben mit der Schablone von rechts nach links und in Spiegelschrift geschrieben werden muß. Weiters besteht keine Möglichkeit, den bereits geschriebenen Text zu lesen, solange sich das Blatt in der Schablone befindet. Um den geschriebenen Text zu kontrollieren oder um festzustellen, bis zu welcher Position bereits geschrieben wurde, muß das Blatt aus der Schablone genommen und gewendet werden.

Schablonen sind in vielen Größen (einige wenige Zeilen bis zum A4 Format) erhältlich. Aus die Anfertigung von doppelseitigem Braille Druck (Zwischenpunktdruck; engl.: interpoint Braille) ist mit einige Schablonen möglich.

9.4.2 Schreibmaschine

Die erste Schreibmaschine für Braille wurde 1892 von Frank H. Hall in Illinois entwickelt [IRW 55]. 1894 folgte William B. Wait mit dem in Abb. 9.17 gezeigten Kleidograph (= key-writer = Tastenschreiber), einer Punktschriftmaschine für New York Point [Nyi 96].



Abb. 9.17: Punktschrift-Schreibmaschine „Kleidograph“ von W.B. Wait (1894)

Der entscheidende Vorteil gegenüber der Braille-Tafel besteht nicht nur in der wesentlich höheren Schreibgeschwindigkeit (mit einer Handbewegung wird ja nicht nur ein einzelner Punkt sondern eine ganze Form erzeugt) sondern auch darin, daß die Braille-Formen von hinten nach vorne (also seitenrichtig und von links nach rechts) erzeugt werden. Dadurch kann bei einer

Braille-Schreibmaschine der geschriebene Text sofort und ohne das Blatt wenden zu müssen kontrolliert werden. Eine moderne mechanische Braille Schreibmaschine (Perkins Brailier) zeigt Abb. 9.18.



Abb. 9.18: Punktschrift-Schreibmaschine „Perkins Brailier“

Außer den hauptsächlich verwendeten rein mechanischen Braille-Schreibmaschinen, für deren Bedienung eine nicht unerhebliche Kraft aufgewendet werden muß (im Bereich von 30 N bis 40 N, da ja mehrere Tasten gleichzeitig angeschlagen werden müssen), gibt es auch vereinzelt elektrisch betriebene Modelle. Eine Besonderheit unter den elektrischen Schreibmaschinen stellt die von Ohtsuki in Japan für den integrativen Unterricht blinder Kinder gefertigte Maschine dar, die Braille und Schwarzschrift (interlinear) drucken kann (Abb. 9.19).



Abb. 9.19: Elektrische Schreibmaschine für interlinear Braille und Schwarzschrift (Ohtsuki, APH Museum)

Zum Herstellen rascher, kurzer Notizen (z.B. beim Telefonieren oder für Braille-Stenographie) eignen sich Braille-Schreibmaschinen, die ein geprägtes Papierband erzeugen (Abb. 9.20). Im Gegensatz zu den oben beschriebenen „Bogenmaschinen“ werden sie als „Streifenmaschinen“ oder „Steno-Maschinen“ bezeichnet.



Abb. 9.20: Marburger Streifenmaschine

Es sol nicht unerwähnt bleiben, daß auch versucht wurde, eine Schreibmaschine zur Herstellung von Dokumenten in Moon-Schrift zu schaffen. Das Gerät mit der Bezeichnung „Possum“ ist in Abb. 9.21 dargestellt.



Abb. 9.21: "Possum" - Schreibmaschine für Moon-Schrift und deren Handhabung

9.4.3 Prägezange

Für eine Reihe von täglichen Anwendungen werden Etiketten mit Punktschrift-Texten benötigt, wie z.B. zur Kennzeichnung von Disketten und Cassetten, von Medikamenten und Lebensmitteln oder zur Beschriftung von Buchrücken. Besonders einfach und dauerhaft können solche Etiketten mittels einer herkömmlichen Prägezange (Dymo, 3M etc.) hergestellt werden, in die eine Prägescheibe für Braille eingesetzt wird.

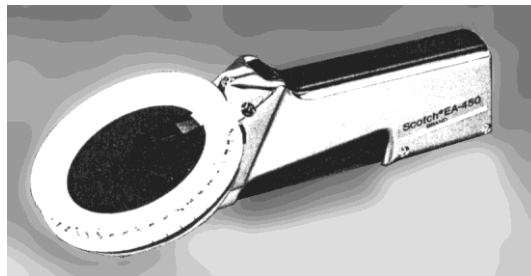


Abb. 9.22: Prägezange für Braille-Beschriftungen (3M®)

Es werden auch Braille-Schablonen (Braille-Tafeln) angeboten, in die über passende Schlitze in der oberen Platte Prägebänder eingeschoben werden können, sodaß die Anfertigung von selbstklebenden Etiketten auch ohne Zange nur mit einem Griffel vorgenommen werden kann.

9.4.4 Braille-Drucker, Punziermaschinen und Braille-Pressen

Zur Anfertigung von tastbaren Schriftstücken in Mengen, die über Einzelexemplare hinausgehen wurden schon früh Verfahren angewendet, die dem herkömmlichen Buchdruck entsprechen. Bereits 1786 produzierte Valentin Haüy in Paris Bücher in Reliefschrift, indem er große Lettern in feuchtes Papier drückte und dieses dann trocknen ließ. Zwei solche Seiten wurden dann Rückseite auf Rückseite miteinander verleimt, um ein auf beiden Seiten bedrucktes Blatt für ein Buch zu erhalten [Ent 02]. 1849 verwendete Laas d'Aguen erstmals geprägte Metallplatten, von denen sich viele Kopien von Punktschriftdokumenten herstellen ließen. Sogar Graphiken aus Punktmustern wurden auf diese Weise hergestellt. Das beidseitige Bedrucken mit Punktschrift (Zwischenpunkt-Druck, engl.: interpoint Braille) ist seit 1888 bekannt [LOR 96].

Auch für die taktile Schrift nach W. Moon wurde ein Verfahren zur Herstellung von Druckvorlagen entwickelt. Da die Moon-Schrift ja aus Linien besteht, ist die Herstellung der Matrizen weitaus aufwendiger als bei Punktschrift. Ausgangspunkt für die Druckvorlage ist eine verzinnete und in Zinkchlorid gewaschene Eisenplatte. Aus Kupferdraht geformte Schriftzeichen der Moon-

Schrift werden in der gewünschten Form auf die Eisenplatte gelegt und die Platte dann so hoch erhitzt, daß die Kupferdrahtstücke fest mit dem Untergrund verlöten [LOR 96].

Der Vorgang für die Anfertigung größerer Auflagen von Braille Schriftstücken läuft seit dem Ende des 19. Jahrhunderts in zwei Schritten ab: Mittels einer sogenannten Punziersmaschine wird eine Prägevorlage erstellt. Im zweiten Schritt werden von dieser Vorlage in einer Druckerpresse die Kopien angefertigt. Für mittlere bis kleine Auflagen werden heute elektronisch angesteuerte Braille-Drucker eingesetzt, die an jeden PC angeschlossen werden können.

a) *Punziersmaschine*

Unter einer Punziersmaschine wird ein Gerät verstanden, mit dem eine Druckvorlage (Matrize aus Zinkblech oder hartem Kunststoff) für eine Braille-Presse angefertigt werden kann. Vom Prinzip her arbeitet eine Punziersmaschine wie eine elektrische Bogenmaschine, nur daß anstelle des Braille-Papiers die Matrize geprägt wird, wozu natürlich wesentlich größere Kräfte aufgebracht werden müssen.

Die erste Punziersmaschine für Braille (Modified Braille bzw. American Braille) wurde 1893 gebaut [IRW 55]. Kurz darauf folgte der Stereograph von William B. Wait zur Herstellung von Matrizen für New York Point (Abb. 9.23) [Nyi 96].

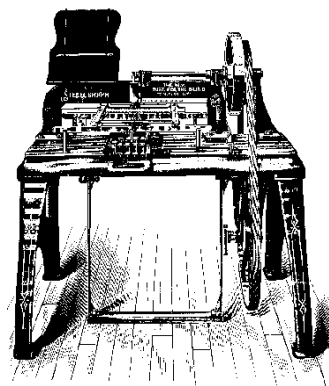


Abb. 9.23: Punziersmaschine „Stereograph“ von W.B. Wait, um ca. 1894 [Nyi 96]

Während die ersten Punziersmaschinen direkt von Hand aus bedient werden mußten (jeder einzelne Buchstabe wurde über eine Tastatur eingegeben) und keine Möglichkeit der Korrektur von Schreibfehlern boten (Fehler in Zinkplatten konnten nur durch Ausspannen und Glatthämmern beseitigt werden), arbeiten moderne Geräte als Computerperipherie und werden wie ein Drucker von einem entsprechenden Braille-Textverarbeitungsprogramm angesteuert (Abb. 9.24).

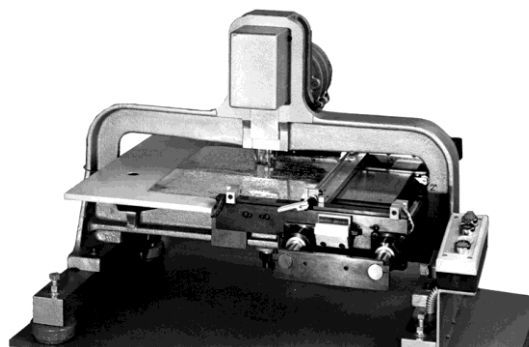


Abb. 9.24: Punziersmaschine "PUMA"

b) Braille-Pressen (Tiegel oder Rotation)

Braille-Pressen können als Tiegelpressen oder Rotationspressen ausgeführt werden. Abb. 9.25 zeigt eine Braille-Presse für das Rotationsverfahren.

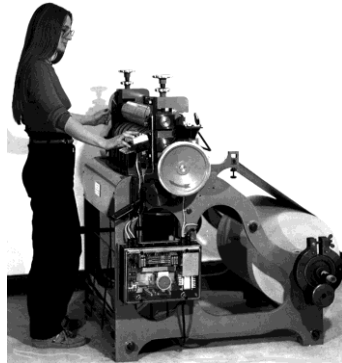


Abb. 9.25: Braille-Presse (Rotationsverfahren)

c) Braille-Drucker für den Anschluß an einen PC

Braille-Drucker sind Peripheriegeräte für den PC und dienen der direkten Herstellung von Punktschriftdokumenten vornehmlich in kleinen und mittleren Auflagen. Der erste Braille-Drucker (BrailleEmboss) geht auf eine Entwicklung am Massachusetts Institute of Technology in den späten 1960-er Jahren zurück [SUL 98]. Heute werden Braille-Drucker in mehreren Leistungsklassen angeboten und können sowohl für einseitigen oder doppelseitigen (Zwischenpunkt-) Druck ausgelegt sein.

Typ / Leistungsklasse	Druck	Druckleistung		Preisniveau [€]	Bild
		Formen/sec	Seiten/h		
Portable Drucker	einseitig	8 - 10	28 - 36	1.500 - 1.800	
Arbeitsplatzdrucker	einseitig	25 - 120	90 - 450	1.800 - 10.000	Abb. 9.26 links
	beidseitig	30 - 100	110 - 350	3.500 - 7.500	Abb. 9.26 rechts
Produktionsdrucker	beidseitig	180 - 300	650 - 1000	35.000 - 60.000	Abb. 9.27 rechts

Tabelle 9.1: Tabelle C 5.2: Übersicht Braille-Drucker

Eine typische Seite in Braille besteht aus 24 bis 25 Zeilen mit 40 Formen, hat also eine Fassungsvermögen von 1000 Zeichen [RUB 96, BLE 01]. Das übliche Blattformat ist 11" x 11" (28 cm x 28 cm).



Abb. 9.26: links: Braille-Drucker Basic-S; rechts: Braille-Drucker Everest, doppelseitig

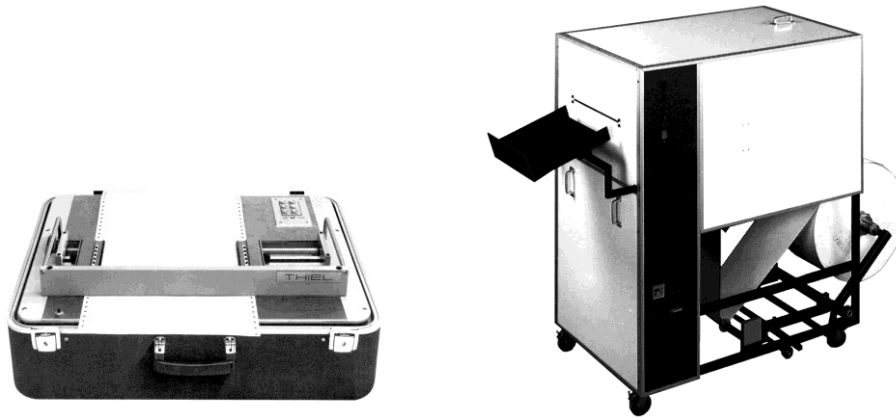


Abb. 9.27: links: Braille Drucker Thiel Beta- X3; rechts: Braille-Produktionsdrucker ELEKUL

9.4.5 Übersetzung und Produktion

Liegt ein zu druckender Text in maschinen-lesbarer Form vor, sind im allgemeinen zwei weitere Schritte erforderlich, bevor der Ausdruck mit einem Braille-Drucker oder die Herstellung einer Matrize mit der Punziersmaschine erfolgen kann.

Die in Schwarzschrift-Dokumenten üblichen Formatierungsmethoden (Absätze, Leerzeilen, Einzüge etc.) werden aus Gründen der Platzersparnis nicht eingesetzt. Als einzige Kennzeichnung des Beginns eines neuen Absatzes wird die erste Zeile um zwei oder drei Formen eingerückt. Das bedeutet, daß die Formatierung eines Braille Dokuments entweder händisch (durch Einfügen von Steuerzeichen in den reinen ASCII Text) oder mit speziell für Braille eingerichtete Textprozessoren vor-genommen werden muß [FLI 90, BLE 01].

Wird das Dokument nicht in Computer-Braille ausgedruckt (was selten der Fall sein wird) folgt als zweiter Schritt die Konvertierung des Textes in die gewünschte Braille-Notation (Basisschrift, Vollschrift, Kurzschrift). Übersetzungsprogramme zur Generierung von Braille-Kurzschrift aus ASCII Texten existieren seit den frühen 1960-er Jahren für American Grade II Braille, erst später folgten Kurzschrift-Übersetzer für andere Sprachen [KAH 96, BLE 97a, SUL 98].

9.4.6 Produktionszeit und Produktionskosten

Die beiden nachfolgenden Abbildungen (Abb. 9.28 und Abb. 9.29) zeigen die Produktionszeiten und Kosten für unterschiedlich hohe Auflagen im Vergleich zwischen Braille-Druckern und Braille-Pressen. Daraus ist ersichtlich, daß für Auflagen bis 100 Exemplare ein Braille-Drucker üblicherweise sowohl von der Produktionszeit als auch von Kosten her rentabler ist. Ab etwa 150 Exemplaren überwiegen die Vorteile der Braille-Pressen [FRA 98].

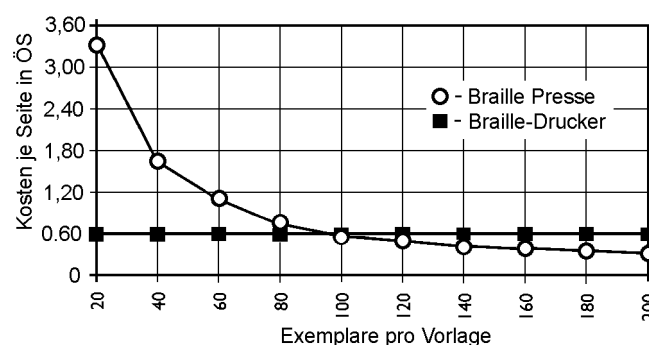


Abb. 9.28: Druckkostenvergleich Braille-Drucker – Braille-Pressen

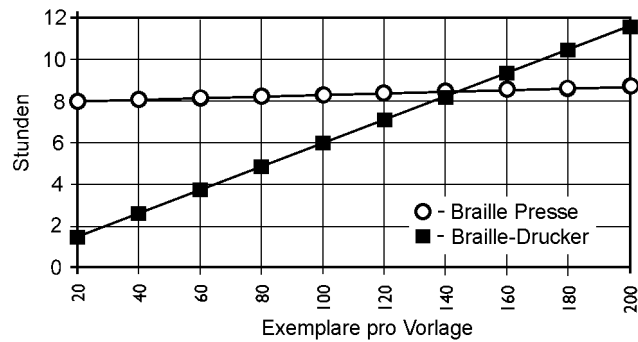
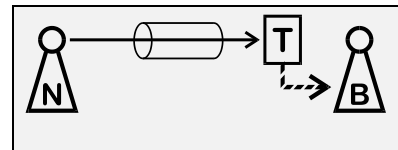
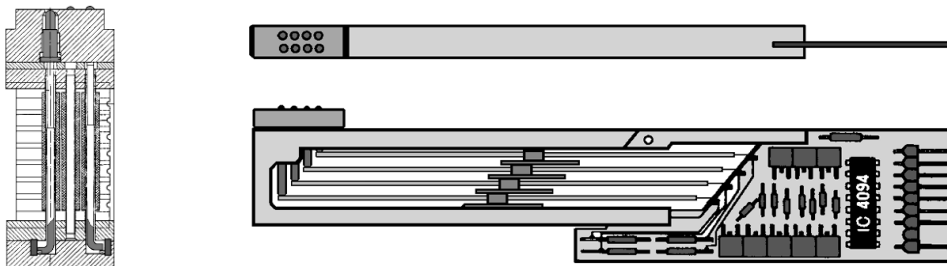


Abb. 9.29: Vergleich der Produktionsgeschwindigkeit Braille-Drucker - Braille-Presse

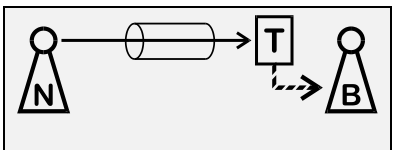
9.5 Braille Displays



Anzeigesysteme für Braille-Schrift wurden bereits in der Vorlesung RT-1 unter dem Thema "Mensch-Maschine-Schnittstelle" ausführlich behandelt. Daher werden an dieser Stelle nur die Funktionszeichnungen für ein veraltetes elektromechanisches Display und ein Display in der heute üblichen Piezo-Technik wiedergegeben (Abb. 9.30).

Abb. 9.30: Typische Bauformen von Braille Displays:
Links mit elektromagnetischem Antrieb, rechts mit Piezo-Biegeelementen

9.6 Papierlose Blindenschriftsysteme



Am Beginn des Einsatzes von Computern wurde auch von sehenden Anwendern / Anwenderinnen als Ausgabemedium ein Ausdruck verwendet. Erst später wurde Lochkarte und Ausdruck durch das papierlose Arbeiten mit Tastatur und Bildschirm (Bildschirmterminal) ergänzt bzw. abgelöst.

In Analogie zur Ausgabe auf den Bildschirm wurde für blinde Computerbenutzer / Computerbenutzerinnen als papierlose Form die Maschine-Mensch Kommunikation über Braille-Displays und Sprachsynthese geschaffen, die wir bereits in früheren Kapiteln kennengelernt haben.

Hier sollen nun einige konkrete Bauformen von Textverarbeitungsgeräten beschrieben werden, mit denen blinde Personen ohne den Umweg über einen Braille-Ausdruck auf Papier arbeiten können.

9.6.1 Notizgeräte

Sehende Menschen verfügen über vielfältige Möglichkeiten, sich mit einfachen Mitteln (z.B. mit Papier und Bleistift) Notizen machen zu können. Hingegen ist keine der bisher ausgeführten Methoden, Aufzeichnungen in Punktschrift zu machen, ein vergleichbarer Ersatz dafür.

Erst mit der Entwicklung tragbarer, batteriebetriebener Notizgeräte für Blindenschrift wurden Hilfsmittel geschaffen, mit denen das Anfertigen von Notizen, Mitschriften, Schulaufgaben oder Protokollen in effektiver Weise möglich wurde. In vielen Fällen war die Verwendung einer Punktschrit-Schreibmaschine schon wegen der damit verbundenen Lärmentwicklung nicht möglich.

a) Notizgeräte mit Sprachausgabe

Die kostengünstigste und hinsichtlich Gewicht und Volumen am besten transportable Form für Notizgeräte verwendet eine Braille-Tastatur für die Texteingabe und einen Sprachsynthesizer für die Ausgabe. Ein solches Gerät ist in Abb. 9.31 links dargestellt

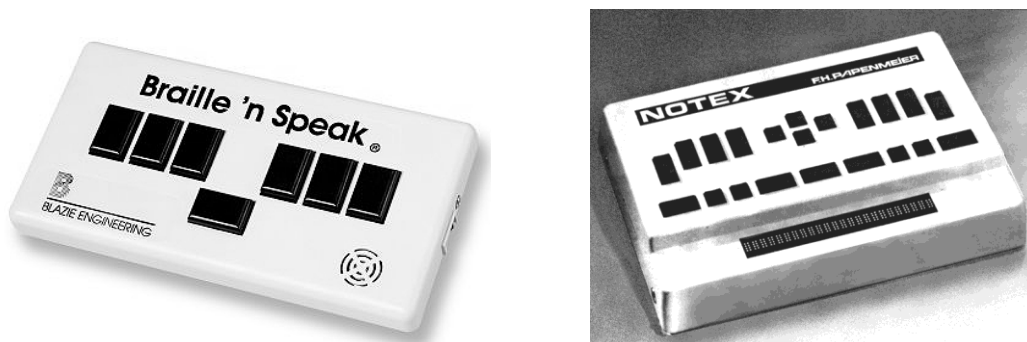


Abb. 9.31: links: Braille-Notizgerät mit Sprachausgabe: Braille-'n-Speak (Blazie Engineering)
rechts Notizgerät mit Braille-Zeile (Notex von Papenmeier)

Soll auch die Möglichkeit bestehen, Texte die in einer Blinden-Kurzschrift (z.B. Deutsche Blinden-Kurzschrift, Braille Grade II) eingegeben werden, zu bearbeiten, dann muß das Gerät über ein eingebautes Übersetzungsprogramm verfügen, das den Kurzschrifttext in ungekürzten Text verwandelt, damit dieser vom Sprachsynthesizer korrekt ausgesprochen werden kann. In einigen Sprachen (so z.B. für Deutsche Kurzschrift) ist diese Aufgabe mit beträchtlichem Aufwand verbunden.

b) Notizgeräte mit Braille-Ausgabe

Notizgeräte, die den eingegebenen Text in Blindenschrift über ein Braille-Display (üblicherweise eine Braille-Zeile mit 12 bis 24 Formen) ausgeben, sind größer und teurer. Der Vorteil ist aber, daß Texte damit wesentlich kritischer bearbeitet werden können, als dies mit Sprachausgabe möglich ist. Ein typisches Notizgerät mit Braille-Zeile ist in Abb. 9.31 rechts dargestellt.

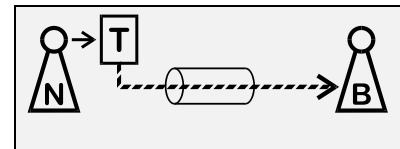
9.6.2 Geräte auf PC-Basis

Stehen geringes Gewicht oder Tragbarkeit nicht in Vordergrund, dann werden üblicherweise herkömmliche PCs mit Braille-Zeilen ausgerüstet. Bei Notebook-PCs wird die Braille-Einheit (meist 40 Formen lang) unter dem Notebook angebracht (Abb. 9.32 links). Bei nicht-portablen PCs wird die Braille-Zeile unter die Tastatur gestellt (Abb. 9.32 rechts).



Abb. 9.32: links: Notebook-PC mit Braille-Zeile (Human Ware); rechts: Braille-Zeile für einen PC

9.7 Taktile Graphik



9.7.1 Verwendung und Darstellung

Zum Verständnis von Diagrammen und für die Erfassung von räumlichen Zusammenhängen benötigen auch blinde Personen graphisches Material, also Zeichnungen, Pläne oder Landkarten. Diese können entweder direkt in einer taktil-haptischen Form präsentiert werden oder in Form von akustischen Umsetzungen. Auch die Kombination von taktiler und auditiver Wahrnehmung ist möglich, wobei der auditive Kanal vornehmlich zur Vermittlung von Erklärungen verwendet wird [KUR 95a, LAU 95, JON 98b].

Bei der Erstellung tastbarer Graphiken gilt es, die Informationsdichte auf das unbedingt Notwendige zu reduzieren. Es hat keinen Sinn einzelne Zeichnungen oder Pläne mit Details und Beschriftungen zu überfrachten. Es ist besser, die Information auf mehrere Blätter zu verteilen (beginnend bei einer groben Gesamtübersicht und fortschreitend zur Darstellung von Details) und Beschriftungen auf Kurzbezeichnungen zu beschränken, die auf getrennten Blättern näher erklärt werden. Zunehmend wird versucht, die Extraktion der signifikanten Bildelemente mittels computergestützter Bildverarbeitung durchzuführen [DÜR 86, LÖT 94a, WAY 96, WAY 96a, KAW 98].

Sollen Flächen dargestellt werden, so ist es vorteilhaft, sie mit einer gut tastbaren Textur zu füllen. Durch unterschiedliche Texturen (Schraffuren, Punktmuster, Oberflächen die sich wie Stoff, Sandpapier oder Rauhfasertapete anfühlen) können Flächen gut unterscheidbar dargestellt werden.

9.7.2 Taktile Landkarten und Pläne

Für die Herstellung tastbarer Landkarten oder Stadtpläne wurden – ähnlich den kartographischen Symbolen der gedruckten Landkarten – vereinheitlichte taktile Symbole definiert. Abb. 9.33 zeigt einen Ausschnitt aus einem mit dem „Euro-Town-Kit“ hergestellten Stadtplan.

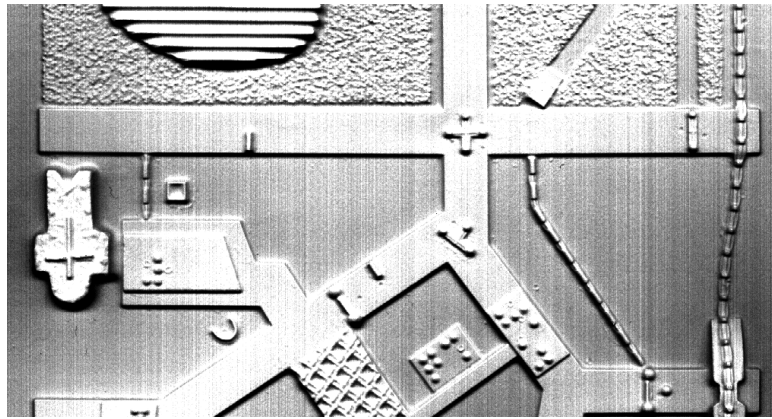


Abb. 9.33: Taktile Stadtplan, im Tiefziehverfahren mit dem „Euro-Town-Kit“ hergestellt

9.7.3 Herstellungsverfahren

a) *Manuelle Herstellung*

Die ersten taktilen Graphiken wurden ausschließlich in Handarbeit hergestellt, indem geeignete Materialien (Holzstäbchen, Karton, Sandpapier etc.) in den gewünschten Formen zugeschnitten und auf eine Unterlage geklebt wurden [FOU 94].

Handzeichnungen (z.B. für den Unterricht in Geometrie) lassen sich auf einfache Weise auf dünnen Kunststoff-Folien herstellen, die in einen Zeichenrahmen mit weichem Untergrund eingespannt werden und mittels eines Griffels (z.B. ausgeschriebener Kugelschreiber) beschriftet werden. Der mit mäßigem Druck über die Folie geführte Griffel verformt und dehnt die Folie entlang einer Spur, welche (gegebenenfalls nach dem Umdrehen der Folie) ertastet werden kann [GAR 96].

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Verwendung von verflüssigtem Wachs oder dicker Farbe, die mit einem geeigneten Schreibgerät (z.B. beheizte Röhrchenfeder) direkt auf die Zeichenfläche aufgebracht werden. Nach dem Auskühlen des Wachses bzw. dem Trocknen der Farbe ist die taktile Zeichnung gebrauchsfertig. Es wurde auch eine Spezialtinte (puff-ink) entwickelt, die nach dem Auftragen einer Wärmebehandlung unterzogen werden konnten, die zu einem Aufblähen der Tinte führte wodurch die Zeichnung tastbar wurde. Diese Tinte kann auch von einem Plotter verarbeitet werden [FOU 94, LÖT 94a].

b) *Swell Paper – Minolta Relief Kopie*

Bei dem von Minolta entwickelten Verfahren zur Herstellung taktiler Reliefs wird mit einem herkömmlichen Normalpapierkopierer zunächst das gewünschte Bild in Schwarzweiß auf ein Spezialpapier aufgedruckt. Wird dieses Papier in einem nachfolgenden Behandlungsschritt mit einem Infrarot-Gerät bestrahlt, erwärmen sich die geschwärzten Partien des Blattes stärker und verursachen dort ein Aufblähen der in der Beschichtung des Papiers enthaltenen Mikrokapseln. Das Papier wölbt sich also an den bedruckten Stellen auf und es entsteht so ein tastbares Relief. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in der raschen Umsetzbarkeit von Zeichnungen in eine taktil wahrnehmbare Form. Es ist jedoch nicht möglich, feine Strukturen sowie taktile Graphiken mit mehr als zwei Ebenen anzufertigen [Szs 01a].

Es ist auch möglich, direkt auf dem Schwell-Papier eine Handzeichnung auszuführen, vorausgesetzt es wird dazu eine Tinte (Filzschreiber) verwendet, die Infrarotes Licht gut absorbiert. Mit einem langsam über das Papier geführten auf ca. 130° C beheizten Stift kann Schwell-Papier so beschrieben werden, daß unmittelbar und ohne weitere Behandlungsschritte sofort eine tastbare Linie entsteht.

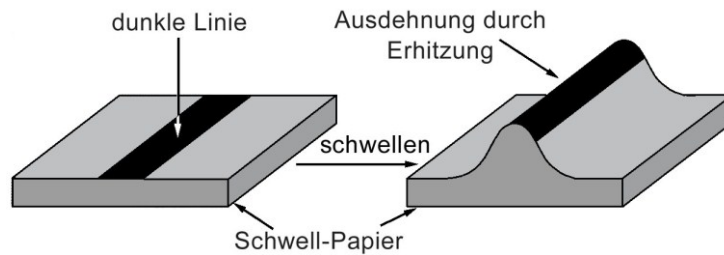


Abb. 9.34: Schwell-Papier (nach Szs 01a)

c) Tiefziehen

Von der darzustellenden Graphik wird entweder händisch (z.B. durch Aufkleben von Karton- oder Holzstücken) oder unter Zuhilfenahme eines CAD/CAM Systems (Anfertigung der Zeichnung auf einem Computer mit anschließender Fertigung durch eine computergesteuerte Fräse) ein dreidimensionales Modell hergestellt. Mit einer Vakuum-Tiefziehanlage können unter Erwärmung thermoplastische Folien über dieses Modell gezogen und so kopiert werden. Tiefziehen ermöglicht die Herstellung von Graphiken mit mehr als zwei Ebenen. Der in Abb. 9.33 dargestellte Stadtplan wurde im Tiefziehverfahren hergestellt.

d) Graphikfähige Drucker

Die meisten Braille-Drucker insbesondere der mittleren und oberen Preisklasse sind in der Lage, die geprägten Punkte nicht nur im Raster der Blindenschrift zu Papier zu bringen, sondern Punkte an beliebiger Stelle zu prägen. Das schafft die Möglichkeit, einfache Liniengraphiken durch dichtes Aneinanderreihen von geprägten Punkten mit einem Braille-Drucker zu erzeugen.

Bei der üblicherweise verwendeten Größe der Punkte gelingt es verständlicherweise nicht, glatte Linien oder Flächen mit einer bestimmten Textur zu erzeugen. Aus diesem Grund wurden Drucker entwickelt, die in der Lage sind, feinere Strukturen zu erstellen (z.B. die in Abb. 9.35 links dargestellte Moon-Schrift).

Der in Abb. 9.35 rechts dargestellte "TIGER"-Drucker (Tactile Graphics Embosser) verformt das Papier oder die Folie auf rein mechanischem Weg wie es herkömmliche Braille-Drucker auch tun. Der Unterschied besteht in der geringeren Punktgröße, in einem Punktraster von 20 Punkte / inch (1,25 mm - gegenüber rund 2,5 mm bei Braille-Druckern) und in der Möglichkeit, Punkte in zwei verschiedenen Höhen zu prägen [SAH 98, GAR 00].

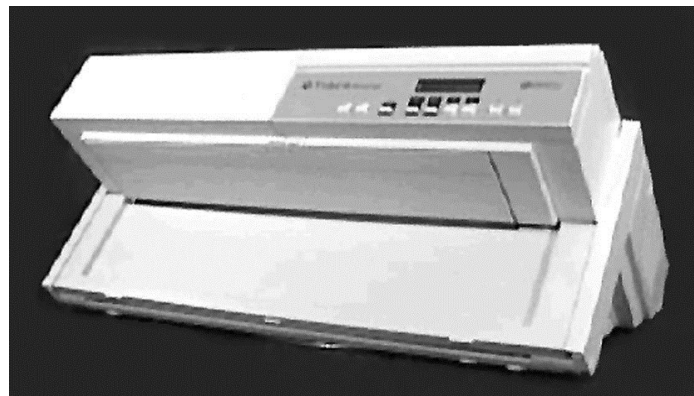
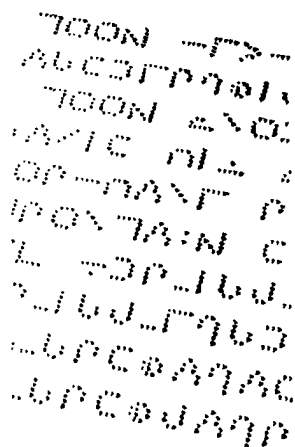


Abb. 9.35: links: Moon-Schrift durch Punkte dargestellt (index)
rechts: TIGER – Graphischer Braille-Drucker (ViewPlus)

Man hat daher versucht, Geräte zu entwickeln, die anstatt das Papier mechanischen zu verformen (prägen) mit einem Materialauftrag auf das Papier arbeiten. Man bedient sich dabei im Prinzip des gleichen Verfahrens wie bei Tintenstrahldruckern, nur daß anstelle einer dünnflüssigen Tinte (die vollständig in das Papier eingezogen wird) mit einem verflüssigten (geschmolzenen) Wachs oder Kunststoffmaterial gearbeitet wird. Durch das im allgemeinen mehrfach wiederholte tröpfchenweise Auftragen lassen sich beliebige taktile Formen in hoher Qualität (Auflösung bis zu 200 Punkte / inch = 7,8 Punkte / mm) und auch Moon-Schrift mit kontinuierlichen Linien herstellen [GAR 96, LAN 98, LAN 99].

Die weiteren Vorteile dieses Verfahrens bestehen darin, daß der Drucker geräuscharm ist (kann in Klassenzimmern verwendet werden), daß Graphik und Text sowohl in tastbarer Form als auch in Schwarzschrift beliebig kombiniert werden kann und daß der Druck auf Normalpapier erfolgen kann, was sich kostensenkend auswirkt. Die Lagerungsfähigkeit ist höher und der Verschleiß geringer als bei herkömmlichem Braille-Druck, bei dem eine Verformung stattfindet, die das Trägermaterial schwächt. Der Druck mit farbigen Tinten kann zur Unterstützung des Restsehvermögens dienen. [LAN 99a]. Auch eine Verwendung dieses Druckprinzips als taktiles Faxgerät wurde vorgeschlagen [PUC 98].

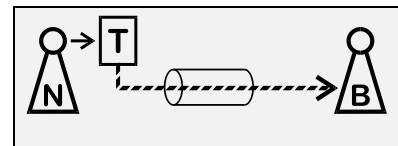
Alternativ zum Tintenstrahlverfahren wurde ein nach dem Thermo-Transfer-Verfahren arbeitender Laser-Drucker entwickelt. Von einem mehrschichtigen Farbband wird Material durch selektive Erwärmung mit einem Laser auf das Papier übertragen. Die auf direktem Weg erzielten Höhen sind gering (35 µm). Es wird daher ein Schwell-Farbstoff verwendet, der nach einer weiteren Wärmebehandlung auf 350 µm Dicke wächst [ITO 99].

e) *Auditiv unterstützte Graphiken*

Besonders Unterrichtsmaterial und Orientierungspläne in taktil-graphischer Form haben den Nachteil, daß für Beschriftungen und erklärende Texte in Braille kein ausreichender Platz vorhanden ist oder daß Anwender und Anwenderinnen keine ausreichende Kompetenz im Lesen von Blindenschrift haben. Eine Kombination aus tastbarer Graphik und gesprochenen Meldungen kann diesen Mangel ausgleichen.

Die tastbare Vorlage (nach einem der oben beschriebenen Verfahren hergestellt) wird auf ein Graphik-Tablett gelegt. Der mit dem Tablett verbundene PC wird so programmiert, daß bei Berührung der taktilen Vorlage eine für die jeweilige Stelle vorgesehene sprachliche Mitteilung wiedergegeben wird. So können beispielsweise Landkarten erarbeitet werden, indem örtliche Zusammenhänge über die haptische Modalität erfaßt werden, die Namen der Orte aber über die Sprachausgabe des PC angesagt werden. Der Plan benötigt daher keinerlei Beschriftungen in Braille [LÖT 94, LÖT 94a, GAR 96, BLE 98, GAR 98, GAL 98, LAN 99, KRU 02].

9.8 Hörbücher



9.8.1 Analoge Hörbücher

Hörbücher sind "Druckwerke", die von einem Sprecher / einer Sprecherin vorgelesen und auf einem Tonträger gespeichert werden. Früher wurden dafür spezielle langsam laufende Schallplatten und Spezialcassetten eingesetzt (Abb. 9.36 - links).



Abb. 9.36: links: Schallplattenspieler-Cassettenrecorder Kombination - Spezialanfertigung für Hörbücher, Library of Congress, USA
Mitte: Typisches Cassettengerät zur Wiedergabe von Hörbüchern
rechts: Cassettengerät mit Tonhöhenausgleich

Heute wird einheitlich die Compact-Cassette, meist in 4-Spur und 2,4 cm/s Technik verwendet. Durch die Vierspurtechnik und die halbe Bandgeschwindigkeit ergibt sich die vierfache Laufzeit verglichen mit üblichen Kassetten (Abb. 9.36 Mitte). Das in Abb. 9.36 rechts gezeigte Wiedergabegerät bietet die Möglichkeit, die Abspielgeschwindigkeit stufenlos zu verändern und dabei gleichzeitig die dadurch entstehenden Tonhöhenänderungen auszugleichen.

Zum leichteren Auffinden bestimmter Textstellen kann das Tonband mit Indexmarken (markante Tonsignale, die auch beim Cue- und Review-Betrieb deutlich hörbar sind) versehen werden. Sie dienen der Markierung von Seiten- und Kapiteltrennungen. Zum Erzeugen dieser Tonsignale werden Indexmarkengeber, wie der in Abb. 9.37 gezeigte TECO 2000.

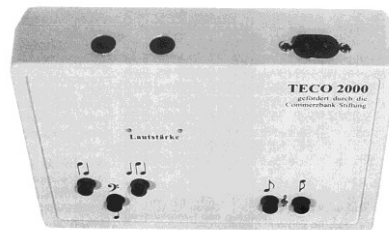


Abb. 9.37: Indexmarkengeber

Folgende Frequenzen bzw. Tonfolgen werden üblicherweise für Markierungen verwendet (Tabelle 9.2)⁷⁰.

	Hörbar bei Cue- und Review	Hörbar bei normaler Wiedergabe
Frequenzen [Hz]	23,5	750
bzw. Abfolge der Töne	23,5 ⇒ 31,0	1500
	23,5 ⇒ 31,0 ⇒ 23,5	

Tabelle 9.2: Frequenzen und Tonfolgen für Indexmarken

Das Herstellungsverfahren für analoge Hörbücher besteht aus den Schritten:

- Aufsprechen des Textes im Tonstudio
- Herstellen eines Master-Bandes oder einer Master-Cassette
- Vervielfältigen durch Schnellkopieren
 - Versand der fertigen Cassetten

⁷⁰ HORUS no. 6, 2002, p. 224

In den USA wurde 1932 durch die American Foundation for the Blind (AFB) mit dem Aufbau einer Hörbücherei begonnen. Bereits drei Jahre war das "talking book" Programm der Library of Congress voll angelaufen. Heute sind rund 800.000 Wiedergabegeräte in den USA im Einsatz. Der Bestand an Hörbüchern wird mit 163.000 Titeln und etwa 16 Millionen Kopien angegeben [CYL 98].

In den deutschsprachigen Ländern wurde die erste Hörbücherei 1949 in der Schweiz errichtet. Deutschland folgte 1954 und Österreich 1957. Als Beispiel für den mit der Hörbuchproduktion verbundenen Aufwand sei hier die schwedische Hörbücher Organisation TPB (Talboks- und Punktstriftsbibliothek) erwähnt, deren erklärtes Ziel es ist, rund 25% der Neuerscheinungen auf dem schwedischen Buchmarkt in alternativen Formaten (meist als Hörbuch) anzubieten. Das bedeutet eine Produktion von 3.000 bis 3.500 Titeln jährlich. 1999 hatte TPB nicht weniger als 55.000 Titel in ihrem Bestand [HAN 99].

9.8.2 Digitale Hörbücher - Daisy

Die Audio-Cassette als Hörbuch weist eine Reihe von Nachteilen auf:

- Auch bei voller Ausnutzung der Kapazität ist die Laufzeit mit max. 8 Stunden begrenzt.
- Sie kann nur sequentiell gelesen werden und daher gestaltet sich das Nachschlagen von Information schwierig.
- Bei Hörbüchern auf Audio Cassetten gibt es nur nationale Gepflogenheiten (hinsichtlich Anzahl der Spuren und Bandgeschwindigkeit) aber keinen echten internationalen Standard [KER 98].

Der Siegeszug der CD und der CD-ROM und die mit diesem Medium verbundenen technischen Möglichkeiten hat in den letzten Jahren eine Revolution bei den Hörbüchern eingeleitet. Lange Spielzeiten durch Kompression der Daten und rascher Zugriff durch strukturierte Indizierung standen dabei im Vordergrund der Überlegungen. Bereits 1993 wurde von der schwedischen Zentrale für Hörbücher (TPB = Talboks- und punktstriftsbibliothek) ein erstes Konzept für DAISY (Digital Audiobased Information System) entworfen. 1995 folgte Japan mit Konzepten, was 1996 zur Gründung des internationalen DAISY-Konsortiums führte, dem sowohl Organisationen, die Hörbücher herstellen, als auch Hersteller von elektronischen Geräten angehören [HAN 94, YAM 98, HAN 99, KAW 99, KAW 99a, KER 98a, KER 98b, KER 99, KAH 99a, SKU 02].

Das DAISY Konzept umfaßt:

- Das Protokoll für das Aufzeichnungsverfahren für strukturierte aufgezeichnete Sprache, Textdateien und Bilder.
- Software für die Aufzeichnung neuer Hörbücher im Studio
- Software für die Übertragung bestehender analoger Hörbücher in das DAISY Format
- Software für die Wiedergabe (auch am PC)
 - Eigenständige (tragbare) Geräte für die Wiedergabe und Aufzeichnung (Talking Book Player)

Derzeit sind zwei portable Wiedergabegeräte für DAISY Hörbücher verfügbar: PLEXTALK des japanischen Herstellers Plextor und VICTOR des kanadischen Herstellers VisuAid [KAN 98]. Typische Eigenschaften dieser Geräte sind:

- 50 Stunden Sprache auf einer CD-ROM (MPEG-2 Layer 3 Kompression)
- Bis zu 20 Bookmarks für 10 zuletzt gelesenen Bücher werden gemerkt
- Variable Geschwindigkeit (25% bis 300% ohne Veränderung der Tonhöhe)
 - Veränderung der Tonhöhe (wurde vor allem von älteren Benutzern / Benutzerinnen gewünscht)

Neben den tragbaren, eigenständigen Geräten sind auch zwei Softwarelösungen für den PC entwickelt worden, mit denen DAISY CD-ROMs gelesen werden können: WebSpeak und Sigtuna (Hersteller: Productivity Works, teilweise in Verbindung mit der japanischen Behindertenorganisation JSRPD = Japanese Society for the Rehabilitation of Persons with Disabilities). Da DAISY streng auf einer HTML bzw. XML Notation aufbaut, sind solche Softwarelösungen nichts anderes als erweiterte Internet-Browser und können daher auch für akustisches Surfen im Netz verwendet werden.

Bei DAISY Büchern kann der Inhalt nicht nur als Audio-File sondern auch als Textdatei enthalten sein, womit die früheren Ansätze zum "Hybrid Book" einbezogen wurden [ARA 96, GRA 98c]. Eine Übersicht der verschiedenen Typen zeigt Tabelle 9.3. DAISY sieht drei Arten der Indizierung vor: Hierarchisch (nach Kapitel, Absatz etc.), nach Seiten und mittels Bookmarks (vom Benutzer gesetzte Lesezeichen). Alle Indizes sind über Tastaturbefehle sowohl absolut oder relativ anwählbar. Gesprochene Ansage der momentanen Position ist möglich.

	Audiodatei	Strukturdatei	Textdatei
Typ I	ja	nein	nein
Typ II	ja	ja	nein
Typ III	ja	ja	teilweise
Typ IV	ja	ja	Volltext
Typ V	teilweise	ja	Volltext
Typ VI	nein	ja	Volltext

Tabelle 9.3: Typen von DAISY Hörbüchern [FUC 01]

Über einige auf HTML basierende Zwischenversionen (DAISY 2.0) [KER 98a, KER 98b] wurde im Jahr 2002 die Version DAISY 3 erreicht und von der US Normenbehörde ANSI/NISO unter Z39.86-2002 als Digital Talking Book (DTB) Document Type Definition (DTD) unter XML spezifiziert [KER 02a, Nis 02].

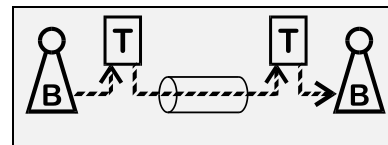
Die Verteilung von DAISY Dokumenten erfolgt vom Hersteller oder Verlag zu einzelnen lokalen Bibliotheken per CD oder per Datenfernübertragung, zum Endkunden hin per CD. Dadurch ist die Verteilung schneller als über Audio-Cassetten möglich. Dabei spielen die national unterschiedlichen Auflagen bezüglich Urheberrecht im allgemeinen und Ausnahmebestimmungen für die Zugänglichmachung von Literatur in alternativen Formaten für "print disabled" Personen eine wichtige Rolle. Mechanismen zur Verschlüsselung und zur Zugangskontrolle wurden daher eingebaut [FRU 02].

Die Möglichkeit von DAISY, auf Audio-Daten und Volltext parallel zueinander und miteinander synchronisiert zugreifen zu können (SMIL = Synchronized Multimedia Integration Language), kommt vor allem Personen mit Dyslexie entgegen, da die Teilleistungsschwäche beim visuellen Lesen durch den gesprochenen Text kompensiert wird [HAN 99]. Die Bedeutung für Personen mit Dyslexie kann auch daraus erkannt werden, daß die "Schwedische Bücherei für Hörbücher und Braille " im Jahre 1998 bereits doppelt so viele dyslexische Studierende als blinde und seh-behinderte mit Studienmaterial unterstützte [HAN 99a, KER 99a].

Existieren strukturierte Volltext-Files (DAISY Typ IV bis VI) ist auch eine rationelle Produktion von gedruckten Braille-Ausgaben möglich [KER 99, KER 99a].

10 Massenmedien

10.1 Zeitungen



10.1.1 Zeitungen für blinde Menschen

Zeitungen für blinde Menschen wurden und werden einerseits in Blindenschrift produziert andererseits auch als Tondokument auf Compact Cassette (MC). Da ein Übertragen in diese Medien zeitaufwendig ist, kann so der Wunsch nach Aktualität bei Tageszeitungen nicht befriedigt werden. Auch wegen der üblicherweise großen Textmengen in Relation zu deren Kurzlebigkeit sind oben genannte Verfahren höchstens für Wochen- und Monatsschriften finanziell vertretbar.

Es wurde daher seit den 1980-er Jahren nach Möglichkeiten gesucht, die Konvertierung von Zeitungstexten in eine Form, die für blinde (und aus anderen Gründen print-disabled) Personen zugänglich ist, so weit wie möglich zu automatisieren und Verteilungswege zu finden, die schneller sind als der Versand von Datenträgern auf dem Postweg [ROE 95, GRA 98].

Sehende Menschen haben nicht nur den Text als solchen sondern die Struktur (also das Layout) einer Zeitung vor sich. Darin ist eine Fülle von Information verborgen. Diese Struktur muß print-disabled Personen, denen das elektronische Dokument (sei es in Blindenschrift, Großdruck oder in Sprache) zur Verfügung steht, in anderer aber äquivalenter Weise zugänglich gemacht werden [ENG 97].

Daher stand am Anfang der Arbeiten an elektronische Zeitungen die Bemühung, einen Standard für die Strukturierung von Zeitungstexten zu entwickeln, sodaß auch blinde Leser in die Lage versetzt werden, eine Zeitung durchzublättern, zu überfliegen, einzelne Artikel oder Absätze nur "anzulesen" und dort in die Tiefe des vollständigen Textes einzudringen, wo Interesse besteht [GRA 98]. Die Aufschlüsselung in logische und inhaltliche Baumstrukturen oder Hierarchien ist dafür die Voraussetzung. Zwischen 1991 bis 1996 wurde in zwei von der EU geförderten Projekten (CAPS⁷¹ und HARMONY) auf der Basis von SGML⁷² eine solche Struktur (CAPS DTD⁷³) geschaffen [ENG 94].

Als nächster Schritt wurden Verfahren entwickelt, die es gestatteten, einen Zeitungstext möglich vollautomatisch aus den Daten, wie sie am Rechner des Zeitungsverlagen bzw. der Druckerei vorliegen, in die oben erwähnte Struktur zu bringen. Das Ziel dieser Automatisierung ist einerseits eine Konversion, bei der keine oder nur geringfügige Personalkosten anfallen und andererseits der Wunsch, die Zeitung für die print-disabled Leser und Leserinnen zum gleichen Zeitpunkt anbieten zu können, zu dem die gedruckte Ausgabe in den Verkauf gelangt.

Um die Verteilung der Daten rasch und effizient zu bewerkstelligen, wurden und werden in verschiedenen Ländern unterschiedliche Kanäle eingesetzt: FM-Radio (während der nächtlichen Sendepause), RDS (Radio Daten Signal), Teletext, Transfer über Telefon und Modem und Versand als e-mail. Je nach verwendetem Kanal ist auf der Seite des Empfängers / der Empfängerin entsprechende Hard- und Software erforderlich [RES 94, LAU 94, ROE 95, GRA 98, ENG 97, BOR 98].

⁷¹ CAPS steht für "Communication and Access to information to Persons with Special needs.

⁷² SGML = Standard Generalized Mark-up Language, ISO 8879

⁷³ CAPS Document Type Definition

Mit der zunehmenden Bedeutung des WWW und den zahlreichen Zeitungen, die on-line verfügbar geworden sind, haben hier vorgestellten Lösungen verständlicherweise stark an Bedeutung verloren. Trotzdem sind die Erfahrungen, die vor allem hinsichtlich der Zugänglichkeit von Texten und der Notwendigkeit einer Strukturierung gesammelt wurden, auch für Zeitungsangeboten im WWW wertvoll und es muß darauf gedrängt und daran gearbeitet werden, daß diese Inhalte ebenso zugänglich gestaltet werden, wie es bei den Sonderlösungen der Fall ist [ENG 97].

10.1.2 Zeitungen für sprachbehinderte Personen

Personen die unter Aphasie, Dysphasie oder anderen Störungen in der Sprachentwicklung leiden haben neben den Schwierigkeiten, sich sprachlich auszudrücken of auch Probleme beim Lesen von Texten. Um diesem Personenkreis einen erleichterten Zugang zu Zeitungen zu schaffen, wurde versucht, Zeitungstexte oder Texte aus dem Internet mittels NLP (Natural Language Processing) vollautomatisch zu vereinfachen. Die im Rahmen des Projektes PSET (Practical Simplification of English Text) entwickelte Software führt zunächst eine linguistische Analyse des Textes durch. Danach werden systematisch syntaktische wie auch lexikale Vereinfachungen vorgenommen. Lange Sätze werden getrennt, komplizierte passive Formen durch deren aktive Entsprechung ersetzt und seltene und komplizierte Wörter werden durch einfachere und gebräuchlichere Synonyme ersetzt. Anaphora⁷⁴ werden soweit wie möglich durch das Wort, auf das sie sich beziehen, ersetzt. Eine derartige Vereinfachung von Texten kann auch für Personen mit anderer Muttersprache eine Hilfe darstellen [CAR 98, CAN 99, CAR 99, DEV 99, DEV 00, CAN 02].

Für dyslexische Personen besteht der Vorteil einer elektronischen Zeitung, die am Bildschirm dargestellt werden kann, oft bereits darin, daß das Format, das Layout, die Zeilen-, Zeichen- und Wortabstände, die Zeilenlänge, die Schriftgröße und die Farben von Schrift und Hintergrund nach den persönlichen Präferenzen eingestellt werden können, wodurch das Lesen erleichtert wird [GRE 99a, DEV 00]. Bei Verwendung von Sprachausgabe parallel zum geschriebenen Text ist es vorteilhaft, das momentan gesprochene Wort am Bildschirm hervorzuheben [PET 01].

10.2 TV, Film und Video

10.2.1 Verbesserung der Verständlichkeit

Hörverluste im Hochtonbereich sind typisch für Personen im Alter über 60 Jahre. In vielen Fällen wird deswegen (noch) kein Hörgerät verwendet, sondern versucht, den Hörverlust durch eine allgemeine Anhebung des Schalldruckpegels zu kompensieren. Auch das Fernsehgerät in der Wohnung wird daher übermäßig laut aufgedreht, was aber andere Zuseher / Zuseherinnen störend empfinden. Zum Ausgleich dieser Hörverluste im Hochtonbereich (2.000 bis 6.000 Hz) wurde ein zusätzliches Lautsprecher-systems für Fernsehgeräte (als set-top Box) entwickelt. Innerhalb einer Keule mit nur 30° Öffnungswinkel erfolgt eine Anhebung der höheren Frequenzen. Die außerhalb der Keule sitzenden nicht hörbehinderten Zuseher / Zuseherinnen hören ein unverändertes Tonsignal. Eine Verbesserung des Wortverständnisses von 26% auf 64% konnte erzielt werden [ONU 00].

⁷⁴ Unter einem Anapher wird ein sprachlicher Ausdruck verstanden, der sich auf einem im Text vorangegangenen Ausdruck bezieht (z.B. ein Pronomen). Eine Ersetzung von Anaphora würde beispielsweise folgende Umformung bewirken. Aus "Der Mann konnte seine Brille nicht finden" wird "Der Mann konnte die Brille des Mannes nicht finden".

10.2.2 Untertitel

a) *Entwicklung der Untertitelung von TV-Sendungen*

Live-Untertitel bei Fernsehsendungen (online Captioning) für gehörlose und hochgradig hörbehinderte TV-Zuseher / Zuseherinnen wurden in den USA 1972 eingeführt und die erste Agentur für Untertitelung gegründet. Anfangs erfolgte die Untertitelung als "open captioning", war also für alle Fernsehteilnehmer/innen sichtbar. 1980 wurde das nur über einen speziellen Decoder (als set-top Box ausgeführt) zu empfangende "closed captioning" (CC) eingeführt. Mit dem "Television Decoder Circuitry Act" von 1993 wurde der serienmäßige Einbau des CC-Decoders in alle TV-Geräte (mit Ausnahme kleiner Portables) verpflichtend [Ncd 98, SIL 02].

Für die in den USA ausgestrahlten analogen TV-Sendungen werden die Untertitel gemäß Norm EIA-608 mit einer maximalen Bandbreite von 960 bit/sec in der vertikalen Austastlücke des TV Signals untergebracht. Die Darstellung der Schrift erfolgt in Groß-/Kleinschreibung, weitere Stilelemente wie proportionale Schrift, graphische Inhalte oder Farben sind jedoch wegen der geringen Bandbreite nicht möglich [FEL 02, SIL 02].

In Europa erfolgt die Übertragung von Untertiteln über eine Teletextseite. Diese Technik wurde in den 1970-er Jahren von Technikern der BBC entwickelt und wurde 1976 nach drei Jahren Probetrieb von der BBC regulär eingeführt. Hier besteht die Möglichkeit verschiedene Fonts und verschiedene Farben darzustellen. Auch die Positionierung der Untertitel im Bild lässt sich beeinflussen [STE 00, FEL 02a].

Für das digitale Fernsehen in den USA wurde die Norm EIA-708 geschaffen, die eine Einstellung von Font (auch proportional), Schriftgröße, Farbe und Hintergrund gestattet. Auch der Einsatz des Tiresias Screenfonts (siehe Kap. 9.2.4, Abb. 9.9) ist möglich [GIL 98, SIL 02]. Beim digitalen TV in Großbritannien werden die Untertitel als Bitmap-Graphik in der Austastlücke des MPEG-2 Signals mit 192 kbit/s übertragen [FEL 02a].

b) *Das Angebot an Sendungen mit Untertiteln*

Das Angebot an TV-Sendungen mit Untertiteln fällt, schon wegen der unterschiedlichen gesetzlichen Auflagen, von einem Staat zum anderen sehr unterschiedlich aus. In den USA werden rund 70% der TV-Sendungen mit Untertiteln versehen, in den Niederlanden sind es immerhin 50% und auch die BBC in Großbritannien erreicht bei 50% Untertitelung 22 Stunden pro Tag. Für den ORF (Österreich) werden 5 Stunden pro Tag, für die SRG (Schweiz) 4,25 Stunden pro Tag und für ARD / ZDF (Deutschland) 3,25 Stunden pro Tag angegeben (Durchschnittswerte nach [WAK 97] und anderen Quellen).

1996 wurde in Großbritannien durch den "Broadcasting Act" ein höherer Anteil an Sendungen gefordert, die für gehörlose Menschen zugänglich sind. Aus diesem Grund wurde die Entwicklung eines Gebärden Avatars (SIMON) initiiert, der von einem Text-Gebärde Übersetzungsprogramm, das auf die Untertitel zugreift, animiert wird [STE 00].

Ein breites Angebot an Sendungen mit Untertiteln hat auch einen pädagogischen Nutzen. Sendungen mit Untertitel stellen nämlich für gehörlose Kinder (teilweise auch für Erwachsene) ein gutes Mittel zur Erweiterung des Wortschatzes in der Lautsprache dar [KOS 96, PIR 98a].

c) *Untertitel bei Videoaufzeichnungen*

Bei Videoaufzeichnungen von Fernsehsendungen im europäischen Raum geht normalerweise die Untertitelung verloren, da diese vom eigentlichen Bildsignal getrennt über den Teletext verbreitet wird. Es sind allerdings einige Videorecorder mit eingebautem Teletext-Decoder erhältlich, die Sendungen mit Untertitel aufzeichnen und wiedergeben können. Bei DVD sind neben dem Bild (MPEG2) und den 8 Tonspuren mehrere Möglichkeiten für Untertitelung

vorgesehen (verschiedene Darstellungsformen und unterschiedliche Informationstiefe) [STE 00].

d) Gesprochene Untertitel

Untertitelung von Sendungen erfolgt nicht nur zur Unterstützung gehörloser TV-Teilnehmer/innen sondern dient in einigen Ländern anstelle der Synchronisierung als Mittel der Übersetzung in die Landessprache. Diese Vorgehensweise schließt jedoch sowohl blinde und sehbehinderte Personen als auch zwischen 40 bis 60% der älteren Bevölkerung von Sendungen aus, weil sie den Untertiteln nicht schnell genug folgen können. In den Niederlanden, wo rund 30% der TV Programme nicht synchronisiert werden, wird an einem System zur sprachlichen Wiedergabe von Untertiteln gearbeitet. Ein hochwertiger Sprachsynthesizer im TV-Studio erstellt aus den Untertiteln ein Audio-Signal. Nach Kompression wird dieses auf einem getrennten Datenkanal mit 144 kbit/s Bandbreite gemeinsam mit der TV Sendung übertragen. Zum Empfang der Audio-Untertitel wird ein Decoder benötigt [VER02].

e) Erstellung von Untertiteln

Für die Erstellung von Untertiteln in Live-Sendungen gilt zunächst das, was bereits früher (Kapitel 7.5.3 und 7.5.4) ausgeführt wurde. Bei Nachrichten-Sendungen und vorbereiteten Vorträgen werden in vielen TV-Studios sogenannte Teleprompter eingesetzt. Das Manuskript mit dem zu sprechenden Text wird auf einem Bildschirm angezeigt, auf dem es genau der Sprechgeschwindigkeit folgend von unten nach oben rollt. Damit der Blick des Sprechers / der Sprecherin auch beim Ablesen immer auf die TV-Kamera gerichtet bleiben kann, wird das Text-Display über einen halbdurchlässigen Spiegel direkt vor der Kamera angezeigt. Untertitel bei derart gestalteten Sendungen können direkt aus dem Teleprompter gewonnen werden [OAK 94].

Versuche mit dem Einsatz von automatischer Spracherkennung (ASR) zur Untertitelerzeugung haben gezeigt, daß bei Nachrichtensendungen aus dem TV-Studio mit heutigem Stand der Technik mit einer Fehlerrate von rund 2% gerechnet werden muß. Als akzeptable obere Fehlerrate, bis zu der ein Text noch verständlich bleibt, nimmt man etwa 5% an [MIY 01].

Unbeschadet aber der Genauigkeit und Sorgfalt, mit der eine Sendung mit Untertiteln versehen wird, muß bedacht werden, daß verbale Kommunikation nicht nur aus dem wörtlichen Text besteht. Das, was verschriftet werden kann, macht etwa 7% eines Kommunikationsinhaltes aus. 38% bestehen aus nicht-verbale akustischen Inhalten (paralanguage) und die restlichen 55% aus visueller Information (z.B. Körpersprache). Untertitel im herkömmlichen Sinn können daher nur die verschriftbare Information übermitteln, 38% der gesamten Information gehen jedoch dabei verloren [FEL 02a].

Es sollte daher besonders dann, wenn neue Übertragungsmethoden höhere Bandbreiten für Untertitel zur Verfügung stellen, daran gearbeitet werden, Verfahren zu finden und Übereinkünfte zu treffen, wie zumindest Teile der "paralanguage" (Emotion, Lautstärke, Hervorhebung einzelner Wörter durch Betonung) mit den Untertiteln gemeinsam dargestellt werden können (Font, Farbe, Plazierung). Auch zusätzliche taktile Kanäle könnten dafür herangezogen werden.

10.2.3 Audio Description

Blinde und sehbehinderte Personen verwenden das TV-Angebot etwa gleich häufig wie der Bevölkerungsdurchschnitt. In den USA sehen 95% der blinden und sehbehinderten Bevölkerung täglich fern [VER 02].

Im Gegensatz zu einem Hörspiel ist man bei einer Fernsehsendung zum Verständnis des Dargebotenen auf die visuellen Inhalte angewiesen. Damit auch blinde Personen einem TV-Programm folgen können, wurde in den 1970-er Jahren in den USA von G. Frazier ein Verfahren mit der Bezeichnung Audio Description (deutsche Bezeichnung: Hörfilm) entwickelt. Auf einem zweiten Tonkanal werden von einem Kommentator oder einer Kommentatorin verbale Beschreibungen der visuellen Inhalte einer Szene (zentrale Elemente der Handlung, Kulisse, Gestik) gegeben. Die Kunst besteht darin, in den oft nur kurzen Lücken, die es im Original-Dialog gibt, in knappen Worten genau das zu vermitteln, was zum Verständnis erforderlich ist. Audio Description wird in den USA seit 1990 und seit einigen Jahren auch in Europa für einzelne TV-Sendungen aber auch für Video- und DVD Produktionen angeboten. Kinovorstellungen und Bühnenveranstaltungen können ebenfalls unter Verwendung von Köpfhörern für blinde Besucher/innen mittels Audio Description zugänglich gemacht werden [Aud 93, LAU 94, NCD 98, FEL 02].

10.2.4 Rear Window

Um auch Kino- und Theatervorstellungen für gehörlose Menschen zugänglich zu machen, wurde einige Zeit mit Displays in den Sitzreihen oder in speziellen Brillen (VR-Brille, head-up display) experimentiert. Erst mit der Entwicklung von "Rear Window" ist vor einigen Jahren eine einfache und praktikable Lösung gefunden worden [ROB 01, HOL 02a].

Die Funktion von Rear Window ist in Abb. 10.1 dargestellt. An der Rückwand des Kino- oder Theatersaales wird ein LED Display montiert (typische Abmessungen: 210 cm lang und 30 cm hoch), auf dem die Untertitel in Spiegelschrift angezeigt werden. Am Sitzplatz der gehörlosen Person wird eine an einem Schwanenhals montierte semitransparente Kunststoffplatte an der Armlehne befestigt. Diese Kunststoffplatte wirkt als halbdurchlässiger Spiegel und wird so eingestellt, daß die Leinwand oder Bühne durch diese Platte hindurch gesehen werden kann und sich gleichzeitig die LED-Anzeige im Rücken des Besuchers / der Besucherin darin spiegelt. Es entsteht dadurch der Eindruck, daß die Schrift in die Film- oder Bühnenszenerie eingeblendet ist.

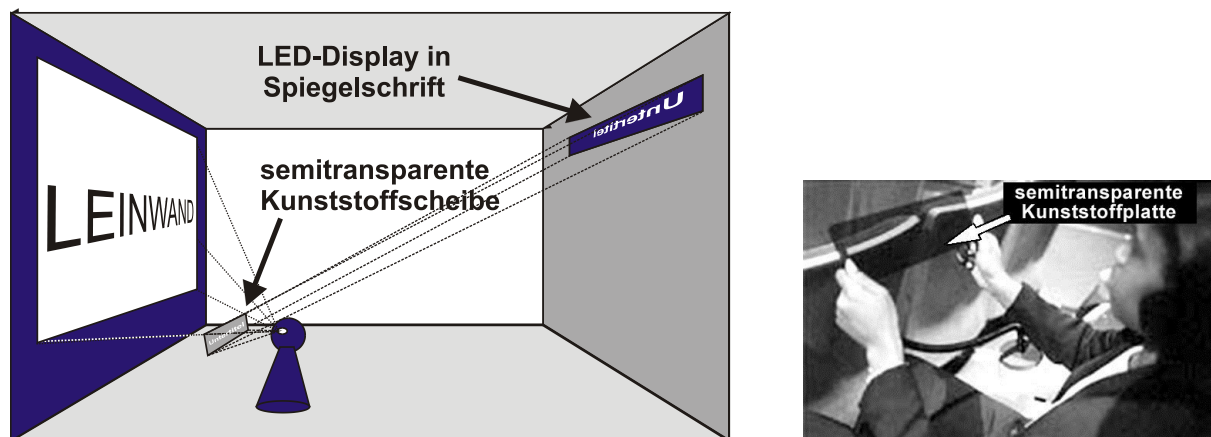


Abb. 10.1: Untertitelung mit Rear-Window in einem Kino
links: Schema; rechts Photo (Quelle NCAM, [HOL 02a])

10.2.5 Veränderung der Sprechgeschwindigkeit

Hörbehinderte Personen können einem Gespräch oft deswegen nicht folgen, weil es für sie zu schnell ist und ihre kognitiven Fähigkeiten übersteigt (hier sind besonders alte Menschen überfordert). Durch elektronische Verminderung der Sprechgeschwindigkeit bei TV Sendungen (insbes. von Nachrichtenprogrammen) kann die Verständlichkeit verbessert werden [MIY 01].

11 Zugang zum Internet

Das Internet, mit seiner überwältigenden Fülle von Information und Diensten in maschinen-lesbarer Form stellt für behinderte Menschen eine enorme Chance und Herausforderung dar. Zahlreiche Beeinträchtigungen in der Wahrnehmung (Blindheit, Gehörlosigkeit) aber auch in der Mobilität können kompensiert werden.

Das setzt jedoch voraus, daß auf die im Netz angebotenen Inhalte über die eingesetzten Hilfsmittel auch möglichst vollständig zugegriffen werden kann und daß die Manipulation der Web-Seiten auch mit augmentativen und alternativen Methoden möglich ist, also beispielsweise über synthetische Sprache, ohne Verwendung der Maus oder mit einer Bildschirmlupe, die nur einen kleinen Ausschnitt der Seite zeigt. Bei Beachtung einiger grundlegender Regeln, die in diesem Kapitel ausgeführt werden, ist dies aber zufriedenstellend zu erreichen [CHI 99, CHI 99a, RAI 01].

11.1 Alternative Interfaces für das WWW

Zumindest was den Zugriff auf übliche Webseiten anbelangt, unterscheiden sich zwei Gruppen von behinderten Personen am deutlichsten von nichtbehinderten WWW-Nutzern und Nutzerinnen: Blinde Menschen, die über synthetische Sprache oder Blindenschrift zugreifen und Menschen, die aufgrund einer Bewegungsbehinderung nicht mit Maus und Tastatur arbeiten können. Dabei darf natürlich nicht vergessen werden, daß das WWW auch akustische Inhalte vermittelt, die für gehörlose Personen nicht verwendbar sind und komplizierte Abläufe und zu komplexe Sprache intellektuell behinderte Menschen vor Probleme stellen können. Gutes, behindertengerechtes Web-Design wird versuchen, allen diesen Personen so weit wie möglich entgegenzukommen.

Eine Untersuchung in den USA im Jahre 1996 hat ergeben, daß nicht weniger als 8% der Internet-Nutzer und Nutzerinnen Menschen mit einer Behinderung sind. Fast die Hälfte davon (3,7%) sind sehbehindert [NCD 98].

11.1.1 Internet und blinde Menschen

Für blinde Menschen bestehen mehrere Möglichkeiten zum Zugriff auf das WWW. Zusammen mit einem Screen-Reader können herkömmliche Browser (wie Netscape, Internet Explorer oder Opera) oder auch reine Textbrowser (wie Lynx) verwendet werden. Weiters werden auch Browser angeboten, die den Seiteninhalt direkt, also ohne Umweg über einen Screen Reader, in synthetischer Sprache ausgeben (z.B. pwWebSpeak, BrailleSURF und Home Page Reader) [HAK 96, HAD 98, ORI 98, HAD 99, LAW 99].

Nicht vergessen darf dabei werden, daß Screen-Reader von statischer Natur sind. Sobald eine WWW-Seite erfaßt ist, wird sie so, wie sie sich präsentiert hat, weitergegeben. Dynamische Veränderungen der Seite bleiben unberücksichtigt. Auch Veränderungen, die erst dadurch auftreten, daß die Maus an eine bestimmte Stelle geführt wird ("on mouse over") bleiben verborgen [HEL 01b].

Im Oktober 2001 wurde von der Nielsen Norman Group (NNG) untersucht, welche Unterschiede bei der Nutzung des WWW zwischen blinden, sehbehinderten Per und nichtbehinderten Personen bei Verwendung der jeweils geeigneten Zugangsoftware auftreten. Mehrere Aufgaben wurden den drei Gruppen vorgelegt. Die Ergebnisse (Durchschnitt in den

einzelnen Gruppen) hinsichtlich der benötigten Zeit und der Fehler sind in Tabelle 11.1 zusammengefaßt [HEL 01a]:

	Zeit zur Lösung der gestellten Aufgabe [min:sec]	Anzahl der bei der Lösung der Aufgabe gemachten Fehler
Blinde Personen Screen-Reader	16:34	2,0
Sehbehinderte Personen Vergrößerungsprogramm	15:26	4,5
Nichtbehinderte Personen Herkömmlicher Browser	7:14	0,06

*Tabelle 11.1: Leistungsmerkmale behinderter und nichtbehinderter
Personen bei Arbeiten mit dem Internet [HEL 01a]*

11.1.2 Internet und bewegungsbehinderte Personen

Die Verwendung von Hyperlinks (Springen an eine andere Stelle im gleichen oder in einem anderen Dokument durch bloßes Anklicken des Hinweises mit der Maus) ist ein essentieller Bestandteil der im WWW zur Verfügung stehenden Information. Für den WWW-Benutzer / die WWW-Benutzerin ist daher die Maus das wichtigste Instrument.

Auch wenn es selbst für hochgradig bewegungsbehinderte Personen Hilfsmittel gibt, durch die eine alternative Steuerung der Mausfunktionen hergestellt werden kann, ist es in vielen Fällen vorteilhafter, eine direkte Bedienung eines Programms über die Tastatur oder über Einzelschalter anzustreben. Seit den Versionen Netscape Navigator 4.0 und Internet Explorer 4.01 sind die Hersteller bewegungsbehinderter Personen in der Weise entgegengekommen, daß sich alle Programmfunktionen auch ohne Maus, allein über Tastaturbefehle, bedienen lassen. Für Verwender / Verwenderinnen von Einzelschaltern bietet sich eine Kombination aus "Switch Access to Windows" (SAW) und einem herkömmlichen Browser an, Trotzdem setzt das voraus, daß die aufgerufene Web-Seite nicht für sich ein Hindernis darstellt, wenn sich beispielsweise einzelne Links nicht durch <TAB> anspringen lassen [HER 98, FER 00].

11.1.3 Internet und behinderte Kinder

Das Internet zum sprechenden Bilderbuch zu machen ist das Ziel eines in Taiwan speziell für Kinder mit Leseschwäche und Lernbehinderung entwickelten Browsers. Das Programm bietet zunächst eine kindergerechte und auf das Wesentliche reduzierte Bedienoberfläche. Das Lesen der einzelnen Internetseiten wird sodann in zweifacher Weise unterstützt. Wird der Mauszeiger über ein Wort (chinesisches Schriftzeichen) gestellt, wird ein dieses Wort erklärendes Bild aus einer Datenbank (derzeit 3.000 Einträge) angezeigt. Ein Mausklick auf das betreffende Wort bewirkt, daß es von einem Sprachsynthesizer ausgesprochen wird [CHU 02],

11.1.4 Verbesserungen in HTML

Obwohl SGML durch eine ISO Norm (ISO 8879) verankert ist, hat sich im Internet HTML praktisch vollkommen durchgesetzt. Damit sind leider die in SGML viel deutlicher formulierten Strukturmerkmale, die für alternative Browser von großer Bedeutung sind, auf der Strecke geblieben. 1997 wurde aus diesem Grund XML (Extensible Markup Language) formuliert, womit

versucht wurde, die Vorteile von SGML und HTML zu vereinigen⁷⁵. Inhalt, Struktur und Layout sind wieder streng voneinander getrennt, die Struktur wird in einer DTD (Document Type Definition) festgelegt und die Layoutgestaltung erfolgt über Cascading Style Sheets (CSS). XML in Verbindung mit den passenden Style Sheets könnte zu einer Verbesserung des WWW Zugangs für behinderte Menschen führen [KAH 99a, ARC 00, ENG 02].

11.2 Die Web Accessibility Initiative

Die Regeln für das Funktionieren des Internets (WWW) werden durch eine W3C genannte Dachorganisation (World Wide Web Consortium) festgelegt. Innerhalb des W3C befaßt sich die WAI (Web Accessibility Initiative) mit den Fragen der Zugänglichkeit des WWW für behinderte Menschen.



Abb. 11.1: Logos des W3C und der WAI

Die Regeln für eine Gestaltung zugänglicher (behindertengerechter) Web-Pages wurden von der WAI in den "Web Content Accessibility Guidelines 1.0" normativ niedergeschrieben [CHI99]. Diese umfassen folgende zwei Bereiche:

a) Die Übertragbarkeit in andere Modalitäten soll sichergestellt werden:

Die Einhaltung der Regeln soll die Schaffung von Web-Seiten gestatten, die "geschmeidig" transformieren (transform gracefully). Darunter wird verstanden, daß sie auch bei der Verwendung alternativer und augmentativer Browser und speziell auf die Bedürfnisse behinderter Personen zugeschnittener Hard- und Software zugänglich bleiben. Im Kapitel 11.3 befassen sich die Regeln 1 - 11 mit diesem Thema.

b) Die Inhalte sollen verständlich und die Navigation soll einfach sein:

Inhalte sollen nicht nur leicht verständlich gestaltet werden, auch die Navigation innerhalb und zwischen einzelnen Seiten soll klaren Strukturen folgen. Im Kapitel 11.3 befassen sich die Regeln 12- 14 mit diesem Thema.

11.3 14 Regeln für ein zugängliches WWW

In den "Web Content Accessibility Guidelines 1.0" wurden 14 Regeln aufgestellt, die für die Gestaltung zugänglicher Web-Pages maßgeblich sind. Diese Regeln werden hier in gekürzter und vereinfachter Form besprochen.

Die Umsetzung der einzelnen Regeln kann hier nur gestreift werden. Details für die technische Umsetzung können dem WAI-Dokument: "Techniques for Web Content Accessibility Guidelines 1.0" entnommen werden (siehe: <http://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT-TECHS>).

Jede Regel umfaßt zur Überprüfung der Einhaltung einen oder mehrere Checkpunkte, die mit einer Prioritätsangabe versehen sind. Priorität 1 bedeutet ein "Muß" für behindertengerechte Web-Seiten. Die Prioritäten 2 und 3 beinhalten die Soll- und Kann-Bestimmungen.

⁷⁵ Unter der Bezeichnung XHTML 1.0 existiert seit 2000 die Adaptierung von HTML 4.01 in XML

Je nachdem, bis zu welcher Priorität eine Web-Seite die Checkpunkte erfüllt, werden unterschiedliche Konformitätsklassen vergeben (siehe Kapitel 11.4.1).

Die hier im Folgenden bei jeder Regel angeführten Checkpunkte sind auf jene mit der obersten Priorität (Priority 1) reduziert, die zur Erlangung der Konformität A erforderlich sind.

11.3.1 Äquivalente Alternativen für visuelle und auditive Inhalte bereitstellen

Auch dann, wenn für einen Benutzer / eine Benutzerin Bilder, Graphiken, Videos oder Audio nicht direkt verwendbar sind (Blindheit, Gehörlosigkeit), kann durch die Bereitstellung von dazu äquivalenter Information ein sinnvoller Zugang zur betreffenden Web-Seite geschaffen werden.

Diese Regel betrifft in erster Linie das Verwenden der Funktion "Ersatztext" (Alternative Text), mit der jedem Bildinhalt ein erklärender Text beigefügt werden kann. Für das in Abb. 11.10 dargestellte "Access Symbol" könnte der HTML-String daher lauten: ``

Checkpunkte:

- Ist für jedes Nicht-Text-Element einer Web-Seite ein **"Alt-Text"** vorhanden?
- Existieren (redundante) **Textlinks** für jede aktive Region von Image-Maps?
- Gibt es **Audiobeschreibungen** der wichtigsten Inhalte von Video-Clips?

11.3.2 Farbe darf für Lesbarkeit und Verständlichkeit nicht ausschlaggebend sein

Die Farbe der Darstellung darf nicht alleiniger Träger von (wesentlicher) Information sein. Personen mit eingeschränkter Farbwahrnehmung (farbenschwache oder farbenblinde Personen) aber auch solche, die über einen monochromen Monitor (z.B. mobiles Gerät) oder mittels Sprachsynthese auf eine Web-Seite zugreifen, dürfen nicht benachteiligt werden.

Außerdem ist zu achten, daß der (Farb-) Kontrast zwischen Text und Hintergrund sowohl bei farbiger als auch bei schwarz-weiß Darstellung ausreichend ist. Die sicherste Kombination ist noch immer: Schwarzer Text auf weißem Hintergrund.

Checkpunkt:

- Ist dafür gesorgt, daß jede in Farbe dargestellte Information auch **ohne Farbe** verfügbar ist (z.B. durch den Kontext oder entsprechendes Markup)?

11.3.3 Korrekte Verwendung von Strukturelementen (Markup und Stylesheets)

Die in HTML vorgesehenen Elemente zur Strukturierung von Text sollen verwendet, aber in keinem Fall mißbraucht werden. Ein solcher Mißbrauch wäre z.B. die Verwendung von Tabellen für reine Zwecke des Layouts oder die Verwendung des Strukturelements "Überschrift" (Header) nur um in einem Absatz die Schriftgröße zu verändern. Dadurch wird spezialisierter Software, wie sie von behinderten Web-Benutzern / Web-Benutzerinnen verwendet wird, eine falsche Seitenstruktur vorgetäuscht (neues Kapitel, weil das Strukturformat "Überschrift" erkannt wurde). Inhalt, Struktur und Präsentation (Layout) müssen immer sauber voneinander getrennt bleiben.

Diese Regel besagt auch, daß auf die Verwendung von Bildern zur Darstellung Texten verzichtet werden soll, wenn ein geeignetes Markup dafür existiert (z.B. Darstellung einer mathematischen Formel in MathML und nicht als in den Text eingebettete Graphik).

11.3.4 Fremdsprachlichen Text und Abkürzungen durch Markup kennzeichnen

Findet innerhalb eines Dokuments ein Wechsel von einer Sprache auf eine andere statt, denn soll das durch Markup ausgedrückt werden ("lang" Attribut in HTML, "xml:lang" in XML). Dadurch haben Sprachsynthesizer die Möglichkeit den Wechsel der Sprache nachzuvollziehen und die Aussprache entsprechend anzupassen. Auch die vorherrschende Sprache sollte durch Markup oder im HTTP-Header kenntlich gemacht werden.

Die Ausschreibung von Abkürzungen und Akronymen sollte an der ersten Stelle ihres Auftretens spezifiziert werden (in HTML durch das "title"-Attribut der Elemente ABBR und ACRONYM)

Checkpoint:

- Wurden allen **Änderungen der Sprache** im Text und in Text-Äquivalenten kenntlich gemacht?

11.3.5 Tabellen mit erforderlichen "Markups" versehen um Transformation sicherzustellen

Tabellen sollen dazu verwendet werden, um tabellarische Daten zu kennzeichnen und darzustellen. Eine Verwendung für Layout-Zwecke sollte vermieden werden, da Benutzer und Benutzerinnen von Screenreader mit Tabellen in jedem Fall Probleme haben.

Checkpunkte:

- Sind in Datentabellen die **Zeilen- und Spaltenüberschriften** gekennzeichnet (z.B. in HTML mit TH für Überschriften und TD für Zellen)?
- Wurden bei Tabellen, mit zwei oder mehr **logischen Ebenen** bei Zeilen- oder Spaltenüberschriften die Datenzellen den jeweiligen Überschriftenzellen durch Markup zugeordnet?

11.3.6 Neue Gestaltungstechniken abwärtskompatibel gestalten

Die zur Gestaltung von Web-Seiten verfügbaren Techniken sind im Fluß. Neuere Techniken werden daher von älteren Browsern oder dann, wenn bestimmte "Features" abgeschaltet sind, nicht immer verstanden und werden daher nicht oder fehlerhaft umgesetzt. Web-Designer / Web-Designerinnen sollen nicht abgehalten werden, die neuesten Techniken zu verwenden, jedoch soll dafür Sorge getragen werden, daß die Zugänglichkeit einer Seite auch dann gewährleistet bleibt, wenn diese neuen Techniken nicht ausgenützt werden können.

Checkpunkte:

- Kann das Dokument auch ohne die ihm zugeordneten **Stylesheets** noch gelesen werden?

- Werden Äquivalente für **dynamische Inhalte** aktualisiert, wenn sich der dynamische Inhalt ändert?
- Ist dafür gesorgt, daß Seiten auch dann verwendbar bleiben, wenn **Scripts, Applets oder programmierte Objekte** abgeschaltet sind oder nicht unterstützt werden?

11.3.7 Dynamische und zeitkritische Darstellung durch Benutzer beeinflusbar gestalten

Werden auf Web-Seiten Objekte verwendet, die sich bewegen, scrollen oder automatisch verändern, dann soll dafür gesorgt werden, daß diese Veränderungen durch den Benutzer / die Benutzerin angehalten werden können. Diese Einflußnahme des Benutzers / der Benutzerin ist aber derzeit noch nicht in angemessener Weise möglich, sodaß es in der Verantwortung des Web-Designers / der Web Designerin liegt, auf den Einsatz solcher Elemente entweder ganz zu verzichten oder durch ein Script / Applet einen Mechanismus zum Anhalten der Bewegung zur Verfügung zu stellen.

Ein automatisches Weiterleiten (redirect) sollte nicht durch Markup sondern durch entsprechende Konfiguration des Servers vorgenommen werden.

Checkpoint:

- Wird ein **Flackern** des Bildschirminhaltes oder von Teilen des Bildschirminhaltes im Bereich zwischen 4 und 59 Hz vermieden? (Kann sonst zur Auslösung Epileptischer Anfälle führen).

11.3.8 Eingebettete Benutzerschnittstellen zugänglich gestalten

Wenn ein eingebettetes Objekt seine eigene Benutzerschnittstelle hat, muß diese Schnittstelle auch für behinderte Benutzer / Benutzerinnen zugänglich sein, das heißt, auf die Funktionen muß geräteunabhängig zugegriffen werden können (z.B. Bedienung über Tastatur anstelle der Maus). Ist dies nicht möglich, müssen alternative Zugriffsmöglichkeiten auf die gleichen Funktionen angeboten werden.

Checkpoint:

- Wurden **programmierte Elemente** (wie Scripts und Applets) zugänglich gemacht, wenn es sich um wichtige und unumgängliche Funktionen handelt?

11.3.9 Interaktionen müssen unabhängig von einem bestimmten Ein-/Ausgabegerät sein

Die Aktivierung von Seitenobjekten sollte über eine Reihe von Eingabegeräten möglich sein, sodaß der Benutzer / die Benutzerin in der Lage ist, das bevorzugte Eingabegerät zu wählen. Elemente, die z.B. ausschließlich nur mit der Maus angesprochen werden können, gestatten keine Bedienung mit zeigerlosen Eingabegeräten (Spracheingabe, Tastatureingabe, nicht-visuelle Bedienung etc.).

Checkpoint:

- Wurden anstelle von Server-seitigen **Imagemaps** Client-seitige verwendet?

11.3.10 Verwendung von "Interim-Lösungen"

Derzeit sind ältere Browser und assistive Technologien (Hilfsmittel) vielfach nicht in der Lage, z.B. auf leere Textboxen zuzugreifen oder unmittelbar aufeinanderfolgende Links in mehrere Links aufzulösen. Bis zu dem Zeitpunkt, wo erwartet werden kann, daß auch bei den von behinderten Anwendern / Anwenderinnen verwendeten Browsern, diese Probleme zufriedenstellend gelöst sind, sollten folgende "Interim-Lösungen" verwendet werden:

- Verzicht auf **Pop-Ups** oder das **automatische Öffnen oder Wechseln von Fenstern**, ohne den Anwender / die Anwenderin darüber zu informieren.
- **Beschriftungen** sollen unmittelbar **vor dem zugehörigen Kontrollelement** in der selben Zeile stehen, da ältere Browser die Beschriftung gegebenenfalls nicht korrekt positionieren können.
- Schaffung von **"linearen" Text-Alternativen** für Tabellen mit mehreren parallelen Spalten.
- Leere Kontrollelemente sollten mit **Platzhaltern** vorbesetzt werden.
- Zwischen **nacheinanderfolgenden Links** sollten zumindest von Leerzeichen umgebene druckbare Zeichen als trennendes Element eingefügt werden (also statt z.B.: hinauf hinunter sollte es heißen hinauf / hinunter). Eine noch bessere Alternative ist es, aufeinanderfolgende Links jeweils einzeln untereinander in neue Zeilen zu stellen, eventuell eine Leerzeile dazwischen freilassen und Erklärungstexte neben dem Link hinzufügen.
- Werden Links auf andere WWW-Adressen angegeben, dann sollte der Link ausgeschreiben werden (also nicht fortec sondern http://www.fortec.tuwien.ac.at). Damit bleibt die Information auch beim Herstellen von Ausdrucken erhalten.
- Bewegungsbehinderte und sehbehinderte Benutzer und Benutzerinnen, die mit der exakten **Positionierung des Mauszeigers** Schwierigkeiten haben, werden es außerdem schätzen, wenn Links nicht zu nahe beieinander liegen und die aktiven Flächen von Buttons nicht zu klein sind.

11.3.11 Verwendung der Technologien und Regeln des W3C

Viele nicht vom W3C spezifizierten Formate und Technologien (wie PDF, Shockwave etc.) benötigen entweder Plug-ins oder eigenständige Programme, für die die Zugänglichkeit nicht gewährleistet ist. Kann oder soll auf den Einsatz von Nicht-W3C-Technologien nicht verzichtet werden, dann sollen parallel dazu äquivalente zugängliche Lösungen angeboten werden.

Checkpunkt:

- Wurde für alle Seiten, deren Zugänglichkeit trotz bester Bemühungen nicht erzielt werden konnte, ein Link auf eine **äquivalente, zugängliche Seite** eingerichtet?

11.3.12 Bereitstellung von Informationen zum Kontext und zur Orientierung

Elemente, die miteinander in Beziehung stehen, sollten so gruppiert und in einen Kontext gestellt sein, daß diese Beziehungen auch für komplexe Seiten verständlich werden. Dadurch werden besonders Personen mit visuellen und kognitiven Behinderungen unterstützt.

Das Anbieten einer Version ohne die Verwendung von "Frames" ist in jedem Fall anzuraten.

Checkpoint:

- Wurden alle **Frames mit Titeln** versehen, um Navigation und Identifikation zu erleichtern? ("title"-Attribut für FRAME-Elemente in HTML).

11.3.13 Anbieten von klaren Mechanismen für die Navigation

Navigationsmechanismen und –strategien innerhalb einer Web-Site sollten verständlich sein. Außerdem sind Informationen zur Orientierung wie Navigationsleisten und Site-Maps eine Hilfe sich leichter zurechtzufinden.

Texte, die einen Link darstellen, sollen sich vom übrigen Text deutlich abheben und nicht nur durch Farbe unterschieden werden (siehe Kapitel 11.3.2). Das gebräuchlichste Attribut Links anzuzeigen ist durch Unterstreichung. In jedem Fall aber soll das gewählte Attribut konsistent verwendet und dann ausschließlich für Links verwendet werden.

Weiters soll der für den Link verwendete Text in sich selbst aussagekräftig sein, da manche Browser auf einer Seite entweder von Link zu Link springen können oder die Links in einer Liste zusammenstellen. Die Formulierung "Hier klicken um zum Seitenanfang zurückzugehen" ist daher ungünstiger als "Zum Seitenanfang".

11.3.14 Sicherstellen, daß Dokumente klar und einfach gehalten sind

Dokumente sind (für alle) besser zu verstehen, wenn ein konsistentes Seitenlayout, deutliche Graphiken und eine klare und einfache Sprache verwendet wird. Von einfacher Sprache profitieren nicht nur jene, für die das Dokument in einer Fremdsprache geschrieben ist, sondern auch solche Personen, die sich hauptsächlich durch Gebärdensprache verständigen.

Auch Titel und Überschriften sollten mit einem Satzzeichen abgeschlossen werden. Damit ist gewährleistet, daß Screen-Reader, wie sie von blinden Personen verwendet werden, nicht über das Ende eines Titels hinauslesen und ihn so mit dem nachfolgenden Satz verbinden.

Checkpoint:

- Wurde die **einfachste und klarste Sprache** verwendet, die für die Vermittlung des Inhaltes angemessen ist?

11.4 Konformitätsstufen, Tests und Gütesiegel**11.4.1 Konformitätsstufen der W3C Empfehlung**

Um die Zugänglichkeit des Internets zu fördern, hat das W3C / WAI Logos zur Kennzeichnung behindertengerechter Web-Seiten geschaffen. Die "Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) Conformance Logos" existieren in drei Stufen, je nachdem bis zu welcher Priorität eine Web-Seite die Bedingungen der WCAG 1.0 erfüllt.

- Conformance Level "A": alle Checkpunkte mit Priorität 1 wurden erfüllt (das sind jene, die im Kapitel 11.3 explizit angeführt wurden). Dieser Erfüllungsgrad entspricht einem positiven BOBBY Test.
- Conformance Level "Double-A": alle Checkpunkte mit Priorität 1 und 2 wurden erfüllt.

- Conformance Level "Triple-A": alle Checkpunkte mit Priorität 1, 2 und 3 wurden erfüllt.

Die Logos sind in Abb. 11.2 dargestellt.



Abb. 11.2: Conformance Logos entsprechend WCAG 1.0

Die Konformität gemäß WCAG 1.0 muß nach bestem Wissen und Gewissen manuell überprüft werden (Vergleich mit den Checkpunkten und praktische Versuche mit verschiedenen herkömmlichen und alternativen Browsern). Eine automatische Konformitätsprüfung (wie z.B. mit Bobby – Kapitel 11.4.1) ist nicht möglich, da ja hier auch Kriterien heranzuziehen sind, die sich (wie. Z.B. Klarheit der Sprache) einer maschinellen Überprüfung entziehen.

11.4.2 Bobby

Einige der in Kapitel 11.3 angeführten Regeln und Checkpunkte der "Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)" - wie die Bereitstellung von alternativem Text oder die Benennung von Tabellen oder Frames - können automatisch auf ihre Erfüllung überprüft werden. Das bekannteste Werkzeug dafür wurde von CAST (Center for Applied Special Technology) entwickelt und steht unter dem Namen BOBBY über das Internet kostenfrei zur Verfügung (Abb. 11.3).



Abb. 11.3: BOBBY Test für Zugänglichkeit von Web-Seiten

Nach dem Aufruf der WWW-Adresse <http://www.cast.org/bobby> kann die URL der zu untersuchenden Web-Seite eingegeben und an CAST zur Analyse geschickt werden. Als Antwort erhält man einen detaillierten Bericht, der aus 6 Teilen besteht:

- Teil 1 zeigt ein Abbild der zur Analyse eingesandten Web-Seite. Alle Stellen, an denen BOBBY einen Verstoß gegen Priority 1 Regeln der WCAG feststellt, werden mit ein BOBBY-Hut markiert (Abb. 11.4). Stellen, die möglicherweise einen "Priority-1" einen Verstoß aufweisen, aber nicht automatisch analysiert werden konnten, markiert Bobby mit einem "?".



Abb. 11.4: BOBBY Markierung für festgestellte "Priority-1" Verstöße

- Teil 2 behandelt in Textform detailliert alle festgestellten Verstöße gegen "Priority-1" Regeln. Außerdem werden auch Hilfen zur Behebung der Mängel bereitgestellt. Werden keine Mängel ausgewiesen, denn wir die Berechtigung erteilt, diese Seite(n) mit dem BOBBY Logo (Abb. 11.5) zu kennzeichnen (Es darf dabei nicht vergessen werden, das BOBBY Logo mit alternativem Text und mit einem Hinweis auf die BOBBY Homepage zu versehen)



Abb. 11.5: BOBBY-Approved Logo

Erfüllt eine Seite diese Mindestanforderungen nicht, erscheint im Bericht das "Non-Approved"-Logo (Abb. 11.6). Ein Beispiel für einen Negativ-Report zeigt Abb. 11.7.



Abb. 11.6: BOBBY Meldung für Seiten, die die Mindestanforderungen nicht erfüllen

Priority 1 Accessibility

This page does not meet the requirements for Bobby Approved status. Below is a list of **1** Priority 1 accessibility errors found:

1. [Provide alternative text for all images. \(3 instances\)](#)
Line 29, Line 38, Line 58

Abb. 11.7: Beispiel für einen BOBBY Priority-1Report

Zusätzlich führt der Bericht unter der Bezeichnung "User Checks" einige weitere Punkte an, die für eine manuelle Überprüfung vorgeschlagen werden, wobei aber nicht gesagt werden kann, daß die angeführten Vorschläge auf die untersuchte Seite direkt anwendbar sind.

User Checks

User checks are triggered by something specific on the page; however, you need to determine whether they apply. Bobby Approval requires that none of them apply to your page. Please review these **5** item(s):

1. [If this is a data table \(not used for layout only\), identify headers for the table rows and columns. \(1 instance\)](#)
Line 78
2. [If an image conveys important information beyond what is in its alternative text, provide an extended description. \(4 instances\)](#)
Line 14, Line 29, Line 38, Line 58

Abb. 11.8: Beispiel für zusätzliche Punkte im BOBBY Report (Priority-1)

- Teil 3 und 4 der Berichtes zeigen den gleichen Aufbau wie Teil 2, jedoch für die Prioritätsstufen 2 und 3.

- Teil 5 berichtet über im Code der Seite gefundene HTML Elemente oder Attribute, die nicht mit bestimmten Browsern kompatibel sind und daher zu Zugänglichkeitsproblemen führen könnten.
- Teil 6 schließlich gibt eine Aufstellung über die für diese Seite zu erwartenden Download Zeiten, unter der Annahme, daß ein langsames Modem verwendet wird. Die Zeiten werden für Texte und einzelne Bilder getrennt ausgegeben, sodaß problematische Teile erkannt und verbessert werden können.

URL	Size	Time (secs)
http://www.tuwien.ac.at/	5.74 K	1.60
http://www.tuwien.ac.at/images/tuw_logo_gross.gif	2.80 K	0.78
http://www.tuwien.ac.at/images/index_ecard.jpg	29.01 K	8.06
http://www.tuwien.ac.at/images/index_zuhoerer.jpg	7.84 K	2.18
http://www.tuwien.ac.at/images/index_wettbewerb.jpg	13.02 K	3.62
Total	58.42 K	16.23
HTTP Request Delays	--	2.50
Total + Delays	--	18.73

Abb. 11.9: Beispiel für die BOBBY Download-Time Liste

Außer "Bobby" sind noch zahlreiche andere Werkzeuge zum Testen der Konformität und zum Reparieren nicht konformer Web-Seiten erhältlich [CLA 99a, HAR 99, ASA 02].

11.4.3 NCAM Symbol

Das National Center for Accessible Media (USA), das mit der WAI zusammenarbeitet, hat ein Logo entwickelt, mit dem alle Web-Seiten gekennzeichnet werden dürfen, bei denen besondere Anstrengungen hinsichtlich der Zugänglichkeit für behinderte Menschen gemacht wurden (Abb. 11.10). Das Symbol darf frei verwendet werden, muß aber immer mit dem Alternativ-Text "Web Access Symbol (for people with disabilities)" gekennzeichnet sein.



Abb. 11.10: Das vom National Center for Accessible Media veröffentlichte "Web Access Symbol (for people with disabilities)"