



*Willkommen bei*

# *Elektronische Hilfen für behinderte und alte Menschen*

*Wolfgang Zagler*



### 4. BLOCK

**13 - Wiederholung**  
**Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**

Einleitung

Augmentative Eingabe

Alternative Eingabe 1

**14 Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**  
Alternative Eingabe 2 - Scannen

**15 Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**  
Alternative Eingabe 3 – Schalter  
Augmentative Ausgabe  
Alternative Ausgabe 1

**16 Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**  
Alternative Ausgabe 2 – taktil  
Visualisierung von Tönen

### 4. BLOCK

**13 - Wiederholung**  
**Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**

Einleitung

Augmentative Eingabe

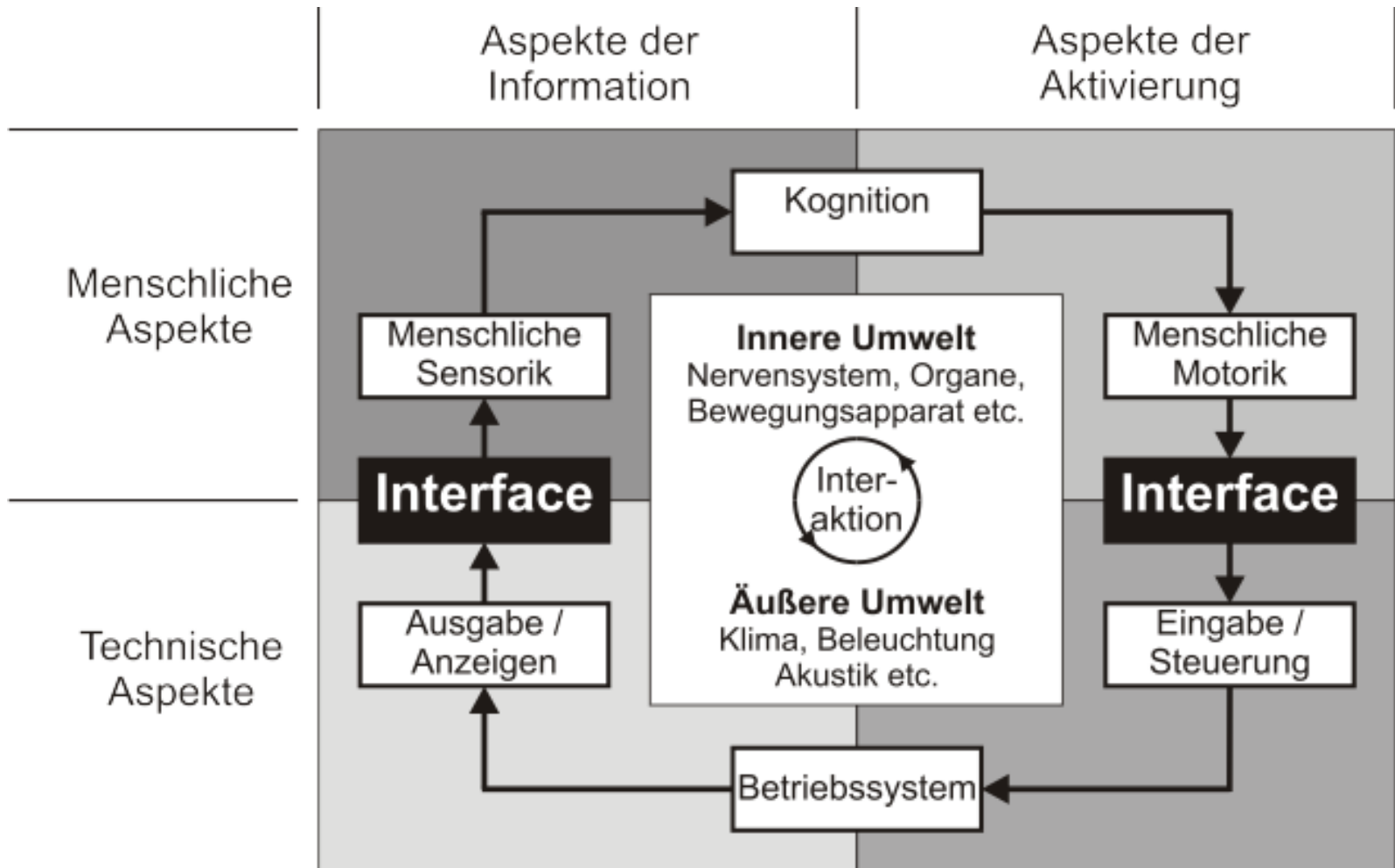
Alternative Eingabe 1

**14 Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**  
Alternative Eingabe 2 - Scannen

**15 Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**  
Alternative Eingabe 3 – Schalter  
Augmentative Ausgabe  
Alternative Ausgabe 1

**16 Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**  
Alternative Ausgabe 2 – taktil  
Visualisierung von Tönen

### Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle





### Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

Interface Typ	Geburtsjahrgänge
Mechanisch	. . . . . - 1938
Elektromechanisch	1938 - 1955
Displays	1955 - 1965
Menüs	1965 - . . . . .

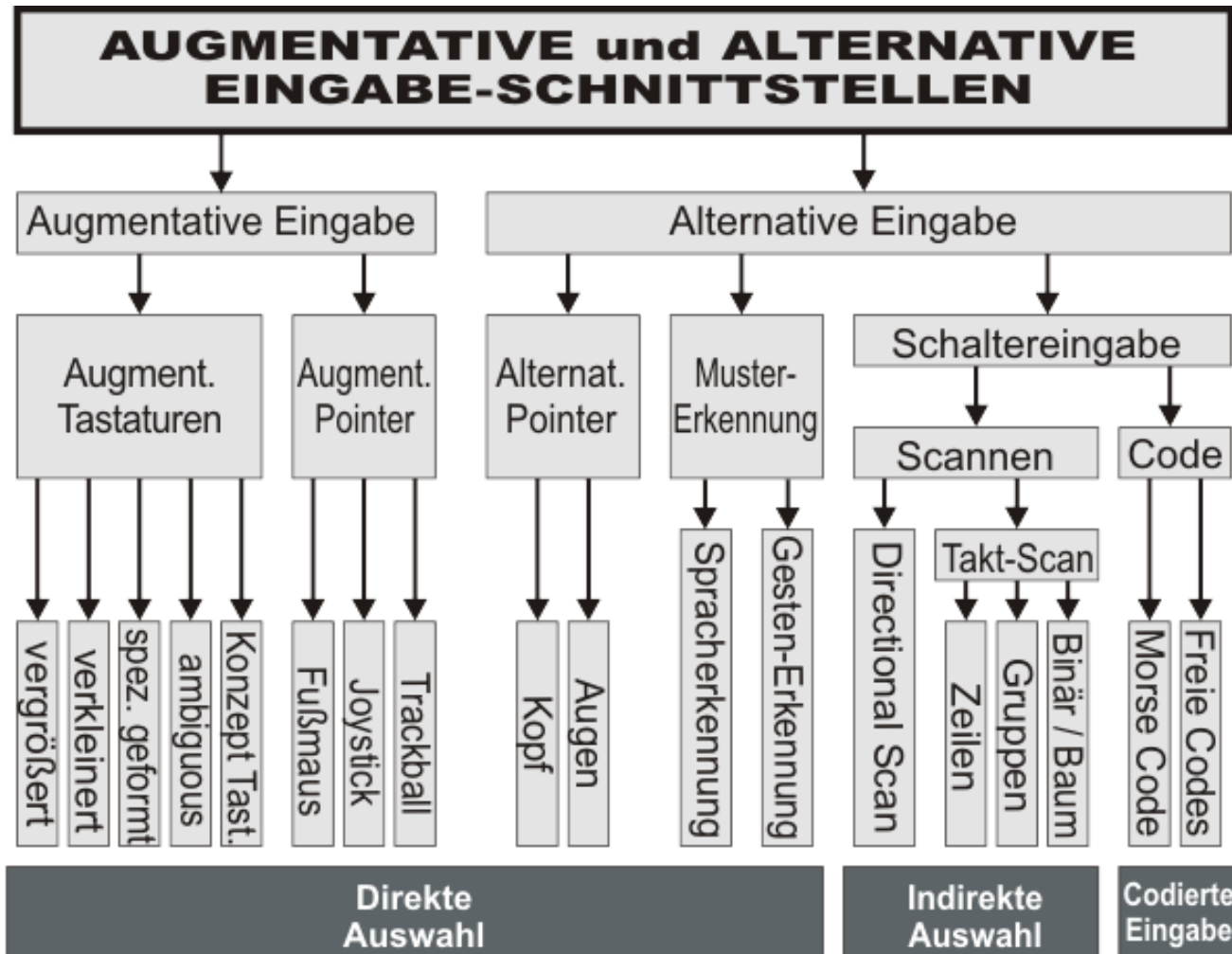


## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

- Anpassung herkömmlicher Eingabegeräte  
= **augmentative** Eingabe
- Schaffung vollkommen neuer Möglichkeiten  
für den Mensch-Maschine Dialog  
= **alternative** Eingabeverfahren



### Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle



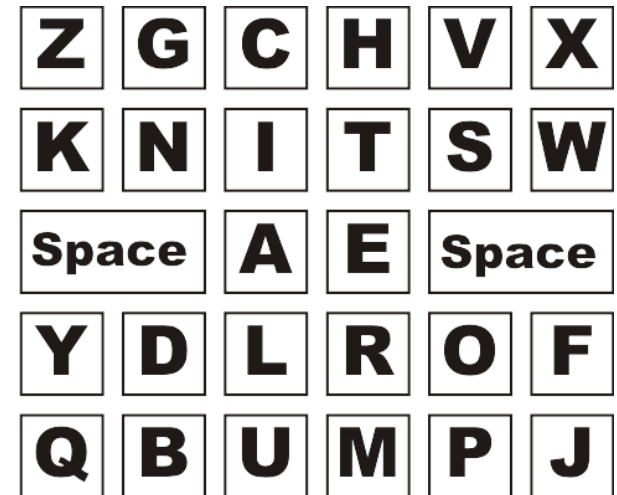


# Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

## 2.1: Angepaßte Eingabe

### ■ Tastaturen (1)

#### ❖ Wegoptimierte Tastaturen



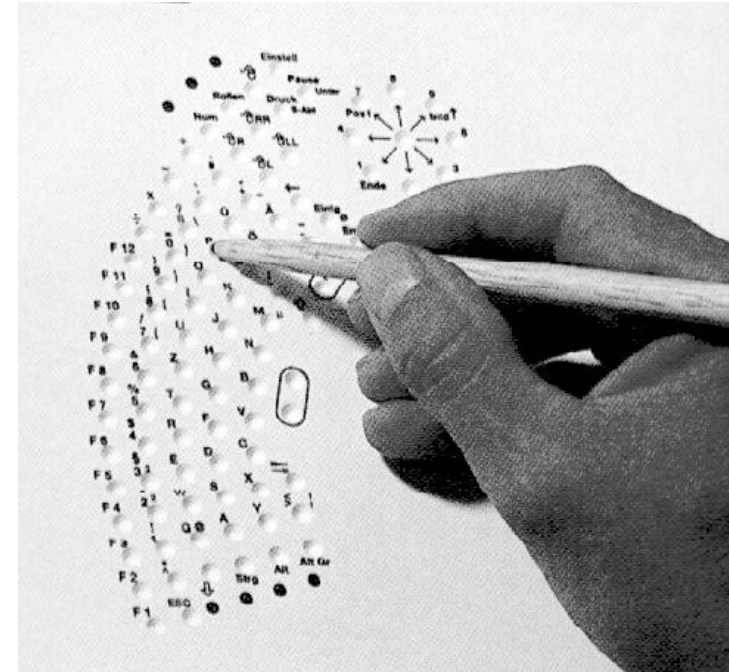


### Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle 2.1: Angepaßte Eingabe

#### ■ Tastaturen (2)

❖ vergrößert

❖ verkleinert





# Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

## 2.1: Angepaßte Eingabe

### ■ Tastaturen (3)

❖ speziell geformt →



❖ Ambiguous Keyboards



THKP	MEG	ISYV	CLOJ	ADFX	QUNW	BRZ
(Leertaste für die Bestätigung)						

### Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle 2.1: Angepaßte Eingabe

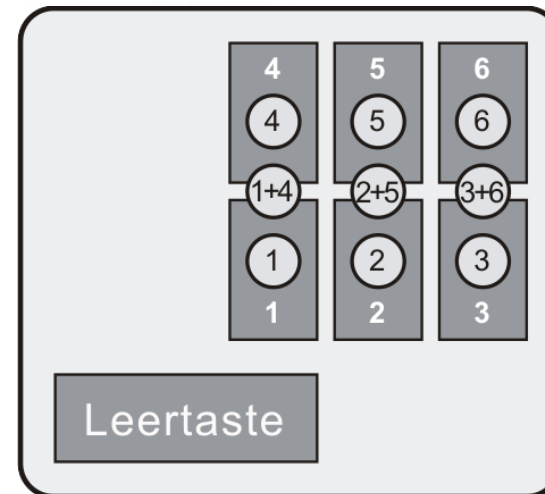
#### ■ Tastaturen (4)

##### ❖ Einhandtastaturen

- Allgemein

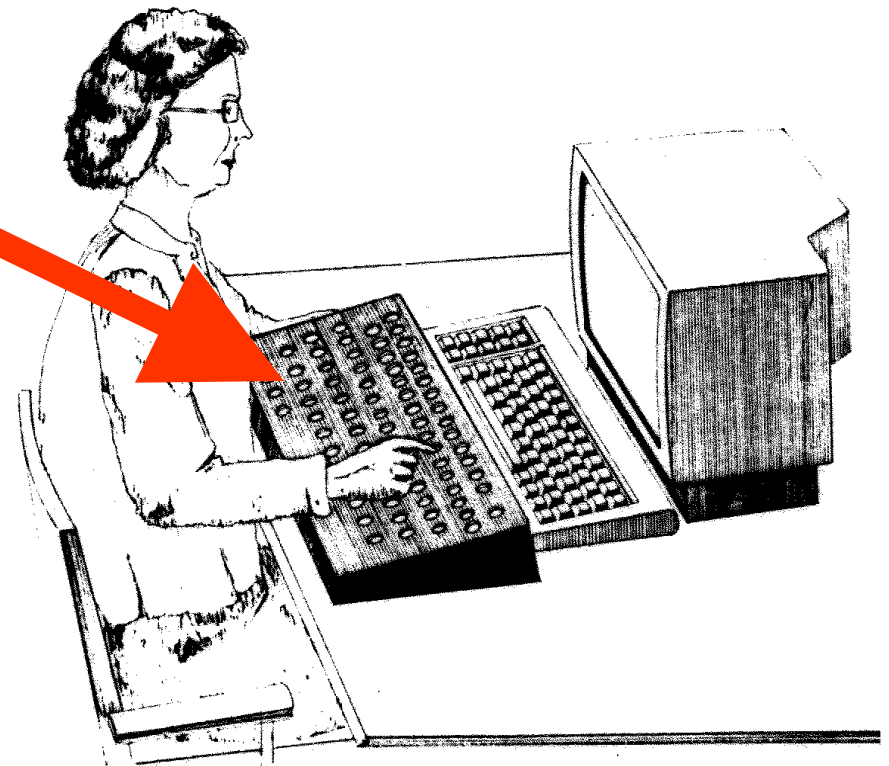


- Für Braille



## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle 2.1: Angepaßte Eingabe

- Tastaturen (5)
  - ❖ Konzept Tastaturen
  - ❖ Lochmaske



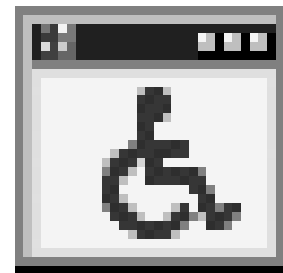


## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.1: Angepaßte Eingabe

#### ■ Anpassung des Tastaturtreibers

- ❖ Filter-Keys
- ❖ Toggle-Keys
- ❖ Auto-repeat Einstellungen (Einsatzzeitpunkt und Frequenz)
- ❖ Stikey-Keys



Eingabehilfen

## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.1: Angepaßte Eingabe

#### ■ Eingabehilfen in Windows – Tastatureinstellungen





## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.1: Angepaßte Eingabe

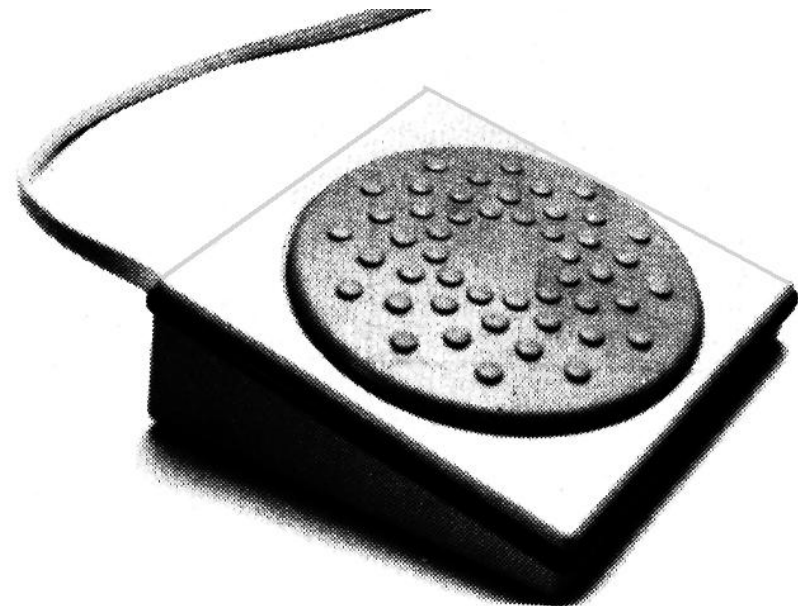
#### ■ Augmentative Pointer (1)

- ❖ Absolute Pointer
- ❖ Relative Pointer

#### ■ Fußmaus

#### ■ Joystick

- ❖ Mit Bewegung
- ❖ Isometrisch
- ❖ Trackball



## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle 2.1: Angepaßte Eingabe

- Augmentative Pointer (2)
  - ❖ Maussteuerung über Schalter







## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.1: Angepaßte Eingabe

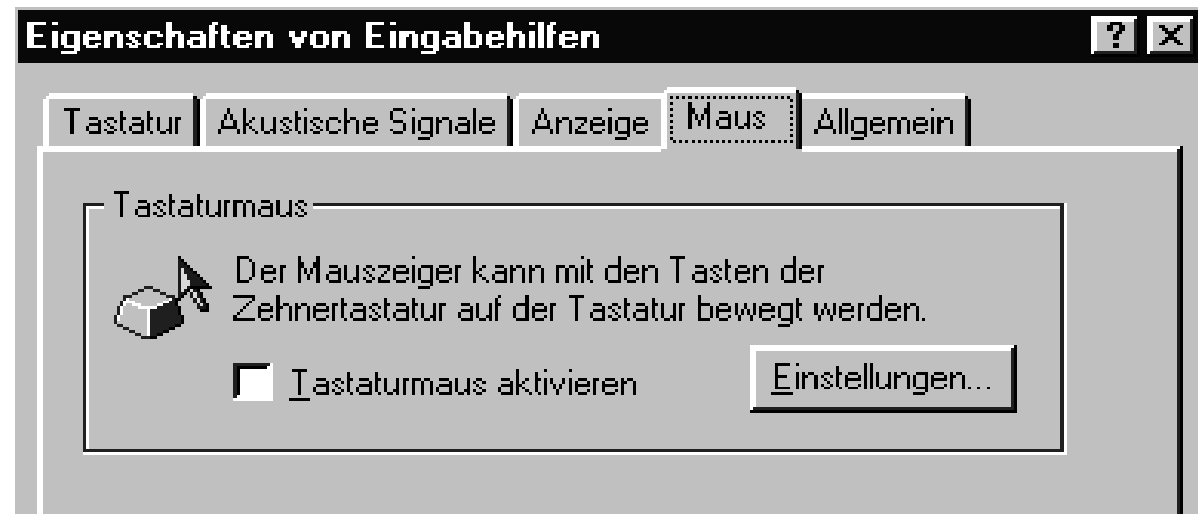
- Anpassung des Maustreibers im Betriebssystem
  - ❖ Mouse-Keys – Verwendung der Pfeiltasten im Ziffernblock
  - ❖ StickyClick – Erleichterung bei Drag-and-Drop und Pull-down Menus
  - ❖ Near-Miss-Function – Automatische Auswahl des nächstliegenden „Buttons“



## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.1: Angepaßte Eingabe

- Eingabehilfen in Windows – Maus-Einstellungen



- Einstellung der Größe des Mauszeigers



## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.2: Alternative Eingabe

#### ■ Alternative Eingabe

#### ■ Direkte Auswahl

- ❖ Alle Elemente der Auswahlmenge stehen gleichzeitig zur Verfügung

#### ■ Schalter Auswahl und Scannen

- ❖ Wesentlich weniger Eingabeelemente als Elemente in der Auswahlmenge
- ❖ Scannen: Auswahl durch zeitliche Entscheidungen



## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle 2.2: Alternative Eingabe

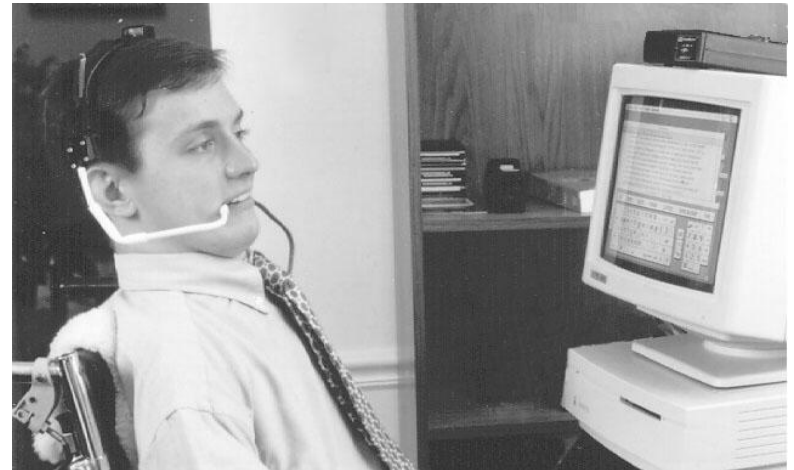
### ■ Direkte Auswahl

#### ❖ Alternative Pointer

- Absolut
- Relativ

#### ❖ Signal für Auswahl (Klick)

- Zusätzlicher Schalter
- Verharren  
(Midas Touch Problem)







## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.2: Alternative Eingabe

#### ■ ASR = Spracherkennung

	Wörter/min	Vokabular	Trainingszeit	Kosten
1990	> 20	5.000	> 1 h	3.000 €
1995	> 60	10.000	> 30 min	1.000 €
2000	> 160	300.000	< 10 min	150 €

- ❖ Sprecher/innen – Abhängigkeit
- ❖ Wortschatzgröße



## **Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**

### **2.2: Alternative Eingabe**

- Gestik und Gebärden-Erkennung
  - ❖ Handzeichen
  - ❖ Gesichtsausdruck

### 4. BLOCK

**13 - Wiederholung**  
**Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**

Einleitung

Augmentative Eingabe

Alternative Eingabe 1

**14 Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**  
Alternative Eingabe 2 - Scannen

**15 Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**  
Alternative Eingabe 3 – Schalter  
Augmentative Ausgabe  
Alternative Ausgabe 1

**16 Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**  
Alternative Ausgabe 2 – taktil  
Visualisierung von Tönen





## **Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**

### **2.2: Alternative Eingabe**

#### ■ **Schalter-Auswahl und Scannen**

- ❖ Befehlsvorrat (Zeichenvorrat) als wählbare Objekte dargestellt
- ❖ Auswahl durch Markieren (Fokus)
- ❖ In einer oder mehreren Ebenen



## **Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**

### **2.2: Alternative Eingabe**

#### ■ Manuelle Weiterschaltung

❖ Eine oder mehrere Tasten zur Weiterschaltung des Fokus

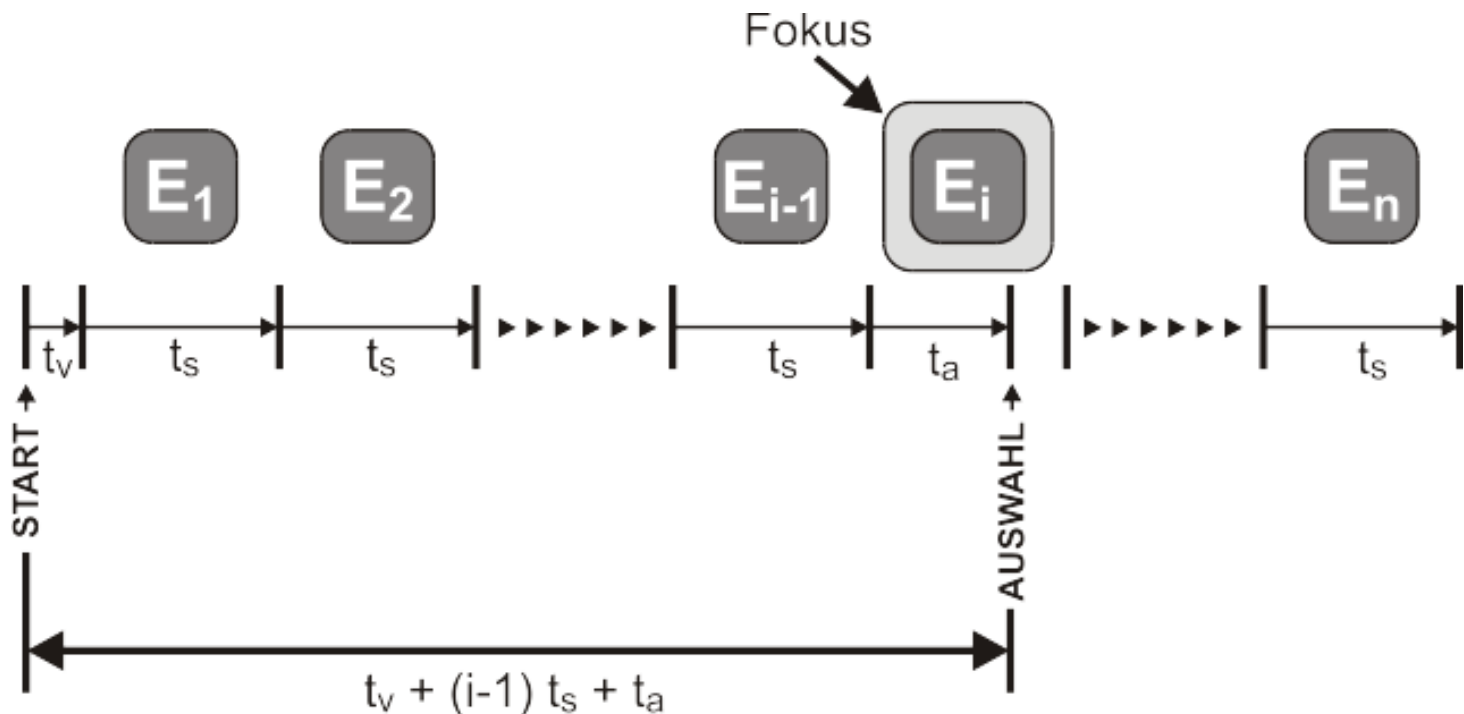
- 5-Schalter (Bewegung in 4 Richtungen und Auswahl)
- 2-Schalter (lineare Bewegung + Auswahl)
- 1-Schalter (lineare Bewegung + Verweilzeit oder Länge des Druckes für Auswahl)

#### ■ Getaktete Weiterschaltung



## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle 2.2: Alternative Eingabe

### ■ Zeilen-Scannen (Linear Scanning)



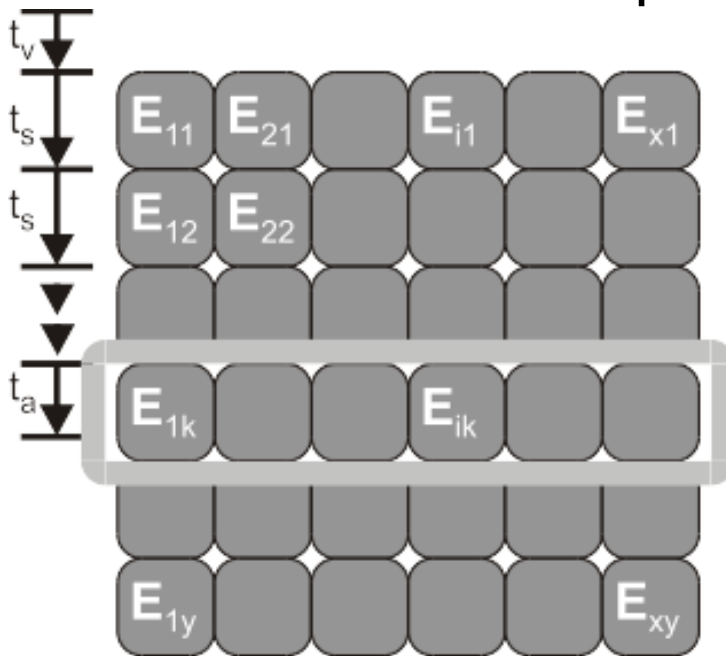


### Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

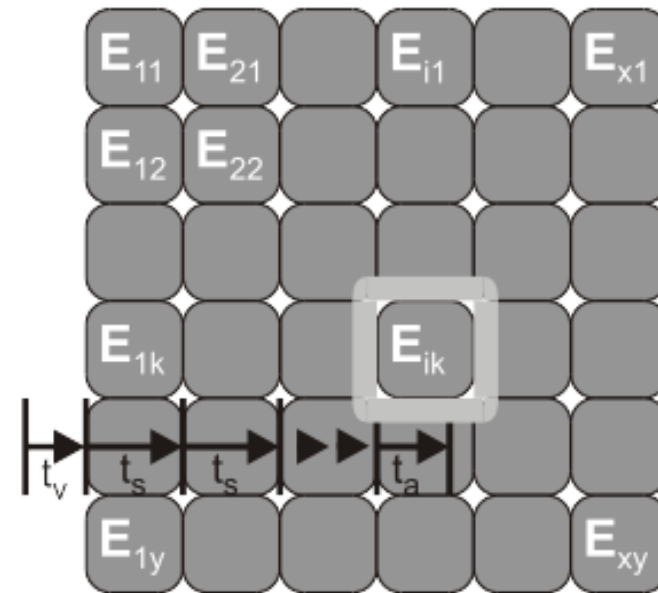
#### 2.2: Alternative Eingabe

#### ■ Gruppen-Scannen

- ❖ Mehrstufiger Vorgang
- ❖ Meistens Zeilen-Spalten-Scannen



Scannen der Zeile



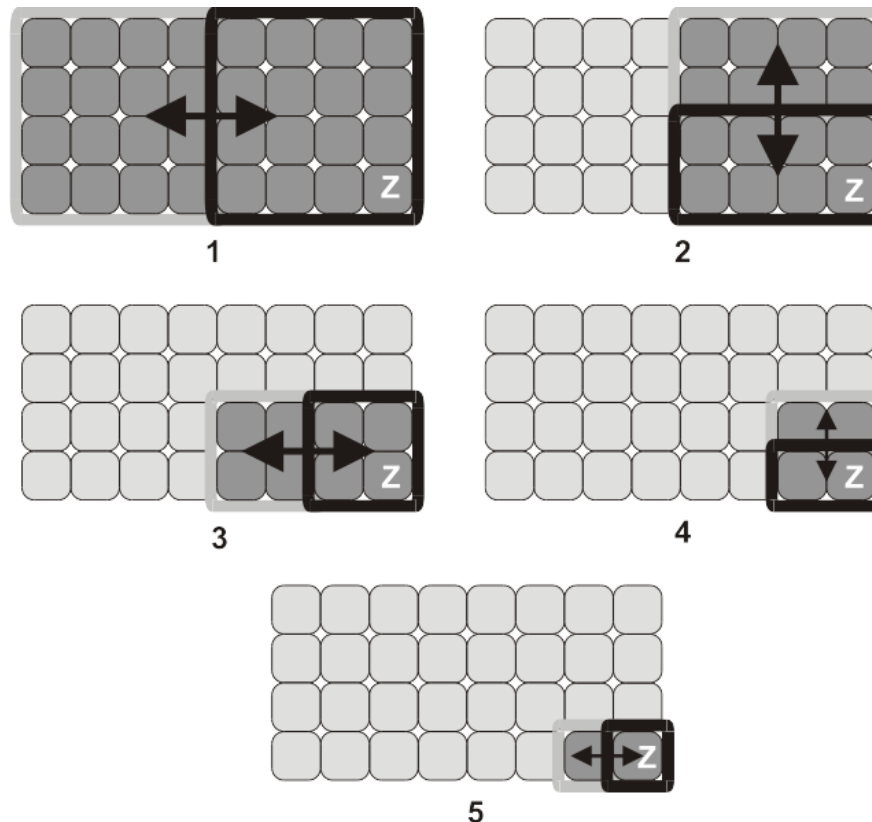
Scannen der Spalte



# Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

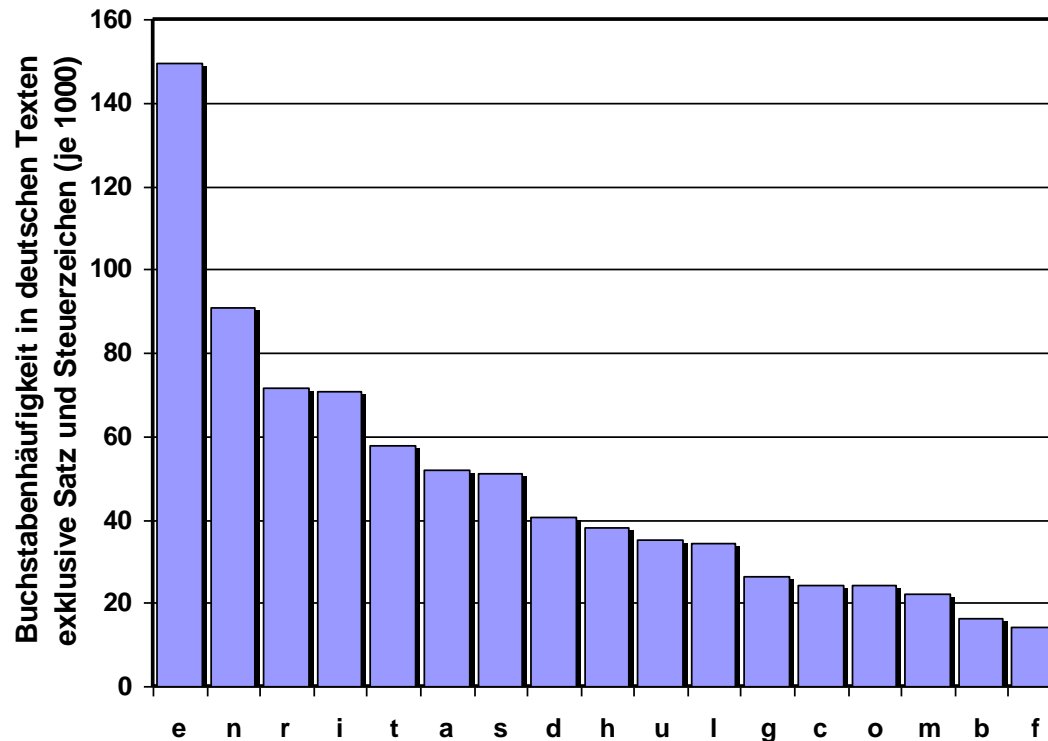
## 2.2: Alternative Eingabe

### ■ Teilflächen-Scannen



### Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle 2.2: Alternative Eingabe

- Optimierte Anordnung der Elemente
  - ❖ Deutsch (ohne Leerzeichen und Satzzeichen)



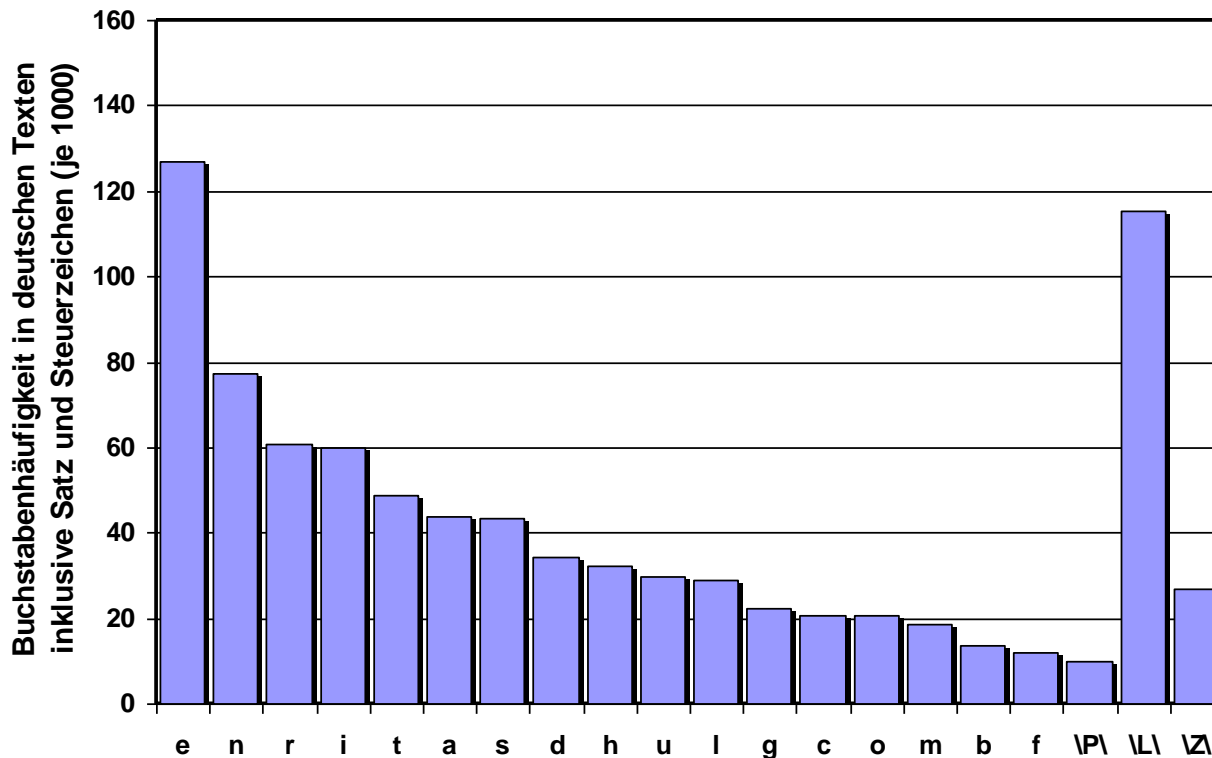


# Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

## 2.2: Alternative Eingabe

### ■ Optimierte Anordnung der Elemente

- ❖ Deutsch (mit Leerzeichen und Satzzeichen)





### Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

#### 2.2: Alternative Eingabe

#### ■ Lineare Anordnung (ohne Häufigkeit)

❖ Für 1000 Zeichen ( $t_s=1s$ ,  $t_a=0,8s$ ) = 249 min (~4h)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
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	Ä	Ö	Ü	ß	LZ	,	.	CR	ZI	DE

#### ■ Lineare Anordnung (mit Häufigkeit)

❖ Für 1000 Zeichen ( $t_s=1s$ ,  $t_a=0,8s$ ) = 133 min (~2h)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
E	LZ	N	R	I	T	A	S	D	H	U	L	CR	G	C	O	M	B	F	Z	,	.	K	W	V	P	Ü	Ä	Ö	J	ß	Y	X	Q	ZI	DE



### Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle 2.2: Alternative Eingabe

#### ■ Zeilen-Spalten Scannen (ohne Häufigkeit)

❖ Für 1000 Zeichen ( $t_s=1s$ ,  $t_a=0,8s$ ) = 94 min

	1	2	3	4	5	6
1	A	B	C	D	E	F
2	G	H	I	J	K	L
3	M	N	O	P	Q	R
4	S	T	U	V	W	X
5	Y	Z	Ä	Ö	Ü	ß
6	SP	.	,	CR	ZI	DE

### Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle 2.2: Alternative Eingabe

■ Zeilen-Spalten Scannen (mit Häufigkeit)

❖ Für 1000 Zeichen ( $t_s=1s$ ,  $t_a=0,8s$ ) = 69 min

	1	2	3	4	5	6
1	E	SP	R	A	U	O
2	N	I	S	L	M	.
3	T	D	CR	B	K	Ü
4	H	G	F	W	Ä	ß
5	C	Z	V	Ö	Y	Q
6	,	P	J	X	ZI	DE





# Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

## 2.2: Alternative Eingabe

### ■ Eingabe über Codes

❖ z.B. Morsecode

A	·—	K	—·—	U	··—
B	—···	L	·—··	V	····—
C	—·—·	M	— —	W	·— —
D	—··	N	—·	X	—··—
E	·	O	— — —	Y	—·— —
F	··—·	P	·— —·	Z	— —··
G	— —·	Q	— —·—		
H	····	R	·—·	Ä	·— — —
I	··	S	···	Ö	— — —·
J	·— — —	T	—	Ü	··— —

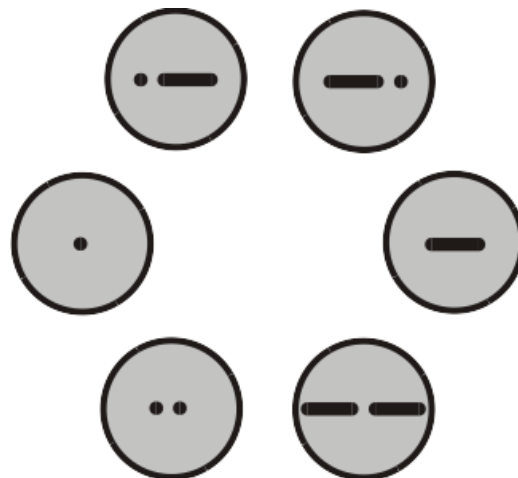


## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.2: Alternative Eingabe

#### ■ Eingabe über Codes

- ❖ Eingabe über eine Taste
- ❖ Eingabe über 3 Tasten (Punkt, Strich, Trennung)
- ❖ Spezielle Tastatur für Morsecode



### **4. BLOCK**

**13 - Wiederholung**  
**Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**

Einleitung

Augmentative Eingabe

Alternative Eingabe 1

**14 Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**  
Alternative Eingabe 2 - Scannen

**15 Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**  
Alternative Eingabe 3 – Schalter  
Augmentative Ausgabe  
Alternative Ausgabe 1

**16 Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**  
Alternative Ausgabe 2 – taktil  
Visualisierung von Tönen



## **Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**

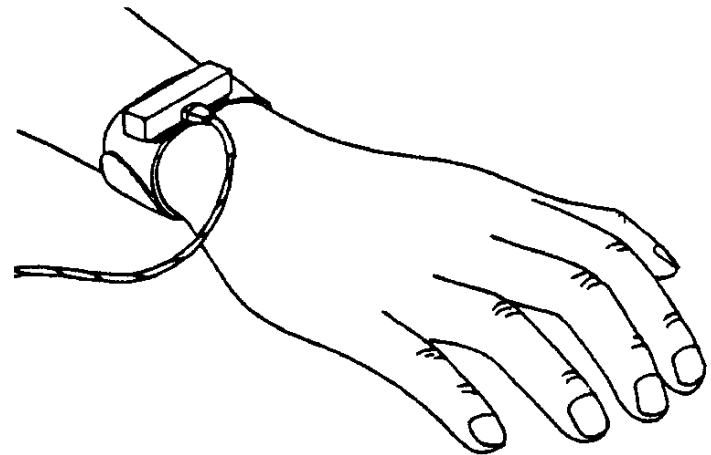
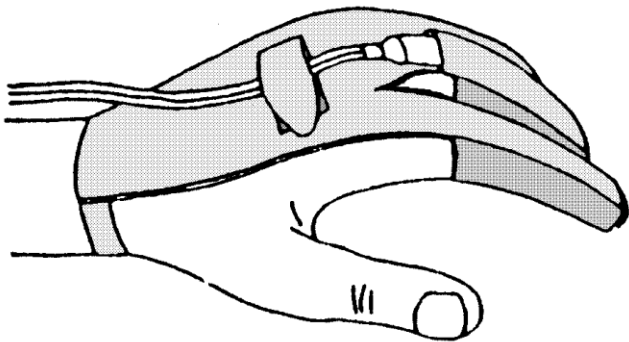
### **2.2: Alternative Eingabe**

- **Alternative Eingabe über Schalter**
  - ❖ Kann die Bewegung zuverlässig ausgeführt werden?
  - ❖ Zeitgerechte Reaktionen?
  - ❖ Bewegung angenehm, natürlich und ohne Belastung ausführbar?
  - ❖ Ist die Bewegung mit Ausdauer ausführbar?
- **Typische Zahl von Schaltern**
  - ❖ Einzelschalter
  - ❖ Zweifach-Schalter
  - ❖ Fünffach-Schalter

## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle 2.2: Alternative Eingabe

### ■ Typische Einzelschalter

- ❖ Ergotaster
- ❖ Fingerbeuge-Schalter
- ❖ Neigungsschalter



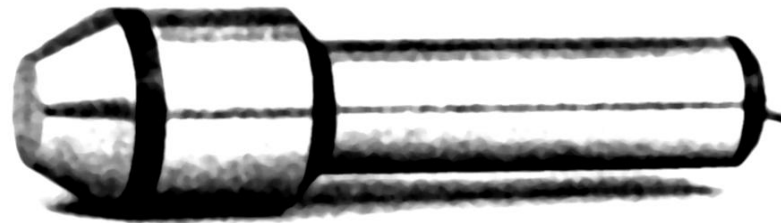




## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.2: Alternative Eingabe

- Zweifach-Schalter für Berührungen
  - ❖ Sensortaster, ohne Kraftaufwand zu betätigen

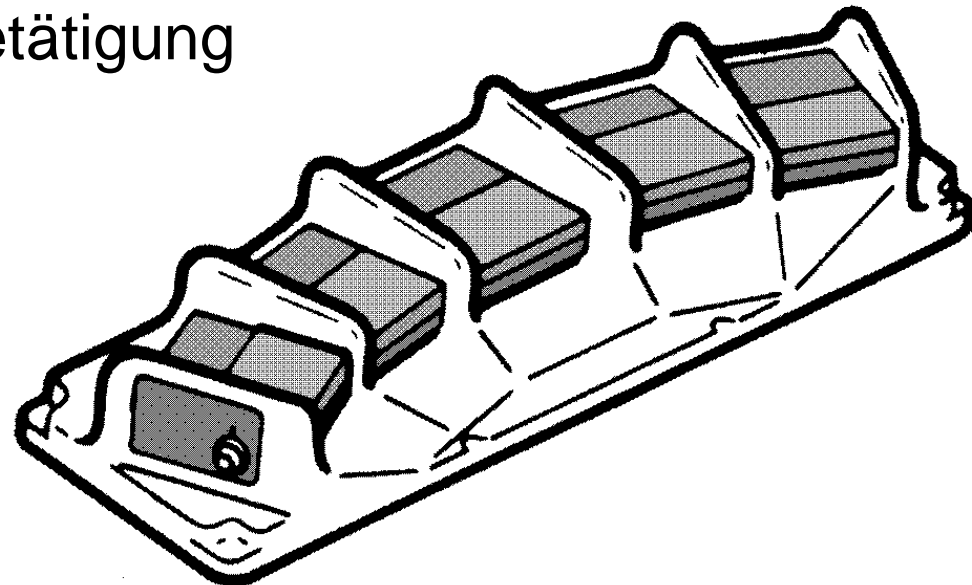
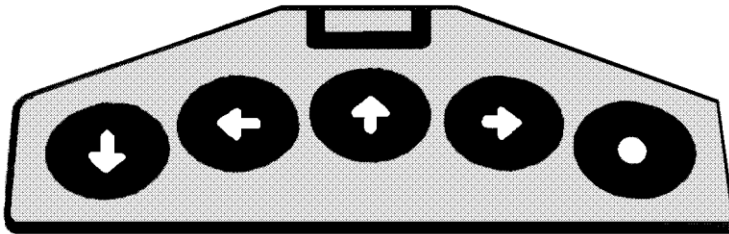


## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.2: Alternative Eingabe

#### ■ Typische Mehrfachschalter

- ❖ 4 Schalter für die 4 Richtungen der Cursor-Bewegung
- ❖ 1 Schalter für den Maus-Klick
- ❖ Für Hand- und Fußbetätigung

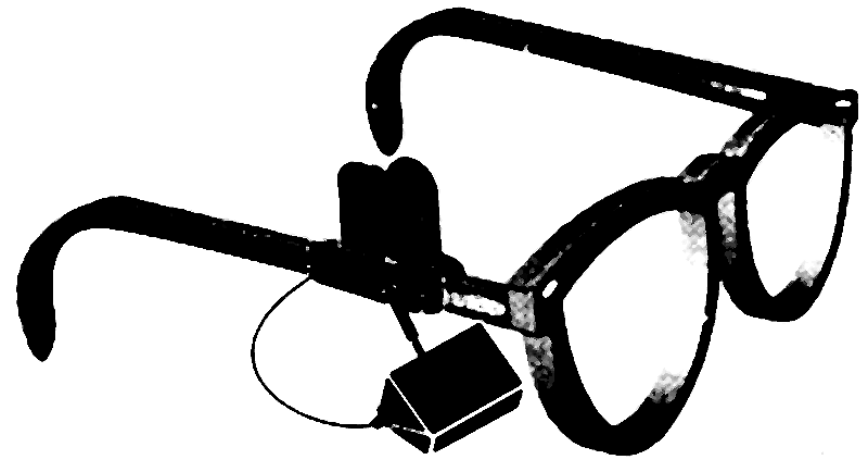


## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.2: Alternative Eingabe

#### ■ Schalter für den Kopfbereich

- ❖ Lidschlagschalter
- ❖ Gesichtsmuskelschalter
- ❖ Wangen-Schalter



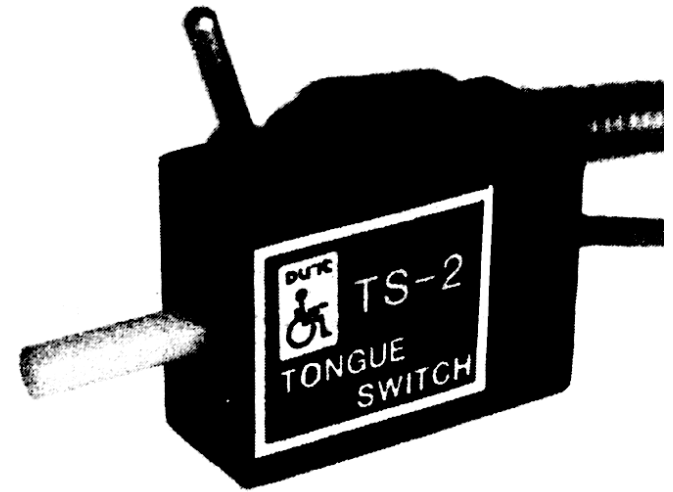
## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle 2.2: Alternative Eingabe

### ■ Schalter für die Betätigung mit der Zunge

- ❖ Einfache mechanische  
Schalter

- ❖ Sensor-Schalter

- ❖ Mehrfachschalter auf einer Gaumenplatte (Lingu  
Control mit Funkübertragung aus dem Mund)





## **Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle** **2.2: Alternative Eingabe**

### ■ Saug-Blas-Schalter

- ❖ Verwendung der Atemluft
- ❖ Einfach- bis vierfach-Schalter
- ❖ Kombinierbar mit Kopfbewegungen

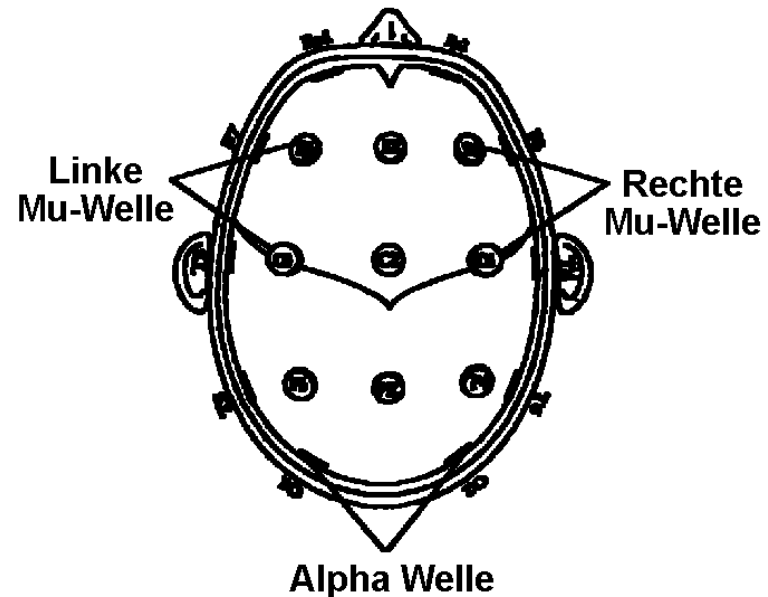
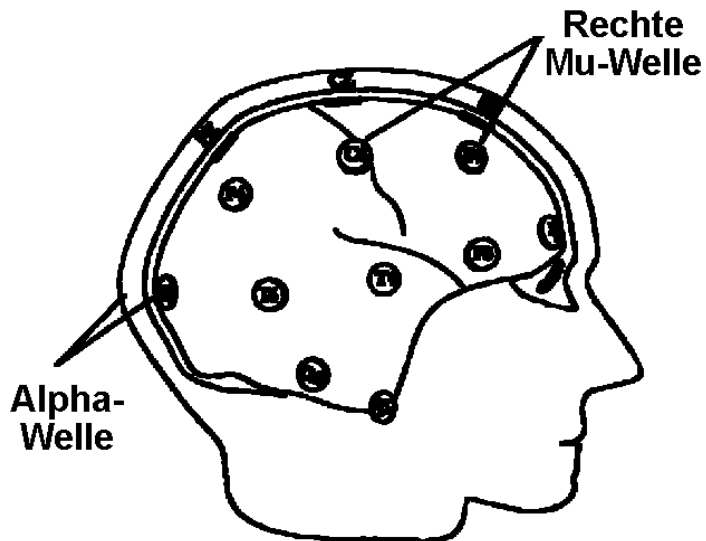


## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.2: Alternative Eingabe

#### ■ Brain-Computer-Interface (1)

##### ❖ Auswertung des EEG





## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.2: Alternative Eingabe

#### ■ Brain-Computer-Interface (2)

##### ❖ Visuell evozierte Potentiale

- Lichtblitze rufen evozierte Potentiale in visuellen Cortex hervor Anwender / die Anwenderin betrachtet einen Bildschirm.
- Elemente einer Auswahlmenge blitzen sequentiell aufblitzen.
- Jenes Element, das mit den Augen fixiert wird, ruft im EEG das höchste visuell evozierte Potential hervor.
- Es lassen sich vergleichsweise hohe Kommunikationsraten erreichen.



## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.2: Alternative Eingabe

#### ■ Brain-Computer-Interface (3)

##### ❖ Bewegungs-Vorstellungen (motor imagery)

- Vorstellung körperlicher Bewegungen führen zu typischen Verteilung der EEG-Frequenzen.
- Auswertung der EEG Leistungsspektren gestattet Rückschlüsse.
- Vorstellung einer Bewegung in der linken Körperhälfte führt zu Unterbrechung der  $\alpha$ -Wellen in der rechten Gehirnhemisphäre
- Geplante Bewegungen in einer Körperhälfte rufen  $\mu$ -Wellen in der entgegengesetzten Hirn-Hemisphäre hervor.





## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.2: Alternative Eingabe

- Brain-Computer-Interface (4)
  - ❖ Auswertung von  $\mu$ -Wellen
    - Mittels Feedback-Mechanismen können Personen lernen, die Stärke ihrer  $\mu$ - und  $\beta$ -Wellen, zu beeinflussen.
  - ❖ Slow Cortical Potentials (SCP)
    - Durch Training können die "Slow Cortical Potentials", die etwa 1000 ms nach Ereignis auftreten, willentlich beeinflusst werden.
    - Schreibgeschwindigkeiten, etwa 2 Buchstaben/min.
  - ❖ Feuerrate einzelner Neuronen
    - Durch Lernen kann erreicht werden, daß Personen die Feuerrate einzelner Neuronen willentlich beeinflussen können.
    - Elektrode in das Gehirn implantieren.



## **Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**

### **2.3: Angepaßte Ausgabe**

- Vergrößerung für den Bildschirm
  - ❖ Vergrößerung des gesamten Bildschirmes, Darstellung eines Ausschnittes
  - ❖ Teilung des Bildschirmes in ein normal dargestelltes und ein vergrößertes Fenster
  - ❖ Darstellung mit einer verschiebbaren „Lupe“

# Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

## 2.3: Angepaßte Ausgabe

### Original-Bildschirm

Die Beschreibung verschiedener alternativer und augmentativer Benutzerschnittstellen<sup>52</sup> kann nach folgender Systematik erfolgen, die auch der Gliederung der nachfolgenden Kapitel zugrundegelegt ist (Abb. B 3.2):

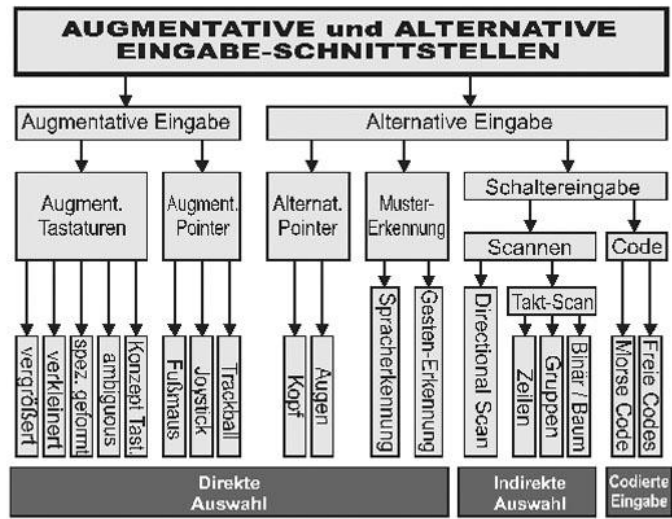


Abb. B 3.2: Systematik der augmentativen und alternativen Eingabe-Schnittstellen.

<sup>52</sup> Der ursprünglich in [DEM 92] verwendete Begriff "Alternative Interfaces" wurde hier sinngemäß auf "Alternative and Augmentative User Interfaces" erweitert.



## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle 2.3: Angepaßte Ausgabe

### ■ Generelle Vergrößerung

folgen, die auch der Glieder  
(b. B 3.2): ¶

**ALTERNATIVE  
MITTELSTELLEN**



# Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

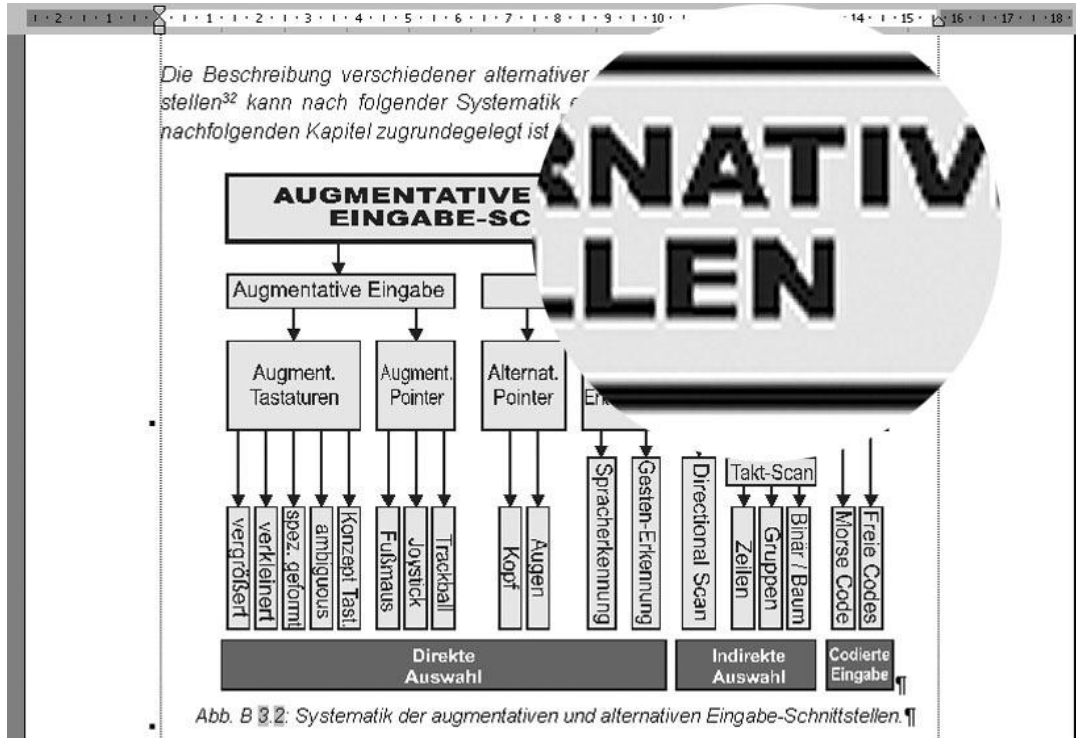
## 2.3: Angepaßte Ausgabe

### ■ Teilung des Bildschirmes



### Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle 2.3: Angepaßte Ausgabe

#### ■ Bildschirm-“Lupe“

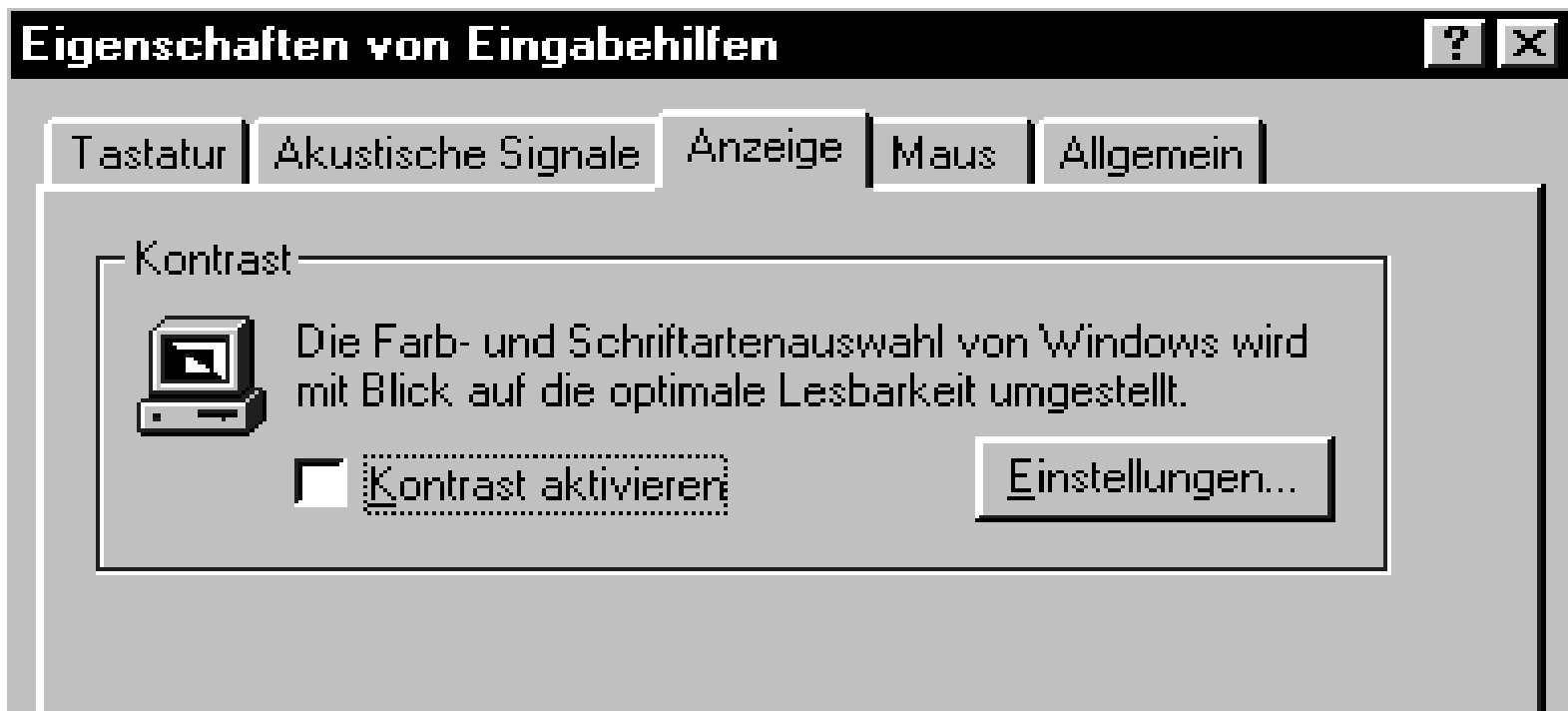


<sup>32</sup> Der ursprünglich in [DEM 92] verwendete Begriff "Alternative Interfaces" wurde hier sinngemäß auf "Alternative and Augmentative User Interfaces" erweitert.

## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.3: Angepaßte Ausgabe

- Einstellungen für den Bildschirm
  - ❖ Farbe, Kontrast, Schriftarten



### Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle 2.3: Angepaßte Ausgabe







## **Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**

### **2.4: Alternative Ausgabe**

#### ■ Sprachausgabe (Stimmausgabe)

#### ■ Technische Realisierung

- ❖ Digitalisierte Stimme
  - Natürlicher Klang
  - Hoher Speicherbedarf
  - Begrenzter Wortschatz
- ❖ Vollsynthese
  - Unbegrenzter Wortschatz
  - Mäßige Qualität der Stimme



## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.4: Alternative Ausgabe

- Sprachausgabe (Stimmausgabe)
- Anforderungen, wenn Informationsquelle
  - ❖ Synthesizer spricht zur behinderten Person
  - ❖ für sehbehinderte und „reading impaired“ („print disabled“) Personen
  - ❖ Uneingeschränkter Wortschatz
  - ❖ Hohe Sprechgeschwindigkeit
  - ❖ Einstellbare Tonhöhe
  - ❖ Schnelle Reaktion auf Befehle
  - ❖ Wiedergabe von Satzzeichen, Groß-/Kleinschreibung
  - ❖ Nicht erforderlich: Natürlichkeit der Stimme



## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.4: Alternative Ausgabe

- Sprachausgabe (Stimmausgabe)
- Anforderungen, wenn Sprechprothese
  - ❖ Synthesizer spricht für die behinderte Person zu einer anderen (fremden) Person
  - ❖ für sprechbehinderte (manchmal auch sprachbehinderte) Personen
  - ❖ Gute Verständlichkeit für nicht-geübte Hörer(innen) erforderlich
  - ❖ Satzmelodie (Prosodie)
  - ❖ Kosmetische Aspekte: weibliche/männliche Stimme, Stimmtypus, Alter, Dialekt ...



## **Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**

### **2.4: Alternative Ausgabe**

- Weitere Aspekte der Sprache (Stimme)
  
- Ausdruck von Emotionen
  - ❖ Bekannt: Phonetische Parameter für Emotionen
  - ❖ Ungelöst: Interface um Emotionen auszudrücken



### **4. BLOCK**

**13 - Wiederholung**  
**Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**

*Einleitung*  
*Augmentative Eingabe*  
*Alternative Eingabe 1*

**14 Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**  
*Alternative Eingabe 2 - Scannen*

**15 Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**  
*Alternative Eingabe 3 – Schalter*  
*Augmentative Ausgabe*  
*Alternative Ausgabe 1*

**16 Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**  
*Alternative Ausgabe 2 – taktil*  
*Visualisierung von Tönen*



## **Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**

### **2.4: Alternative Ausgabe**

#### ■ Taktile und haptische Ausgabe

- ❖ Taktil: Den Tastsinn allein betreffend
- ❖ Haptisch: Hinzunahme der Propriozeption (räumliche Wahrnehmung und Zuordnung)



## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.4: Alternative Ausgabe

#### ■ Braille Displays

#### ■ Grundlagen der Blindenschrift

❖ Louis Braille (1826) -> Punktschrift, Brailleschrift

1	●	●	4
2	●	●	5
3	●	●	6

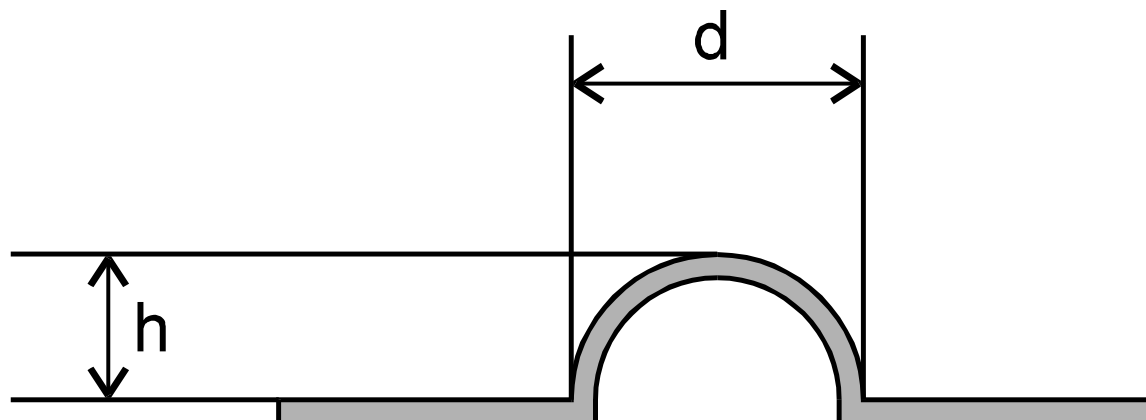
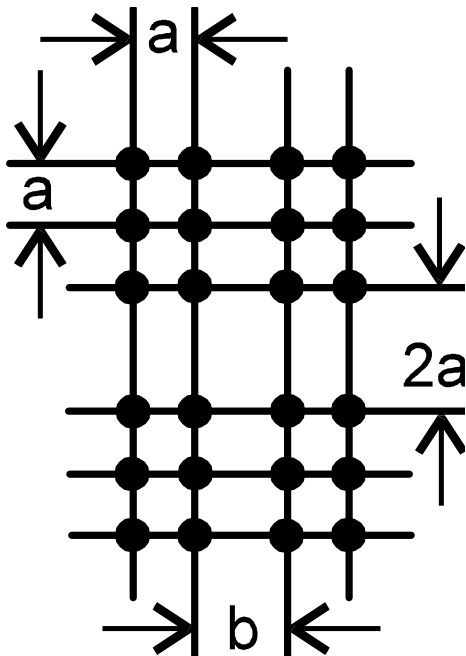


## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.4: Alternative Ausgabe

#### ■ Abmessungen der Blindenschrift

- ❖  $a = 2,5$  mm (2,2 mm in Japan, 3,0 mm für "Jumbo Braille")  
 $b = 3,5$  mm,  $d = 1,5$  mm,  $h = 0,4 \dots 0,8$  mm







## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.4: Alternative Ausgabe

<b>a</b> ● ○ ○ ○ ○ ○	<b>b</b> ● ○ ● ○ ○ ○	<b>c</b> ● ● ○ ○ ○ ○	<b>d</b> ● ● ○ ● ○ ○	<b>e</b> ● ○ ○ ● ○ ○	<b>f</b> ● ● ● ○ ○ ○	<b>g</b> ● ● ● ● ○ ○	<b>h</b> ● ○ ● ● ○ ○	<b>i</b> ○ ● ● ○ ○ ○	<b>j</b> ○ ● ● ● ○ ○
<b>k</b> ● ○ ○ ○ ● ○	<b>l</b> ● ○ ● ○ ● ○	<b>m</b> ● ● ○ ○ ● ○	<b>n</b> ● ● ○ ● ● ○	<b>o</b> ● ○ ○ ● ● ○	<b>p</b> ● ● ● ○ ● ○	<b>q</b> ● ● ● ● ● ○	<b>r</b> ● ○ ● ● ● ○	<b>s</b> ○ ● ● ○ ● ○	<b>t</b> ○ ● ● ● ● ○
<b>u</b> ● ○ ○ ○ ● ●	<b>v</b> ● ○ ● ○ ● ●	<b>x</b> ● ● ○ ○ ● ●	<b>y</b> ● ● ○ ● ● ●	<b>z</b> ● ○ ○ ● ● ●	<b>w</b> ○ ● ● ● ○ ●				



## ***Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle*** ***2.4: Alternative Ausgabe***

- Anzeigesysteme für Blindenschrift  
(Braille-Displays)
  
- Stimulation von:
  - ❖ Druck (statisch)
  - ❖ Vibration (zeitlich veränderlicher Druck)
  - ❖ Elektrische Reizung der Haut (elektrocutane Stimulation)
  - ❖ Oberflächentextur
  - ❖ Wärme (thermischer Reiz)



## **Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**

### **2.4: Alternative Ausgabe**

#### ■ Braille-Displays

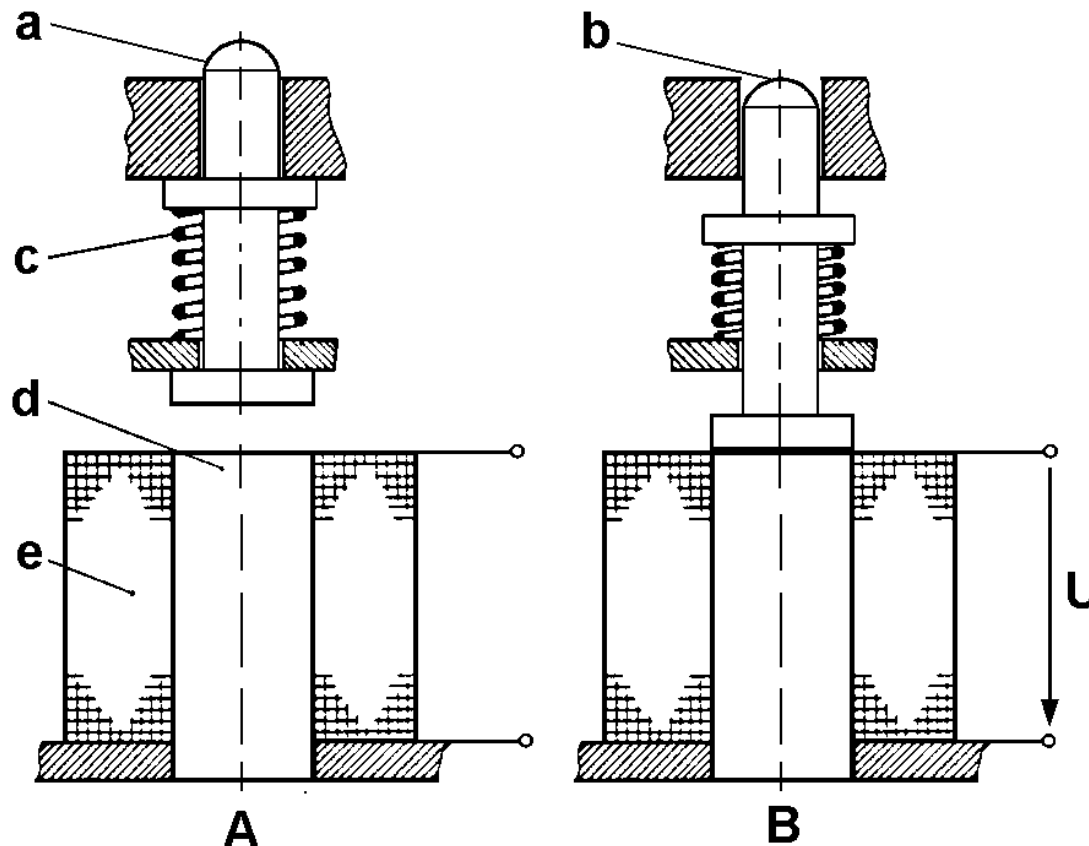
#### ■ Anforderungen

- ❖ Hub: ca. 0,5 mm
- ❖ Kraft: 200 mN
- ❖ Raster: 2,4 .... 3,2 mm
- ❖ Zahl der Formen: 20, 40, 80

# Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

## 2.4: Alternative Ausgabe

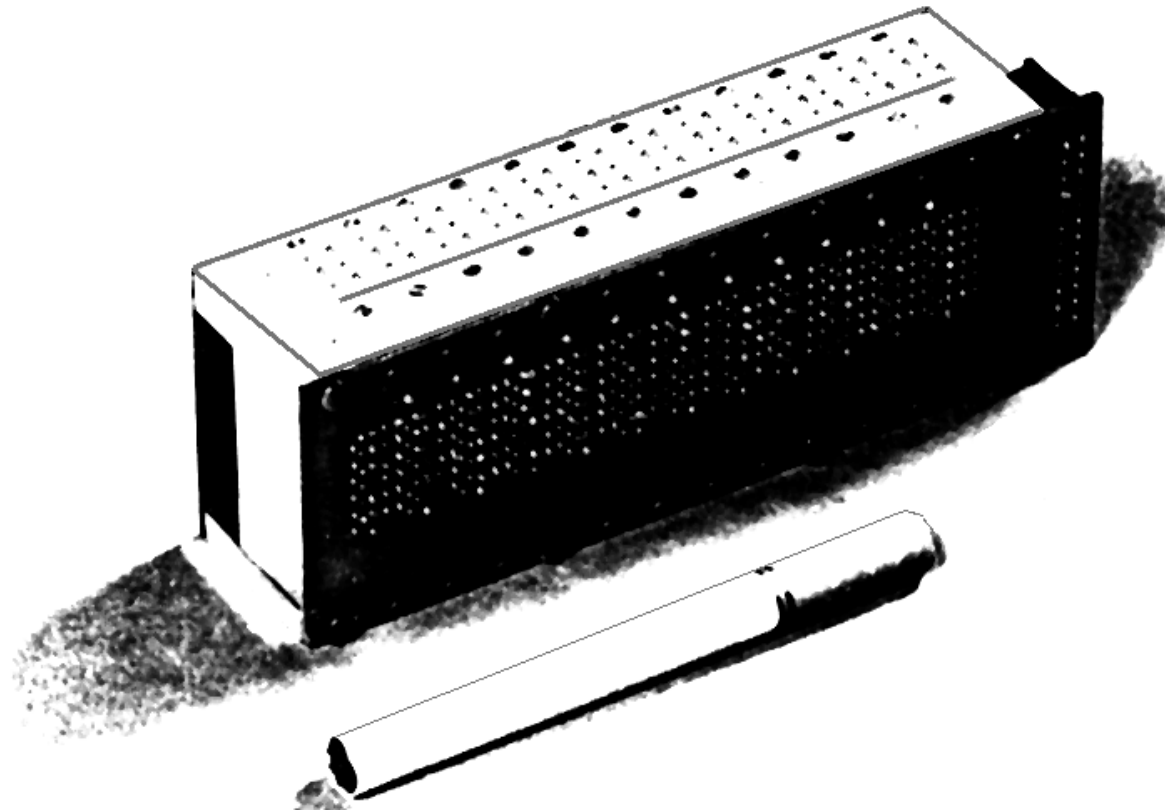
### ■ Elektromagnetisches Braille-Display



## **Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**

### **2.4: Alternative Ausgabe**

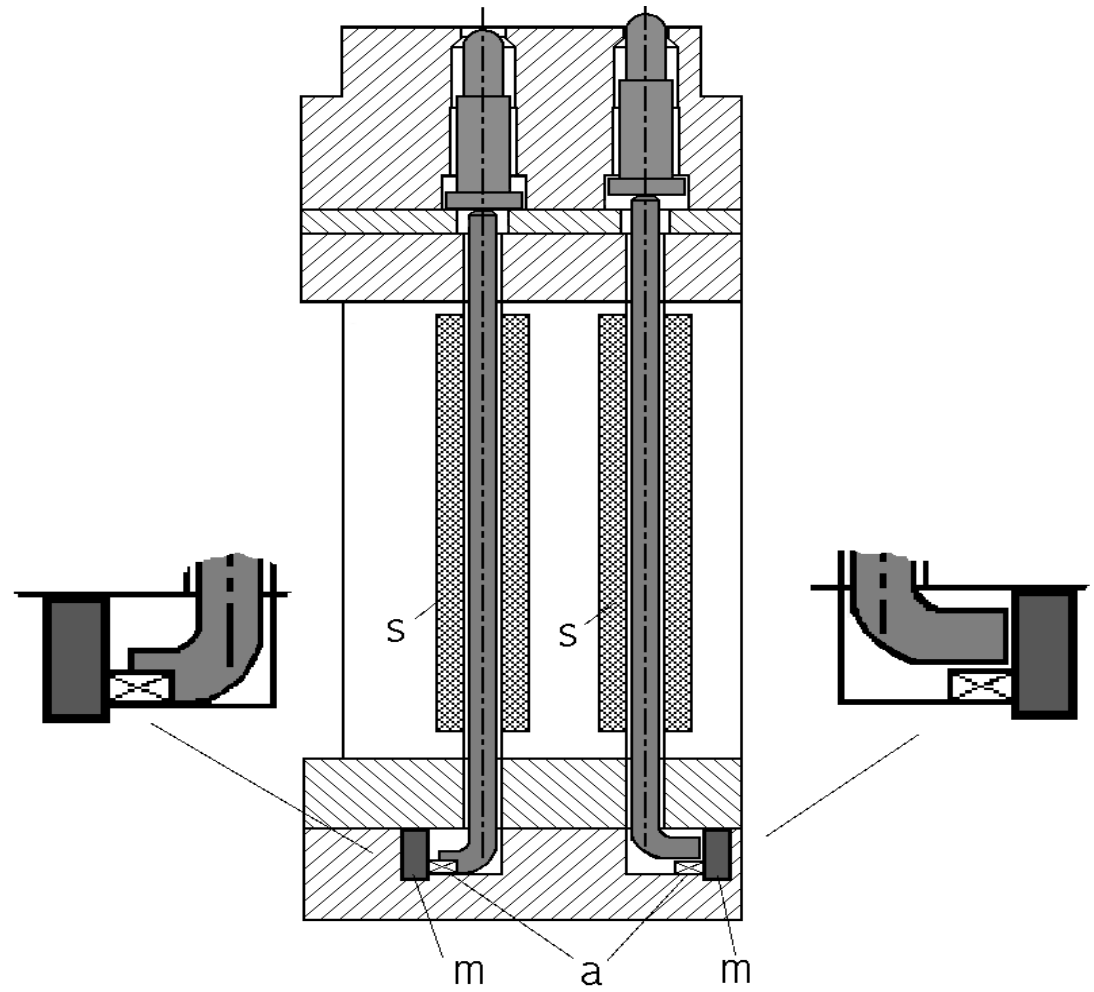
#### ■ Elektromagnetisches Braille-Display





### Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle 2.4: Alternative Ausgabe

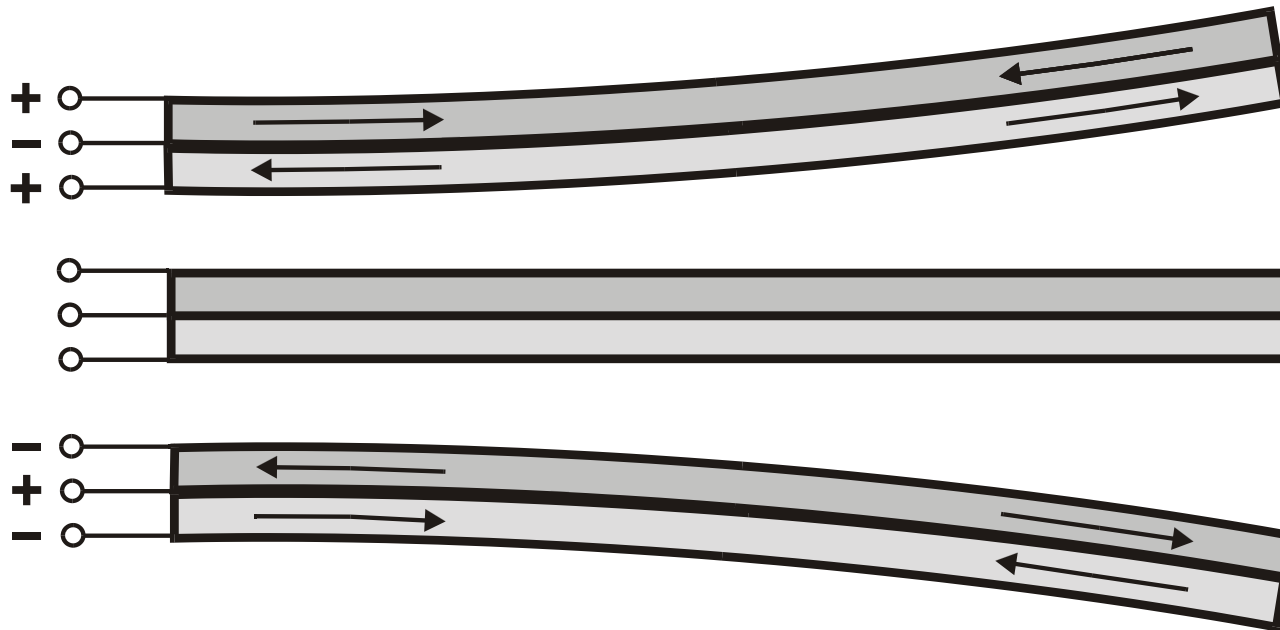
- Bistabiles  
Braille-Display  
mit Verriegelung





## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle 2.4: Alternative Ausgabe

### ■ Piezo-elektrisches Braille-Display

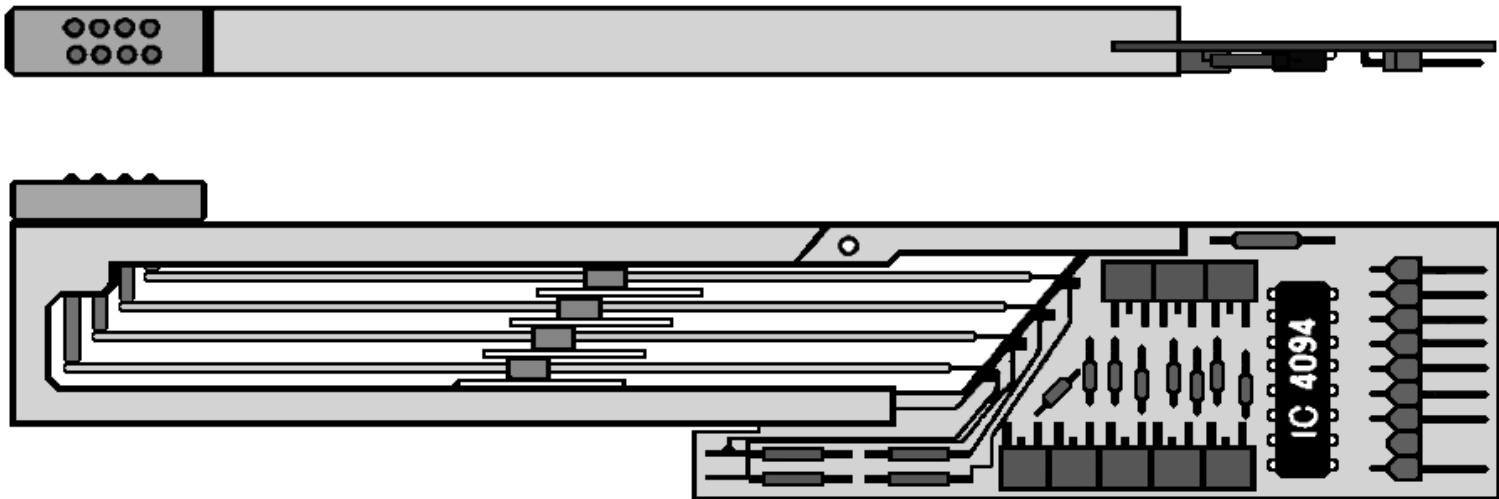






## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle 2.4: Alternative Ausgabe

### ■ Piezo-elektrisches Braille-Display





## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

### 2.4: Alternative Ausgabe

#### ■ Braille-Displays - weitere Möglichkeiten

##### ❖ Nachteile heutiger Technik

- Kostenintensiv
- Hoher Platzbedarf
- Empfindlich

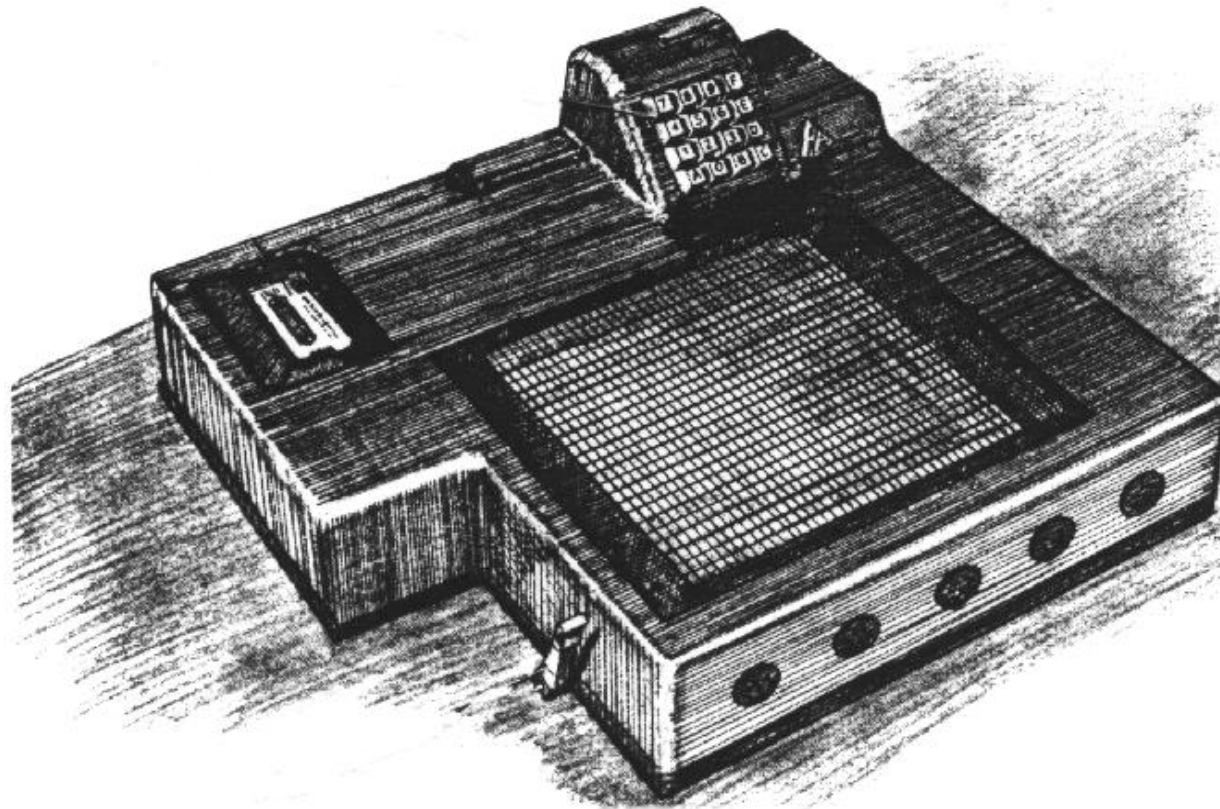
##### ❖ Neue Technologien

- Shape Memory Alloys
- Elektrorheologisch
- Elektrocutan
- Elektrostatisch
- Verdampfung
- Elektro-Chemisch

## **Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle**

### **2.4: Alternative Ausgabe**

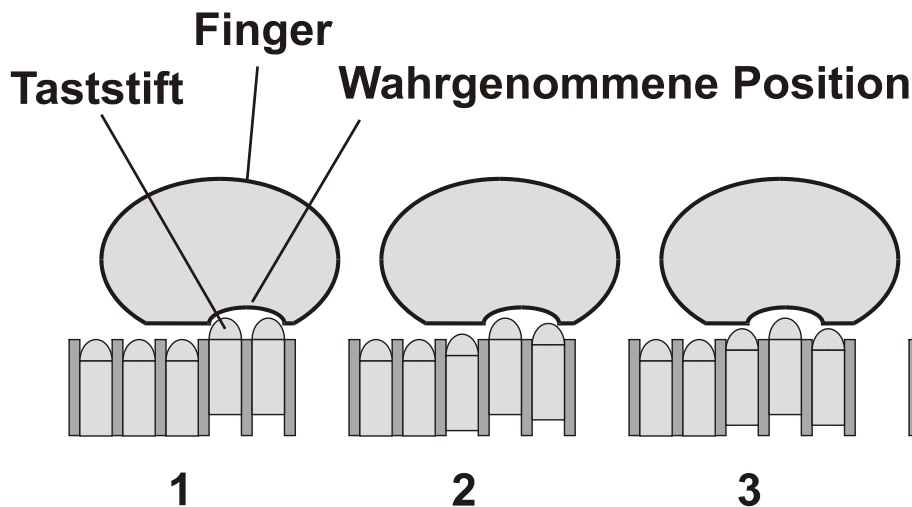
#### ■ Displays für taktile Graphik





### Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle 2.4: Alternative Ausgabe

#### ■ Virtuelle Braille-Displays



## Kapitel B2: Mensch-Maschine Schnittstelle 2.4: Alternative Ausgabe

### ■ Visualisierung von Tönen

