Assistive Technologies 1

Human Computer Interaction Group (HCI)

Institute of Visual Computing & Human-Centered Technology,
TU Wien

WS 2018 / 2019

peter.mayer@tuwien.ac.at
paul.panek@tuwien.ac.at

Unter Verwendung von Unterlagen von Prof. Zagler © 2012
Für den Gebrauch im Unterricht an der TU Wien © 2018

4. BLOCK

13 - Wiederholung ***Kap B1:Reha-Technik*** *Einteilung der Hilfsmittel, Vikariat* *Planen und Konstruieren, Design*
14 Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle *Einleitung* *Augmentative Eingabe* *Alternative Eingabe 1*
15 Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle *Alternative Eingabe 2 - Scannen*
16 Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle *Alternative Eingabe 3 – Schalter*

Inhalt von Block 4

VC&HCT

Teil B – Die Methoden

B1 Reha-Technik

- 1.1 Einteilung der Hilfsmittel
- 1.2 Vikariat
- 1.3 Universal Design
- 1.4 Planen und Konstruieren
- 1.5 Problematik bei neuen Technologien

B2 Mensch-Maschine Schnittstelle

- Einleitung
- 2.1 Angepasste / Augmentative Eingabe
- 2.2 Alternative Eingabe
  - Scannen
  - Schalter
  - Brain-Computer-Interface

Wiederholung (vgl. A1):

Behinderung kann gesehen werden als Differenz zwischen der von einer Person zu erbringenden Leistung und den Anforderungen der Umwelt.

Ansatzpunkte für die Rehabilitationstechnik:

(1) Verbesserung der Fähigkeit der Person
(2) Überwindung der Auswirkungen einer Schädigung durch individuelle Anpassung zwischen Person und Umwelt
(3) Generelle Vermeidung bzw. Beseitigung von Barrieren

Als Methoden dazu werden eingesetzt (und hier beschrieben)

(1), (2): Assistive Hilfsmittel
(3) Universal Design etc. (siehe später)

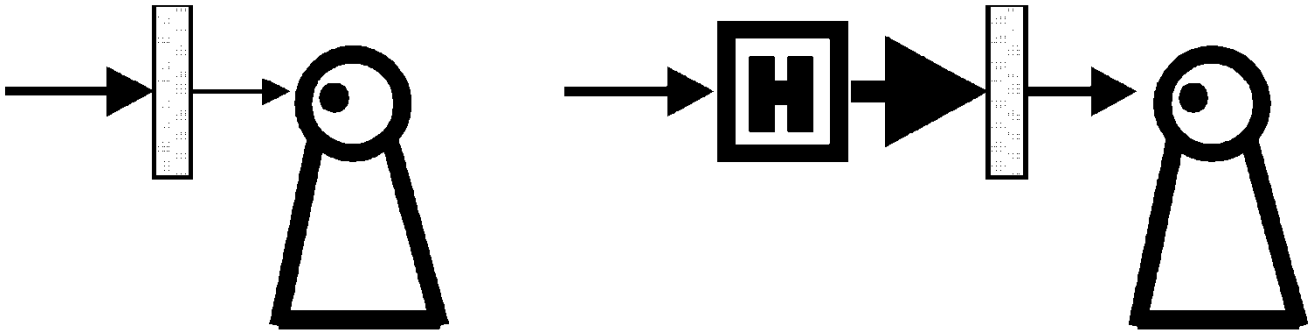
Nach Wirkungsweise:

- Augmentative (verstärkende) Hilfsmittel
- Inserierende (einfügende) Hilfsmittel
- Substituierende (ersetzende) Hilfsmittel

Nach Norm ISO 9999 (siehe später)

VC&HCT

Augmentative (verstärkende) Hilfsmittel

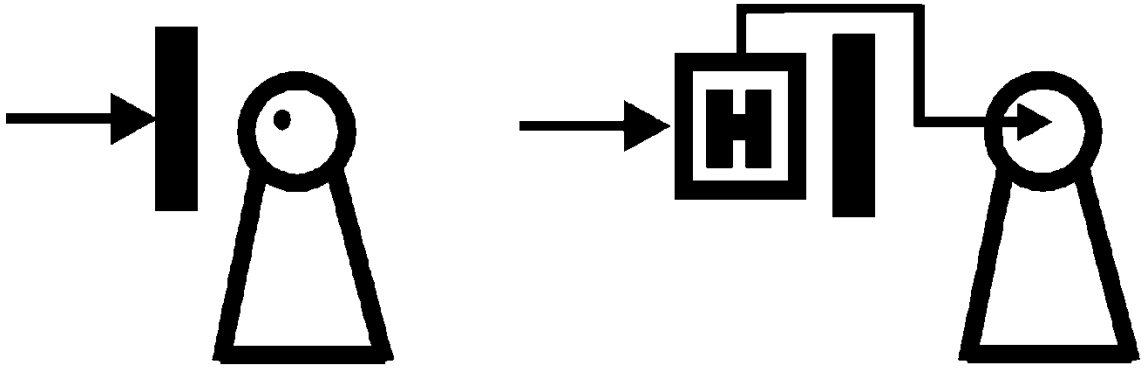


Darunter verstehen wir Hilfsmittel, die einen Reiz (eine Aktion) derart verstärken, dass dieser (diese) auch von einem, in seiner Leistung verminderten Organ, wahrgenommen (ausgeführt) werden kann.

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 nichtbehinderten Person empfunden hätte. **Beispiele: Hörgeräte und Brillen.**

VC&HCT

Inserierende (einfügende) Hilfsmittel

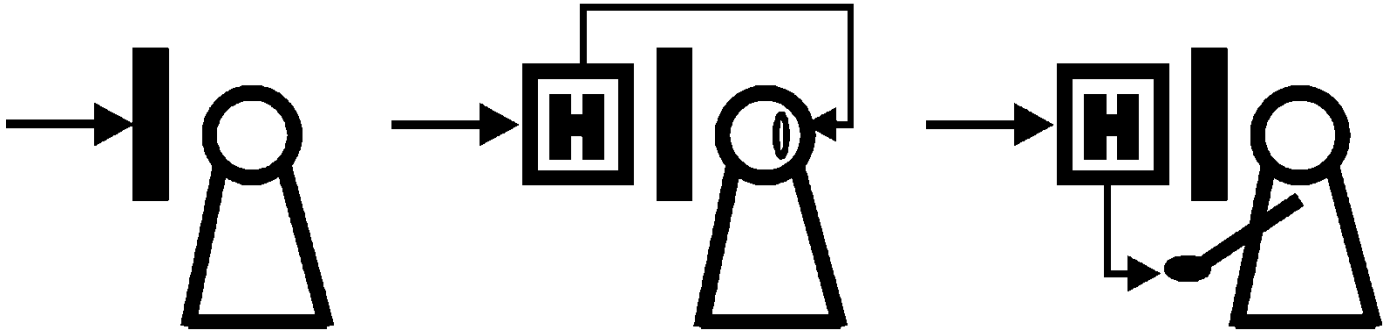


Darunter wollen wir Hilfsmittel verstehen, die einen unterbrochenen Teil einer Funktionskette ersetzen bzw. überbrücken, den Reiz (die Aktion) jedoch wieder dem ursprünglichen Organ bzw. dessen Nervenbahnen zuleiten.

Die Graphik 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 Hilfsmittel 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 Cochleaimplantate und funktionelle Elektrostimulation.**

VC&HCT

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).

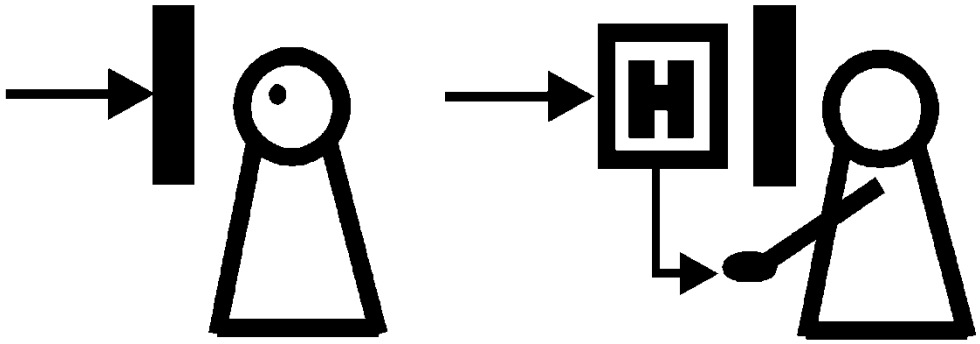
Die Abb. zeigt eine Person, bei der die Wahrnehmung von optischen Reizen zufolge Blindheit nicht möglich ist. Das in der mittleren Graphik dargestellte Hilfsmittel **H** wandelt den optischen Reiz in geeigneter Weise in einen akustischen Reiz um und leitet ihn zum Gehör der blinden Person. In ähnlicher Weise zeigt die rechte Dar-stellung 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.**

Vikariat (Stellvertretung)

Unter einem Vikariat 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.

3 Vikariate: Sensorisches, Aktuatorisches und Mentales Vikariat.

Sensorisches Vikariat



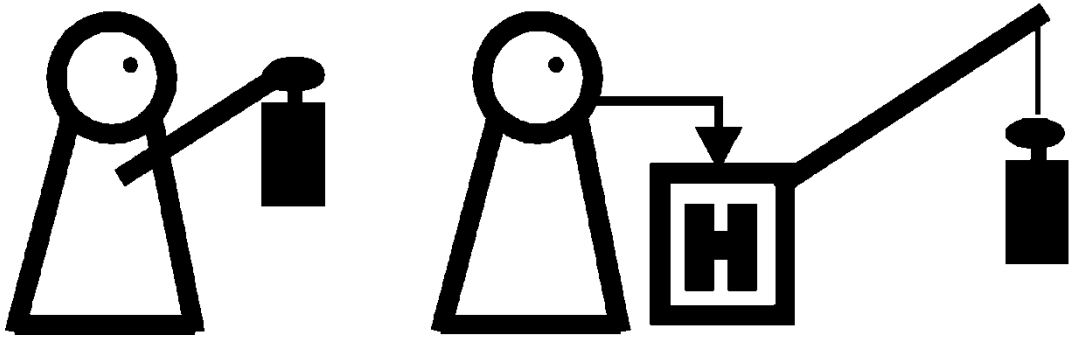
Beim sensorischen Vikariat geht es um den Ersatz eines ausgefallenen Sinnesorgans durch ein anderes. Die Abb. verdeutlicht das anhand einer Schädigung der Augen, durch die visuelle Reize nicht mehr wahrgenommen werden können. Das im Bild mit „H“ bezeichnete Hilfsmittel hat die Aufgabe, den visuellen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

Bandbreiten der menschlichen Sinnesorgane

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

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. Die Tabelle zeigt eine Gegenüberstellung der „Bandbreiten“ der einzelnen Sinnesorgane. Daraus wird ersichtlich, mit welchen Einschränkungen beim Einsatz von Vikariaten gerechnet werden muss. Riechen und Schmecken kommen daher für Vikariate nicht in Betracht. Auch thermische Reize liefern nur geringe Bandbreiten.

Aktuatorisches Vikariat



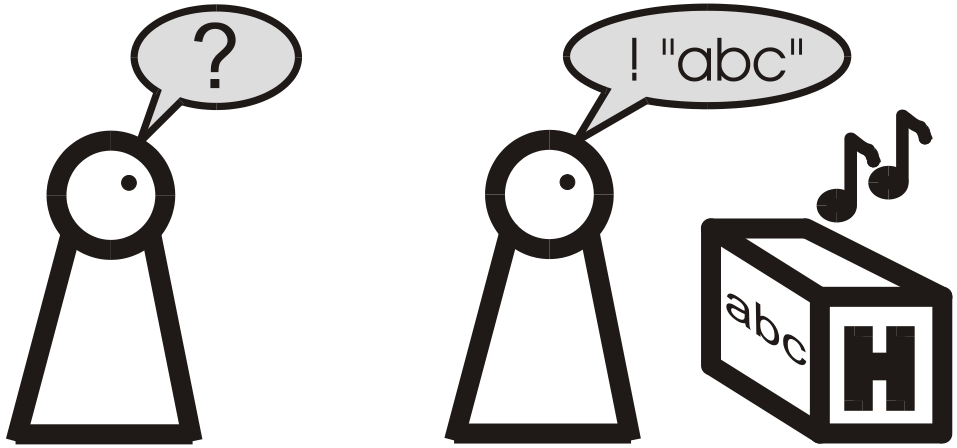
Das aktuatorische Vikariat ist in der entgegengesetzten Richtung wirksam, also vom Menschen zu Umwelt hin.

Die Abb. 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.

VC&HCT

Mentales Vikariat

Das Hilfsmittel übernimmt für die Person eine bestimme „Denkarbeit“ (z.B. Erinnern an einen Termin, ein Medikament, einen Weg).



Wirkungsweise eines mentalen Vikariats (Ersatz für das selbständige Erinnern).

1.3: Einteilung der Hilfsmittel

ISO 9999 "Technical aids for disabled persons – Classification“

Ein umfassendes international gültiges Klassifikationssystem für technische Hilfen für behinderte Menschen

Übernahme in das europäische Normenwerk unter EN ISO 9999, letzte Version 2016

3 Hierarchie-Ebenen: Classes, Subclasses und Divisions.

Auf der obersten Hierarchie wurden 10 Klassen (Classes) unterschieden und mit einem Code versehen.

Um Platz für spätere Ergänzungen zu haben, wurden zuerst nur jeder dritte Code vergeben.

Klassen der ISO 9999 (erste Version)

Klasse	Bezeichnung
03	Aids for therapy and training
06	Orthoses and prostheses
09	Aids for personal care and protection
12	Aids for personal mobility
15	Aids for housekeeping
18	Furnishings and adaptations to homes and other premises
21	Aids for communication, information and signalling
24	Aids for handling products and goods
27	Aids and equipment for environmental improvement, tools and machines
30	Aids for recreation

VC&HCT

ISO 9999-2016 Deutsch (aktualisierte Version)

04 Hilfsmittel für die persönliche medizinische Behandlung
05 Hilfsmittel für das Training von Fähigkeiten
06 Orthesen und Prothesen
09 Hilfsmittel für die persönliche Versorgung und Sicherheit
12 Hilfsmittel für die persönliche Mobilität
15 Hilfsmittel im Haushalt
18 Mobiliar und Hilfen zur Wohnungs- und Gebäudeanpassung
22 Hilfsmittel für Kommunikation und Information
24 Hilfsmittel für die Handhabung von Objekten und Vorrichtungen
27 Hilfsmittel für eine bessere Gestaltung der Umgebung, Werkzeuge und Maschinen
30 Hilfsmittel für die Freizeit

ISO 9999

Beispiel für die Klassifizierung eines Telefon-Hörverstärkers mit der Codierung 21 36 21

Class	21	Aids for communication, information and signalling
Subclass	36	Telephones an telephoning aids
Division	21	Receiver amplifiers

VC&HCT

ISO 9999

Beispiele für die Klassifikation von technischen Hilfen in der Klasse 21

Class		Subclass		Division (nur 2 typische Beispiele/Subclass)	
21	Aids for communication, information and signalling	03	Optical aids	03	Spectacle lenses
				27	Field-of-vision expanders
		06	Opto-electronic aids	03	Image-enlarging video systems
				06	Character reading machines
		09	I/O devices and accessories for computers, typewriters and calculators	07	Alternative input devices
				15	Devices for synthetic speech
		12	Computers	03	Desktop computers
				09	Palm-top and pocket computers
		15	Typewriters and word-processors	12	Manual Braille writers
				18	Software for word processing
		18	Calculators	06	Electronic calculators
				12	Software for calculation
		24	Aids for drawing and handwriting	09	Signature guides and stamps
				15	Braille writing equipment
		27	Non-optical reading aids	03	Page turners
				06	Book supports and book holders

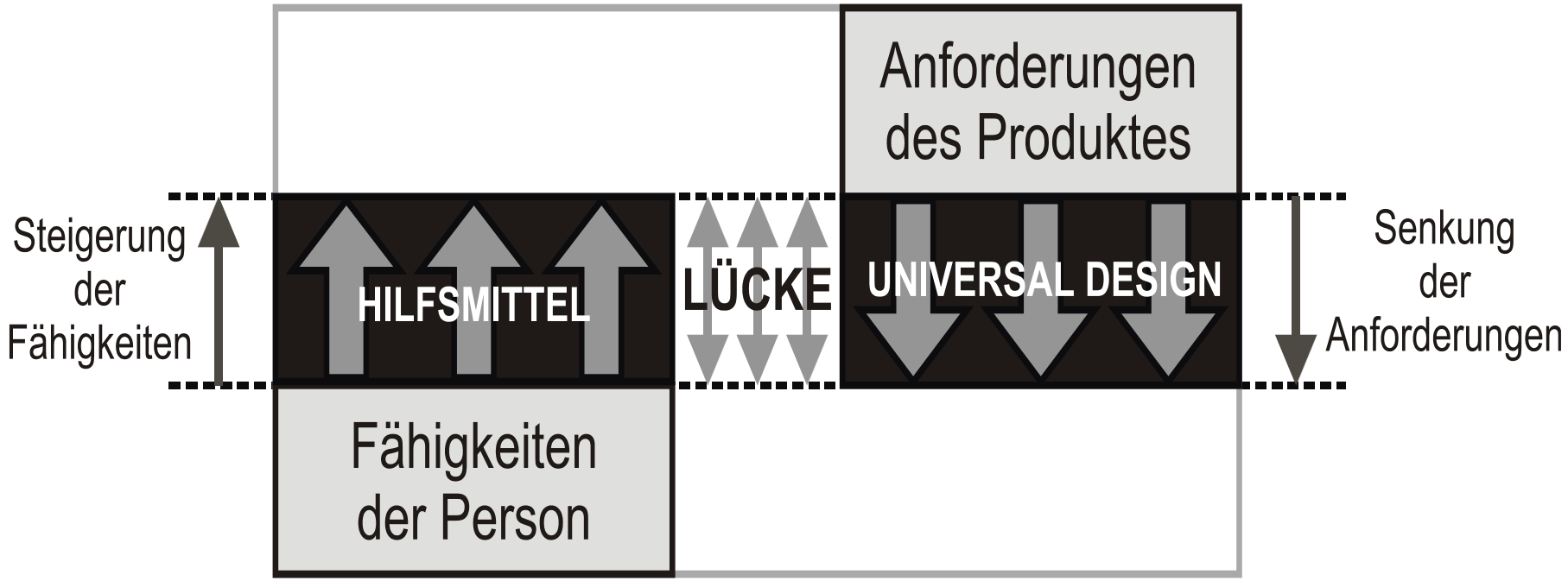
1.4: Universal Design - Design-for-All

Aus dem Bestreben, Barrieren zu vermeiden bzw. zu beseitigen haben sich Design-Philosophien entwickelt:

- Barrier-free Design
- Adaptable Design
- Design-for-All
- Universal Design

Trotz leichter Unterschieden in Auffassung und Herangehensweise ist das von allen angestrebtes Ziel:
*Die **Umwelt**, einzelne **Produkte** und **Dienstleistungen** so zu gestalten, dass deren vollständige und gleichwertige **Verwendbarkeit** für einen **möglichst großen Personenkreis**, der auch Kinder sowie behinderte und alte Menschen einschließt, ohne spezielle Einstellungen oder Anpassungen möglich ist.*

Verringerung der Lücke zwischen Anforderung und Leistung durch generelle Reduktion der Anforderung.



Schließen der Lücke zwischen Fähigkeiten und Anforderungen: entweder durch Hilfsmittel (Assistive Technology) oder durch Universal Design

B1: Rehabilitationstechnik
1.4: Universal Design - Design-for-All

VC&HCT

"Universal Design" ist die Gestaltung und Auslegung von Produkten und Umgebungen

… dass sie für möglichst alle Menschen nutzbar sind,
… soweit das ohne Anpassungen oder spezialisierte Auslegungen irgendwie möglich ist.

Sieben Prinzipien des Universal Designs von der New York State University

VC&HCT

Prinzip 1: Breite und chancengleiche Nutzbarkeit - Equitable Use

Das Design ist für Menschen mit unterschiedlichen Fähigkeiten nutzbar und marktfähig.

VC&HCT

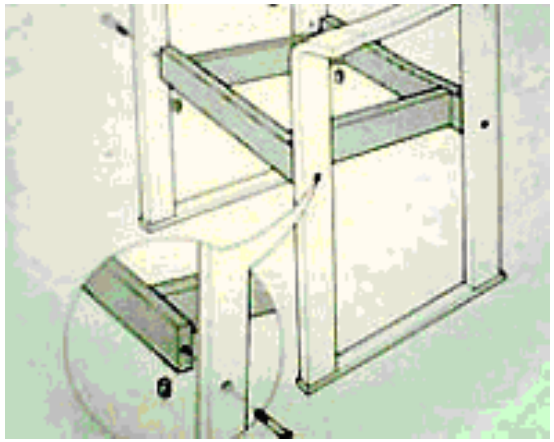
Prinzip 2: Flexibilität in der Benutzung - Flexibility in Use

Das Design unterstützt eine breite Palette individueller Vorlieben und Möglichkeiten.

VC&HCT

Prinzip 3: Einfache und intuitive Benutzung - simple and intuitive

Die Benutzung des Designs ist leicht verständlich, unabhängig von Erfahrung, Wissen, Sprachfähigkeiten oder momentaner Konzentration des Nutzers / der Nutzerin.



VC&HCT

Prinzip 4: Sensorisch wahrnehmbare Informationen - Perceptible Information

Das Design stellt dem Benutzer / der Benutzerin notwendige Informationen effektiv zur Verfügung, unabhängig von der Umgebungssituation oder den sensorischen Fähigkeiten der Benutzer und Benutzerinnen.

VC&HCT

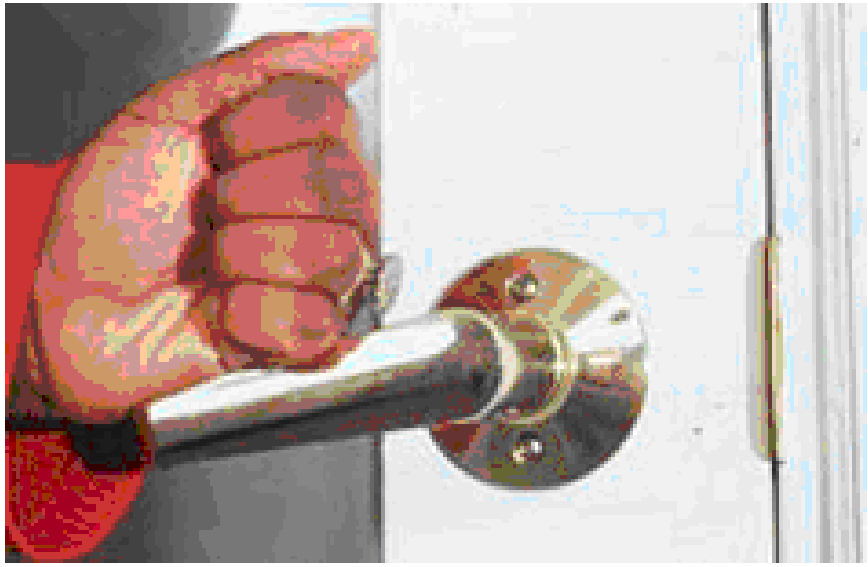
Prinzip 5: Fehlertoleranz - Tolerance for Error

Das Design minimiert Risiken und negative Konsequenzen von zufälligen oder unbeabsichtigten Aktionen.

VC&HCT

Prinzip 6: Niedriger körperlicher Aufwand - Low Physical Effort

Das Design kann effizient und komfortabel mit einem Minimum von Ermüdung benutzt werden.



VC&HCT

Prinzip 7: Größe und Platz für Zugang und Benutzung - Size and Space for Approach and Use

Angemessene Größe und Platz für Zugang, Erreichbarkeit, Manipulation und Benutzung unabhängig von der Größe des Benutzers / der Benutzerin, seiner / ihrer Haltung oder Beweglichkeit vorsehen.

Wichtige Regeln:

Barrierebewusstsein entwickeln

Verträglichkeitsprüfung:

Entwickler_In sollte sich bei jedem Schritt selbst die Frage stellen, ob das Produkt direkte oder indirekte Barrieren für behinderte / alte Menschen darstellen wird und danach trachten, solche Barrieren von vornherein zu vermeiden.

Menschen mit Behinderung (Betroffene) einbeziehen

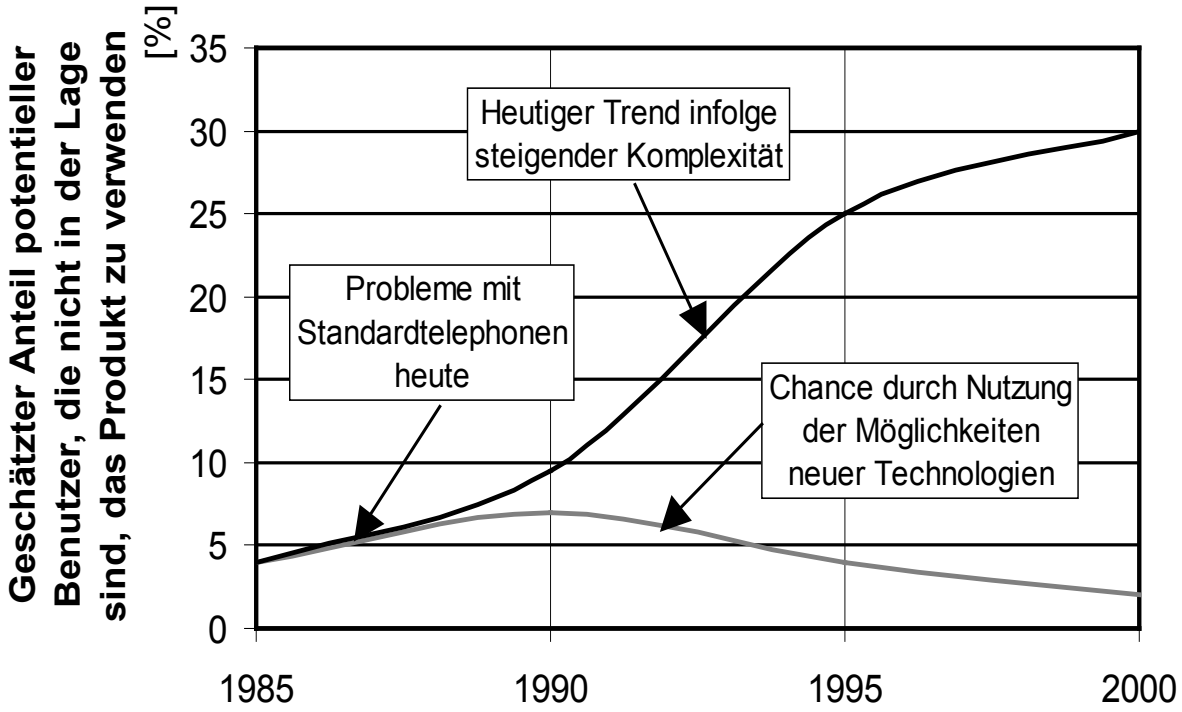
Eigene Erfahrung und Simulation ist zu wenig

Für einen breiten Markt entwickeln

Behindertengerechtes Design ist meist auch gutes und humanes Design

Bei vielen behindertengerechten technischen und baulichen Lösungen hat sich gezeigt, dass nicht nur Behinderte, sondern *ein viel größerer Kreis* von Personen Nutznießer dieser Einrichtungen geworden ist

Mit Einführung neuer Technologien erkannt Neue Möglichkeiten – neue Barrieren



*Problematik Produktnutzbarkeit mit und ohne Design-for-All Überlegungen (G. Klause **1989**)*
Diese Aspekte wurden schon in den 1980ern diskutiert

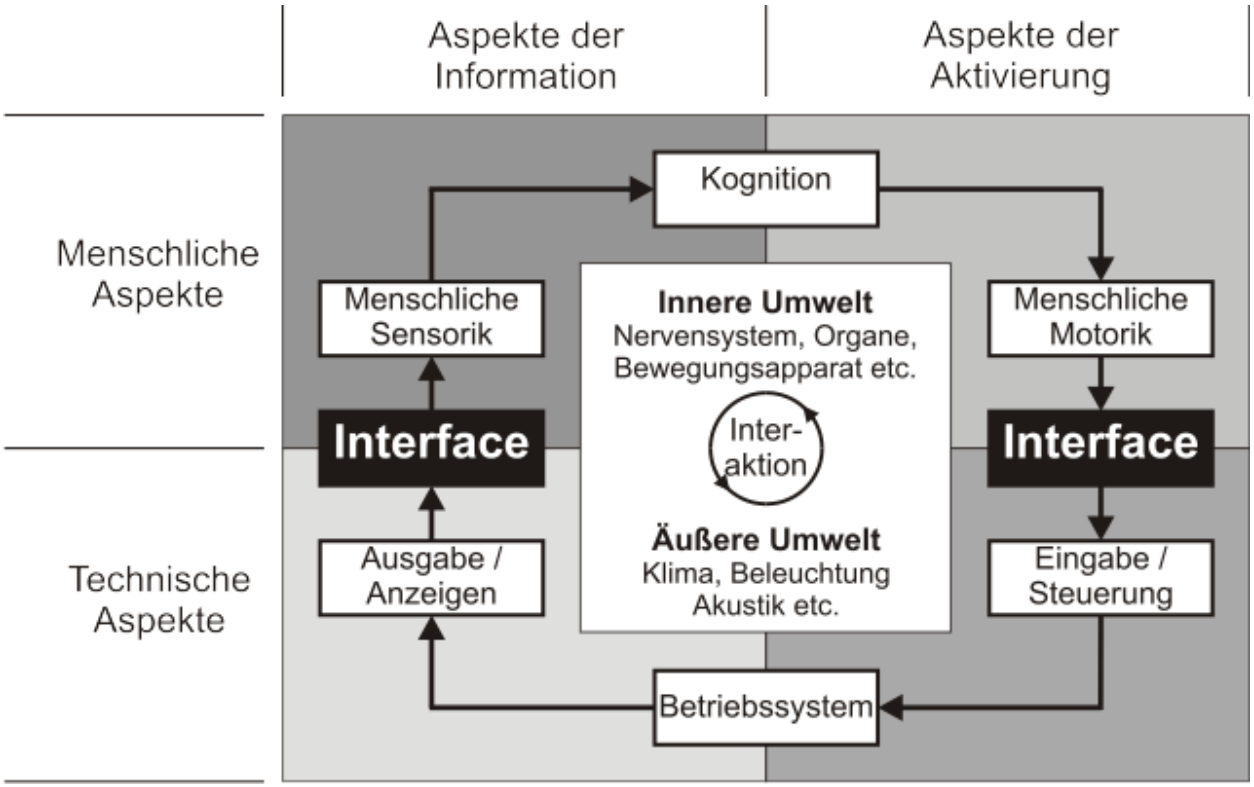
Technik kann keinen Menschen ersetzen (das eine schließt nicht das andere aus)
Technik soll dazu dienen den Spielraum zu erweitern damit Menschen
mehr Möglichkeit haben sich zu entfalten und Ihre Stärken im Vorschein zu bringen.
Man sollte bei behinderte Menschen auch Ihre Eigenständigkeit erhöhen – somit fühlen sie sich nutzvoller und das Selbstwertgefühl steigt.

Kritische Betrachtung z

Es kann nicht oft genug darau
menschliche Hilfe und **techni**
können und dürfen.
Kein technisches Hilfsmittel is
zu ersetzen. Der Einsatz technischer Hilfen darf daher kein Alibi dafür werden, dass menschliche Beziehungen nur mehr in verringertem Umfang angeboten werden müssen.
Technische Hilfen sollen vielmehr den **Spielraum erweitern** und die Möglichkeit schaffen, die menschlichen Beziehungen dort zu entfalten, wo sie besonders wertvoll sind. Das soll heißen, dass durch die Erhöhung der Eigenständigkeit der behinderten oder alten Person **die Belastung der Helfer durch Routinetätigkeiten zurückgenommen** wird, Zeit für qualitativ hochwertigere Tätigkeiten frei wird und das Selbstwertgefühl der behinderten Person steigt.

B2: Mensch-Maschine Schnittstelle Ein- und Ausgabe

VC&HCT



Die Mensch-ICT Schnittstellen, nach CEN 2003

Die Schaffung von geeigneten und erfolgreichen Schnittstellen, die das Interface zwischen Mensch und Maschine sowie zwischen Mensch und Umwelt und hier insbesondere zwischen einem behinderten oder alten Menschen und seiner Umwelt herstellen, kann als das zentrale Thema und das wichtigste Anliegen der Rehabilitationstechnik angesehen werden.

EN ISO 9241

ist ein internationaler Standard, der Richtlinien der Mensch-Computer-Interaktion festlegt

- Ursprünglich: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten
- Begriff der „Gebrauchstauglichkeit“, Ergonomie
- Einbeziehung altersspezifischer Zugänglichkeit
- Mittlerweile erweitert auf Sprachdialogsysteme, taktile und haptische Interaktion…

B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

VC&HCT

Die generelle Art, wie User-Interfaces gestaltet wurden bzw. beim jeweiligen Stand der Technik gestaltet werden konnten, hat sich innerhalb von rund 80 Jahren mehrmals einschneidend geändert.

Interface Typ	Geburtsjahrgänge
Mechanisch	. . . . - 1938
Elektromechanisch	1938 - 1955
Displays	1955 - 1965
Menüs	1965+
Maus	1980+
Touchscreen	2000+

Dadurch sind Menschen verschiedener Geburtsjahrgänge mit vollkommen unterschiedlichen Generationen von Mensch-Maschine Schnittstellen aufgewachsen und vertraut geworden. Die Gewöhnung an den jeweiligen Stand der Technik hat sie geprägt, sodass später hinzugekommene Arten von Mensch-Maschine Schnittstellen für sie ein Umdenken und Umlernen erforderten. Besonders bei der Gestaltung von User-Interfaces für alte Menschen sollte diesem Umstand Rechnung getragen werden.
In der Tabelle sind die vier typischen Interface Generationen und die jeweiligen Geburtsjahrgänge, die damit vertraut sind zusammengestellt

B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

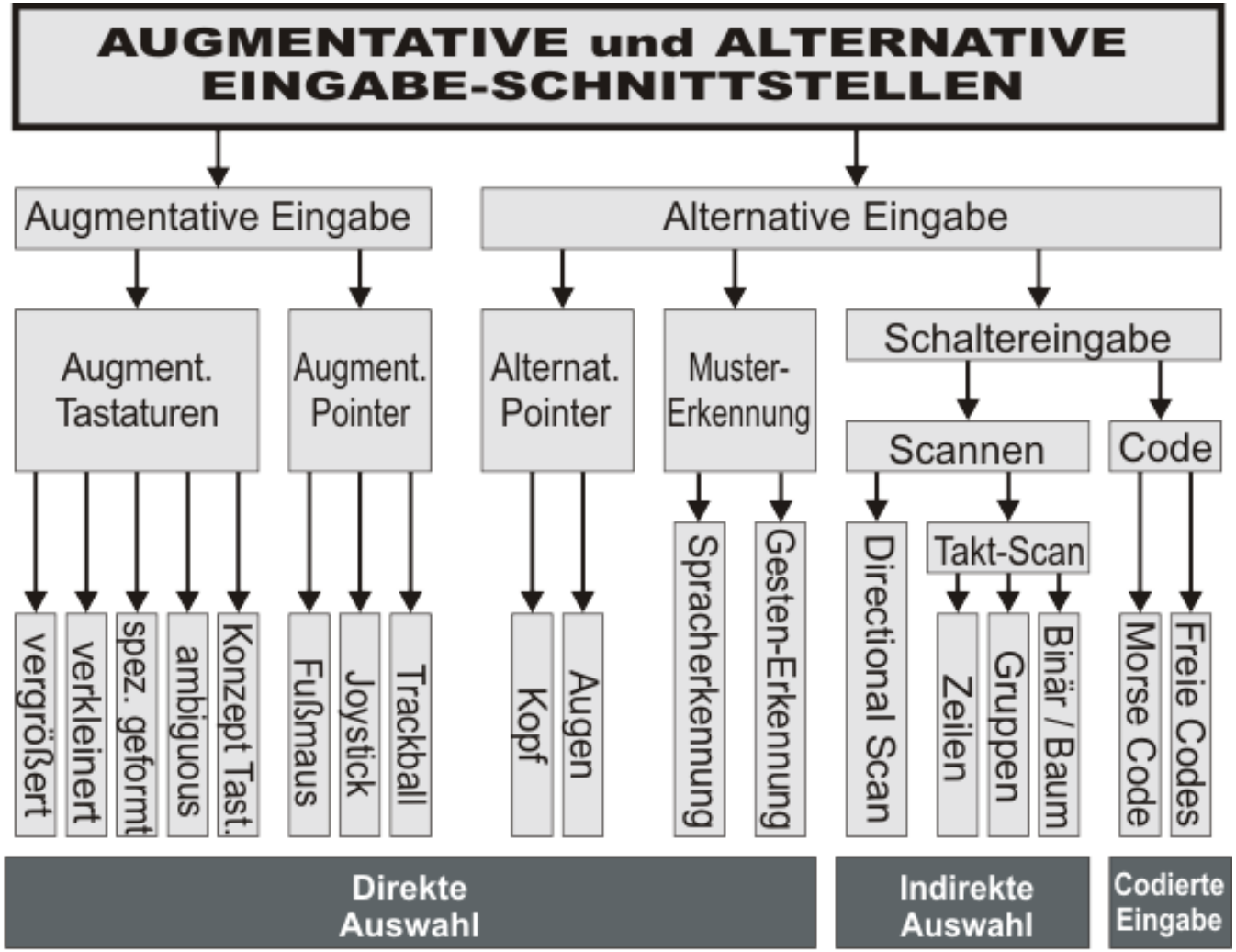
VC&HCT

Anpassung herkömmlicher Eingabegeräte
= **angepasste / augmentative** Eingabe

Schaffung vollkommen neuer Möglichkeiten für den Mensch-Maschine Dialog
= **alternative** Eingabeverfahren

VC&HCT

Systematik



B2: Mensch-Maschine Schnittstelle

VC&HCT

Typische Gründe für den Einsatz von augmentativen oder alternativen Mensch-Maschine Schnittstellen:

Der Zugang zu Computern ist über die konventionellen Eingabegeräte (Tastatur, Maus) nicht möglich.

Der Zugang zur direkten Kommunikation bzw. zur Tele-kommunikation ist wegen einer Einschränkung der Mobilität und/oder einer Sprechbehinderung nicht ohne technische Hilfe möglich.

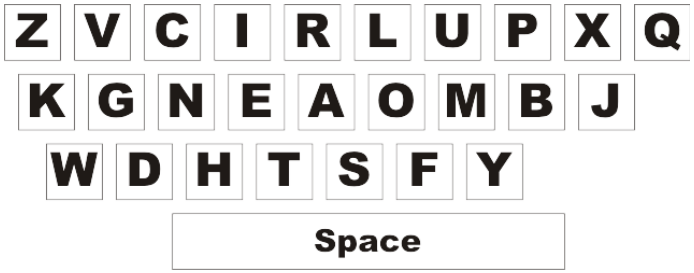
Da motorische Behinderungen und Sprechbehinderungen oft gemeinsam auftreten, muss bei technischen Hilfen für bewegungsbehinderte Menschen auch der Aspekt der Kommunikationsunterstützung einbezogen werden.

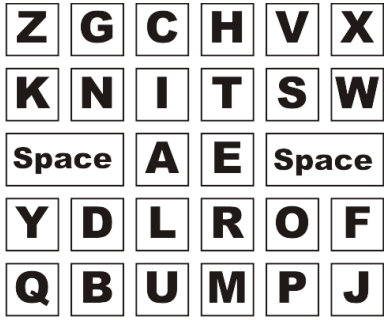
Der Zugang zur Umwelt ist nicht in gewohnter Weise möglich, weil die Bewegungsbehinderung die Mobilität im Raum einschränkt und bestimmte Verrichtungen (Bedienen von Geräten, Bewegen von Gegenständen etc.) nicht selbst ausgeführt werden können. Fernsteuersysteme (Umgebungssteuerungen) mit einer alternativen oder augmentativen Mensch-Maschine Schnittstelle werden als aktuatorisches Vikariat eingesetzt

Tastaturen (1)

Üblicherweise Verwendung aller zehn Finger beider Hände. Fehlen von Fingern, Lähmungen oder andere Beeinträchtigungen in der Motorik einer oder beider Hände machen es schwierig bzw. unmöglich, herkömmliche Tastaturen zu bedienen.
Tastaturen können alternativ auch durch einen **am Kopf befestigten** oder mit den **Zähnen gehaltenen Stab** bzw. mit den **Füßen** betätigt werden.
Anordnung der Buchstaben auf der Tastatur nach dem "QWERTY"-Schema jedoch **ungünstig** für Einzelfinger-, Kopfstab- oder Mundstab-Eingabe, da häufig nacheinander vorkommende Buchstaben weit voneinander liegend angeordnet sind (war günstig für mechanische Typenhebel-Schreibmaschinen)

Wegoptimierte Tastaturen





Wegoptimierte Tastaturanordnungen für Einzelfinger bzw. Mund- und Kopfstab Bedienung (für Englisch) mit ca. 30% bis 40% Reduktion der Wege

VC&HCT

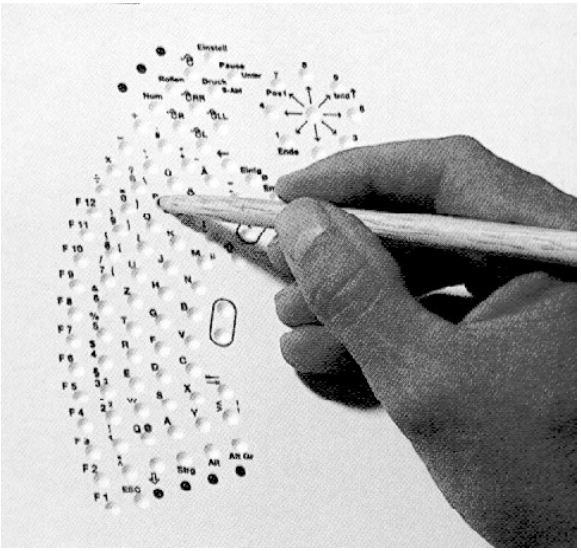
Tastaturen (2)

Vergrößerte Tastaturen

- Größere Tasten, größere Abstände
- Kompensation von Problemen der Feinmotorik
- Auch für Bedienung mit Füßen (z.B. wenn Hände fehlen)

Verkleinerte Tastatur

- Wenn keine größeren Bewegungen mit den Armen ausgeführt werden können
- Bei guter Feinmotorik der Hand (Handgelenk)



Kleine Tastatur, die mit einem Stift bedient wird.

VC&HCT

Tastaturen (3)

- speziell geformt
  - Z.B. statt Fingerbewegungen nur Bewegungen der Unterarme und der Handgelenke

Eingabegerät "Keybowl“: 2 mit Handflächen zu bedienende Kuppeln, die in 8 Richtungen gekippt werden können. Aus der Kombination dieser Kippbewegungen werden die einzelnen Zeichen für die Eingabe codiert.

- Ambiguous Keyboards
  - Jeder Taste sind mehrere Buchstaben zugeordnet
  - Wahrscheinlichstes Wort wird gebildet

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

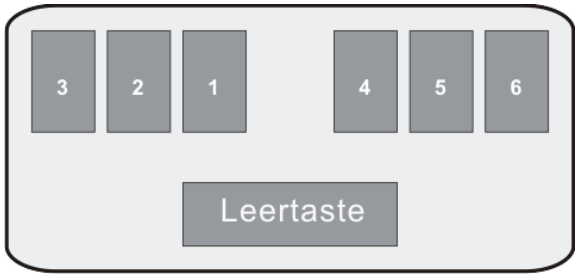
VC&HCT

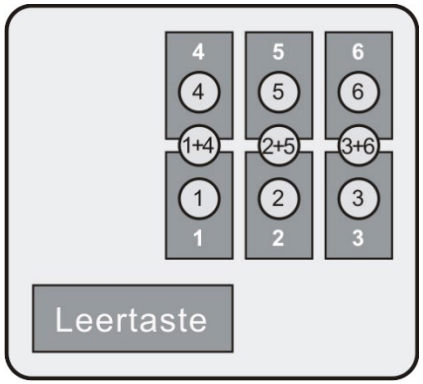
Tastaturen (4)

Einhandtastaturen

Allgemein

Für Braille



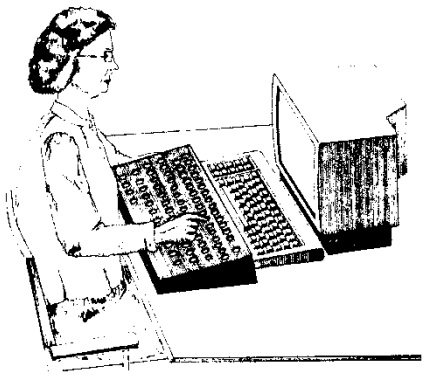


Links: Konventionelles Layout für eine Braille-Tastatur; rechts: Braille-Einhandtastatur nach dem "Stack-Layout" (für rechte Hand)

Tastaturen (5)

Konzept Tastaturen (*concept-keyboard*)

druckempfindliche Fläche (graphic tablet), bei der es möglich ist, die Lage der einzelnen „Tasten“ kunden-spezifisch anzuordnen.
Durch Programmierung lassen sich so beliebige Tastaturkonzepte realisieren.
Die Bezeichnung der "Tasten" erfolgt durch ein über die druckempfindliche gelegtes Beschriftungsblatt (overlay)



Lochmaske (keyguards)

Zur Vermeidung des Abrutschens von der gewünschten Taste (und unerwünschtem Anschlagen der Nachbartaste)
Bei unsicherer Bewegung der Hand/Finger (Spas
Parkinson etc.)
Bei Kopfstab- und Mundstabverwendung

Anpassung des Tastaturtreibers

Filter-Keys (Anschlagverzögerung):

Einstellung der Zeit, die eine Taste mindestens gedrückt werden muss, bis der Anschlag akzeptiert wird.

Eingabehilfen

Toggle-Keys (Statusanzeige):

signalisiert die momentane Stellung der Tasten „Caps-Lock“, „Num-Lock“ und „Scroll-Lock“ durch die Ausgabe verschieden hoher Töne nach jeder Betätigung.

Erleichterte Bedienung
Sprachausgabe, Bildschirmlupe, hoher Kontrast

Auto-repeat Einstellungen (Einsatzzeitpunkt und Frequenz):

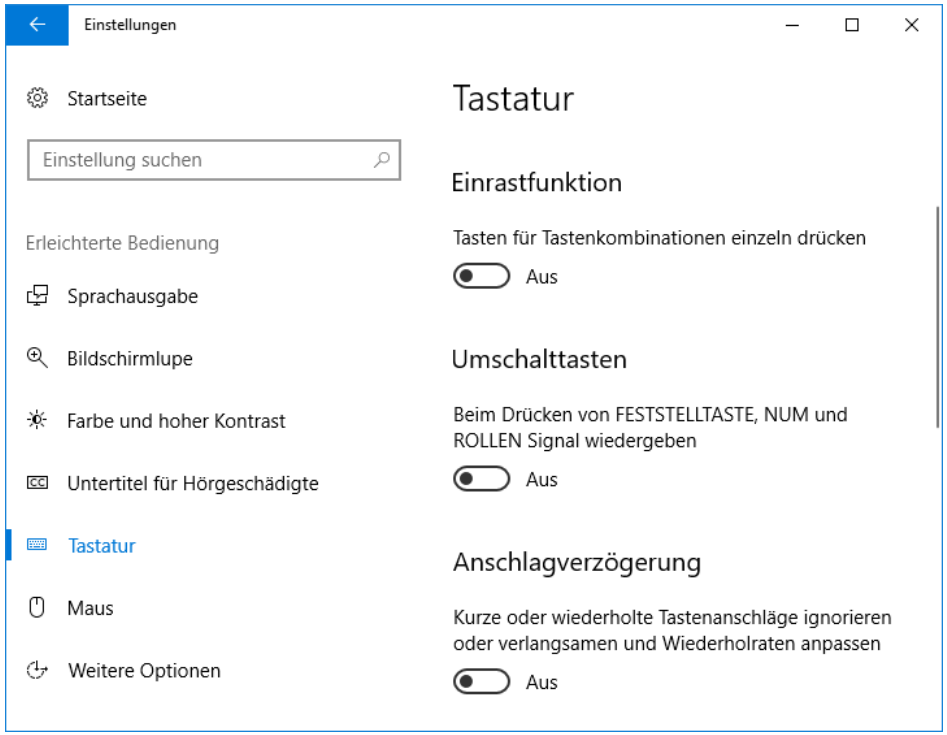
Herabsetzung der Wiederholrate (auto repeat) bzw. der Zeit bis zum Einsatz von auto repeat (einzustellen unter Anschlagverzögerung).

Sticky-Keys (Einrastfunktion):

Ersetzen von sonst üblichen gleichzeitig auszuführenden Mehrfachanschlägen (Shift, Alt, Ctrl) durch sequentielles Anschlagen (wichtig für Einhandbedienung bzw. bei Verwendung von Kopf-/Mundstab).

VC&HCT

Eingabehilfen in Windows – Tastatur-einstellungen



Augmentative Pointer (1)

"Pointer" = Eingabegeräte, mit denen auf GUI eine 2dimensionale Bewegung eines Cursors oder eines ähnlichen Objektes gesteuert wird z.B. Maus, Trackball, Joystick, Graphic Tablet, Touch Screen

Absolute Pointer

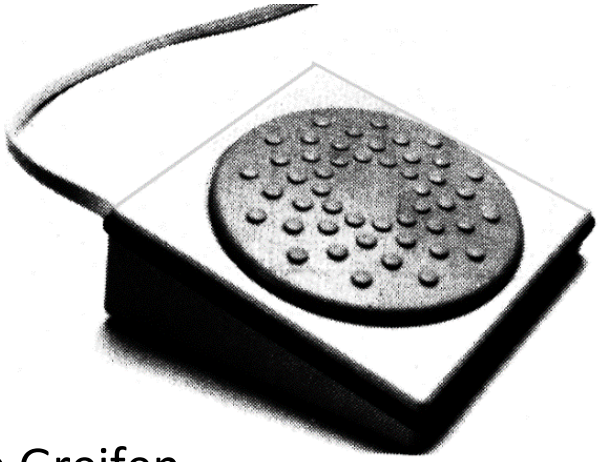
proportionales Verhalten: die Lage des Mauscursors am Bildschirm ist ein proportionales Abbild der Lage oder der Stellung des Pointers.
Benutzerin bestimmt also direkt den Ort des Mauscursors (z.B.: Maus, Trackball, Graphic Tablet).

Relative Pointer

integrales Verhalten: Auslenkung des Pointers aus der Ruhelage versetzt den Mauszeiger in Bewegung,
Größe der Auslenkung kann (muss aber nicht) ein Maß für die Geschwindigkeit sein.
Loslassen: Pointer kehrt in Ruhestellung zurück und Mauscursor bleibt wieder stehen.
Benutzer steuert also Richtung und Geschwindigkeit mit der sich der Mauscursor bewegt.
(z.B.: Joystick, Steuern des Mauscursors mit Einzelschaltern oder mittels der Tastatur).

VC&HCT

Augmentative Pointer (2)



Fußmaus

Dreh- und Kippbewegungen mit dem Fuß

Joystick

Bei ausreichender Motorik in den oberen Extremitäten aber Einschränkungen beim Greifen
Bedienbar auch noch mit Armstumpf, Prothese, Ellenbogen oder Kinn

Trackball

Oft statt mit Fingern mit der Handfläche bedient
für blinde Nutzer nützlich, dass er immer am gleichen Ort des Tisches bleibt.

VC&HCT

Augmentative Pointer (3)

Maussteuerung über Schalter

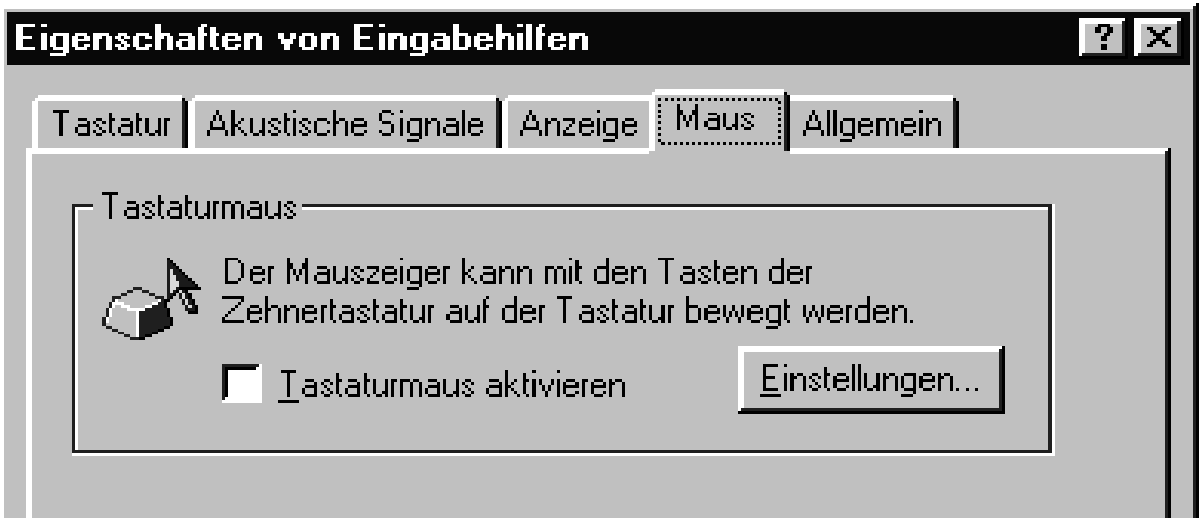
Für jede Richtung der Mausbewegung wird ein eigener Taster vorgesehen, ebenso für die Ausführung des Mausklicks. Der Mauszeiger ist so lange mit einer einstellbaren Geschwindigkeit in Bewegung wie der entsprechende Taster gedrückt wird.

Anpassung des Maustreibers im Betriebssystem (in fast jedem):

- 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“

VC&HCT

Eingabehilfen in Windows –Maus-Einstellungen „Tastaturmaus“



Einstellung der Größe des Mauszeigers

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

VC&HCT

Direkte Auswahl

Alternative Pointer

- Absolut
- Relativ

Kopf-Pointer in Verbindung mit einem Saug-Blas-Schalter (Headmaster).

Signalgewinnung für Auswahl (Klick):

Zusätzlicher Schalter

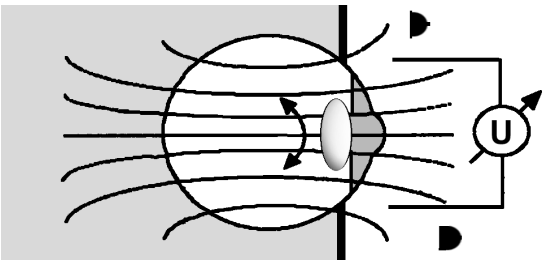
Verharren

Midas Touch Problem: Unterscheidung zwischen Aktion – „normalem“ Blick

VC&HCT

Alternative Pointer, verschiedene Arbeitsprinzipien:

- Kopfbewegungen
  - Optisch
    - aktive Lichtquelle am Kopf, ortsfester Empfänger
    - Optische Marker/Reflektor am Kopf, ortsfester Sender/Empfänger
    - Videokamera
  - Ultraschall (ortsfeste US Sensoren)
  - Beschleunigung (Sensoren am Kopf)
- Augenbewegungen
  - Optische Erfassung (Videokamera)
    - Stellung des Augapfels (Lage der Pupille) relativ zum Kopf
  - Elektro-Okulare-Potentiale (EOG)
    - Auge = elektrischer Dipol, bewegt sich relativ zum Kopf
    - Ableitung der Potentiale von Haut rund um das Auge
    - Potentiale sind Maß für die Stellung des Augapfels



Entstehung und Ableitung elektro-okularer Potentiale.

ASR (Automatic Speech Recognition) = 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 €
aktuell	fließend	Unlimitiert	0	gratis

Sprecher/innen – Abhängigkeit oder universell

Wortschatzgröße (fixes Befehls-Vokabular oder freies Diktat)

Gestik und Gebärden-Erkennung

- Handzeichen
- Gesichtsausdruck

Scannen und Schalter-Auswahl

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

VC&HCT

Manuelle Weiterschaltung des Fokus

(Directional Scanning, Stepping)

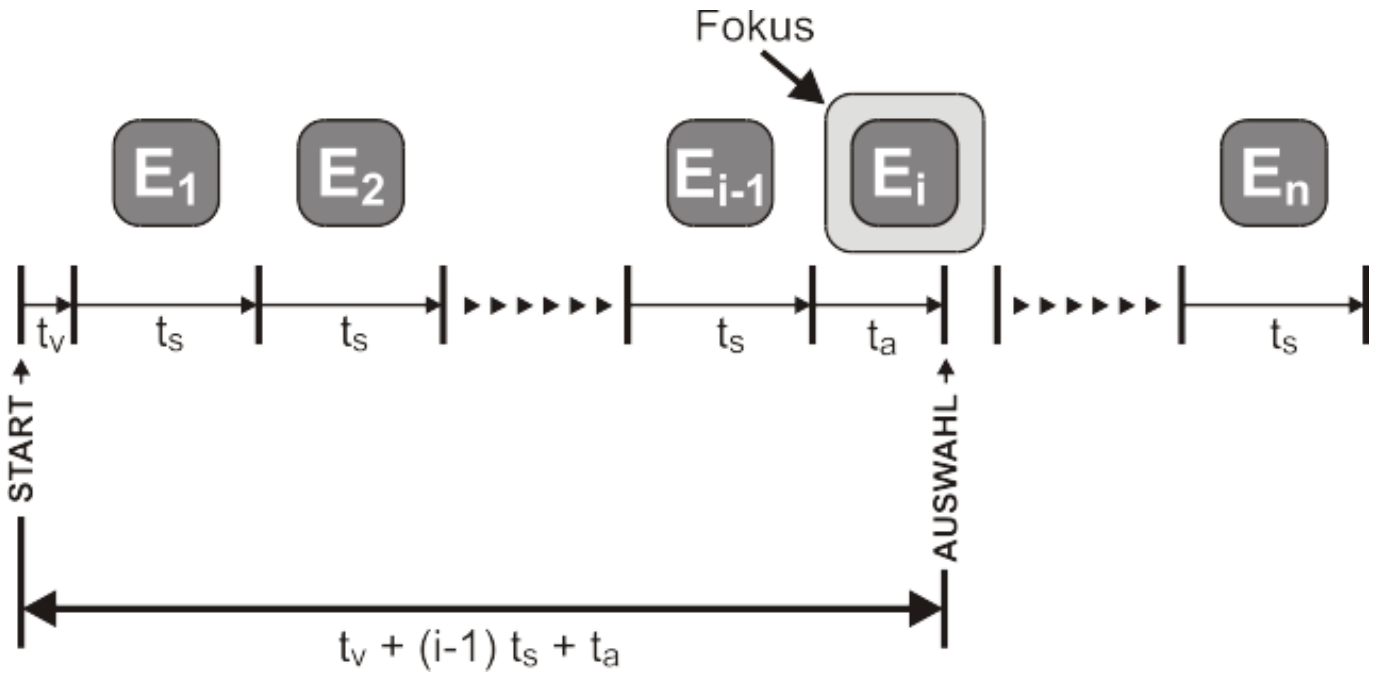
- Eine oder mehrere Tasten zur manuellen Weiterschaltung des Fokus
  - 5-Schalter (Bewegung in 4 Richtungen und Auswahl)
  - 2-Schalter (lineare Bewegung + Auswahl)
  - 1-Schalter (lineare Bewegung + Verweilzeit oder Länge des Druckes für Auswahl)

Getaktete automatische Weiterschaltung

(Timed Scanning)

VC&HCT

Zeilen-Scannen (Linear Scanning)

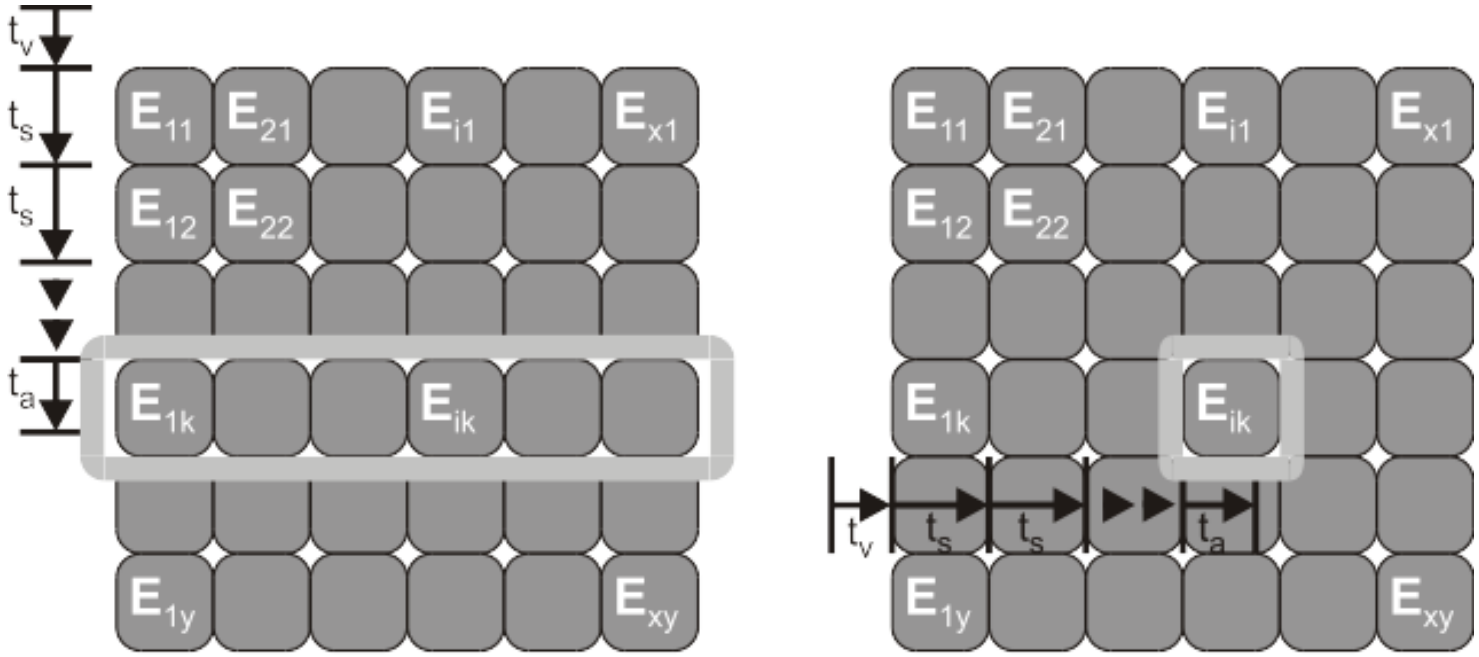


Zeitliche Zusammenhänge für getaktete Fokus-Weiterschaltung; $E_1 \ldots E_n$ = Elemente der Auswahlmenge, E_i = ausgewähltes Element t_s = Scanzeit, t_a = Auswahlzeit, t_v = Verzögerungszeit.

VC&HCT

Gruppen-Scannen

- Mehrstufiger Vorgang
- Meistens Zeilen-Spalten-Scannen

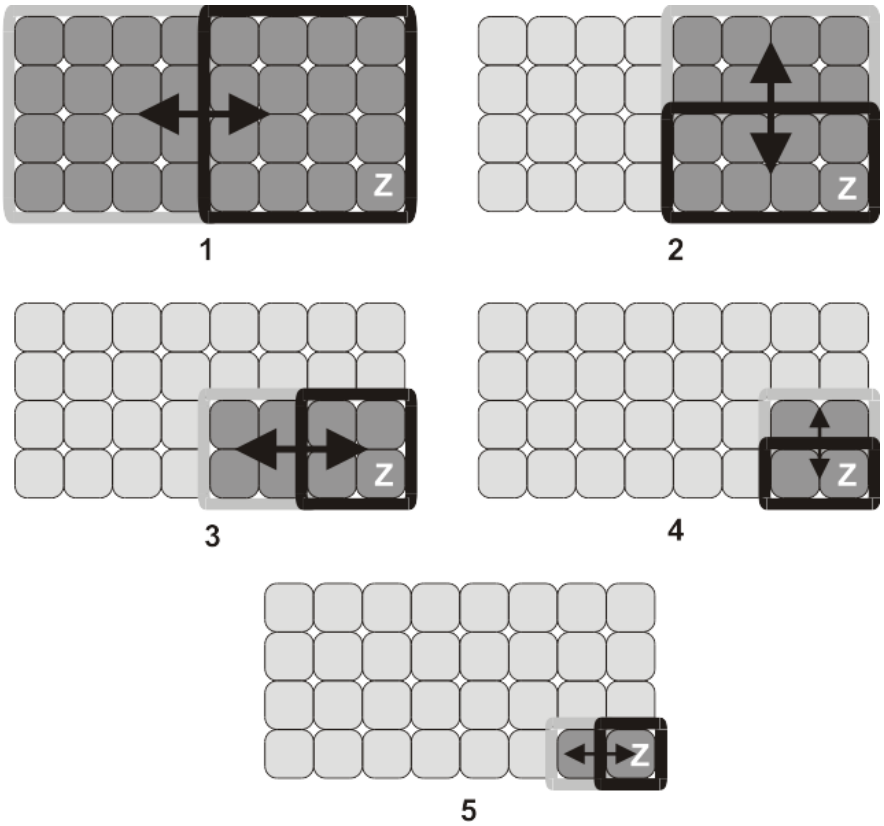


Scannen der Zeile

Scannen der Spalte

VC&HCT

Teilflächen-Scannen (Binary Scanning, Nested Scanning)

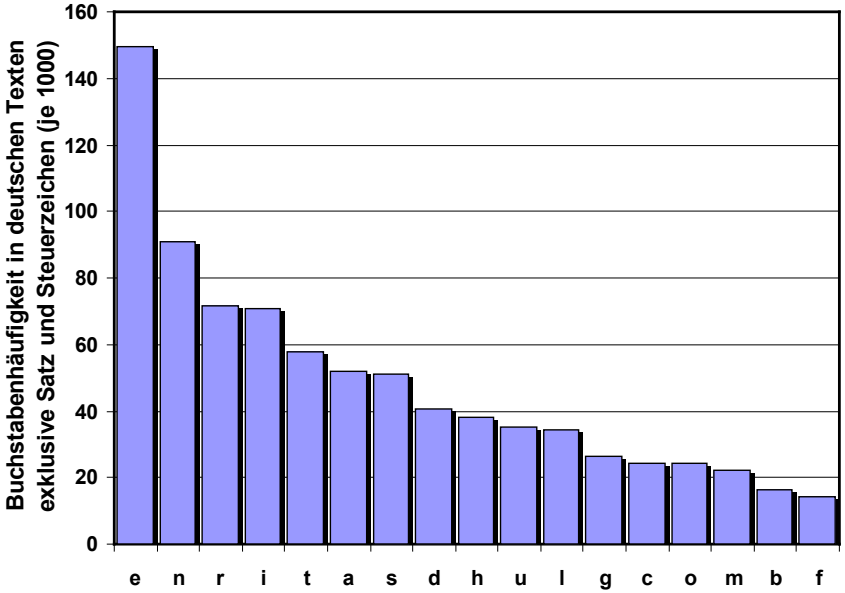


Auswahl des Elementes "Z" mit Binary-Scanning:
Die 32 Elemente werden jeweils in zwei gleich große Gruppen geteilt. Die zur Auswahl stehenden Gruppen sind dunkel dargestellt.
Im fünften Schritt kann die Entscheidung zwischen zwei Elementen getroffen werden.

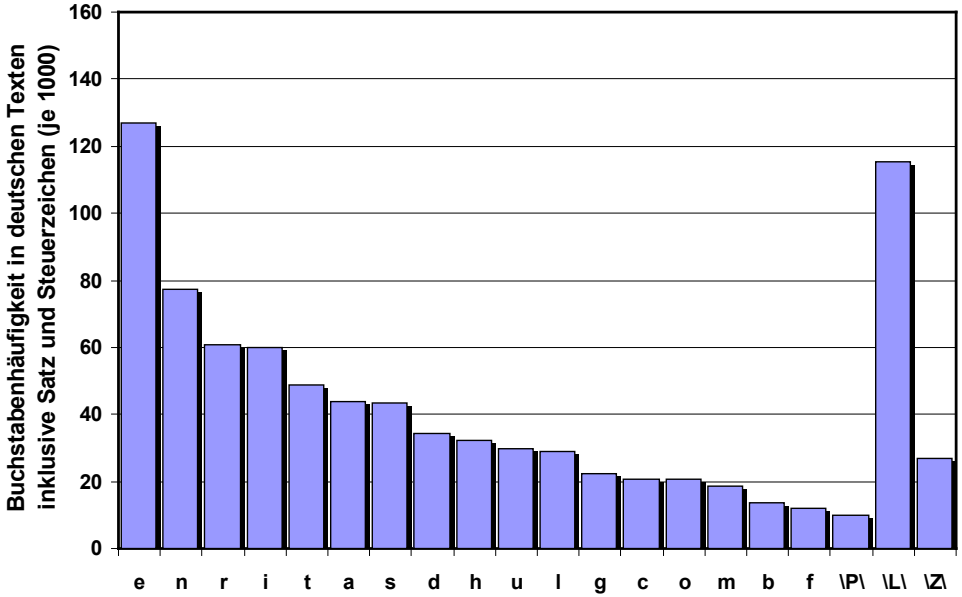
VC&HCT

Optimierte Anordnung der Elemente

Deutsch



Die 17 häufigsten Buchstaben in deutschen Texten ohne Berücksichtigung von Satz und Sonderzeichen.



Die 17 häufigsten Buchstaben in deutschen Texten mit Berücksichtigung von Satz und Sonderzeichen:
\P\ = Punkt,
\L\ = Leerzeichen,
\Z\ = Zeilenschaltung

VC&HCT

Lineare Anordnung (ohne Häufigkeit)

Für 1000 Zeichen (ts=1s, ta=0,8s) = 249 min

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 (ts=1s, ta=0,8s) = 133 min

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

VC&HCT

Zeilen-Spalten Scannen (ohne Häufigkeit)

Für 1000 Zeichen (ts=1s, ta=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

Zeilen-Spalten Scannen (mit Häufigkeit)

Für 1000 Zeichen (ts=1s, ta=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

VC&HCT

Teilflächen Scannen (mit Häufigkeit)

Für 1000 Zeichen (ts=1s, ta=0,8s) = 92 min

Langsamer und anstrengender als Zeilen-Spalten Scannen

<table>
<tr><td>E</td><td>LZ</td><td>N</td><td>A</td><td>R</td><td>S</td><td>D</td><td>M</td></tr>
<tr><td>I</td><td>H</td><td>U</td><td>B</td><td>L</td><td>F</td><td>Z</td><td>Ü</td></tr>
<tr><td rowspan="2">T</td><td rowspan="2">CR</td><td rowspan="2">G</td><td rowspan="2">,</td><td rowspan="2">C</td><td rowspan="2">.</td><td>P</td><td>Ö</td></tr>
<tr><td>J</td><td>X</td></tr>
<tr><td rowspan="2">O</td><td rowspan="2">K</td><td rowspan="2">W</td><td rowspan="2">Ä</td><td rowspan="2">V</td><td rowspan="2">Y</td><td>ß</td><td>Q</td></tr>
<tr><td>ZI</td><td>DE</td></tr>
</table>

VC&HCT

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	··——

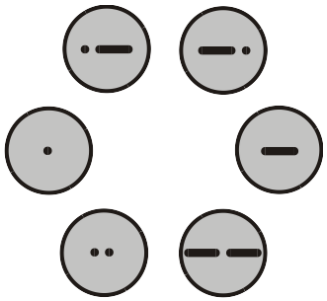
Morsealphabet für codierte Eingabe

Der Morse Code setzt sich aus Folgen von kurzen (Punkte) und langen (Striche) Tönen zusammen. Der Strich ist dabei dreimal so lang wie der Punkt. Die Töne werden durch kurze Pausen und die einzelnen Buchstaben durch lange Pausen getrennt.
Die durchschnittlich für die Bildung eines Buchstabens erforderliche Zahl von Schalterbetätigungen ist für Deutsch 2,2 für Englisch sogar nur 1,77 (Leerzeichen werden ja nicht eingegeben sondern entstehen durch Pausen.

Eingabe über Codes

Eine Eingabe von Texten oder Befehlen mit einem oder wenigen Schaltern ist außer durch Scannen auch durch (zeitliche) Codierung des Signals möglich

- Eingabe (Punkt, Strich und Pause) über eine einzige Taste
- Eingabe über 3 einzelne Tasten (Punkt, Strich, Trennung)
  - Morsezeichen werden durch zeitlich unkritisches Betätigen der Tasten für Punkt und Strich eingegeben und mit der dritten Taste abgeschlossen.
  - Anstelle der dritten Taste kann auch eine Pause nach der Eingabe verwertet werden
- Spezielle Tastatur für Morsecode
  - Elementare Sequenzen auf eine Taste codiert
  - Alle Zeichen können aus zwei sequentiellen Tastenanschlägen gebildet werden



Vorschlag für eine Tastatur zur Eingabe von Morsecode

Verglichen mit Scanning Methoden erweist sich die Eingabe von Zeichen mittels Morsecode wesentlich schneller und benötigt in Summe weniger motorische Aktivität. Allerdings werden behinderte Anwender/innen meistens nicht in der Lage sein, die geforderten Zeiteinheiten genau einzuhalten, sodass Programme, die Schaltersignale als Morsecode interpretieren, in der Lage sein müssen, auch zeitlich instabile Signale zu verwerten.

VC&HCT

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

VC&HCT

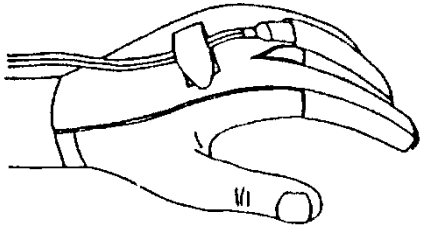
Typische Einzelschalter

Großflächige Taster („Ergotaster“)

- Durchmesser typ. 5…10 cm
- bei eingeschränkter Feinmotorik
- gepolsterte Ausführung

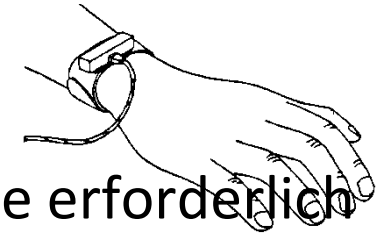
Kleinflächige Taster

- bei guter Feinmotorik



Fingerbeuge-Schalter:

- Vorteil: reagiert nur auf die Bewegung des Fingers, nicht aber auf Bewegungen der ganzen Hand



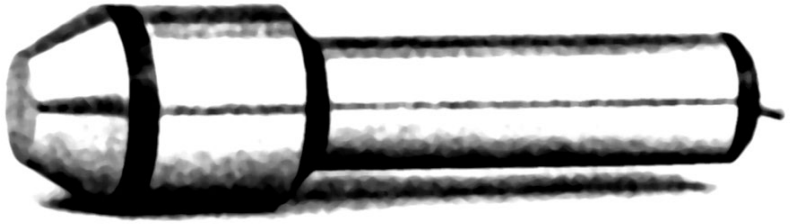
Neigungsschalter

- Reagiert auf Drehbewegungen des Unterarms
- Z.B. Quecksilberkontakt, keine Betätigungskräfte erforderlich

VC&HCT

Zweifach-Schalter für Berührungen

Sensortaster, ohne Kraftaufwand zu betätigen

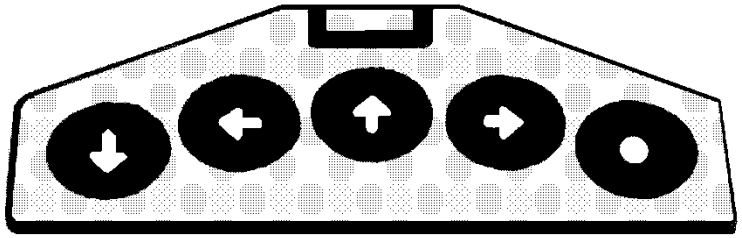


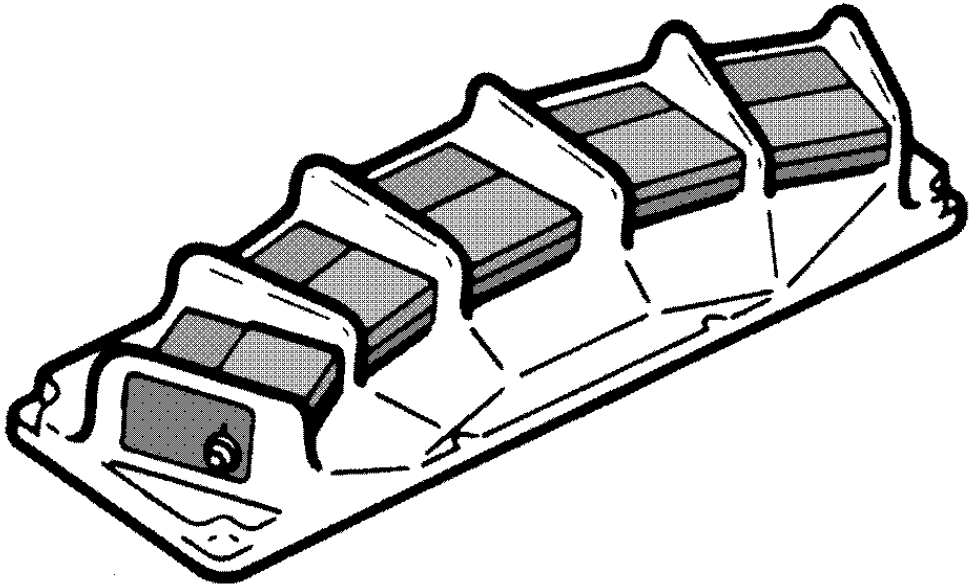
Manche Behinderungen gehen mit einem derartigen Kräfteverlust einher, dass selbst die Betätigung leichtgängiger mechanischer Schalter unmöglich wird. Der oben dargestellte 2-fach Schalter reagiert auf bloße Berührung seiner Oberfläche (konischer Teil und zylindrischer Teil stellen je einen Schalter dar).

VC&HCT

Typische Mehrfachschalter

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





links: Fünffach-Schalter mit großen Flächen rechts: Fünffach-Schalter zur Betätigung mit der Faust, dem Ellenbogen oder dem Fuß. Die Trennwände zwischen den einzelnen Schaltern verhindern ein Abrutschen auf den Nachbarschalter.

VC&HCT

Schalter für den Kopfbereich

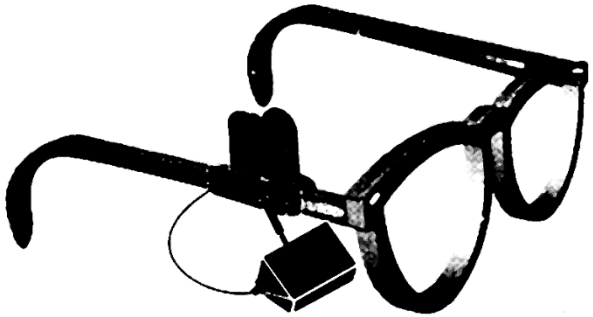
Lidschlagschalter

Bei hohen Querschnittlähmungen
Infrarotlichtschranke, z.B. am Brillengestell
willentlicher Lidschlag (Dauer > 250 ms) und unwillkürliche Lidschlägen (Dauer < 100 ms) müssen unterschieden werden

Gesichtsmuskelschalter / Wangen-Schalter

Ebenfalls mittels Reflexlichtschranken:

- Runzeln der Stirn
- Heben der Augenbrauen
- Aufblasen der Wangen



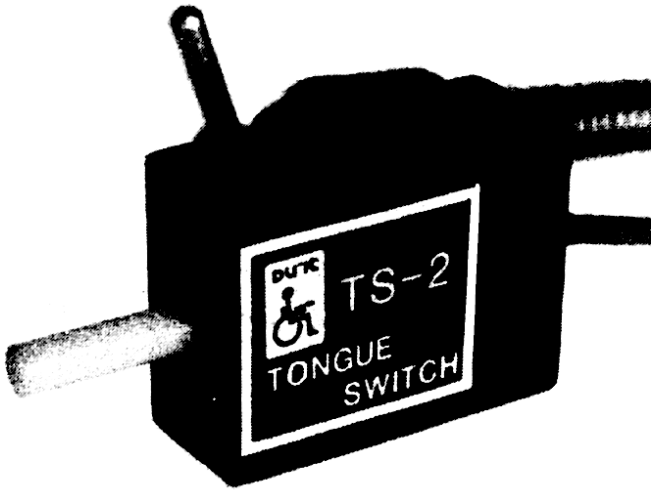
VC&HCT

Schalter für die Betätigung mit der Zunge

Einfache mechanische Schalter

Sensor-Schalter

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



VC&HCT

Saug-Blas-Schalter (*sip-puff-switch, suck-blow-switch*)

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

Saug-Blas-Schalter in Verbindung mit einem Mund-Joystick (IntegraMouse). Fa. Lifetool

Brain-Computer-Interface (1)

Einige Erkrankungen (Behinderungen) wie z.B. Zerebralparese (Cerebral Palsy, CP) oder Amyotrophe Lateral Sklerose (ALS) ziehen das Nervensystem bzw. die Muskulatur derart in Mitleidenschaft, dass es zu einer **vollkommenen Bewegungsunfähigkeit** kommt.

Da das Gehirn jedoch davon nicht betroffen ist, wird die Person zu einem Gefangenen des eigenen Körpers. Mit herkömmlichen Mitteln ist keinerlei Kommunikation mehr möglich.

Um 1990 ist es gelungen, **einzelne Muster im EEG** (Elektroenzephalogramm) durch die Verwendung von neuronalen Netzen automatisch zu erkennen, sodass es im weitesten Sinn des Wortes möglich wurde, aus dem EEG festzustellen, woran die Versuchsperson „dachte“.

BCI - Brain-Computer-Interface (2)

EEG = nichtinvasive Ableitung von Summenpotentialen des Cortex über Elektroden auf der Kopfhaut.
(Potentialbereich: 5 µV bis 300 µV, Frequenz: 0 Hz bis 150 Hz)

- EEG jedoch überlagert von störenden Signalen der Muskulatur (Kopfhaut und Nacken) sowie durch EOG Potentiale der Augen
- Durch invasive Ableitungen (Elektroden auf der Gehirnoberfläche oder eingestochene Elektroden) lassen sich präzisere und weniger gestörte Signale ableiten (als über nichtinvasive Ableitung von Summenpotentialen des Cortex über Elektroden auf der Kopfhaut)

Zwecks Auswertung von EEG Signalen für Steuerungs- und Kommunikationszwecke wurden Verfahren entwickelt (unterschiedlich je nach Anwendungsfall und Diagnose des Anwenders / der Anwenderin)

Brain-Computer-Interface (3)

Visuell evozierte Potentiale

Lichtblitze rufen evozierte Potentiale in visuellen Cortex hervor.

- AnwenderIn betrachtet einen Bildschirm.
- Elemente einer Auswahlmenge blitzen sequentiell auf.
- Jenes Element, das mit den Augen fixiert wird, ruft im EEG das höchste visuell evozierte Potential hervor.
- Es lassen sich vergleichsweise hohe Kommunikationsraten erreichen Werte bis zu 55 Bit/min oder 12 Wörtern/min
- Voraussetzung sind funktionierende Augenbewegungen, um die Fixation des auszuwählenden Elementes vornehmen zu können.

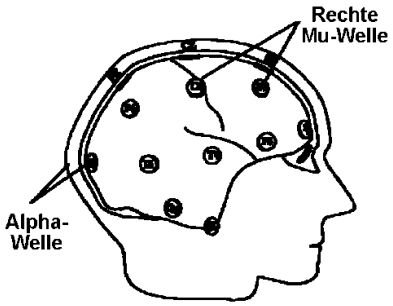
Zuverlässigere Signale ließen sich <u>nur mit Elektroden, die über dem visuellen Cortex implantiert</u> werden, erreichen.

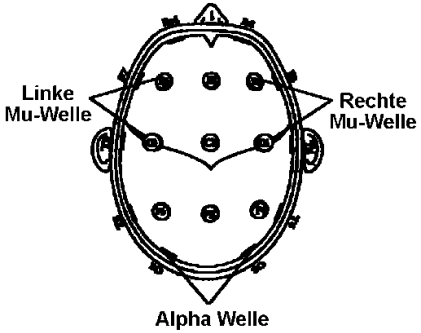
Brain-Computer-Interface (4)

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 α-Wellen in der rechten Gehirnhemisphäre
  - Geplante Bewegungen in einer Körperhälfte rufen μ-Wellen in der entgegengesetzten Hirn-Hemisphäre hervor.

α – entspannt, geschlossene Augen,
β – konzentriert, offene Augen,
μ - motorische Aktivität





Die Zeit, um eine Auswahl zu treffen, beträgt <u>bis zu 1 Minute</u>.

Brain-Computer-Interface (5)

Auswertung von μ-Wellen

Mittels Feedback-Mechanismen können Personen lernen, die Stärke ihrer μ- und β-Wellen, zu beeinflussen. Damit kann Cursorsteuerung realisiert werden

Slow Cortical Potentials (SCP)

Durch Training können die "Slow Cortical Potentials„ (die etwa 1000 ms nach Ereignis auftreten), willentlich beeinflusst und zur Cursorsteuerung verwendet werden.

Schreibgeschwindigkeit: etwa 2 Buchstaben/min.

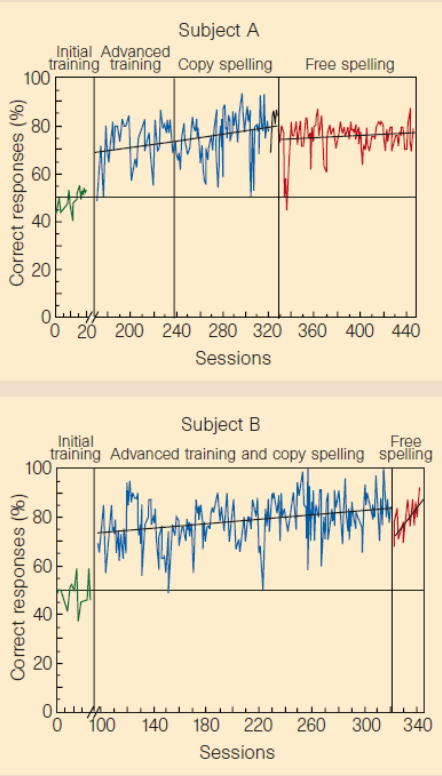
Feuerrate einzelner Neuronen

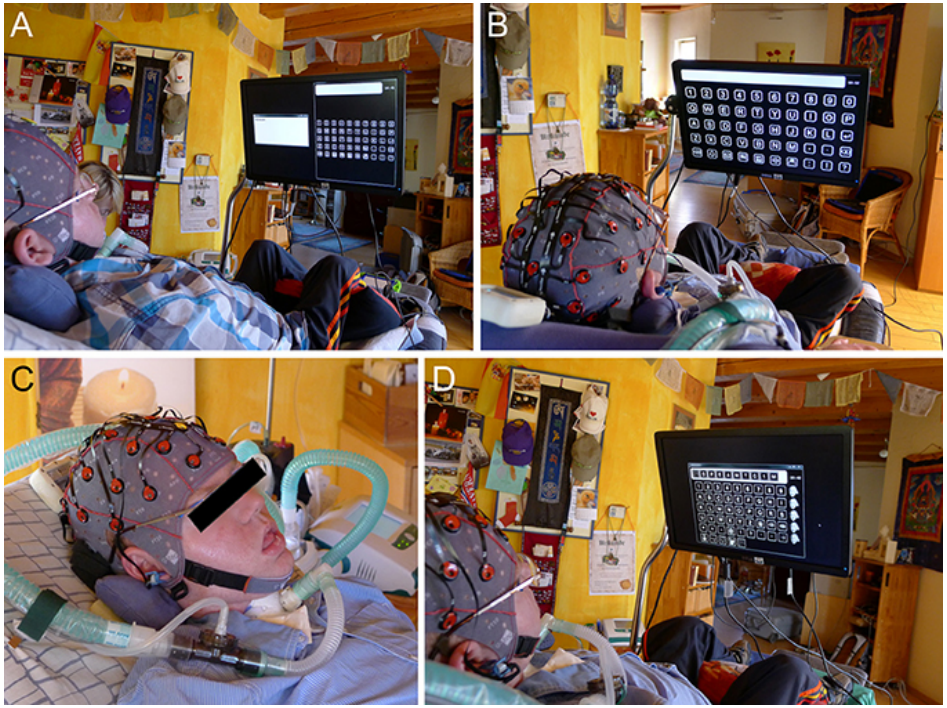
Durch Lernen mittels operanter Konditionierung kann erreicht werden, dass Personen die Feuerrate einzelner Neuronen willentlich beeinflussen können.

Notwendig: Implantierte Elektrode im Gehirn

Schreibgeschwindigkeit: etwa 2 Buchstaben/min.

Brain-Computer-Interface (6)





N.Birbaumer et al. 1999 A spelling device for the paralysed

I. Käthner et al. 2017 A Multifunctional BCI Intended for Home Use…

Rückblick

VC&HCT

4. BLOCK
13 - Wiederholung **Kap B1:Reha-Technik** *Einteilung der Hilfsmittel, Vikariat* *Planen und Konstruieren, Design*
14 Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle *Einleitung* *Augmentative Eingabe* *Alternative Eingabe 1*
15 Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle *Alternative Eingabe 2 - Scannen*
16 Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle *Alternative Eingabe 3 – Schalter*

Ausblick

VC&HCT

5. BLOCK
17 - Wiederholung ***Kap B2: Mensch-Maschine Schnittstelle*** *Augmentative Ausgabe* *Alternative Ausgabe*
18 Kap B3: Gestaltung der Umwelt *Allgemeine Regeln* *Technische Einrichtungen 1*
19 Kap B3: Gestaltung der Umwelt *Technische Einrichtungen 2* *Kommunikationseinrichtungen* ***Kap C1: Sehen und Orientierung*** *Verbesserung d. Sehvermögens*
20 Kap C1: Sehen und Orientierung *Ersatz für das Sehvermögen* *Orientierung und Navigation*