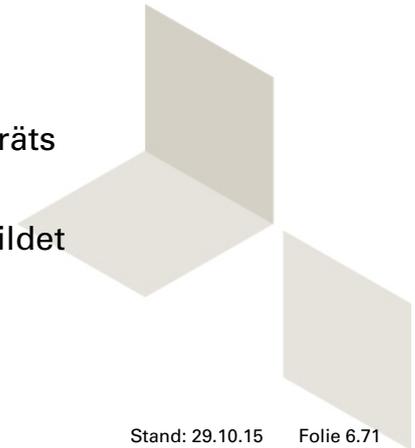


## 6.1.7.1 Positioniergeräte (1)

- **Zweck: indirektes Zeigen**
  - Steuerung der Schreibmarke (Cursor) in Texten
  - Steuerung des Zeigers (Pointer) in grafischen Darstellungen
  - Steuerung des Zeigers zur Auswahl in Menüs
- **Art der Positionierung**
  - relativ
    - aktuelle Position wird verändert  
entsprechend der Bewegung des Eingabegeräts
  - absolut
    - Arbeitsfläche des Eingabegeräts wird abgebildet  
auf die Fläche des Ausgabegeräts



## 6.1.7.1 Positioniergeräte (2)

- **Freiheitsgrade / Dimensionen**
  - eindimensional für Auswahl in Listen und Menüs
    - bestimmt einen Punkt auf einer Geraden
  - zweidimensional für Texte und Fenstersysteme
    - bestimmt einen Punkt in der Ebene
  - dreidimensional für Konstruktion im Raum
    - bestimmt einen Punkt im Raum
  - sechsdimensional für virtuelle Umgebungen
    - bestimmt einen Punkt im Raum und
    - einen Richtungsvektor an diesem Punkt
  - weitere Freiheitsgrade möglich
    - z.B. Intensität des Drucks bei Eingabe mit Stift
    - z.B. Krümmung und Spreizung der Finger beim Datenhandschuh



## 6.1.7.2 Maus (1)

- **Definition (DIN EN ISO 9241-400)**  
Computereingabegerät mit einer oder mehreren Tasten und der Fähigkeit, eine zweidimensionale Rollbewegung auszuführen, das eine Positionsmarke auf der Anzeige bewegen und eine Reihe von Auswahlaktionen und Kommandos verrichten kann
- **Art**  
zweidimensional  
relative Positionierung



Maus der Atari ST-Computer, um 1985

## 6.1.7.2 Maus (2)

- **Technische Realisierung**
  - mechanisch (Kugel) / optisch (Licht)
  - Datenübertragung per Kabel oder Funk
  - meist eine bis drei Tasten
- **Einstellbare Eigenschaften**
  - Übersetzung  
linear / geschwindigkeitsabhängig
  - Zuordnung der Tasten
  - Doppelklick



Microsoft Bus-Maus ca. 1987

## 6.1.7.2 Maus (3)

- **Kombinationen**
  - mit einem Wertgeber oder mehreren
  - mit (Mehrfach-)Berührungsfläche
- **Verwendbarkeit**
  - Büroumgebung
    - Bedienung grafischer Benutzungsoberflächen
  - öffentliche Anwendungen
    - nur bei Beobachtung
    - nur für Personen mit Computererfahrung



Apple Magic Mouse  
mit Mehrfachberührungsfläche zur Gestenauswertung

## 6.1.7.2 Ergonomie von Mäusen

- **DIN EN ISO 9241-410 Anhang C**
- **Ergonomische Forderungen**
  - gut in der Hand liegend
  - Rechts- / Linkshändigkeit beachtend
  - Bewegungsaufnehmer unter den Fingern
  - Minimierung der statischen Haltearbeit
  - keine spezielle Unterlage
  - kabellose Datenübertragung wünschenswert
  - visuelle Rückmeldung innerhalb von 20 ms
  - Schaltelemente
    - leicht zu erreichen und zu betätigen
    - geschützt gegen unabsichtliche Betätigung
    - keine Positionsveränderung durch Betätigung
    - kinästhetische Rückmeldung (0,5 bis 6 mm Hub)



Microsoft Maus für Rechtshänder

### 6.1.7.3 Rollkugel (Trackball) (1)

- **Definition (DIN EN ISO 9241-400)**
  - eine Kugel in einem festen Gehäuse, die zum Steuern der Zeigerbewegung in jede beliebige Richtung gerollt werden kann
- **Art**
  - zweidimensional
  - relativ
- **Technische Realisierung**
  - Abtastung mechanisch, optisch, induktiv
  - Durchmesser von 1 bis 10 cm
  - Datenübertragung per Kabel oder Funk
  - auch fest eingebaut in Tastatur / Terminal
  - meist eine bis drei Tasten



Vandalismustester Edelstahltrackball,  
[www.wes-electronic.de/de/trackballs](http://www.wes-electronic.de/de/trackballs)

### 6.1.7.3 Rollkugel (Trackball) (2)

- **Bedienung**
  - Daumen
  - Zeigefinger
  - mehrere Finger



Rollkugel zur Bedienung mit dem Daumen  
[www.logitech.com/de-de/mice-pointers/trackballs](http://www.logitech.com/de-de/mice-pointers/trackballs)



Rollkugel zur Bedienung mit dem Zeigefinger  
[www.logitech.com/de-de/mice-pointers/trackballs](http://www.logitech.com/de-de/mice-pointers/trackballs)



Rollkugel zur Bedienung mit mehreren Fingern  
[www.wes-electronic.de/de/trackballs-desktop](http://www.wes-electronic.de/de/trackballs-desktop)

- **Einstellbare Eigenschaften**
  - Übersetzung linear / geschwindigkeitsabhängig
  - Zuordnung der Tasten
  - Doppelclick

### 6.1.7.3 Rollkugel (Trackball) (3)

- **Optischer Trackball**
  - optische Abtastung der Fingerbewegung
  - keine Rollkugel im eigentlichen Sinn
- **Verwendbarkeit von Rollkugeln**
  - Büroumgebung
    - wenn wenig Platz zur Verfügung steht
    - in mobilen Geräten
  - öffentliche und technische Anwendungen
    - Schutz gegen Umwelteinflüsse möglich
    - vandalismusresistente Ausführungen
    - auch in bewegter Umgebung einsetzbar
      - z.B. auf Schiffen in Radargeräten



So genannter optischer Trackball am Mobiltelefon

### 6.1.7.3 Ergonomie von Rollkugeln

- **DIN EN ISO 9241-410 Anhang F**
- **Forderungen**
  - Minimierung der statischen Haltearbeit
  - Leichtgängigkeit, Präzision
  - Halten der eingestellten Position
  - visuelle Rückmeldung innerhalb von 20 ms
  - Schaltelemente
    - leicht zu erreichen und zu betätigen
    - geschützt gegen unabsichtliche Betätigung
    - Anordnung der Tasten passend zur Art der Bedienung
    - Unterstützung des Ziehens
    - kinästhetische Rückmeldung (0,5 bis 6 mm Hub)
  - Dimension von Kugel und Kalotte (?)



Ältere Rollkugel  
zur Bedienung mit dem Daumen

## 6.1.7.4 Touchpad (Berührungsfeld) (1)

- **Definition (DIN EN ISO 9241-400)**
  - ein berührungsempfindliches Plättchen, das die Lage des Fingers einer Person auf seiner Oberfläche erfasst
- **Art**
  - zweidimensional
  - in der Regel relative Positionierung
- **Technische Realisierung**
  - kapazitiv oder resistiv
  - häufig fest eingebaut in Tastatur / Terminal
  - meist eine bis drei Tasten
  - auch als Mehrfachberührungsfeld
  - auch mit integrierten Tasten (ohne Trennung im Feld)



Integriertes Touchpad eines Laptops

## 6.1.7.4 Touchpad (Berührungsfeld) (2)

- **Einstellbare Eigenschaften**
  - Übersetzung linear / geschwindigkeitsabhängig
  - Zuordnung der Tasten
  - Doppelklick, Ziehen
  - Gesten
- **Verwendbarkeit**
  - Büroumgebung
    - wenn wenig Platz zur Verfügung steht
    - für schnellen Zugriff durch Gesten
    - in mobilen Geräten
  - öffentliche Anwendungen
    - Schutz gegen Umwelteinflüsse möglich
    - meist nicht völlig vandalismusresistent



Touchpad für öffentliche Anwendungen  
[www.va-tastatur.de/produkte/trackball-touchpad/touchpad.htm](http://www.va-tastatur.de/produkte/trackball-touchpad/touchpad.htm)

## 6.1.7.4 Ergonomie von Berührungsfeldern

- DIN EN ISO 9241-410 Anhang G
- Ergonomische Forderungen
  - Minimierung der statischen Haltearbeit
  - Voreinstellung zur Unterscheidung Positionieren / Klicken
  - Anordnung der Tasten passend zur Art der Bedienung
  - Unterstützung des Ziehens
  - Einstellbarkeit aller Parameter
  - Anforderungen an Schaltelemente wie bei Maus / Rollkugel

## 6.1.7.5 Joystick (Steuerknüppel) (1)

- Definition (DIN EN ISO 9241-400)
  - ein in eine feste Halterung eingelassener Hebel, der zum Steuern der Bewegung von auf einem Bildschirm dargestellten Objekten benutzt wird
- Art
  - zweidimensional
  - meist relativ (isometrisch)
    - Bewegung
    - Kraft
  - selten absolut (Verschiebungsjoystick)
    - Lage



Turbo PRO Joystick für Spiele, etwa 1985

## 6.1.7.5 Joystick (Steuerknüppel) (2)

- Technische Realisierung
  - Schalter
    - mechanisch
    - berührungslos (z.B. Hall-Effekt-Sensoren)
  - Kraftaufnehmer
    - z.B. Dehnungsmessstreifen  
=> unbeweglicher Joystick
  - teilweise fest eingebaut in Tastatur / Terminal
  - meist eine bis drei Tasten
- Bedienung
  - Umfassen und Bewegen mit der Hand
  - Bewegen durch aufgelegten Zeigefinger



Joystick für Spiele und Simulationen mit Kraftrückmeldung



In die Tastatur eines Laptops integrierter Stick, zugehörige Tasten unter der Leertaste

## 6.1.7.5 Joystick (Steuerknüppel) (3)

- Verwendbarkeit
  - Büroumgebung
    - nur in mobilen Geräten
    - nur bei Handauflage und Bedienung mit einem Finger
  - Mobiltelefon
    - Fingerbetätigung
    - ähnlich Wipptaste
  - Simulationen und Spiele
    - robuste Ausführung möglich
    - realitätsnah
    - auch mit Force Feedback => 6.1.11.2



Joystick am Mobiltelefon



Wipptasten in gleicher Funktion



Robuste Joysticks Zum Einbau für industrielle Anwendungen  
[www.wes-electronic.de/de/joystickszumeinbau](http://www.wes-electronic.de/de/joystickszumeinbau)

## 6.1.7.5 Ergonomie von Steuerknüppeln

- DIN EN ISO 9241-410 Anhang E
- Ergonomische Forderungen
  - Minimierung der statischen Haltearbeit
  - Elliptische Form für Umfassung mit der Hand
  - Unterstützung für rasches und genaues Positionieren
  - Anordnung der Tasten passend zur Art der Bedienung
  - Unterstützung des Ziehens
  - Einstellbarkeit aller Parameter
  - Anforderungen an Schaltelemente wie bei Maus / Rollkugel



## 6.1.7.6 Tablett (1)

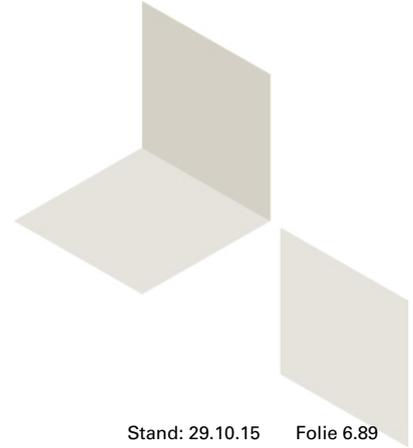
- Definition (DIN EN ISO 9241-400)
  - eine besondere ebene Platte mit einem Eingabegerät (z. B. Griffel oder Puck) zum Auswählen, Zeichnen oder zum Anzeigen von Positionen von darzustellenden Bildern
- Art
  - zweidimensional
  - absolut und relativ
    - mit Puck meist absolut
    - mit Griffel auch relativ



Tablett mit Griffel

## 6.1.7.6 Tablett (2)

- Technische Realisierung
  - meist induktiv, seltener resistiv
  - Bedienung mit Griffel oder Puck
  - Griffel / Puck heute meist kabellos
  - bei Griffel oft auch Druck auswertbar, keine Taste erforderlich
  - Puck mit mindestens einer Taste
- Griffel => bereits behandelt in 6.1.63



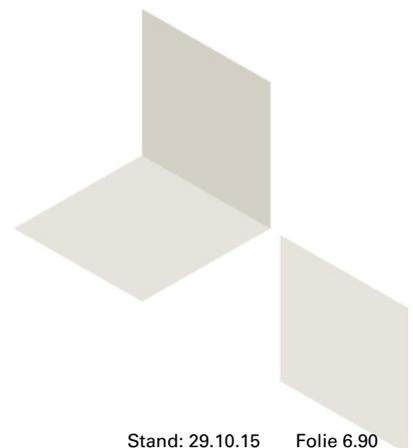
## 6.1.7.6 Tablett (3)

- Puck (DIN EN ISO 9241-400)
  - handgeführtes mausähnliches Gerät, aber mit einem Fadenkreuz in einem Sichtfenster als Positionierhilfe, das üblicherweise in Verbindung mit einem Digitalisiertablett benutzt wird



Puck für Digitalisiertablett

[research.microsoft.com/en-us/um/people/bibuxton/buxtoncollection/detail.aspx?id=205](http://research.microsoft.com/en-us/um/people/bibuxton/buxtoncollection/detail.aspx?id=205)



## 6.1.7.6 Tablett (4)

- **Einstellbare Eigenschaften**
  - Umschaltung absolut / relativ
  - in relativem Modus wie bei Maus
  - in absolutem Modus Skalierung
- **Verwendbarkeit**
  - **Büroumgebung**
    - relativ hoher Platzbedarf
    - für grafische Anwendungen
    - für Koordinateneingaben
    - auch zur Funktionsauswahl (Overlay, Auflegemaske, Tablettmenü)
      - eine dünne Schablone auf der Oberfläche eines Tablettes zum Anzeigen der graphischen Funktionen, die dem Benutzer zur Verfügung stehen



Großformatiges Digitalisiertablett  
(„Tablet gerber“. Lizenziert unter CC BY-SA 3.0 über Wikimedia Commons)  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tablet\\_gerber.jpg#/media/File:Tablet\\_gerber.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tablet_gerber.jpg#/media/File:Tablet_gerber.jpg)

## 6.1.7.6 Ergonomie von Tabletts

- DIN EN ISO 9241-410 Anhang H (Tablett, Overlay)
- DIN EN ISO 9241-410 Anhang D (Pucks)
- **Ergonomische Forderungen**
  - Tablettfläche bei absoluter Positionierung ausreichend groß
  - Tablett und Griffel rutschsicher
  - Griffelbetätigung durch Niederdrücken
  - Fadenkreuz des Pucks deutlich sichtbar
  - keine Fehler durch Parallaxe im Fadenkreuz des Pucks
  - Tasten so angeordnet, dass kein unbeabsichtigtes Verschieben auftritt
  - Griffel / Puck ohne Kabel
  - Einstellbarkeit aller Parameter
  - Stellelemente wie bei Maus / Rollkugel

## 6.1.7.7 Positioniergeräte mit mehr als zwei Dimensionen

- Positionieren im dreidimensionalen Raum
  - Ausgabe
    - zweidimensional
      - mathematische Projektion auf Darstellungsebene
    - dreidimensional
      - spezielle Ausgabegeräte => 6.2.4
  - Eingabe
    - zweidimensionales Gerät mit Erweiterungen
      - Maus mit Rändelrad
      - Steuerknüppel, der in der Höhe verändert werden kann
    - spezielle dreidimensionale Geräte



## 6.1.7.7 Bat (Fledermaus) (1)

- Art
  - drei bis sechsdimensional
  - relativ
- Technische Realisierung
  - Funk- / Magnetfeldpeilung
  - Ultraschallpeilung
- Bedienung
  - wie hochgehobene 2-D-Maus
  - auch Geräte mit Befestigung am Finger
  - meist ein bis drei Tasten



Logitech6-D-Maus mit Ultraschallpeilung 1992

## 6.1.7.7 Bat (Fledermaus) (2)

- **Verwendbarkeit**
  - Büroumgebung
    - Spiele
      - relativ preisgünstiges 3-D-Eingabegerät
    - grafische Anwendungen
      - wegen ergonomischer Probleme kaum sinnvoll einsetzbar
- **Ergonomische Forderungen**
  - Minimierung statischer Haltearbeit – aber wie?
  - Tasten so anbringen, dass keine unbeabsichtigte Bewegung auftritt
  - Beachtung von Rechts- / Linkshändigkeit
  - Einstellbarkeit aller Parameter
- **nicht mehr auf dem Markt**

## 6.1.7.7 3D-Maus (1)

- **Art**
  - sechsdimensional
  - Ausrichtung und Position relati
- **Technische Realisierung**
  - mechanische Schalter
  - optische Abtastung
  - bis zu zwölf Tasten
- **Bedienung**
  - mit der zweiten Hand
  - Bewegung in drei Achsen
  - Drehung um jede dieser Achsen



SpaceController  
[www.spacecontroller.de](http://www.spacecontroller.de)

### 6.1.7.7 3D-Maus (2)

- **Einstellbare Eigenschaften**
  - ähnlich wie bei 2D-Maus
- **Verwendbarkeit**
  - Büroumgebung
    - CAD, Animation, Robotik
    - Manipulation von Objekten im 3-D-Raum
- **Ergonomische Forderungen (ungesichert)**
  - Minimierung statischer Haltearbeit
  - Beachtung von Rechts- / Linkshändigkeit
  - kein Abrutschen / Wegrutschen
  - Stellelemente wie bei Maus etc.
  - Einstellbarkeit aller Parameter



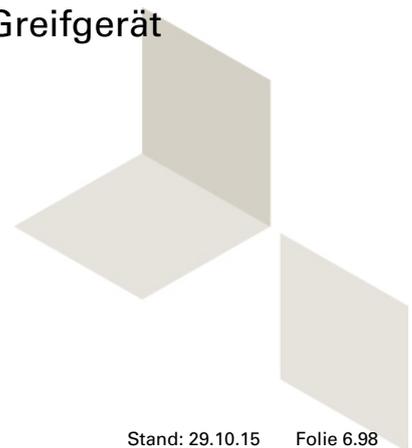
SpaceNavigator  
[www.3dconnexion.de/products/spacemavigator.html](http://www.3dconnexion.de/products/spacemavigator.html)



SpacePilot  
[www.3dconnexion.de/products/spacepilot-pro.html](http://www.3dconnexion.de/products/spacepilot-pro.html)

### 6.1.8.1 Eingabegeräte für virtuelle Umgebungen

- **Zweck**
  - Positionier- und Zeigegeräte in einem
  - Navigation in virtueller Umgebung:  
drei- bis sechsdimensionales Positioniergerät
  - Manipulation von virtuellen Objekten:  
drei- und mehrdimensionales Zeigegerät / Greifgerät
- **Freiheitsgrade**
  - sechs und mehr
- **Art der Positionierung**
  - relativ
  - absolut



## 6.1.8.2 Datenhandschuh (1)

- Technische Realisierung
  - Positionssensoren für Ort im 3D-Raum
  - Lagesensoren für Ausrichtung im 3D-Raum
  - Griffsensoren / Kraftsensoren für Griff
  - Sensoren für Spreizung
  - haptische Rückmeldung möglich
- Einstellbare Eigenschaften
  - relative Positionierung / absolutes Zeigen
  - noch keine Standards
  - bei Navigation ähnlich 3D-Maus
  - Mausemulation, z.B. Greifen als Klicken
  - Übersetzung von Gesten



Arbeit mit rechtem und linkem CyberGlove von Immersion Corp.

## 6.1.8.2 Datenhandschuh (2)

- Verwendbarkeit
  - Laborumgebung
    - Fernwirkung
    - Simulation
  - noch Gegenstand der Forschung
- Ergonomische Probleme
  - statische Haltearbeit
  - Behinderung durch Kabel
  - Hygiene



5DT Data Glove 5 von Fifth Dimension Technologies für linke Hand als Ergänzung zur Maus

### 6.1.8.3 Datenhelm (1)

- Technische Realisierung
  - Lagesensoren für Ausrichtung im 3D-Raum
    - meist absolut ausgewertet
  - Positionssensoren für Ort im 3D-Raum
    - meist relativ ausgewertet
    - Tracking
      - elektromagnetisch
      - Funkpeilung
      - Ultraschallpeilung
  - Datenübertragung meist durch Kabel
- Einstellbare Eigenschaften
  - noch keine Standards
  - Übersetzung von Richtungsänderungen
  - Übersetzung von Positionsänderungen



Positions- und Lagesensor auf Datenhelm

### 6.1.8.3 Datenhelm (2)

- Verwendbarkeit
  - Laborumgebung
    - Fernwirkung
    - Simulation
  - noch Gegenstand der Forschung
- Ergonomische Probleme
  - physische Belastungen durch Form und Gewicht des Helmes
  - mögliche Zwangshaltungen
  - Behinderung durch Kabel
  - Hygiene



Elektromagnetisches Tracking-System „Flock of Birds“ der Ascension Technology Corp. zur Auswertung der Position und Lage der Sensoren an Datenhelm und Datenhandschuhen

## 6.1.9.1 Optische Eingabe (1)

### ■ Prinzip

- Beobachtung des Benutzers mit (Infrarot-) Videokamera
- Interpretation der Benutzeraktivitäten
  - Auswertung der Position (statisch)
  - Auswertung der Bewegung (dynamisch)
  - Erkennung von statischen oder dynamischen Gesten
  - Erkennung von Gesichtern (Identifizierung)
  - Erkennung von Mimik (Emotionen)
- auch für dreidimensionales Tracking mit zwei Kameras
- in einfacher Ausführung in Multitouch-Tischen => E6.1.6.2

## 6.1.9.1 Optische Eingabe (2)

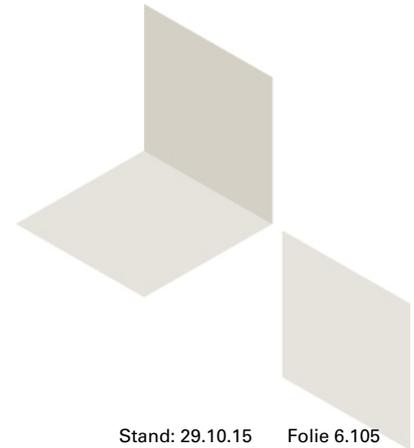
### ■ Anwendung

- Öffentlicher Bereich
  - Virtueller Touchscreen
- Industrielle / militärische Umgebung
  - Blickverfolgung
  - Gesichtserkennung
- Büroumgebung / häusliche Umgebung
  - Blickverfolgung
  - Gestik in Spielen
- Laborumgebung
  - dreidimensionales Tracking in virtuellen Umgebungen
  - Prototypen zur Gestenerkennung
- noch Gegenstand der Forschung

## 6.1.9.2 Blickverfolgung

### ■ Prinzip

- Erfassung der Bewegungen des Auges mit Kamera
- Maus-Emulation
  - Absolute Positionierung des Zeigers über Blickrichtung
  - Klicken durch Lidschlag
- Interaktion ohne Einsatz der Hände
  - bei Behinderungen
  - bei anderweitiger Nutzung der Hände
    - Steuern von Fahrzeugen
    - Operation am Patienten



## 6.1.9.3 Gestik in Spielen

### ■ Prinzip

- Erfassung der Bewegungen der Spieler durch Tiefensensor-Kamera



Kinect Sensor für Xbox One  
[www.xbox.com/de-DE/Kinect/GetStarted](http://www.xbox.com/de-DE/Kinect/GetStarted)

## 6.1.9.4 Virtueller Touchscreen

### ■ Prinzip

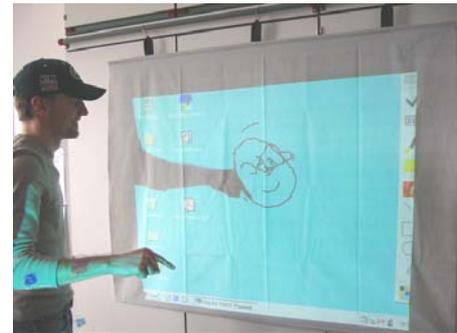
- Ein- und Ausgabe auf Projektionsfläche
- Erfassung von Benutzeraktionen über Infrarotkamera
- Auswertung des Zeigens über Emulation eines Touchscreens
- vandalismussicher
- auch als transportable Version erhältlich (Walkboard)

### ■ Probleme

- schwierige Kalibrierung
- ungewollte Auslösung durch Verharren



SIVIT Siemens Virtual Touchscreen 1998,  
Quelle: Siemens (nicht mehr im Netz)



Anwendung des Folex SIVIT Walkboards

## 6.1.9.5 Optisches Tracking im 3D-Raum

### ■ Prinzip

- Markierungen an
  - Brille
  - Eingabegerät
- Infrarotscheinwerfer
- zwei Infrarotkameras zur Feststellung von
  - Position und Blickrichtung des Benutzers
  - Position und Richtung eines Eingabegerätes



Arbeit an projizierter 3D-Darstellung mit  
Polarisationsbrille und Flystick,  
FB Elektrotechnik und Informatik der FH Stralsund

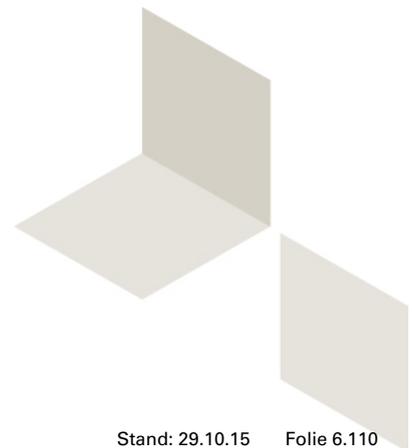
## 6.1.10.1 Akustische Eingabe: Lauteingabe

- **Verfahren**
  - Unterbrechung einer Aufzählung durch einen Laut / ein Wort
  - Zeitpunkt des Lautes entscheidet, nicht Klang / Inhalt
- **Verwendung**
  - Auswahl aus Listen
- **Ergonomische Anforderungen**
  - lange Aufzählungen vermeiden
  - Wiederholungsmöglichkeit
  - Rücksprungmöglichkeit



## 6.1.10.2 Akustische Eingabe: Spracheingabe

- **Verfahren**
  - sprecherabhängig / sprecherunabhängig
  - kontinuierlich / wortweise
- **Verwendung**
  - Eingabe von Kommandos
  - Auswahl aus Listen
  - Diktieren von Texten
- **Ergonomische Anforderungen**
  - Klarheit über zulässige Phrasen
  - falls Training erforderlich: kurz
  - sichere Erkennung
  - unmittelbare Rückmeldung



## 6.1.10.2 Akustische Eingabe

- DIN EN ISO 9241-154 Sprachdialogsysteme
- Ergonomische Anforderungen (ca. 100) zu
  - Eingabe von Information
  - Spracheingabe
  - Tonwahleingabe
  - Ausgabe von Information
  - Navigation
  - Hilfe
  - Zugang zu einem menschlichen Mitarbeiter
  - Rückmeldung
  - Fehlern



## 6.1.11.1 Haptische Geräte

- Eingabegeräte mit kinästhetischer Rückmeldung
  - Force Feedback bei konventionellen Eingabegeräten
  - spezielle haptische Geräte
    - drei bis sechs Freiheitsgrade
  - kinästhetische Bedienung des ganzen Geräts
    - Neigen, Drehen
    - Smartphones, Tablettts
- DIN EN ISO 9241-910
  - ergonomische Anforderungen
  - Auswahlkriterien



Joystick für Spiele und Simulationen mit Krafrückmeldung

## 6.1.11.2 Haptische Rückmeldung (Force Feedback)

- Kinästhetische Rückmeldung bei konventionellen Eingabegeräten
  - Steuerknüppel, Lenkrad
    - Vibration
    - Widerstand
  - Force-Feedback-Maus
    - nicht mehr auf dem Markt
- Kinästhetische Rückmeldung in virtuellen Umgebungen
  - Datenhandschuh
    - Exoskelett
    - Pneumatik



Force-Feedback Lenkrad



CyberGrasp (nicht mehr auf dem Markt)  
[www.vrlogic.com/html/immersion/cybergrasp.html](http://www.vrlogic.com/html/immersion/cybergrasp.html)

## 6.1.11.3 Fühlgriffel

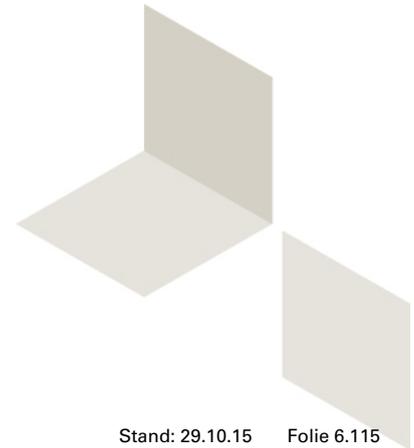
- Eingabestift wie ein Griffel
  - an einem Gestell beweglich
  - sechs Freiheitsgrade der Bewegung
  - bis zu sechs Freiheitsgrade der Rückmeldung
- Wahrnehmung
  - Form
  - Steifigkeit
- Anwendungen
  - Modellierung mit Materialeigenschaften
  - Virtuell Untersuchungen und Operationen



Fühlgriffel Geomagic PHANTOM Premium 1.5 HF 6DOF haptic device  
[geomagic.com/en/products/phantom-premium-6dof/overview](http://geomagic.com/en/products/phantom-premium-6dof/overview)

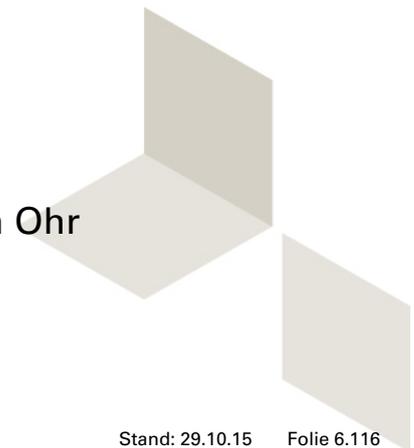
## 6.1.11.4 Spezielle Sensoren

- Inertialsensoren
  - Gyroskop (Rotationsbeschleunigung)
  - Akzelerometer (lineare Beschleunigung)
- GNSS-Sensoren
  - globale Position
- Näherungssensoren
  - Abstand zu anderen Objekten
- Magnetfeldsensoren
  - Ausrichtung im Erdmagnetfeld



## 6.1.11.4 Anwendung spezieller Sensoren

- Inertialsensoren
  - Umschaltung des Ausgabe (Hoch-/Querformat)
  - Lautstärke des Klingeltons bei Hochheben verringern
  - Wasserwaage
- GNSS-Sensoren
  - Lokalisierung
  - Navigation
- Näherungssensoren
  - Abschalten des Berührungsbildschirms am Ohr
- Magnetfeldsensoren
  - Kompass

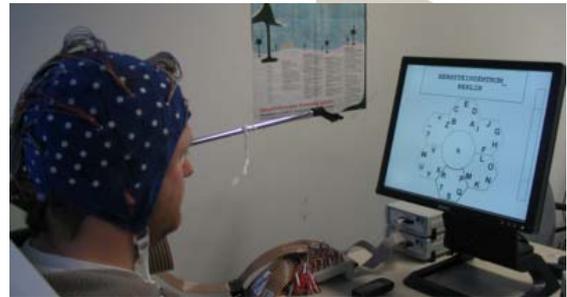


## E 6.1 Weitere Eingabegeräte (1)

- Brain Computer Interface BCI
  - Steuerung durch Gehirnströme
    - Langsame kortikale Potentiale
      - Willentliche Ladung der oberen Hirnrindenschichten
      - Auswahl von Buchstaben durch Konzentration
    - Bereitschaftspotentiale für eine Bewegung
      - Lernende Algorithmen zur Erkennung
      - Steuerung des Zeigers durch „angedachte Bewegung“
- Forschungsprojekt BBCI



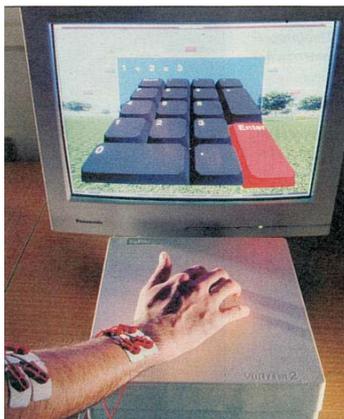
ZEITmagazin 12/99 vom 18.03.99. Foto: Telemach Wiesinger.



[www.bbci.de/](http://www.bbci.de/)

## E 6.1 Weitere Eingabegeräte (2)

- Elektromyografische Steuerung
  - Elektroden nehmen Nervensignale auf
  - Mustererkennung durch neuronale Netze
  - Auswertung der erkannten Geste zur Steuerung



Computer Zeitung 32/12 vom 22.03.2001. Foto: Tom Trower.



Computer Zeitung 32/12 vom 22.03.2001. Foto: NASA.