

2. Eingabetechnik

2.1 Architektur von Ein-/Ausgabesystemen



2.2 Geräte zur Texteingabe

2.3 Zeigegeräte

Literatur:

H.-P. Messmer, K. Dembowski, PC-Hardwarebuch, 7. Auflage,
Addison-Wesley 2003 (Kap. 17)

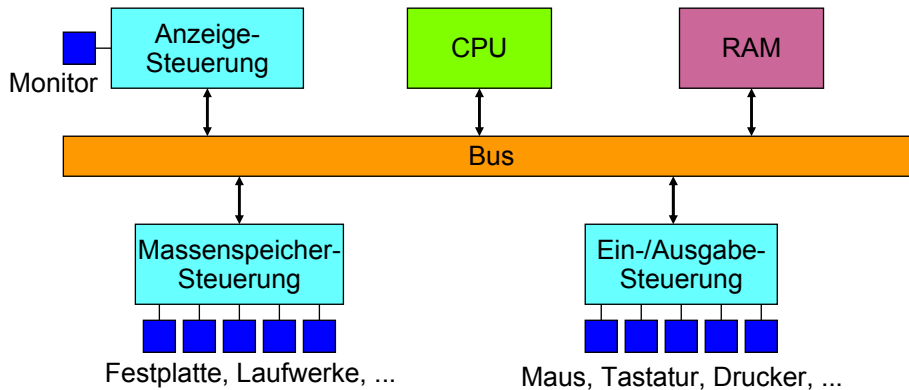
Hardware-Evolution

- Beispiel Standard-PC-Architektur
- Erster Standard-PC (IBM, 1981):
 - Prozessor Intel 8088, 4.77 MHz
 - Hauptspeicher 16 KB – 64 KB
 - Grafikkarte monochrom
 - Reine Textanzeige (25 Zeilen zu 80 Zeichen)
 - Keine Maus
- Heute (2003) gängig:
 - Prozessoren mit über 2 GHz Takt
 - Hauptspeicher mind. 512 MB
 - Grafikkarten mit 16 Mio. Farben, 2D- und 3D-Grafikbeschleunigung, Grafikspeicher z.B. 128 MB
 - Maus
 - Soundsystem

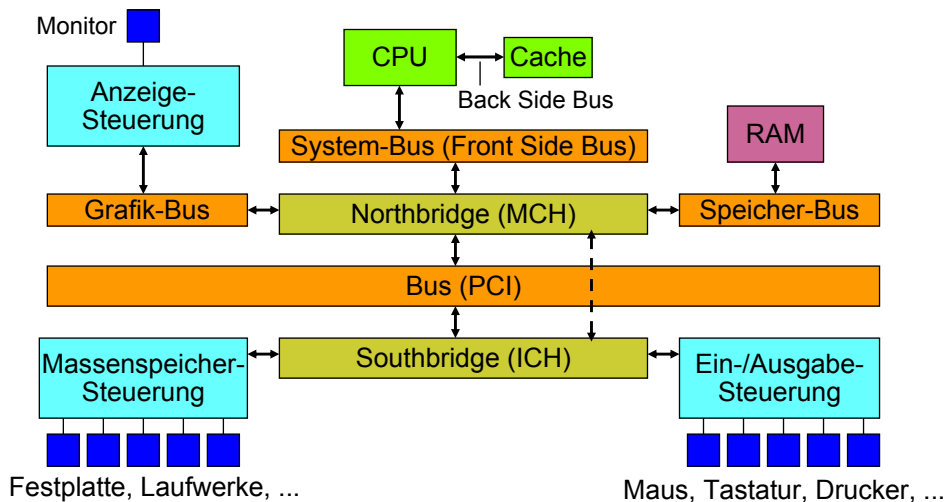


Prinzipielle Architektur von Universalrechnern

- von Neumann, 1945:
 - Zentraleinheit (CPU), Arbeitsspeicher (RAM), Ein/Ausgabeeinheit
- Logische Architektur heutiger Rechner:

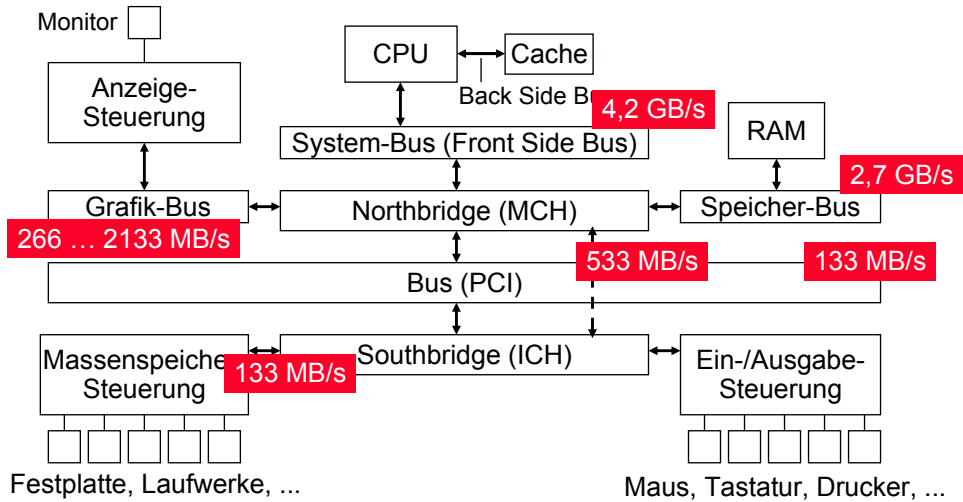


Moderne PC-Architektur

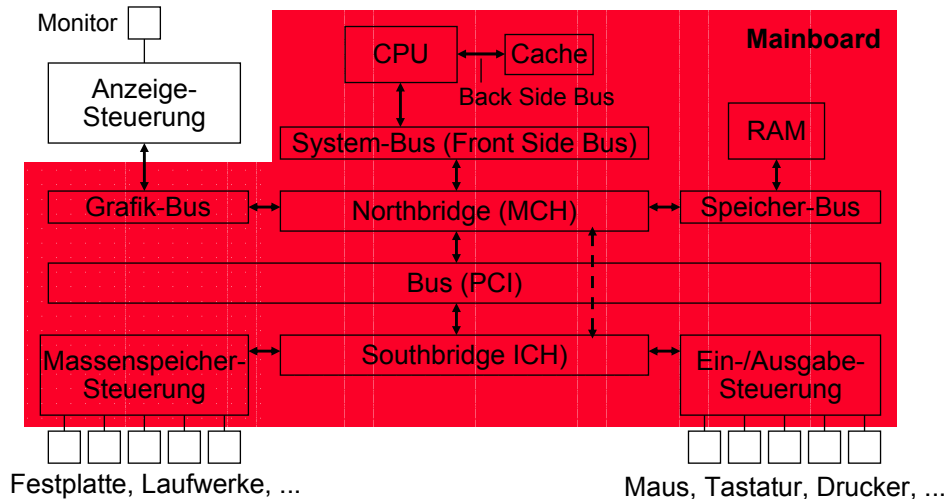


MCH = Memory Controller Hub, ICH = Interface Controller Hub

Typische Busgeschwindigkeiten



Mainboard-Bestandteile



Chipsets

- Ältere Mainboards (z.B. 8086, 80286):
 - bis zu 100 verschiedene Bauelemente
 - viele konventionelle Logikbausteine
- Ab 386-Generation (bei Intel):
 - Chipsets
 - Wenige Bausteine für alle Mainboard-Funktionen
 - z.B. CPU, Northbridge, Southbridge
- Trend zur weiteren Integration von Funktionen:
 - Grafik, Modem, Audio-Controller, ...
- Klassische Anschlüsse für Eingabegeräte:
 - Southbridge-Baustein oder "Super I/O Controller"
 - Tastatur, Maus, USB, seriell, parallel, ...




P4 und i845 Chipsatz

Integration von Ein-/Ausgabe im Betriebssystem

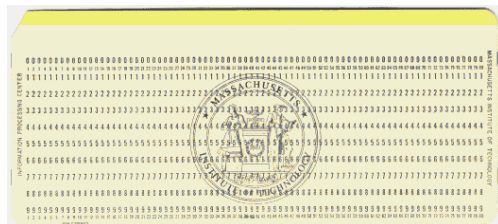
- Zwei prinzipielle Alternativen zur Überwachung und Aufnahme von Benutzereingaben:
- "Polling": Regelmässiges Abfragen der Signale des externen Geräts
 - Hohe Belastung der Rechenleistung
 - Nur sinnvoll bei schnell und laufend veränderlichen Informationen
 - z.B. Mausbewegung
- "Interrupt": Unterbrechung der aktuellen Berechnung
 - Hardware-Mechanismus zur vorrangigen Behandlung durch Betriebssystem
 - Sinnvoll vor allem bei unvorhersehbaren und vergleichsweise seltenen Eingabeereignissen
 - z.B. Mausklick, Tastatureingabe

2. Eingabetechnik

- 2.1 Architektur von Ein-/Ausgabesystemen
- 2.2 Geräte zur Texteingabe 
- 2.3 Zeigergeräte

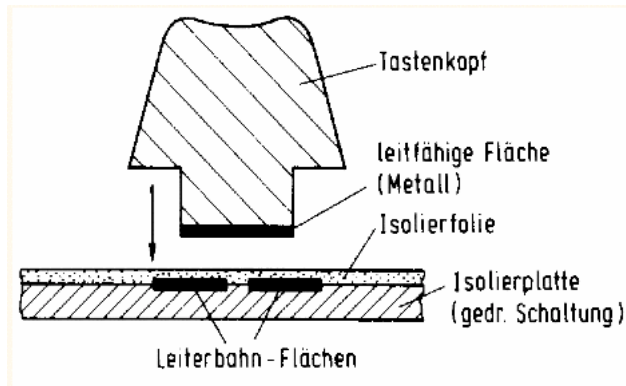
Texteingabe: Geschichte

- Eingabe von Text ist schon immer wesentlich für den Betrieb von Rechenanlagen
 - Daten und Programme sind Zeichenfolgen
 - Erster Abstraktionsschritt nach der Binäreingabe: Text
 - » Assemblerprogramme, höhere Programmiersprachen
- Dominierende Eingabegeräte bis ca. 1970:
 - Lochstreifen
 - Lochkarten
 - » 1 Karte entspricht einer Textzeile
 - » Karte (entspricht) Zeile) hat 80 Spalten
 - » Lochung in den Spalten codiert Zeichen

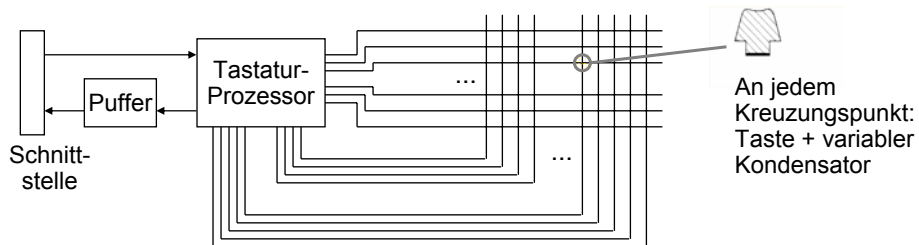


Tastatur: Funktionsprinzip einer Taste

- Prinzipiell: Taste ähnlich zu Schalter
 - Zwei Leiterbahnen werden gekoppelt
 - Keine echte Kontaktverbindung, sondern Veränderung der Kapazität eines Kondensators



Tastatur: Grundsätzlicher Aufbau



- Scan-Matrix
 - Zweidimensionales Array von variablen Kondensatoren
- Tastaturprozessor:
 - testet laufend aktuellen Zustand
 - » spaltenweise Spannung anlegen und dann Kapazität zu Zeilen prüfen
 - Ermittelt Tastaturcode
 - Erzeugt Datenstrom entsprechend Schnittstelle

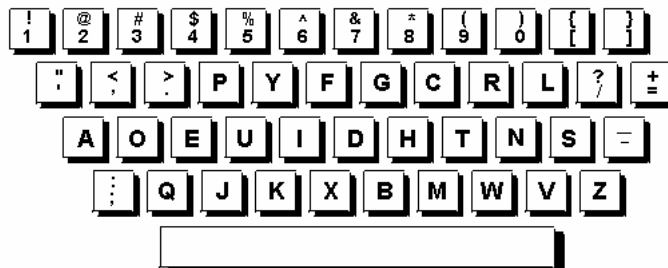


Tastatur: In Software realisierte Funktionen

- Einstellbare Parameter, z.B.:
 - Ansprechverzögerung
 - Wiederholrate
- Umsetzung in Zeichencode
 - Findet ausschliesslich im Tastaturtreiber statt
 - Tastatur kann also mit beliebigen Belegungen betrieben werden (auch dem Aufdruck widersprechenden)
 - » Beispiel: "QWERTZ" (deutsch) vs. "QWERTY" (engl.)
 - Prinzipiell ist die Tastatur also ein sehr flexibles Eingabegerät

Dvorak-Tastatur


- Ergonomisches Tastatur-Layout:
 - Dr. Dvorak (Univ. of Washington, Seattle; 1894-1975)
 - Basiert auf ausführlichen wissenschaftlichen Untersuchungen
 - Angeblich dem "QWERTY"-Layout (zumindest für Englisch) überlegen
 - Alternative Treiber für verschiedene Betriebssysteme verfügbar



Weitere Verfahren zur Texteingabe

- Optische Zeichenerkennung (*optical character recognition, OCR*):
 - Analyse von Bilddaten zur Erkennung von Schrift-Glyphen
 - Recht zuverlässig für gedruckte Texte guter Wiedergabequalität und Standard-Schriften
- Handschrifterkennung:
 - Meist in Kombination mit Digitalisiertablett oder druckempfindlichem Bildschirm (siehe unten)
 - Zur Effizienzsteigerung: Künstliche Spezi­alschrift (z.B. Palm *Graffiti*)
 - Versuch zur Erkennung beliebiger Schrift
 - » Oft "Training" auf individuelle Schrift nötig
 - » Neuerdings brauchbare Ergebnisse auch ohne Training (z.B. Microsoft TabletPC)

2. Eingabetechnik

- 2.1 Architektur von Ein-/Ausgabesystemen
- 2.2 Geräte zur Texteingabe
- 2.3 Zeigegeräte 

Literatur: Henning Abschnitt 7.1

Manuelle Zeigegeräte

- Manuelle Zeigegeräte ermöglichen die Festlegung von Punkten und Richtungen, allgemeiner also von Vektoren.
 - Zweidimensionale Eingabe
 - Dreidimensionale Eingabe (siehe etwas später)
- Klassifikationen:
 - *direkt* oder *indirekt*: Integration mit Darstellung oder abgesetztes Gerät (Beispiele: Touchscreen = direkt, Maus = indirekt)
 - *diskret* oder *kontinuierlich* (Beispiele: Touchscreen = diskret, Maus = kontinuierlich)
 - *absolute* oder *relative* Positionierung (relativ zur Vorgängerposition) (Beispiele: Touchscreen = absolut, Maus = relativ)

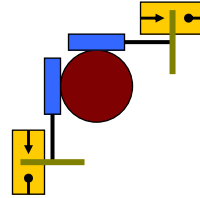
Maus (1)

- Bekanntestes Zeigegerät
 - Entwickelt von Doug Engelbart 1964, 1973 eingesetzt im Xerox "Alto"-System
 - Auflösung typisch 100...300 Impulse/cm (bzw. 250...800 cpi, *counts per inch*)
 - Klassifikation: indirekt, kontinuierlich, relative Positionierung
- Prinzip:
 - Bewegung der Maus in x- und y-Richtung wird durch Sensoren ermittelt und von Treibersoftware ausgewertet
 - Meist Darstellung einer aktuellen Position als Mauszeiger (*cursor*) auf dem Bildschirm
 - Maus kann ihre absolute Position nicht mitteilen
 - Bewegung der Maus meist klein im Vergleich zur Auslenkung des Mauszeigers auf dem Bildschirm
 - » Geschwindigkeit des Cursors individuell einstellbar
 - » "ballistische" Steuerung: Cursor bewegt sich bei schnellen Bewegungen überproportional schnell



Maus (2)

- Mechanische Maus:
 - Kugel nimmt Bewegung auf und überträgt x- und y-Komponente auf Drehwalzen
 - Drehung der Walzen durch Lochscheiben und Lichtschranken in digitales Signal umgewandelt
 - Je Scheibe zwei Lichtschranken: ermöglicht die Bestimmung der Drehrichtung



- Optische Maus:
 - Kommt ohne Kugel aus – geringeres Verschmutzungsproblem
 - Ältere Modelle: Spezielle Unterlage (horizontale/vertikale Striche) wird beleuchtet und Reflexlicht mit Fotosensoren ausgewertet
 - Neuere Modelle: Arbeiten mit beliebiger Unterlage (Bildverarbeitungstechnologie)

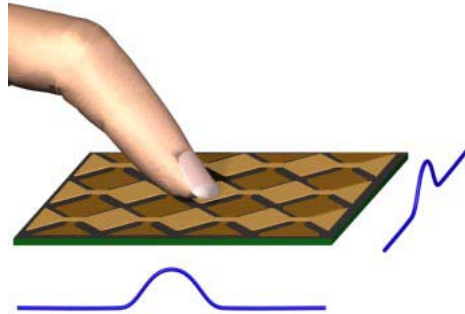
Trackball



- Grundprinzip identisch zur mechanischen Maus
 - "auf dem Rücken liegende Maus"
- Meist grössere Drehkugel im Vergleich zur Maus
- Stationär, dadurch geringer Platzverbrauch
- Gelegentlich in Tastaturen integriert (z.B. Laptops)
- Ergonomie:
 - Hand kann in ruhender Position verbleiben
 - Bei geeignetem Aufbau relativ geringe Belastung der Sehnen
 - Allerdings in der Bedienung etwas gewöhnungsbedürftig

Touchpad

- Rechteckige berührungsempfindliche Fläche (z.B. 6 x 8 cm)
- Bewegung des Cursors durch Fingerbewegungen beschrieben
- Anwendung sehr ähnlich zu Maus
 - Klassifikation: indirekt, kontinuierlich, relative Positionierung
- Funktionsprinzip:
 - Zweidimensionales Elektrodenraster, bildet Array von Kondensatoren
 - Annäherung eines elektrisch leitfähigen Gegenstands (bzw. des Fingers) verändert die Kapazität
 - Auflösung bis zu 1000 cpi



Quelle: www.synaptics.com

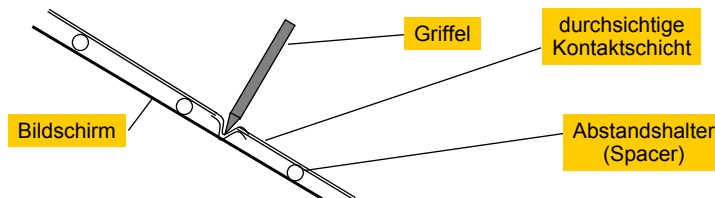
Grafiktablett



- Position eines (kabellosen) Griffels oder einer Lupe auf einer speziellen rechteckigen Arbeitsfläche wird 200- bis 500mal je Sekunde gemessen
 - Klassifikation: indirekt, kontinuierlich, *absolute* Positionierung
- Techniken zur Positionsbestimmung:
 - Elektrischer Widerstand in Leitermatrix
 - Per Ultraschall (*tracking*)
 - Über Magnetfelder
 - Magnetostriktion (d.h. Messung der magnetischen Effekte der Verformung)
- Auflösung bis zu 1000 Linien/cm (2500 cpi)
 - Hohe Präzision
 - Sichere absolute Positionierung
- Anwendung:
 - bei manuellen Zeichenvorgängen mit hoher Genauigkeitsanforderung
 - zur manuellen Digitalisierung von (Papier-)Vorlagen

Touchscreen

- Berührungsempfindliche Ausstattung von Bildschirmen beliebiger Technik
 - Durchsichtige Schicht über der Anzeige (Prinzip wie Grafiktablett)
 - Berührung entweder mit Griffel oder mit Finger
 - » Einsatz z.B. bei Portable Digital Assistants, TabletPC, Kiosk-Systemen
 - Klassifikation: direkt, oft diskret, absolut
- Techniken:
 - Alternativen wie bei Grafiktablett
 - Abbildung: Potentiometrische (= elektr. Widerstands-) Messung mit einer Leiterbahnmatrix



Joystick und Trackpoint

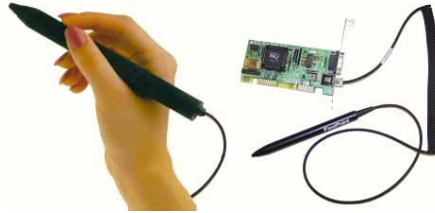
- Hebel mit zwei Freiheitsgraden, automatische Rückführung in Mittelposition
- Dynamische Positionierung:
 - Auslenkung löst (Bewegungs-)Effekt aus, der auch bei stillstehendem Joystick anhält
 - Erst Bewegung in Grundposition (Loslassen) beendet Bewegungsimpuls
- Ungeeignet zur Positionierung von Gegenständen
- Typischer Einsatz zur Steuerung von virtueller oder echter Bewegung
 - Computerspiele
 - Flugzeug
 - (in Vorbereitung:) Kraftfahrzeug



Technisch ähnlich, aber ohne dynamische Positionierung:
"Touchpoint" oder "Trackpoint"

Lichtgriffel

- Direktes Zeigegerät für Kathodenstrahl-Bildschirme
- Kabelgebundener Stift mit Lichtsensor an der Spitze
- Sensor registriert "Vorbeikommen" des Elektronenstrahls beim Bildaufbau und sendet Signal zur Grafikkarte
 - Positionsbestimmung in enger Zusammenarbeit mit dem Bildaufbau
- Weit verbreitet in frühen anspruchsvollen Grafik-Anwendungen, z.B. CAD
- Heute nur geringe Verbreitung
- Klassifikation: direkt, kontinuierlich, absolute Positionierung



Virtual Touchscreen

- Fläche (Wand, Tisch) wird als Touchscreen genutzt
- Bild wird auf Fläche projiziert
- Kamera (auch Infrarot) nimmt Gesten der Hand (direktes Deuten) von der Fläche auf
- Interpretation durch unterschiedlich aufwändige Software zur Bilderkennung
- Einsatz:
 - derzeit vorwiegend für vandalensichere Kioskanwendungen
 - später möglicherweise im Büro, in der Lehre, etc.



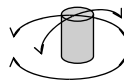
Dreidimensionale Eingabe

- Eingabe von x-, y- und z-Koordinaten an vielen Stellen sinnvoll bzw. nötig:
 - Erstellung und Bearbeitung von dreidimensionalen Modellen
 - » z.B. Erstellung von 3D-Modellen zur Animation in der Filmproduktion
 - Dreidimensionale Informationsvisualisierung
 - » z.B. Auswertung von Satellitenbildern, medizinische Anwendungen
- Simulation durch 2D-Mauseingabe
 - Zusätzliche Menüfunktionen oder Mausgesten
 - Insgesamt *sechs Freiheitsgrade*:
 - » Bewegung nach vorne/hinten, links/rechts, oben/unten
 - » Kippen nach vorne/hinten, links/rechts
 - » Drehen nach links/rechts

translatorisch



rotatorisch



Datenhandschuh (*Data Glove*)

- Der Datenhandschuh erlaubt die Handstellung (nicht die Position) als Eingabe an den Rechner zu verwenden.
- Sensoren (z.B. 5 oder 14) zur Messung von:
 - Krümmung von Gelenken und Fingern
 - Drehung des Unterarms (*pitch&roll*)
 - Fingerspreizung
- Sensoren meist optisch, Glasfaserverbindung zu Interfacebaustein am Handgelenk
- Zeitliche Auflösung typisch ca. 150...200 Hz
- Messgenauigkeit:
 - bei teuren (> 10.000 €) Geräten bis zu 0,5°
 - bei preiswerten (500 €) Geräten ca. 5°



3D-Maus

- Spacemouse und Spaceball:
 - Griffiges Objekt (z.B. Ball) ist elastisch auf Unterlage befestigt
 - Druck, Zug und Drehmomente werden gemessen
 - Dynamische Positionierung wie beim Joystick
- Alle 6 Freiheitsgrade unterstützt



3D-Grafiktablett



- Manche Grafiktablets ermöglichen zusätzliche Eingabe einer Information über die dritte Dimension
 - Tracking (z.B. Ultraschall) kann Höhe des Stifts ermitteln
 - Berührungssensitive Stifte: preisgünstige Lösung (siehe Bild)

Force Feedback

- Zeigeegeräte mit Krafrückkopplung (*force feedback*):
 - Rückkopplung an den Benutzer durch Fühlen von Widerstand
 - Zeigegerät übt aktiv Kraft aus
 - Relativ weit verbreitet bei Joysticks
- Möglichkeiten für Benutzerführung:
 - Spürbares Einrasten in Menüs
 - Erfühlbare Icons
 - Fühlbare Unterschiede zwischen Oberflächen
 - Interessant auch für Sehbehinderte

