

Mensch – Maschine – Mensch

1. Einleitung
2. Informationsverarbeitung
3. Erkenntnisprozess
 - 3.1. Wahrnehmung/Empfindungsstärke
 - 3.2. Sensorik / Vor- und Nachteile
4. Identifizieren
 - 4.1. Informationsaufnahme
 - 4.2. Informationsverarbeitung
 - 4.3. Gesetzmäßigkeiten
5. Der Mensch als Regler

Einleitung

Berliner Herz für die Welt

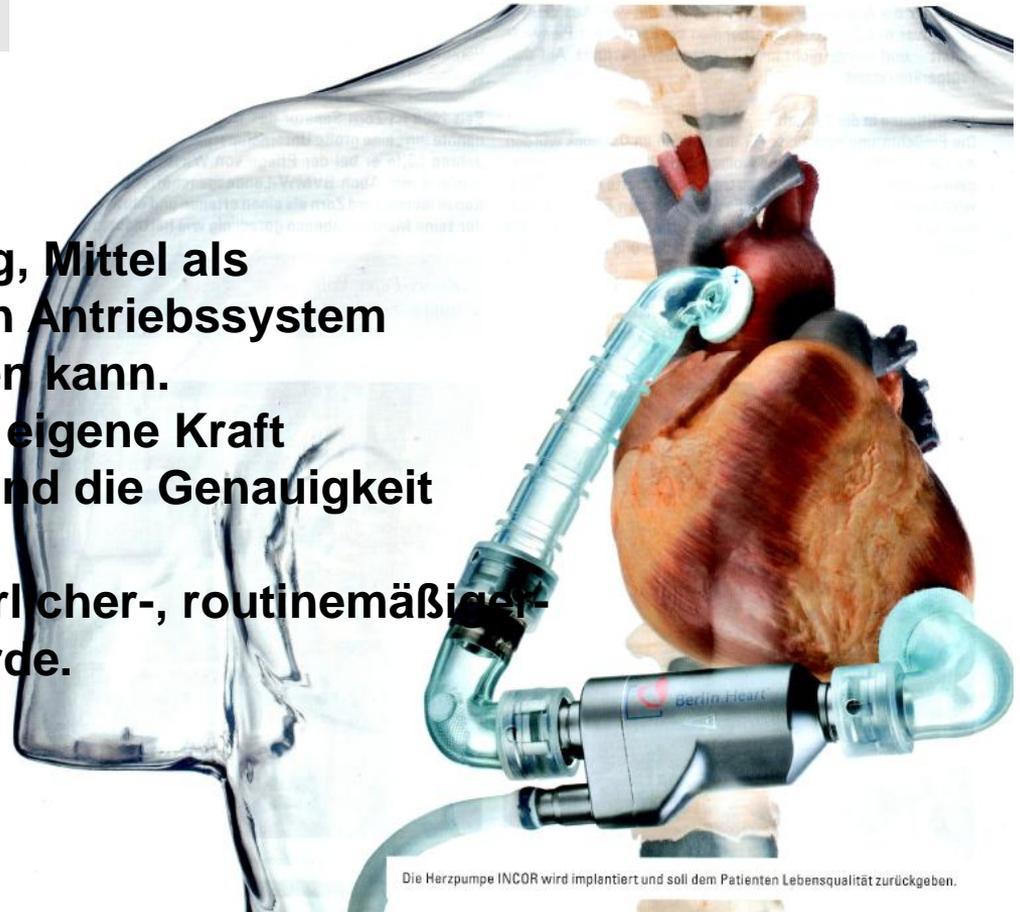
Produkt-Innovation als Schlüssel zum Erfolg

Die Maschine (aus frz. mécané):

Werkzeug, künstliche Vorrichtung, Mittel als Gerätekombination was durch ein Antriebssystem mechanische Einwirkung ausüben kann.

Mit der Maschine kann ich meine eigene Kraft Verstärken, Zeitgewinn erzielen und die Genauigkeit erhöhen.

Dazu kommt, dass ich von körperlicher-, routinemäßiger- und geistiger Arbeit entlastet werde.



Die Herzpumpe INCOR wird implantiert und soll dem Patienten Lebensqualität zurückgeben.

Dabei geht es in dieser Vorlesung nicht um Organersatz!

Mensch – Maschine – Mensch

Informationen werden über die Sinnesorgane des Menschen aufgenommen, damit wird der Organismus über äußere- und innere Zustände informiert...

Sensorik – Aktorik -Schnittstellen

Arbeitsweisen:

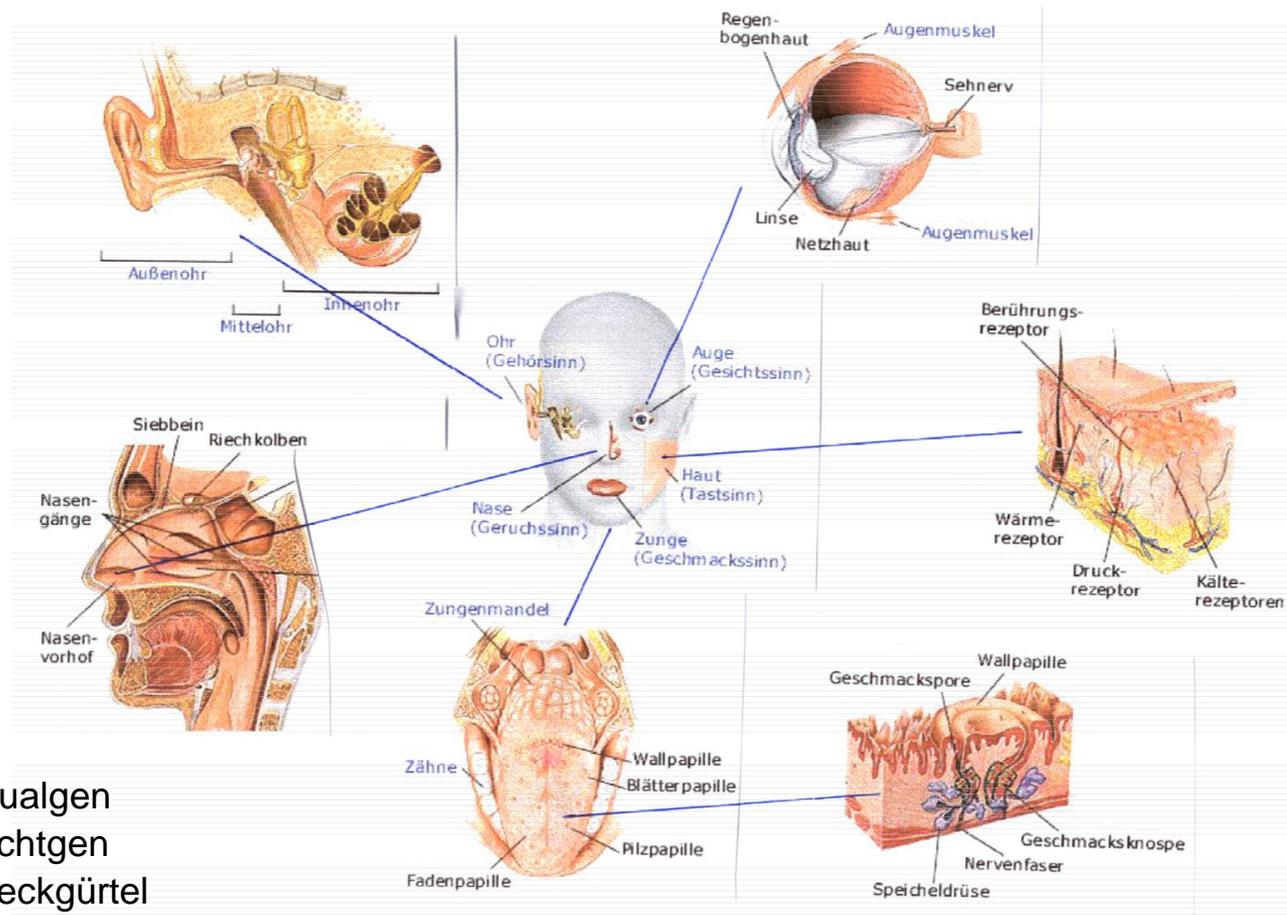
- Reiz der Sinnesorgane
- Info an Gehirn (Analyse/Interpretation)
- Reaktion

Sinnesorgane

VMAT2-Gen
Transport
von
Bodestoffen
im Gehirn

NOS
(nitric oxide
synthese)
Kommunikation
zwischen
Synapsen

Xq28 = Sexualgen
CRHR1 = Suchtgen
INSIG2 = Speckgürtel



Vergleich zwischen Mensch - Maschine

Technische Daten Mensch :

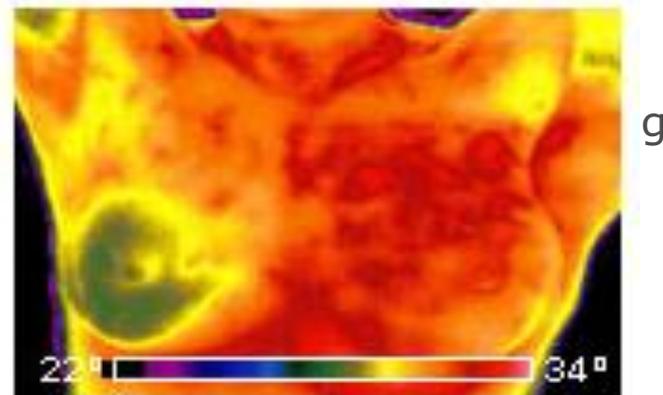
Hören:	Frequenzgang bis ca. 20 KHz*
Sehen:	Wellenlänge von ca. 400 bis 700 nm
Schmecken:	vorhanden
Riechen:	vorhanden
Tasten/Fühlen:	vorhanden

Die Gen-Programmstruktur des Menschen ist mit ca. 130 Jahren hinterlegt. Evolution des Menschen nur auf notwendige Anforderungen ausgeprägt...dennoch ständige Veränderung vorhanden-nachteilend!



Technische Daten Maschine :

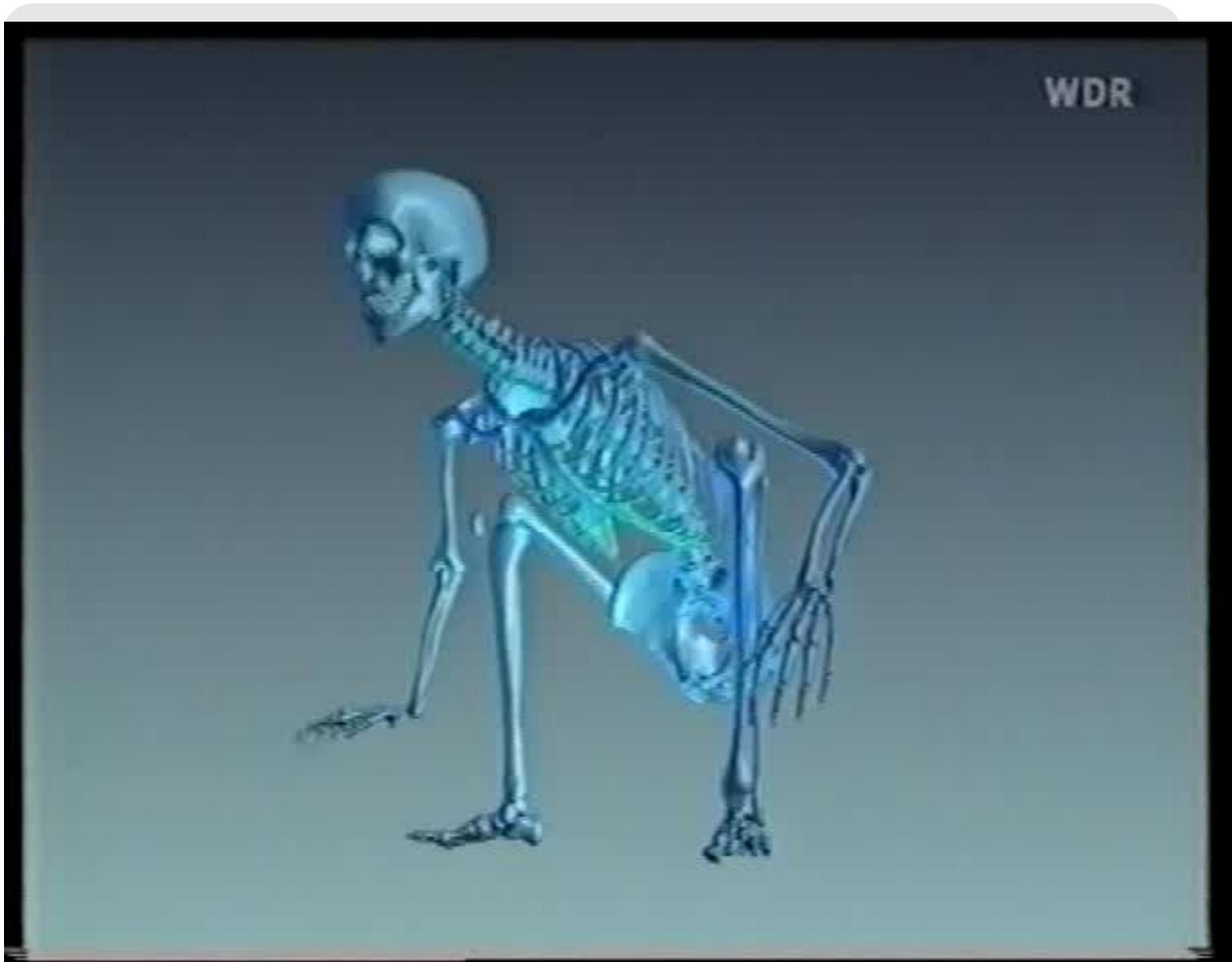
bis THz



Bei einer Thermografieuntersuchung zeigt sich ein anomaler Temperaturunterschied, der möglicherweise auf Brustkrebs in der linken Brust hindeutet.

206 Knochen
138 Gelenke
639 Muskeln

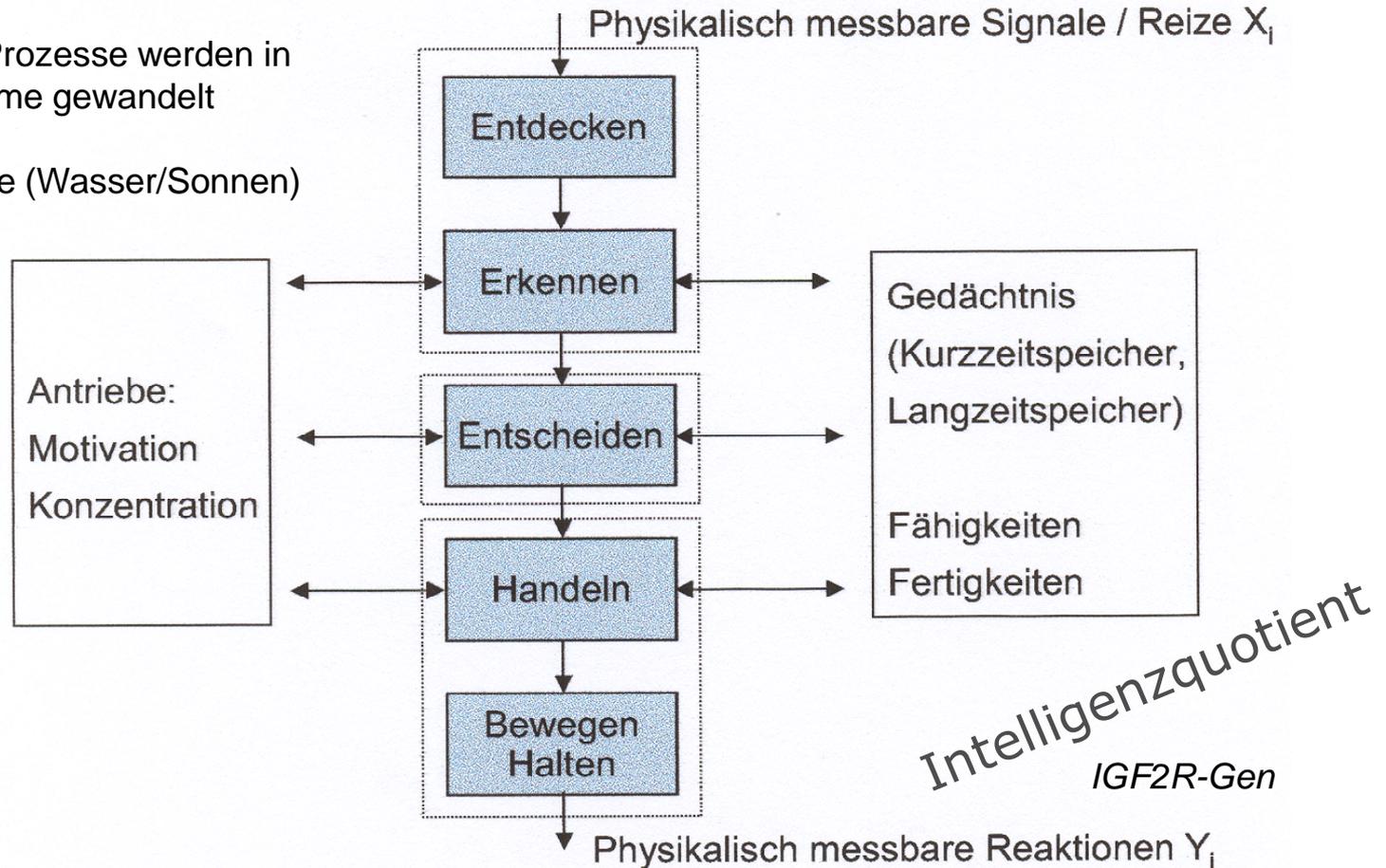
**Weitere
Schnittstellen:**
Fingerabdrücke
Spracherkennung
Ganganalyse
Geruchsanalyse
Gene



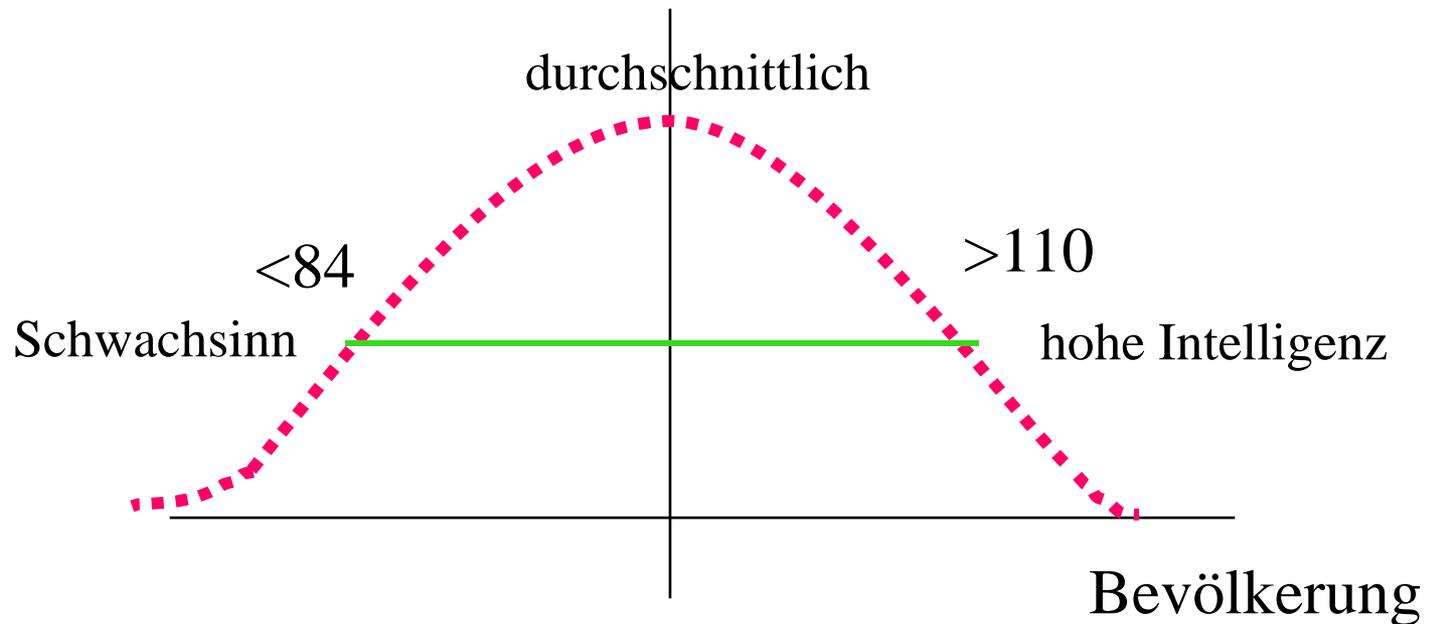
2. Informationsverarbeitung

Molekulare Prozesse werden in
Signalströme gewandelt

10^{25} Vergleiche (Wasser/Sonnen)



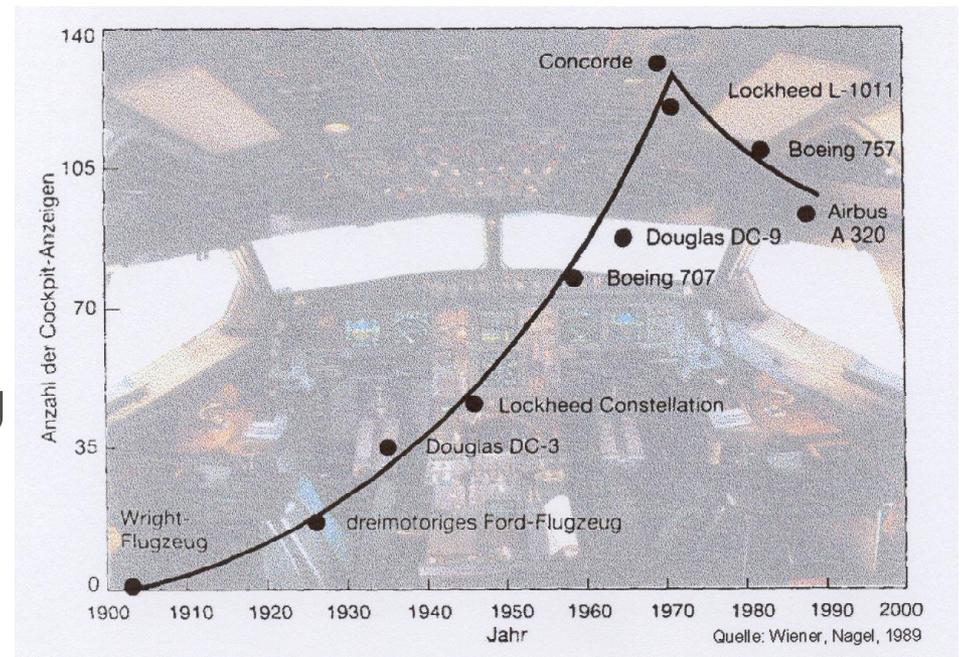
Intelligenz ist die Fähigkeit in ungewohnten - oder plötzlich eintretenden Situationen sich entsprechend richtig zu verhalten...



Intelligenzquotient wird ermittelt durch Testaufgaben pro Zeiteinheit...

Anforderungsprofile

- Das gilt ebenfalls bei der Bedienung von z.B. Leitwarten von Kraftwerken u.ä.
- Die Frage ist, wie muss ein solcher Arbeitsplatz an die Fähigkeiten und Fertigkeiten des Menschen angepasst werden ?!
- Dabei wird der demografische Faktor eine neue Herausforderung für die Ingenieure



3. Erkenntnisprozeß

Informationsaufnahme (frühe Prozesse)

Die notwendigen Informationen werden durch die Sinnesorgane wahrgenommen und identifiziert.

Entdecken (Wahrnehmen)

- dient der Informationsaufnahme
- erfolgt über die Sinnesorgane
- kurze Verarbeitungszeit

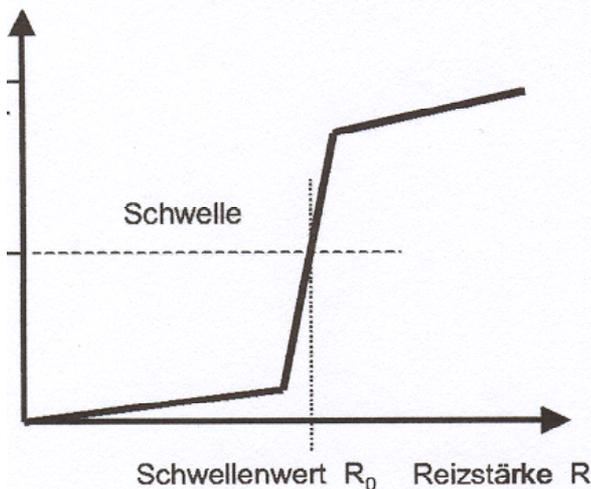
Erkennen

- Identifizieren eines Sinneseindrucks und Zuordnung an feste Begriffe
 - Merkmalsextraktion
 - Reizzusammenfassung
 - Trennung von Signal und Rauschen
 - Trennung von Nebensächlichem und Bedeutungsvollem

3.1 Wahrnehmung

0. Reizspezifität

1. Absolutschwelle (Psychometrische Funktion)



2. Psychophysische Empfindungsstärke E

(Stevens'sche Potenzfunktion)

$$E = k \cdot (R - R_0)^n$$

3. Unterschiedsschwelle ΔE

(Weber-Fechner'sches Gesetz)

$$\Delta E = \frac{\Delta R}{R} = konst.$$

4. Zeitliches Veränderungsgesetz

$$E = f(R) + f\left(\frac{dR}{dt}\right)$$

R absolute Reizstärke
 R_0 Schwellenreizstärke
 k, n von der Reizart abhängige Parameter
 E Empfindungsstärke

3.1 Wahrnehmung

Stevens'sche Potenzfunktion: $E = k \cdot (R - R_0)^n$

Reizart	n	Reizbedingungen
Lautheit	0,6	binaural
Helligkeit	0,33	dunkeladaptiertes Auge, 5° Fläche
Geschmack	0,8	Saccharin
Temperatur	1,0	Kälte am Arm

Reizart	n	Reizbedingungen
Vibration	0,95	60 Hz am Finger
Dauer	1,1	weißes Rauschen
Schwere	1,45	Gewichtheben
Kraftauf- wand (Hand)	1,7	Dynamometer
elektrische Schocks	3,5	60 Hz durch die Finger

Beachte geschlechtsspezifische Unterschiede:

Frauen können sich gleichzeitig auf mehrer Wahrnehmungen konzentrieren...

Männer nur bedingt...entweder Zeitung oder Frau zuhören!!!

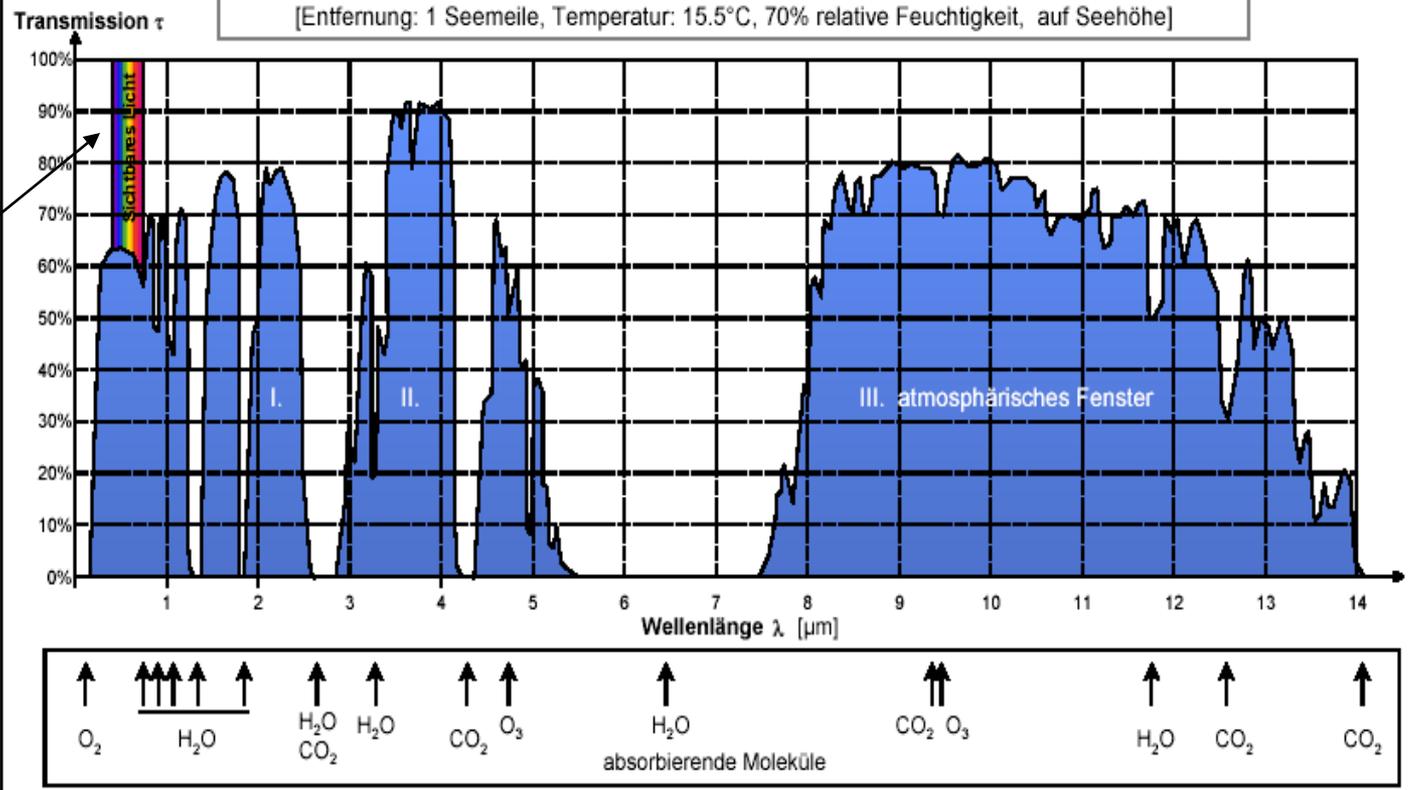
3.1 Wahrnehmung

Wahrnehmungssystem	Bandbreite	Auflösung	Signal/Störung
visuell	Wellenlänge: 400-700 nm	Winkel: 1' bis 30"	Kontrast-Verhältnis: 10:1
auditiv	Frequenz: 20 Hz- 20 kHz Schalldruckpegel: 0-140 dB	Frequenz: 1 Hz (bei 200 Hz) - 60 Hz (bei 10 kHz), Schalldruckpegel: 0,5 - 1,5 dB räumliche Lokalisierung: 1° (horizontale Ebene) - 10° (über Kopf)	20 dB
taktil	Berührungsreizschwellen: Männer: 9 mg (Lippe) bis 350 mg (Fußsohle), Frauen: 5 mg (Lippe) - 79 mg (Fußsohle) Vibratorischer Schwellenwert: 0,1 µm (Fingerspitzen) bis 20 µm (Po) bei 200 Hz, 1cm² Areal	Berührung: 14-18% bei einem Druck auf die Haut von 1-8 g/mm² Vibratorische Amplitude: ~20% konstant von 10-30 dB über Schwellenwert, bei 160 Hz an Fingerspitze; Vibratorische Frequenz: ~20-25% bei 20-300 Hz;	
thermisch	Oberer Grenzwert: 40°-47°C (3 sec Exposition, 44mm² Areal), 3 min Exposition bei 49°C führt zu leichter Verbrennung	0,2° C bei schnellen Temperaturwechseln (0,3° C/sec)	

...bis zu durchschnittlich 16000 Wörter/Tag

Weltbevölkerung 91,2% Rechtshänder
...in Europa bis 29 % Linkshänder!

Spektrale Transmission der Atmosphäre



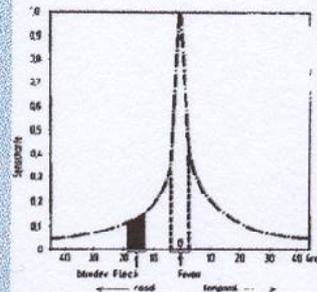
Bandbreite des
Sonnenlichtes

3.2 Sensorik des Menschen

Visuell:

- Reaktionszeit: 200-400 ms
- Eng begrenztes Feld scharfen Sehens
- "Übersehen" wichtiger Informationen möglich
- + Hohe Empfindlichkeit für Bewegung / Veränderung im peripheren Sichtfeld
- + Benutzer kann aus Gesamtinformation auswählen
- + Benutzer entscheidet über Wahrnehmungszeitpunkt
- + Sehr große Anzahl einfach zu unterscheidender Symbole
- + Geeignet für grafische & textuelle Informationen

INPUT:



Auditiv:

- + Reaktionszeit: 100-150 ms
- + Wahrnehmung ist nicht an Fokus gebunden (wenn Signal ausreichend deutlich)
- Benutzer kann Wahrnehmung schlecht selektiv steuern
- Wahrnehmung nur on-line möglich
- Begrenzte Anzahl einfach zu unterscheidender Symbole
- Ungeeignet für grafische Informationsteile

Haptisch:

- + Reaktionszeit: 80-150 ms
- + Einzige Modalität zur Erfassung mechanischer Objekteigenschaften
- + Intuitive Einbindung Bewegungssteuerung
- Nur Information geringer Komplexität übermittelbar
- Wahrnehmung an Körperkontakt gebunden

Eignung für Warn- und Alarmsignale

*Gefühlsstärke
des Tastsinnes*

4. Identifizieren

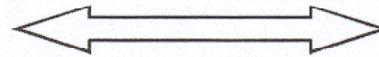
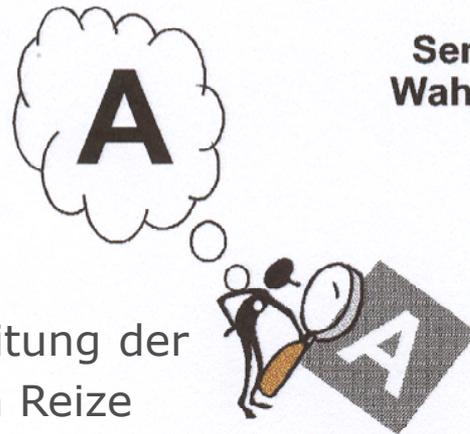
Bottom-up-Modelle (datengesteuert)

beruht auf physikalischen
Eigenschaften der Daten

rein serielle Prozesse

- Kontrast
- Raumlage
- Farben
- Größe
usw.

...Verarbeitung der
objektiven Reize



Verarbeitung, Wissen

Erkennen

Sensorische
Wahrnehmung

Top-down-Modelle (konzeptgesteuert)

- ist von Erfahrung,
dem Kontext bzw.
Vorwissen abhängig



Sprache ist redundant!

Cehnmtiz: Gemäeß eneir bmeekresnwreetn Sutide eneir elgnihcesn Uvinisterät ist es nchit witihecg, in wlecehr Rneflogheie die Bstachuebn in eneim Wort snid, das ezniige was wcthiig ist, ist dass der estre und der leztte Bstabchue an der ritihcegn Pstoion snid.

Der Rset knan ein ttoaer Bsinöldn sein, tedztorm knan man ihn onhe Pemoblre lseen. Das ist so, weil wir nicht jeedn Bstachuebn enzelin leesn, snderon das Wort als gseatems.

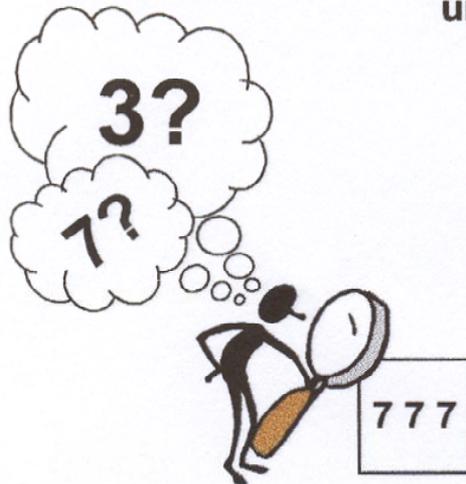
Ehct ksras!

Das ghet wicklirh!

- beim direkten Gespräch haben wir eine durchschnittliche Silbenverständigung von ca. 80%
- eine erträgliche Konversation geht bis 50%, danach wird rückgefragt...
- „wie bitte“ bedeutet auch in technischen Systemen eine Rückfrage / Rückkanal

4.1 Informationsaufnahme

Items zählen!



Unvermögen, die eigene Aufmerksamkeit zu bündeln;
parallel ablaufende automatische Prozesse können nicht
unterdrückt werden



STROOP-Test Lesen der Zahlen entspricht dem
automatischen Prozess (bottom-up)
Zählen der Items entspricht dem
kontrollierten Prozess (top-down)

9 9	6 6 6 6 6	3	1 1 1 1 1 1 1 1 1	5 5 5 5 5 5
-----	--------------	---	-------------------------	----------------

4.2 Informationsverarbeitung

Informationsverarbeitung (zentrale Prozesse)

Die aufgenommenen Informationen werden im Sinne einer Aufgabenerfüllung weiterverarbeitet.

Entscheiden

- ein auf Konflikt lösen orientierter Prozess, bei dem zwischen mehreren Optionen zu wählen ist

Gedächtnis

- umfassender Speicher, aber auch Engpass des Informationsverarbeitungssystems

Die Entropie

(Informationsdichte eines Zeichensystems)

1. Das Maß der Information ist proportional der Zahl der Zeichen ($I \sim N$)
2. $H(I)$ = mittlerer Informationsgehalt
3. $H(I)_{\max} = \text{Id}N$ mit N = Anzahl der Zeichen (bit/Zeichen)
4. **N = Zeichenvorrat^{Wortlänge}**

z.B. $N = 10^4 = 10000$

$N = 26^4 = 456976$

$\text{Id}N = \lg N / \lg 2$ $\text{Id}N = \lg N / 0,301$

5. Jeder Code muss so definiert sein, dass maximale Entropie entsteht!

6. Binärzeichen: $H(I) = \text{Id}2$ (zwei Zustände 0/L) = $\lg 2 / 0,301 \dots$
= 1 bit



Huffmann Codierung:

- Morsezeichen $\text{Id}36 = 5,17$ bit
- JPEG/MPEG

4.2 Gesetzmäßigkeiten

Sequenzielle Modelle (Stufenmodelle)

**Sequenzielle Modelle
Subtraktionsmethode
nach Donders (1868)**

**Stufenmodelle
Methode der additiven
Faktoren
(Sternberg, 1969)**

Grundannahme:

- Informationsverarbeitung kostet Zeit
- verschiedene Verarbeitungsstufen werden sequenziell durchlaufen
- die Leistungsvariabilität wird auf die Art und Anzahl der zu durchlaufenden Verarbeitungsstufen zurückgeführt

Ressourcenmodelle

**Einfache Ressourcenmodelle
(Kahnemann, 1973)**

**Multiple Ressourcenmodelle
(Wickens, 1984)**

Grundannahme:

- Informationsverarbeitung kostet Kapazität
- Kapazitäten sind beschränkt und variieren mit dem Erregtheitszustand

Kombiniertes Stufen- und Ressourcenmodell (Sanders, 1982)

Grundannahme:

- energetische Zustände beeinflussen unterschiedliche Stufen der Verarbeitung

Erkenntnisprozess/Gesetzmäßigkeiten

(einige ausgewählte Kriterien!)

Bewegungsrückmeldung (Feedback)

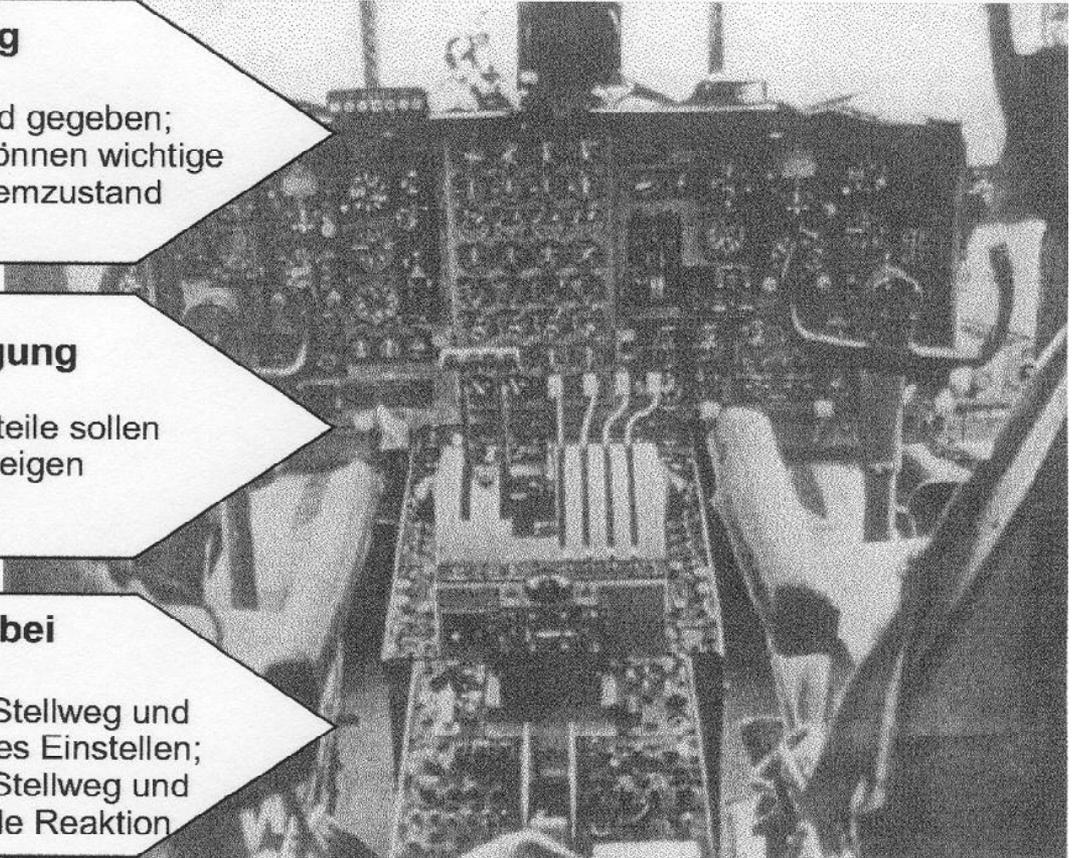
„Gefühl“ über Verstellung wird gegeben;
über einen Stellwiderstand können wichtige
Informationen über den Systemzustand
gegeben werden

Sinnfälligkeit der Bewegung

Bewegungsrichtung der Stellteile sollen
den korrespondierenden Anzeigen
entsprechen

Übersetzungsverhalten bei Anzeigen

großes Verhältnis zwischen Stellweg und
Zeigerweg ermöglicht genaues Einstellen;
kleines Verhältnis zwischen Stellweg und
Zeigerweg ermöglicht schnelle Reaktion



4.3. Gesetzmäßigkeiten

Symmetrie

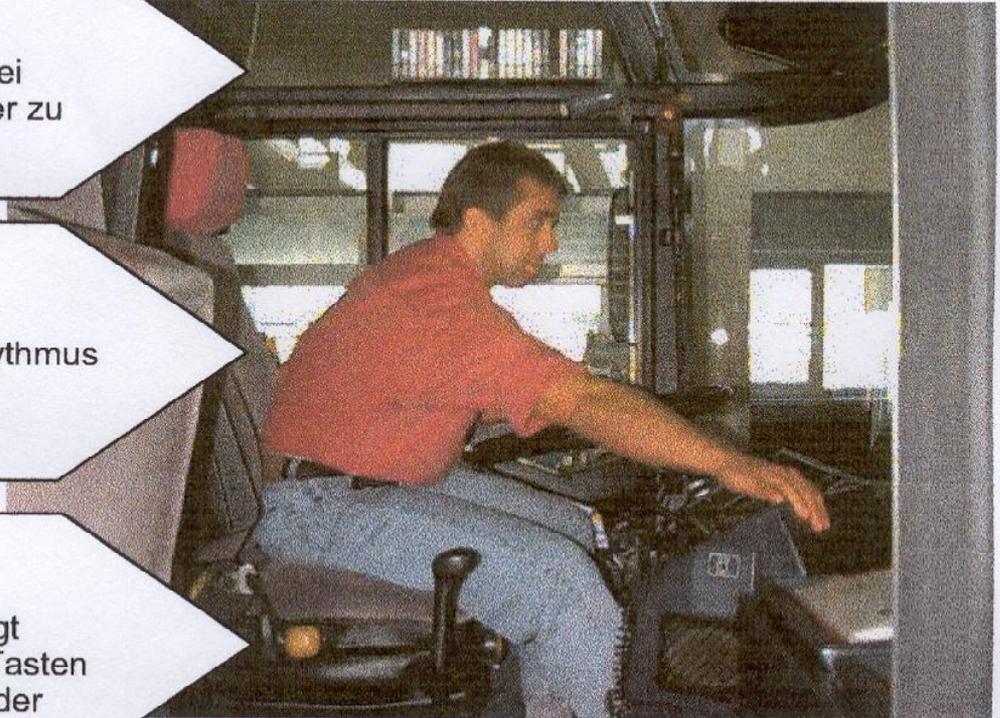
- Koordinationsaufgaben sind bei beidhändigen Aufgaben besser zu bewältigen als einhändig.

Rhythmus

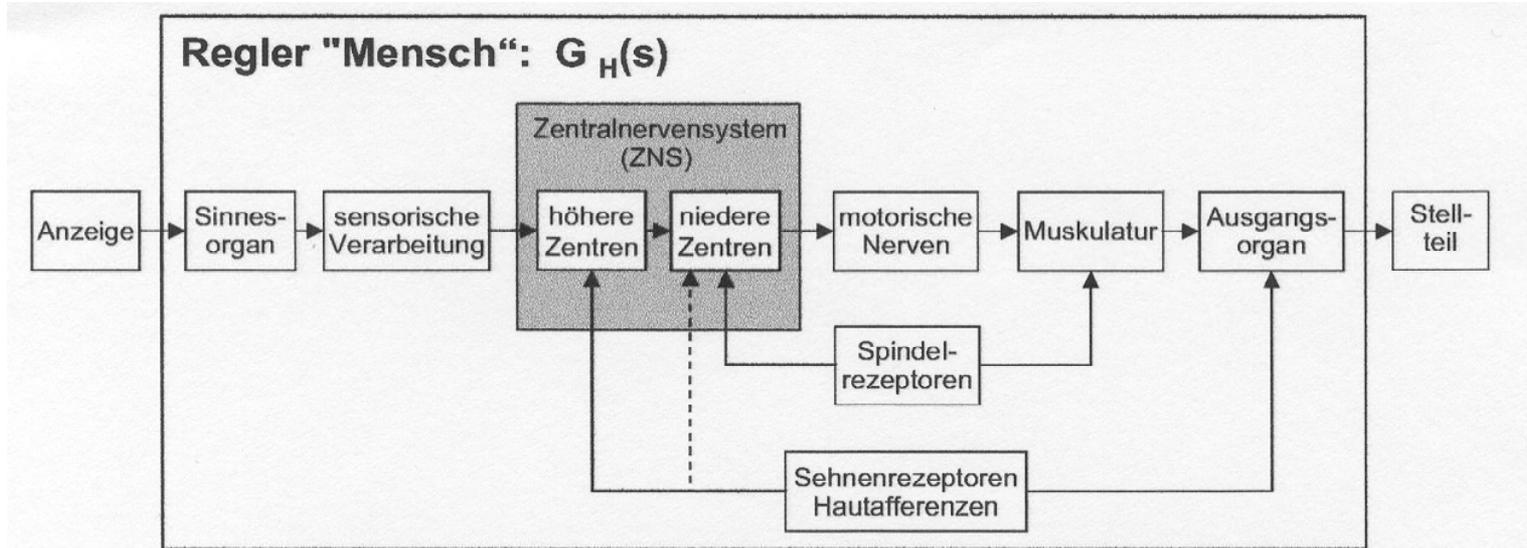
- einfachen und natürlichen Rhythmus wählen
- harmonische Bewegungen

Erreichbarkeit

- Zeitbedarf zum Erreichen steigt logarithmisch mit Anzahl der Tasten und mit abnehmender Größe der Tasten.



5. Der Mensch als Regler



$$G_H = K \frac{1 + T_1 s}{1 + T_2 s} \frac{1}{1 + T_n s} e^{-s \tau}$$

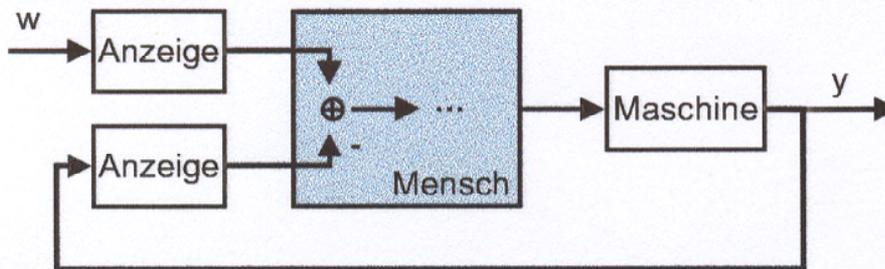
K :	Verstärkungsfaktor	1 ... 100
T_1 :	Vorhalt	0 ... 5 s
T_2 :	Verzögerung	0 ... 20 s
T_n :	neuromuskuläre Verzögerung	0,1 ... 0,2 s
τ :	Summe aller Totzeiten	0,1 ... 0,2 s

ACTN3-Gen

variabel unveränderlich

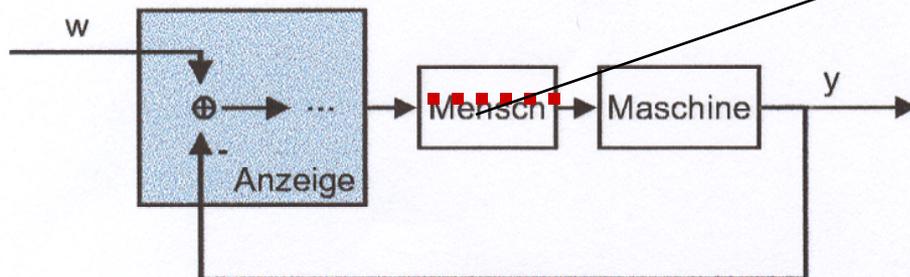
5. Der Mensch als Regler

Folgeaufgaben: "Pursuit-Display"



Vergleich zwischen Aufgabenstellung und Aufgabenerfüllung wird dem Menschen überlassen.

Kompensationsaufgabe: "Compensatory Display"



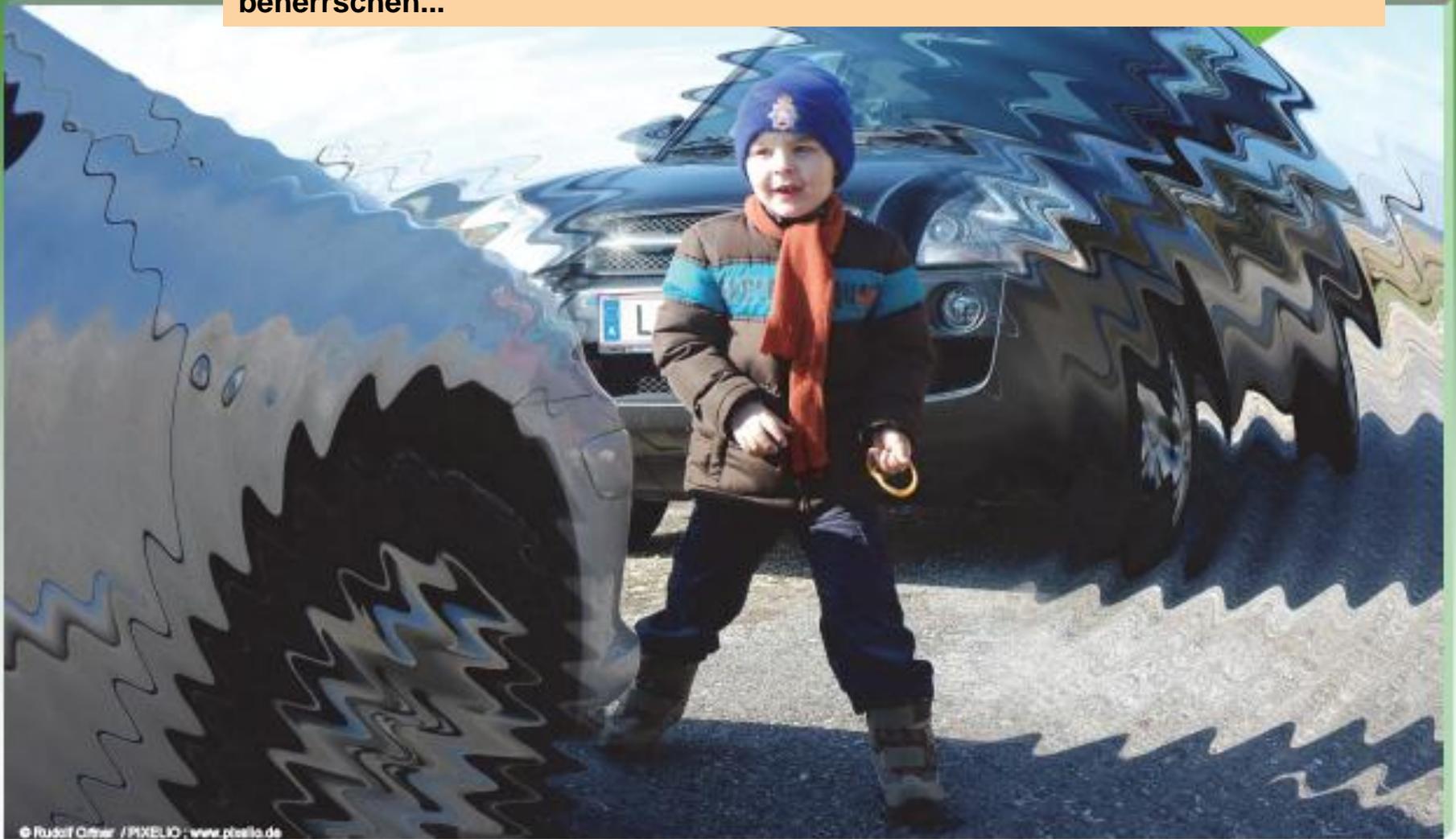
z.B. Notaus

z.B. Airbag kann's besser!

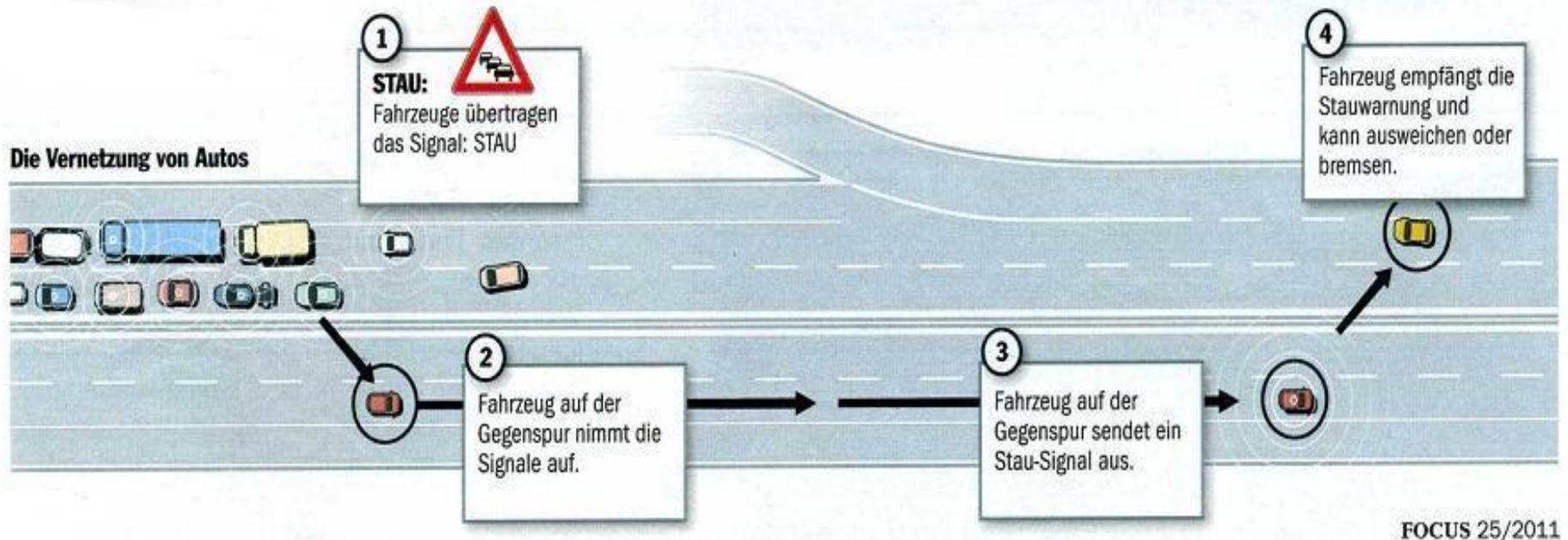
Die Differenz zwischen Aufgabenstellung und Aufgabenerfüllung wird dem Menschen angezeigt.

Sicherheit

...dafür lohnt es sich die intelligente Schnittstelle Mensch-Maschine-Mensch zu beherrschen...

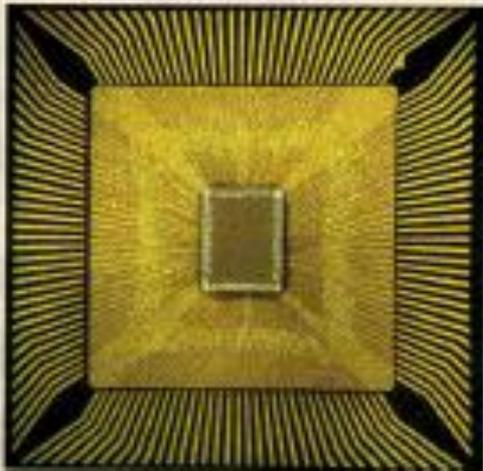


Maschine als Botschafter...?



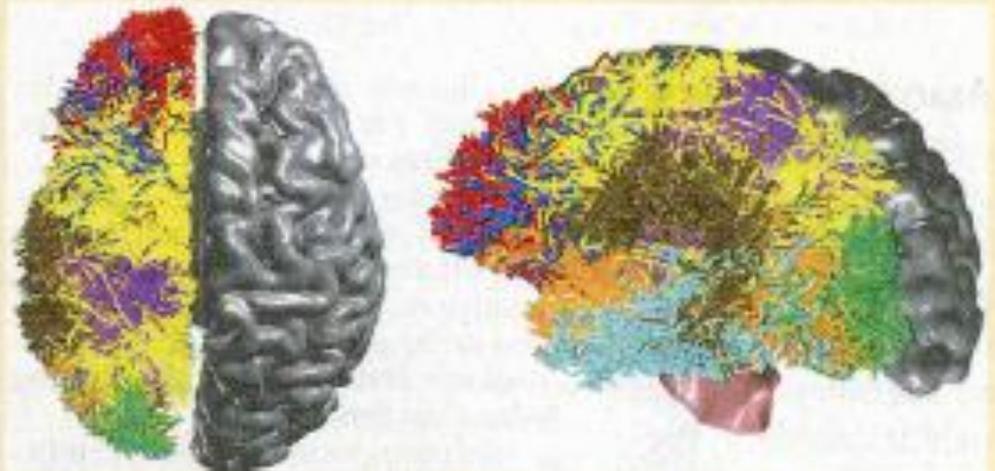
Schnittstellenanpassung – wo geht's in Zukunft hin...?!

So bilden IBM-Forscher Funktionen des menschlichen Gehirns nach



Einer der beiden Neuroprozessoren kann die Ziffern von 0 bis 9 erkennen und verstehen.

- ▶ In der Architektur von kognitiven IT-Systemen verschmilzt die Grenze zwischen Hard- und Software und ermöglicht es den Computern, durch Erfahrung selbst zu lernen, Korrelatio-

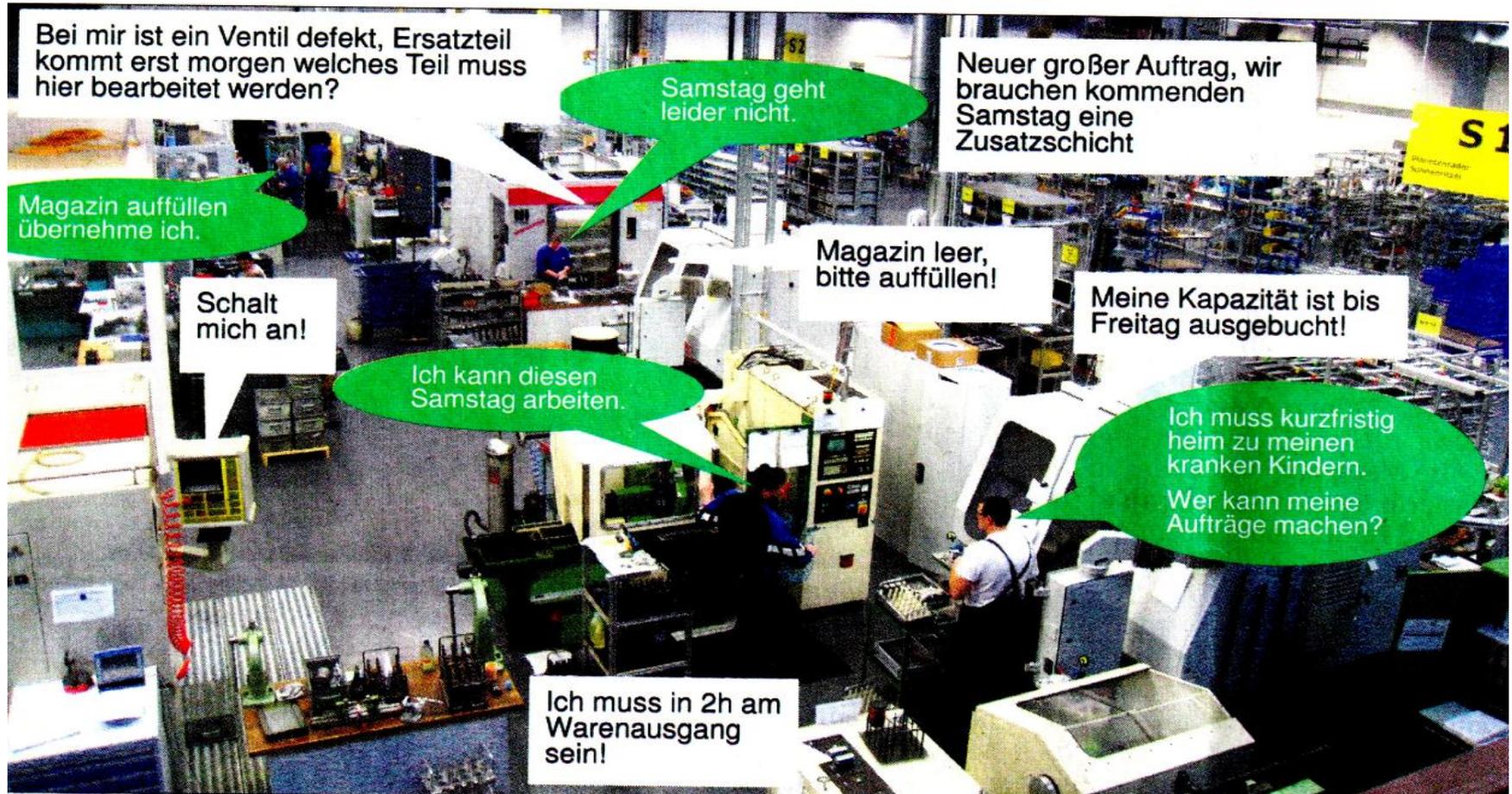


Welche Funktionen im menschlichen Gehirn durch die Neuroprozessoren nachgebildet werden sollen, zeigt diese Illustration: Die „Verdrahtung“ des Gehirns ist farbig dargestellt. Foto (2): IBM

- nen zu finden und Hypothesen zu bilden.
- ▶ Die Algorithmen machen ähnliche Abläufe möglich, wie sie zwischen Neuronen und Synapsen im Gehirn auftreten. Ein „neurosynapti-

scher Kern“ enthält einen integrierten Speicher (analog den Synapsen des Gehirns), die Recheneinheit (entsprechend den Neuronen) und einen Kommunikationsblock (der den Axons entspricht).

Kommunizierende Menschen mit Maschinen...





**ca. 70 % Militärische - bzw.
Spionagesatelliten**



Die größte Maschine der Welt ist die weltumspannende Kommunikationstechnologie- die kann jeder von uns mit der Tastatur global steuern...

Zum Geleit:

Wir in der Kommunikations- und Informationsgesellschaft

Es dauerte 40 Jahre bis 10 Millionen Menschen ein Telefon nutzten ...

Es dauerte 10 Jahre bis 10 Millionen Menschen ein Faxgerät nutzten ...

Es dauerte 5 Jahre bis 10 Millionen Menschen ein Handy nutzten ...

Information ist kein Wissen und Wissen kein Können!

Um Informationen zu verstehen braucht jeder Bildung!

Die „Facebookrevolution“ frisst Ihre Kinder!!!