

Berücksichtigung des Human Factors in der Gefährdungsbeurteilung

-

Eine Herausforderung für jeden Sicherheitsingenieur

Einflüsse menschlicher Faktoren

102. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium Wuppertal

Agenda

- Was heißt denn eigentlich Human Factors ??
- Definition / Ansätze / Basics / Informationsmodell-Wechselwirkungen
- Umgang mit Fehlern
- Wachsamkeit und Aufmerksamkeit
- Stress und Stressoren
- Wahrnehmung / Denken / Motorik
 - Fehlerhaft sehen und hören
 - Sinnesphysiologie
 - Fehlinterpretation / Gedächtnisfehler
 - fehlerhaft Handeln
- Schlussfolgerungen

menschliche Faktoren ? Human Factors ?

The Human Factor

aus Wikipedia, der freien Enzyklopädie

The Human Factor ist der Titel von

[Ein Mann rechnet ab \(1975\)](#),

britischer Actionfilm aus dem Jahr 1975

[Der menschliche Faktor](#),

britischer Spionagefilm aus dem Jahr 1979

[Invictus – Unbezungen](#),

US-amerikanisches Filmdrama aus dem Jahr 2009

menschliche Faktoren ? Human Factors ? Mensch als Verursacher schwerer Unfälle ?

Unachtsame Lkw-Fahrer schuld an tödlichen Unfällen

Sechs Todesopfer in Franken Anfang April - Polizei plant mehr Kontrollen - 28.04.2014 16:09 Uhr

Transrapidunfall

Challenger – Absturz

Schifffahrt - Menschliches Versagen ist größter Risikofaktor

Bei mehr als 75 Prozent aller Schiffsunglücke weltweit ist menschliches Versagen im Spiel. Zu diesem Ergebnis kommt eine Studie über die vergangenen 100 Jahre Schifffahrt, die dem FOCUS vorliegt

Zusammenstoß der zweier Flugzeuge über dem Bodensee

Sind wir hilflos ??
Gibt es Lösungen ??

Wie funktioniert der Mensch ??
Wie sollen wir damit umgehen ??

Definition Human Factors :

Euronorm : E DIN IEC 56(Sec)423

"Human Factors ist eine Disziplin, die sich mit dem Entwurf von Maschinen, Bedienung und Arbeitsumgebung befaßt..."

"Unter Praktikern wird jede technische Maßnahme zur Berücksichtigung des Faktors Mensch und jede technische Arbeit mit Bezug zum Faktor Mensch als Human Factors bezeichnet..."

"Die Benennung 'human factors' ist austauschbar mit 'human engineering', 'technische Maßnahmen zur Berücksichtigung des Faktors Mensch' und 'Ergonomie'

Dr. W. Kannheiser in "Ingenieurspsychologie"

"Human Factors Engineering - im engeren Sinne von Ergonomie- kann durch den Anwendungsbezug von 'Engineering Psychology' unterschieden werden:

Im Vordergrund steht die Systemgestaltung:

Relevante Fragestellung ist, wie technische Systeme unter besonderer Berücksichtigung menschlicher Eigenschaften und Grenzen körperlicher und kognitiver Art zu gestalten sind. Nach Wickens und Kramer (1985) liegt das überordnete Ziel des 'human factors engineering' damit weniger in der Erklärung menschlichen Verhaltens im System."

Verschiedene Human-Factors-Ansätze

Hacker

Informationsmodell
(fehlende/falsche
Nutzung von Info)

MTO

Mensch
Technik
Organisation

Rasmussen

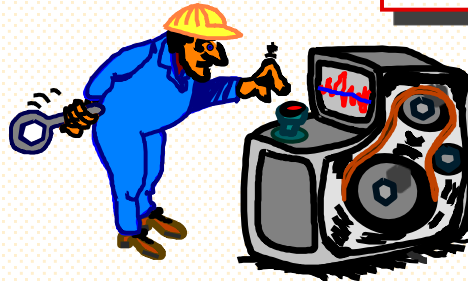
Rule-based
Skill-based
Knowledge-based

Emery/Schein

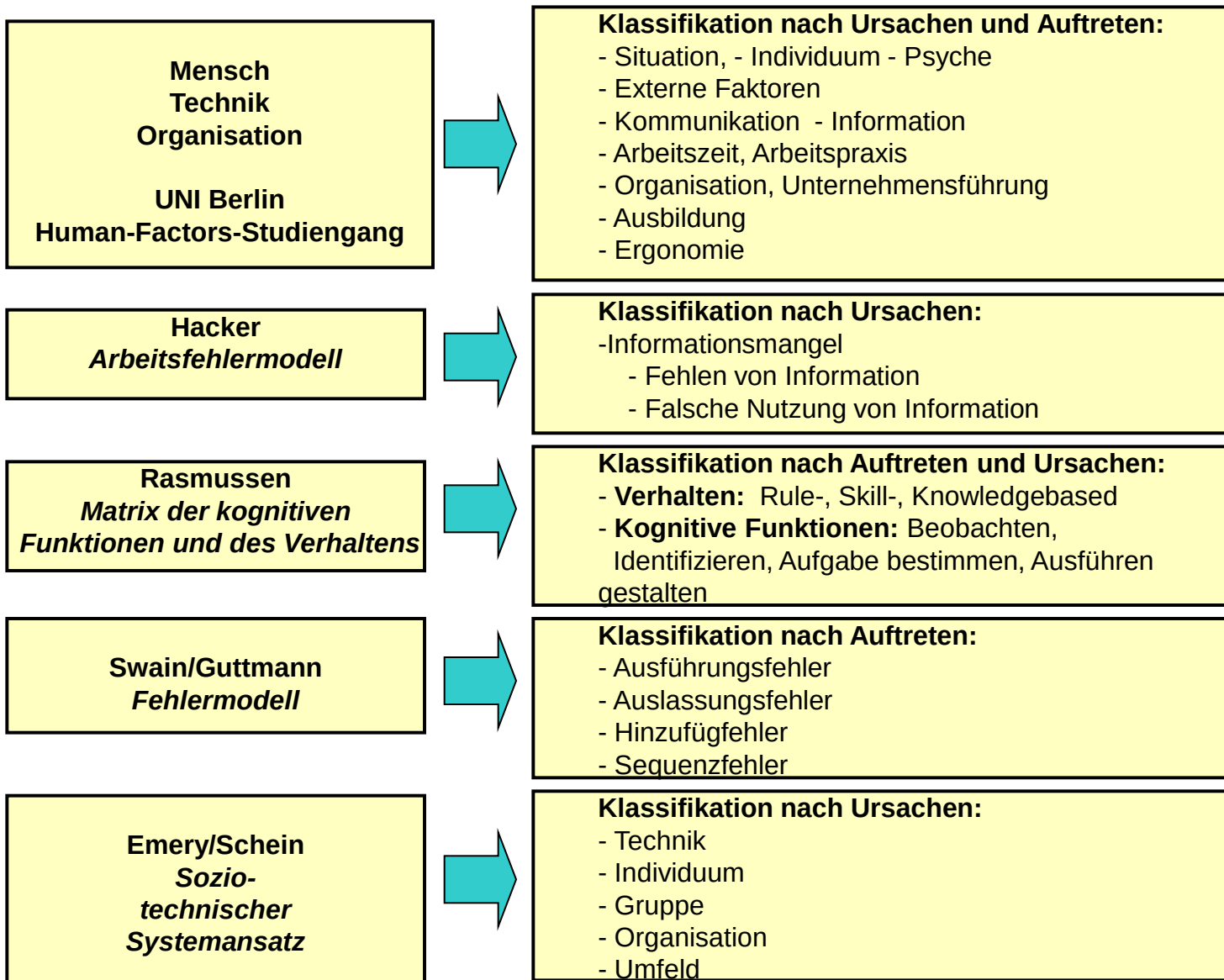
Sozio-
technischer
Systemansatz

Swain/Guttman

Ausführungsfehler
Auslassungsfehler
Hinzufügef Fehler
Sequenzfehler



Mensch-Maschine-Schnittstelle



Human-Factors auf den Punkt gebracht :

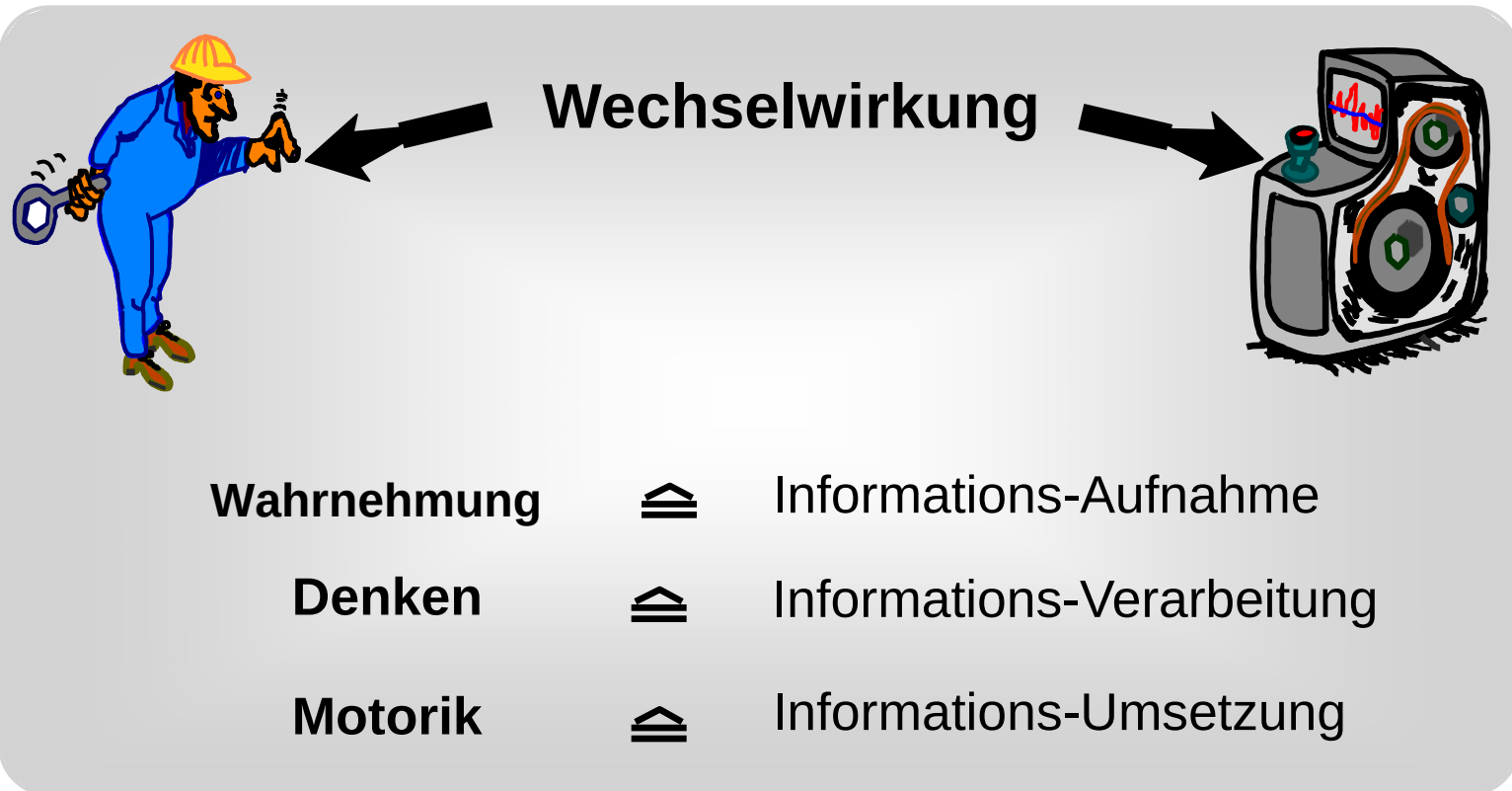
- **"Fallen"** in der Handlungskette erkennen und beseitigen
- **"Ursächlichkeiten"** mit arbeitswissenschaftlichen Methoden nachweisen
- **"Entlastung"** der betroffenen Mitarbeiter von Schuldzuweisungen und Sanktionen
- **"Wirksame"** Vorkehrungen gegen Wiederholungs- und Erstfälle

Basis für die Bearbeitung von Human-Factors:

- **Umgang mit Fehlern → Selbstanklage und Schuldzuweisung**
- **Zusammenwirken der Verantwortlichen**
- **HF -Bearbeiter → Auswahl geeigneter Mitarbeiter**
- **Ausbildung des Mitarbeiters zu einem HF-Experten**
- **Anwendung arbeitswissenschaftlicher Methoden**

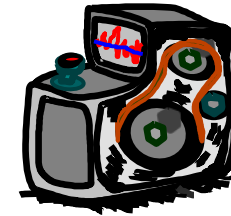
Der Ansatz

Informationsmodell: "Human-Factors" (Fehlhandlung)





Wechselwirkung



Informationsmodell

Human-Factors

Wahrnehmung

fehlerhaft
hören, sehen

Denken

Fehlinterpretation
Gedächtnisfehler

Motorik

Falsches Bedien-
element betätigt
Fehlerhaft betätigt

Beispiele

Information

- nicht gesehen
- nicht gehört

Information

- falsch zugeordnet
- vergessen

- Bewegungs-
koordination
- Handhabung

Arbeitsgebiet MMS

- Anzeigen
- Meldungen
- Bedienelemente
- Anlagenteile
- Unterlagen
- Arbeitsabläufe
- Hilfsmittel, Werkzeuge
- Kommunikation
- Arbeitsumgebung
- Arbeitssituation

Umgang mit Fehlern/Fehlhandlungen Beinahe-Unfälle Unfälle

Umgang mit Fehlern/Vertrauensatmosphäre

Behandlung von Fehlern – Beinahe-Unfälle

Probleme

Lösungen

1

Belohntes Schweigen
(gute Schicht keine
Fehlhandlungen)

2

Fehlhandlungen
belohnt die Anlage
(Verkürzung des Arbeitsablaufes
--> Schneller ans Ziel)

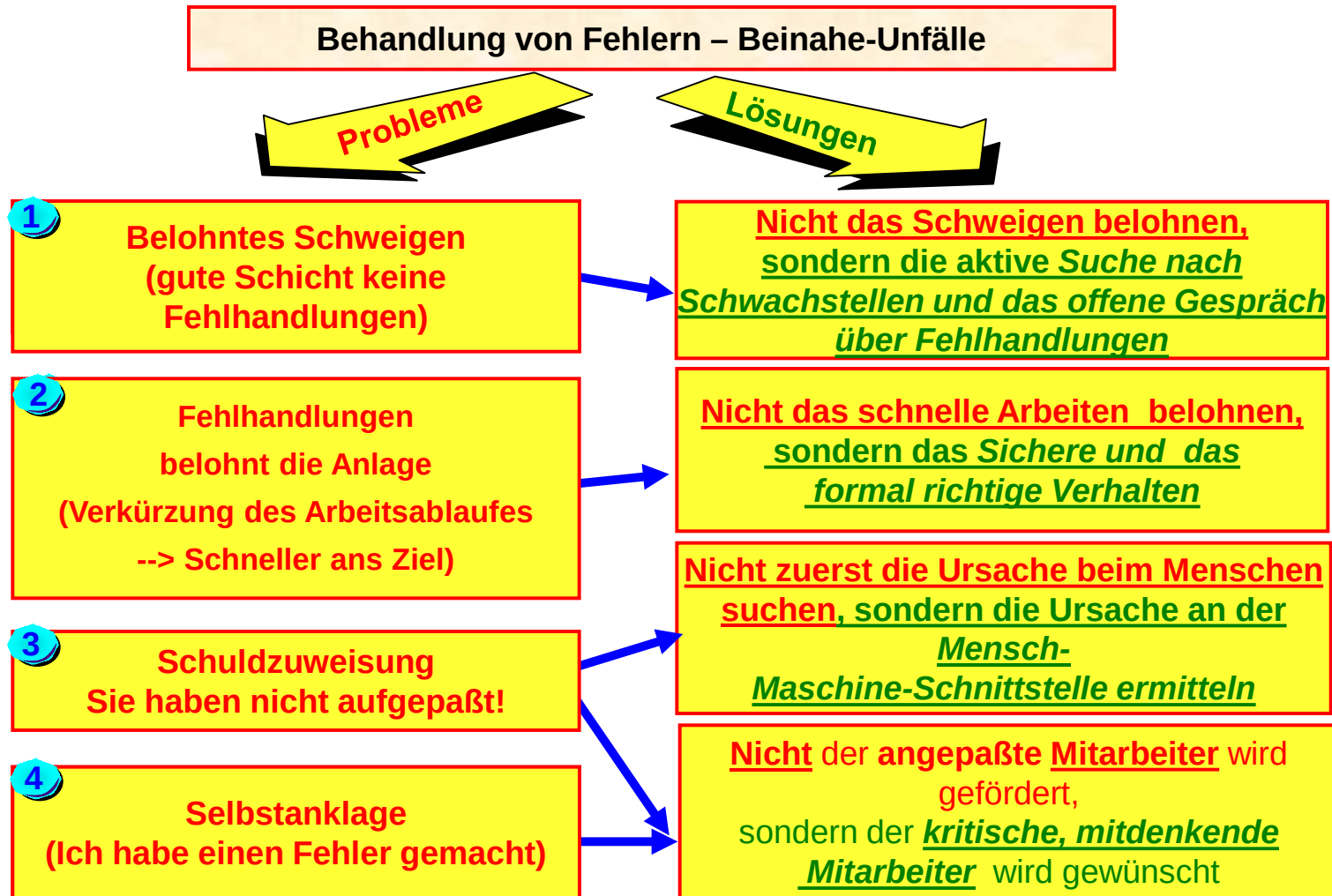
3

Schulduzuweisung
Sie haben nicht aufgepaßt!

4

Selbstanklage
(Ich habe einen Fehler gemacht)

Umgang mit Fehlern/Vertrauensatmosphäre



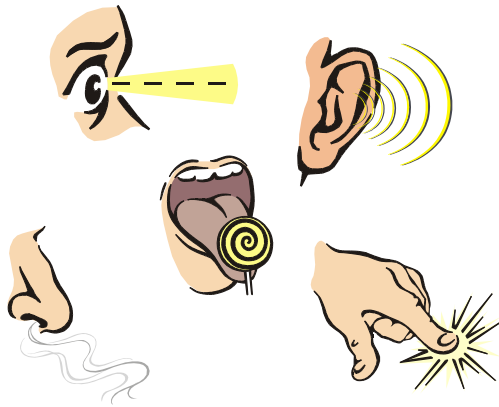
These - Behauptung

Alle Unfälle können vermieden werden wenn alle Menschen gut aufpassen !

Also: „Pass auf – dann passiert dir auch nix“

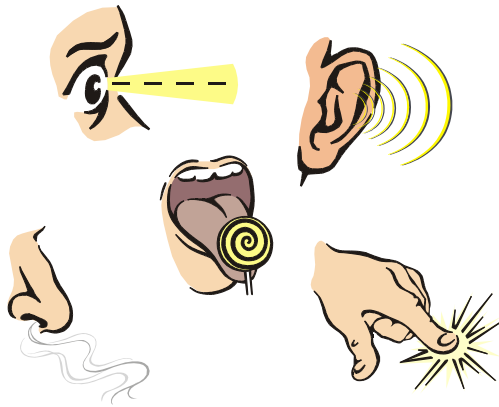
Wovon hängt die Gefahrenwahrnehmung ab ?

Aspekte der Gefahrenwahrnehmung:



Wovon hängt die Gefahrenwahrnehmung ab ?

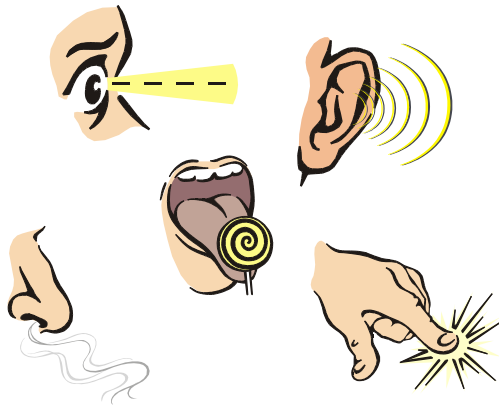
Aspekte der **Gefahrenwahrnehmung**:



- Funktionsfähigkeit der Sinnesorgane
- Wahrnehmungsschwellen
- Leistungsfähigkeit, Leistungsbereitschaft
- Qualifikation und Erfahrungswissen

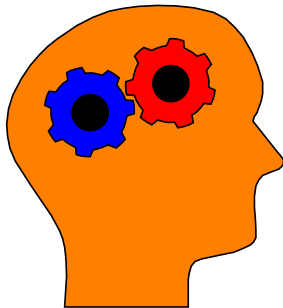
Wovon hängt die Gefahrenwahrnehmung ab ?

Aspekte der **Gefahrenwahrnehmung**:



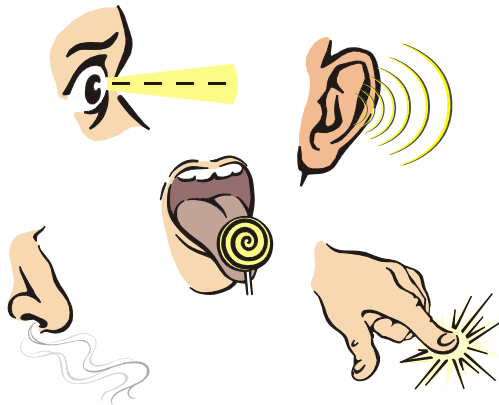
- Funktionsfähigkeit der Sinnesorgane
- Wahrnehmungsschwellen
- Leistungsfähigkeit, Leistungsbereitschaft
- Qualifikation und Erfahrungswissen

Aspekte der **Gefahrenkognition**:



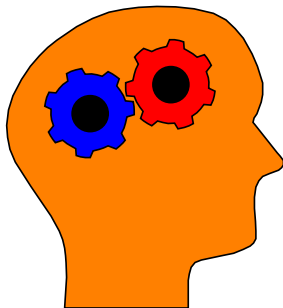
Wovon hängt die Gefahrenwahrnehmung ab ?

Aspekte der **Gefahrenwahrnehmung**:



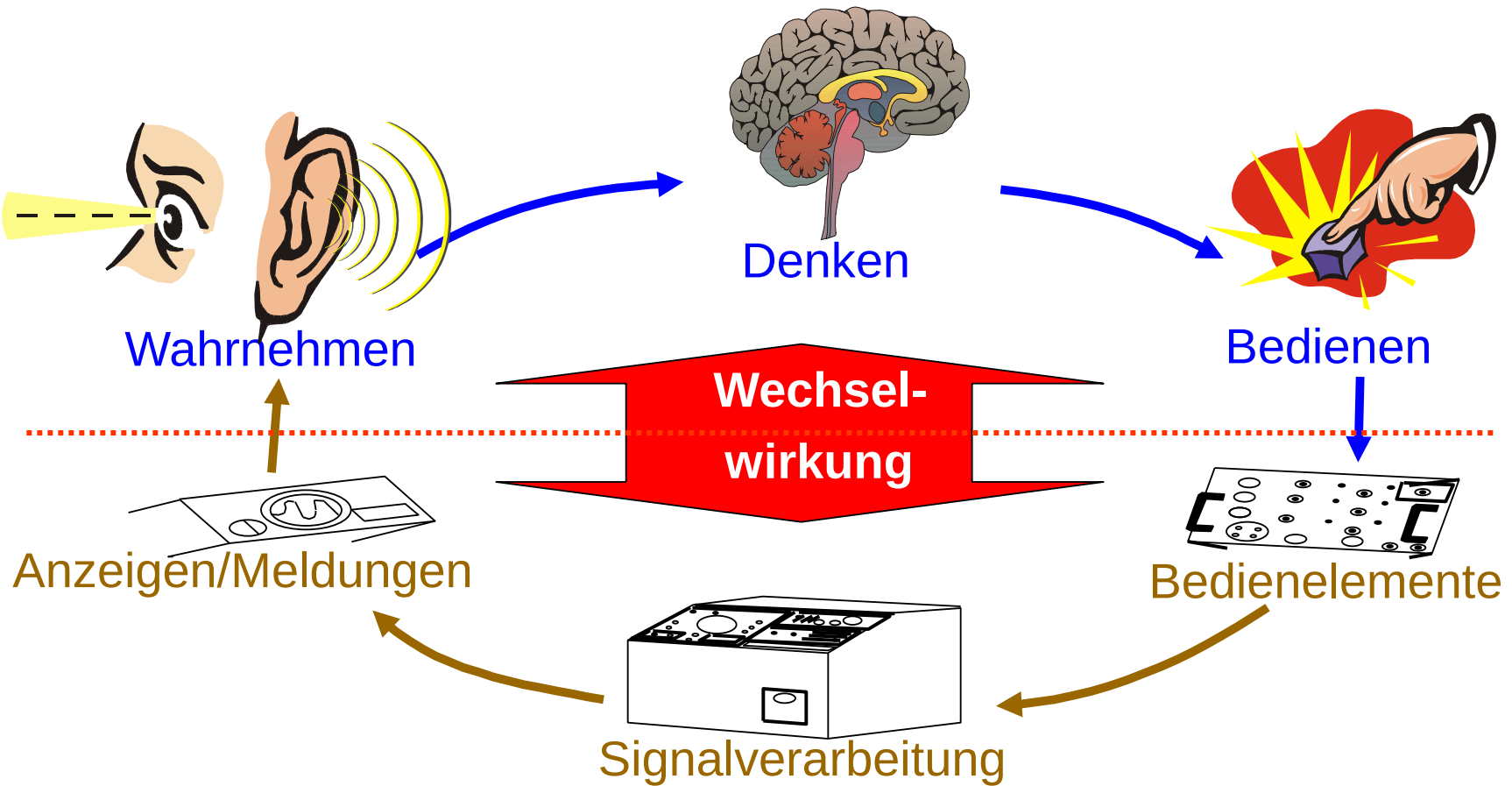
- Funktionsfähigkeit der Sinnesorgane
- Wahrnehmungsschwellen
- Leistungsfähigkeit, Leistungsbereitschaft
- Qualifikation und Erfahrungswissen

Aspekte der **Gefahrenkognition**:



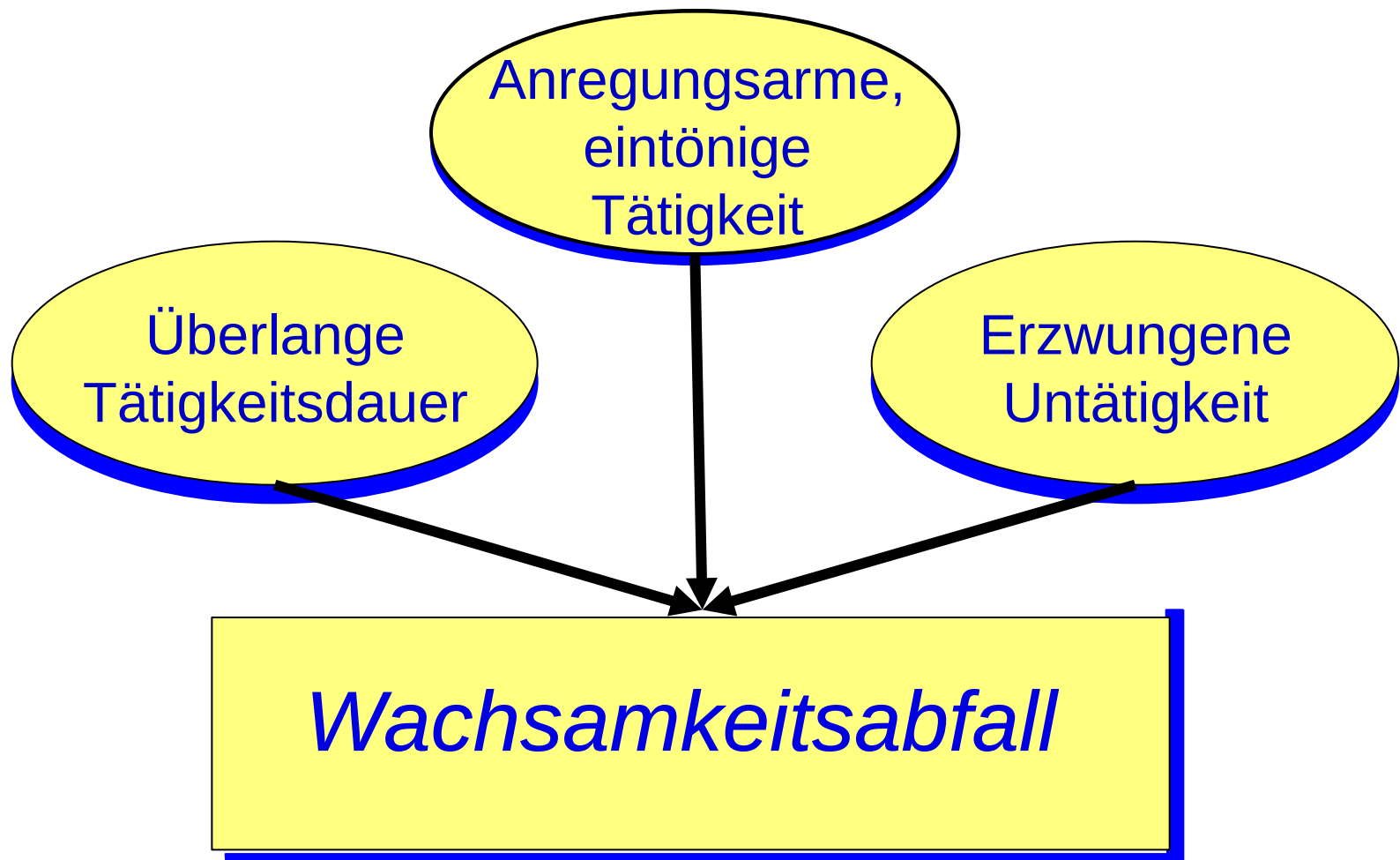
- Einschätzung Gefährdungspotential
- Bekanntheitsgrad der Gefährdung
- Vertrautheit der Gefährdung
- Sensibilität gegenüber Gefahrensignalen

Aufbau und Ablauf der Mensch-Maschine-Schnittstelle

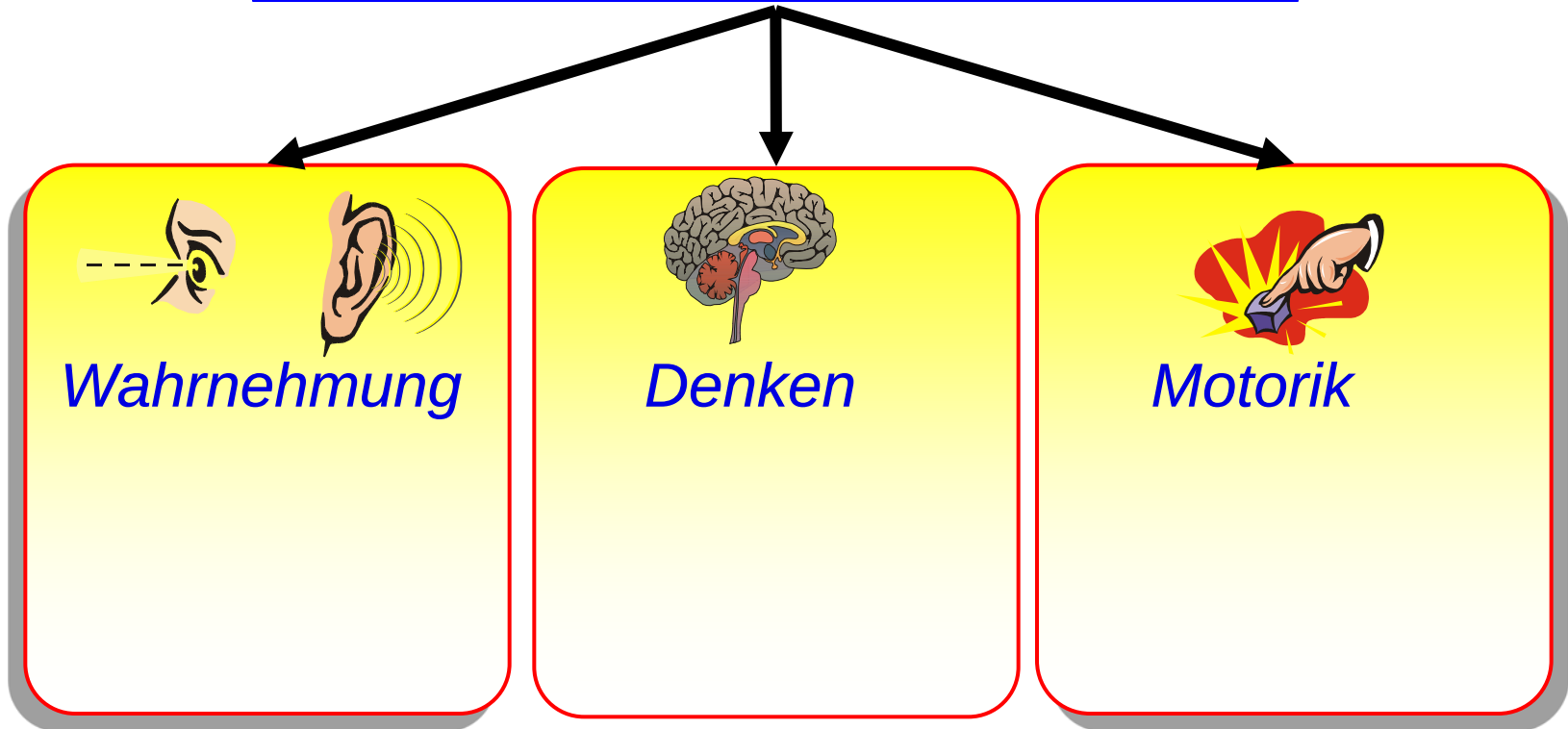


Wachsamkeit und Aufmerksamkeit

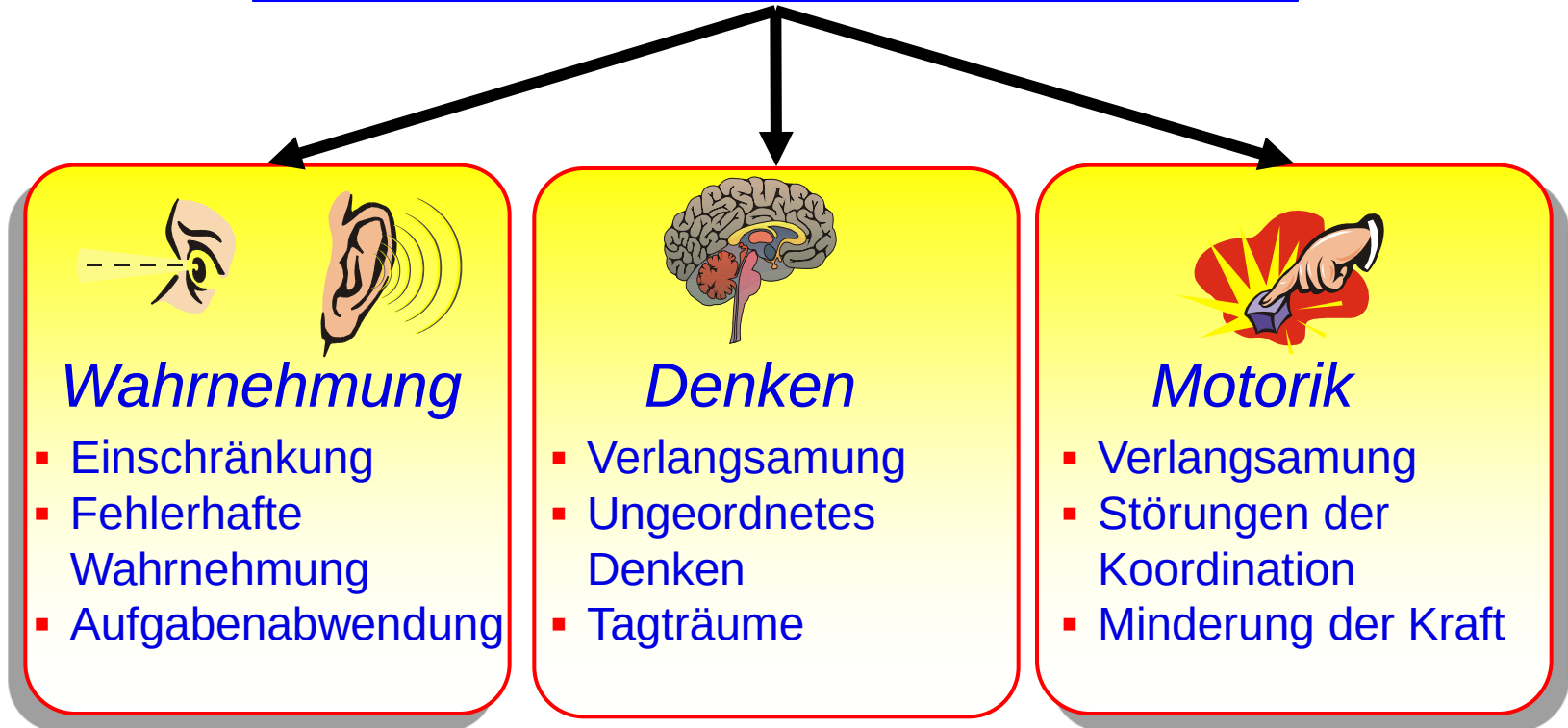
Sind Sie jetzt wach und aufmerksam ?
Hören Sie zu und passen auf ?
Können Sie sich konzentrieren ?

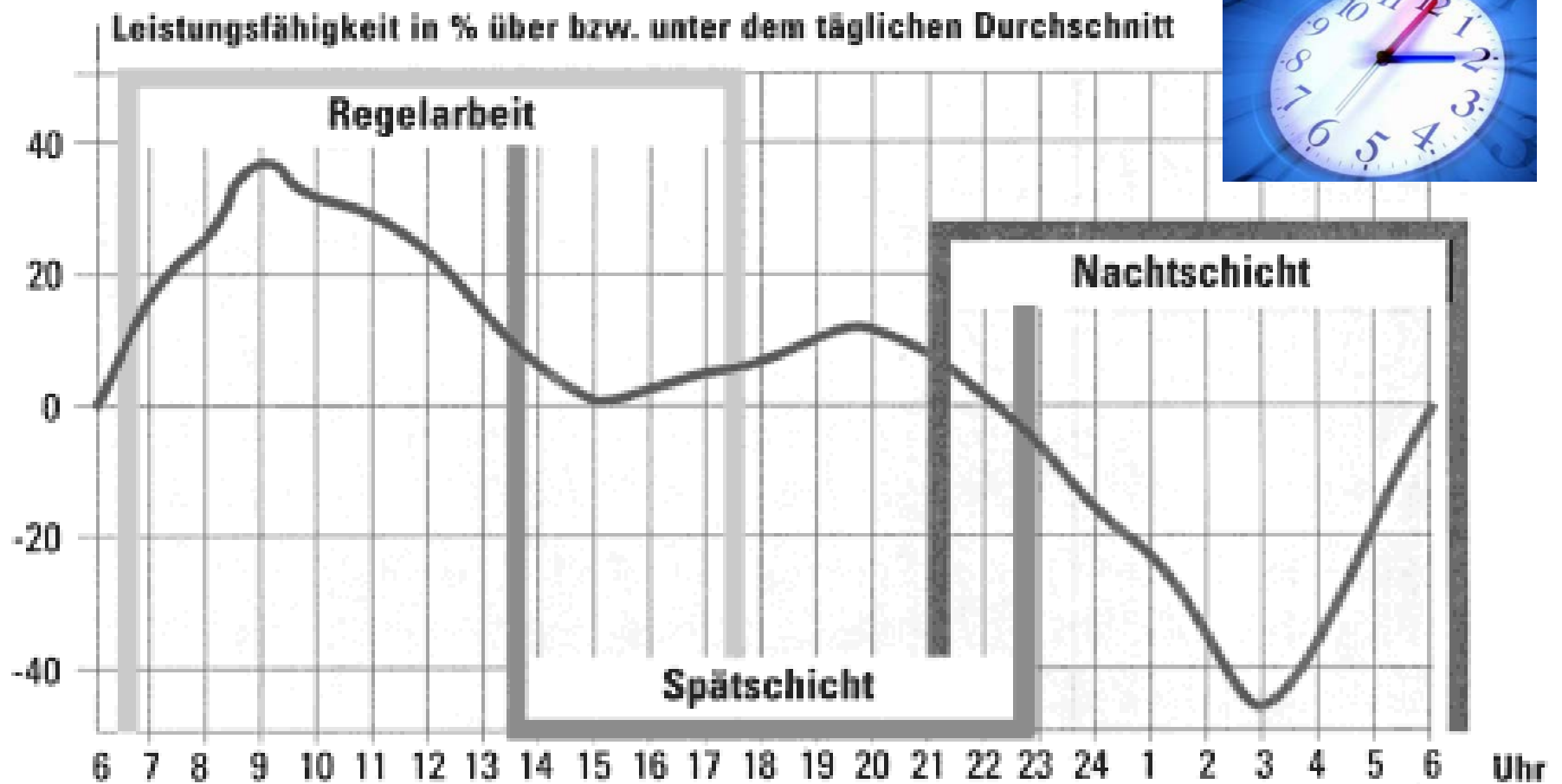


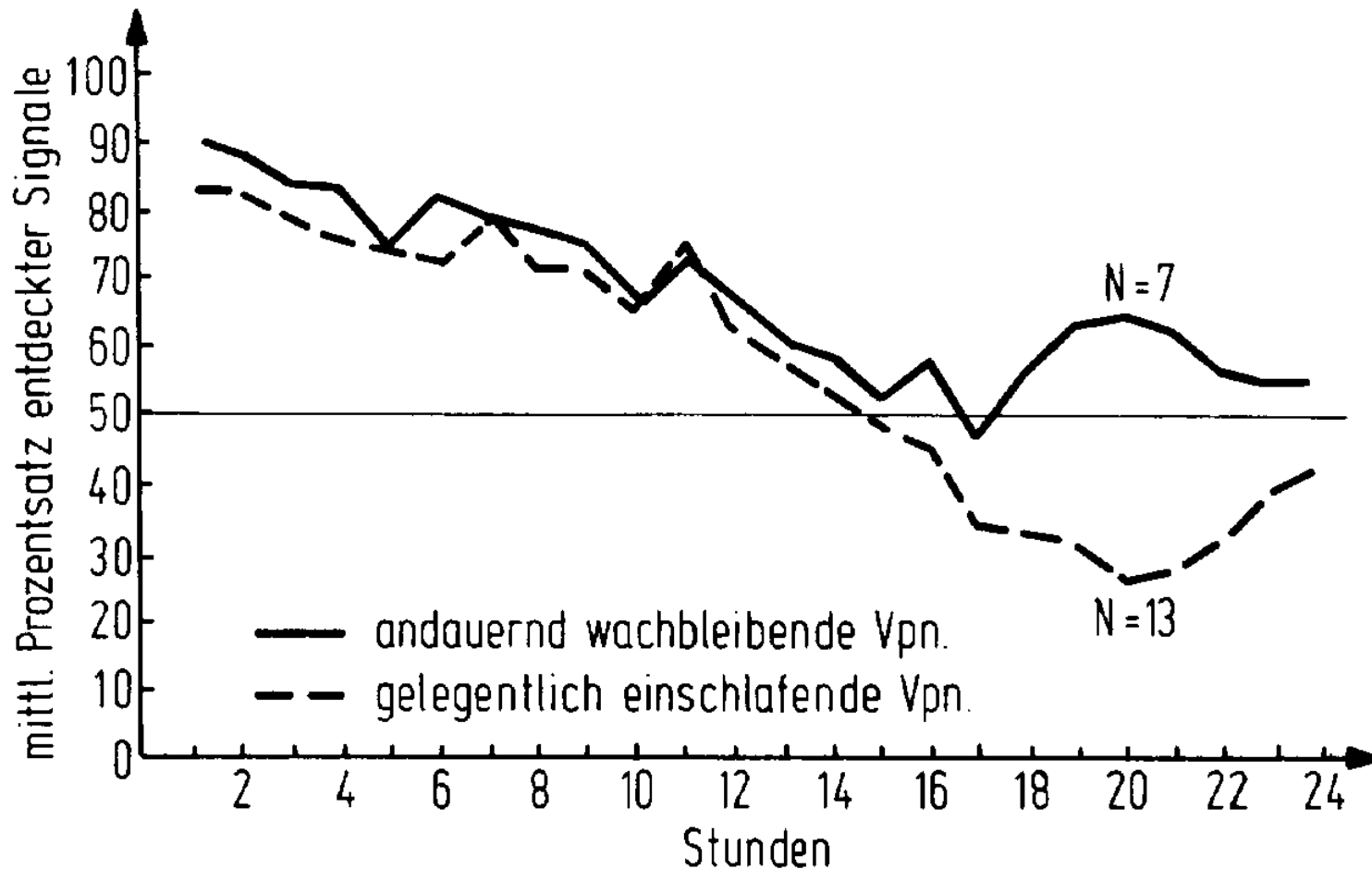
Wachsamkeitsabfall



Wachsamkeitsabfall







Beobachtungsleistung (Signalleuchte, die unregelmäßig kurzzeitig erlischt)
in Abhängigkeit von der Dauer der Beobachtungstätigkeit
bei überlangen Schichtzeiten (Schlafentzug)

Stress und Stressoren

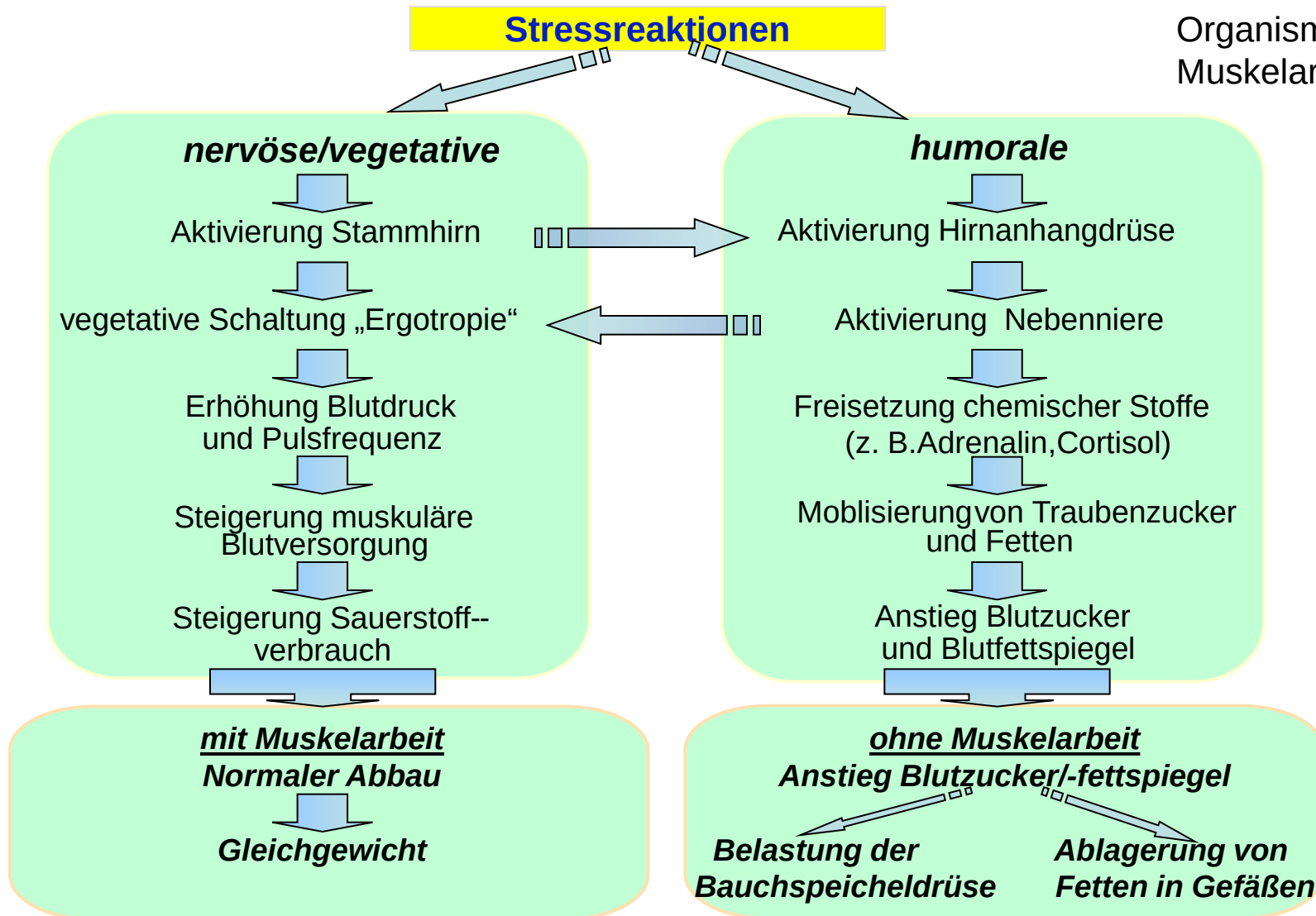
Sind Sie jetzt gestresst ?

Regt Sie etwas auf ?

Steigt der Blutdruck oder Schwitzen Sie ?

Physiologische Stresssituationen - schematisch - :

Vorbereitung der
Organismus auf
Muskelarbeit



Stressfaktoren

```
graph TD; A[Stressfaktoren] --> B[psychologische]; A --> C[physikalische]; A --> D[chemische]; B --> B1[+ Arbeitsüberlastung]; B --> B2[+ unklare Zielvorgaben]; B --> B3[+ Konfliktsituationen]; B --> B4[+ Sorgen/Ängste]; C --> C1[+ Lärm]; C --> C2[+ Klima]; C --> C3[+ Unter-Überdruck]; C --> C4[+ Vibrationen]; D --> D1[+ Drogen]; D --> D2[+ Weckmittel]; D --> D3[+ Nikotin]; D --> D4[+ Alkohol];
```

psychologische

- + Arbeitsüberlastung
- + unklare Zielvorgaben
- + Konfliktsituationen
- + Sorgen/Ängste

physikalische

- + Lärm
- + Klima
- + Unter-Überdruck
- + Vibrationen

chemische

- + Drogen
- + Weckmittel
- + Nikotin
- + Alkohol

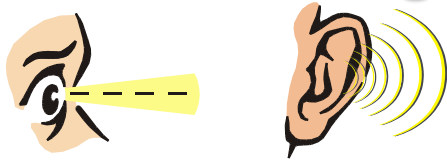
Wahrnehmung Denken Motorik

Nehmen Sie alles wahr was Sie jetzt sehen und hören ?
Können Sie alles interpretieren und behalten ?
Bewegen Sie sich richtig und sicher ?

Welche Fehler sind in den Bereichen möglich ?

Informationsaufnahme

Wahrnehmung

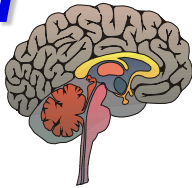


fehlerhaft gesehen/gehört

Aktueller Vorgang und Ergebnis der Verarbeitung von Reizen, die durch das Sinnesorgan aufgenommen werden.

Informationsverarbeitung

Denken



Fehlinterpretation/Gedächtnisfehler

Einsatz intellektueller Funktionen in Form von Kognition, Folgen und Bewerten.

Arbeitshandlung

Motorik



Bedienelement fehlerhaft betätigt

Willkürliche Bewegungsabläufe des Körpers, die vom Gehirn gesteuert werden.

Welche Sinne setze ich zur Wahrnehmung ein ?

Bereich Wahrnehmung

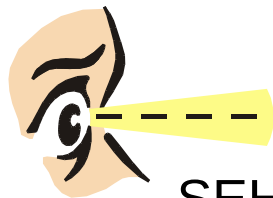
Aktueller Vorgang und Ergebnis der Verarbeitung von Reizen, die durch Sinnesorgane aufgenommen werden

Wieviele Sinne setze ich ein und welche ?

Welche Sinne setze ich zur Wahrnehmung ein ?

Bereich Wahrnehmung

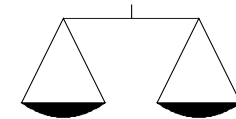
Aktueller Vorgang und Ergebnis der Verarbeitung von Reizen, die durch Sinnesorgane aufgenommen werden



SEHEN



HÖREN



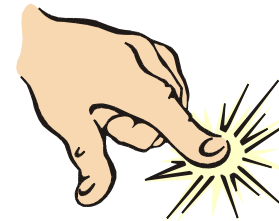
GLEICHGEWICHT
HALTEN



RIECHEN



SCHMECKEN

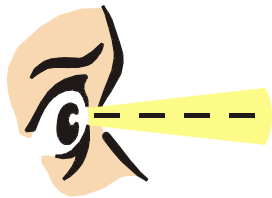


FÜHLEN

Ist die Wahrnehmung messbar und fehlerfrei?

SEHEN und HÖREN

Die wichtigsten Sinnesorgane der Gefahrenwahrnehmung



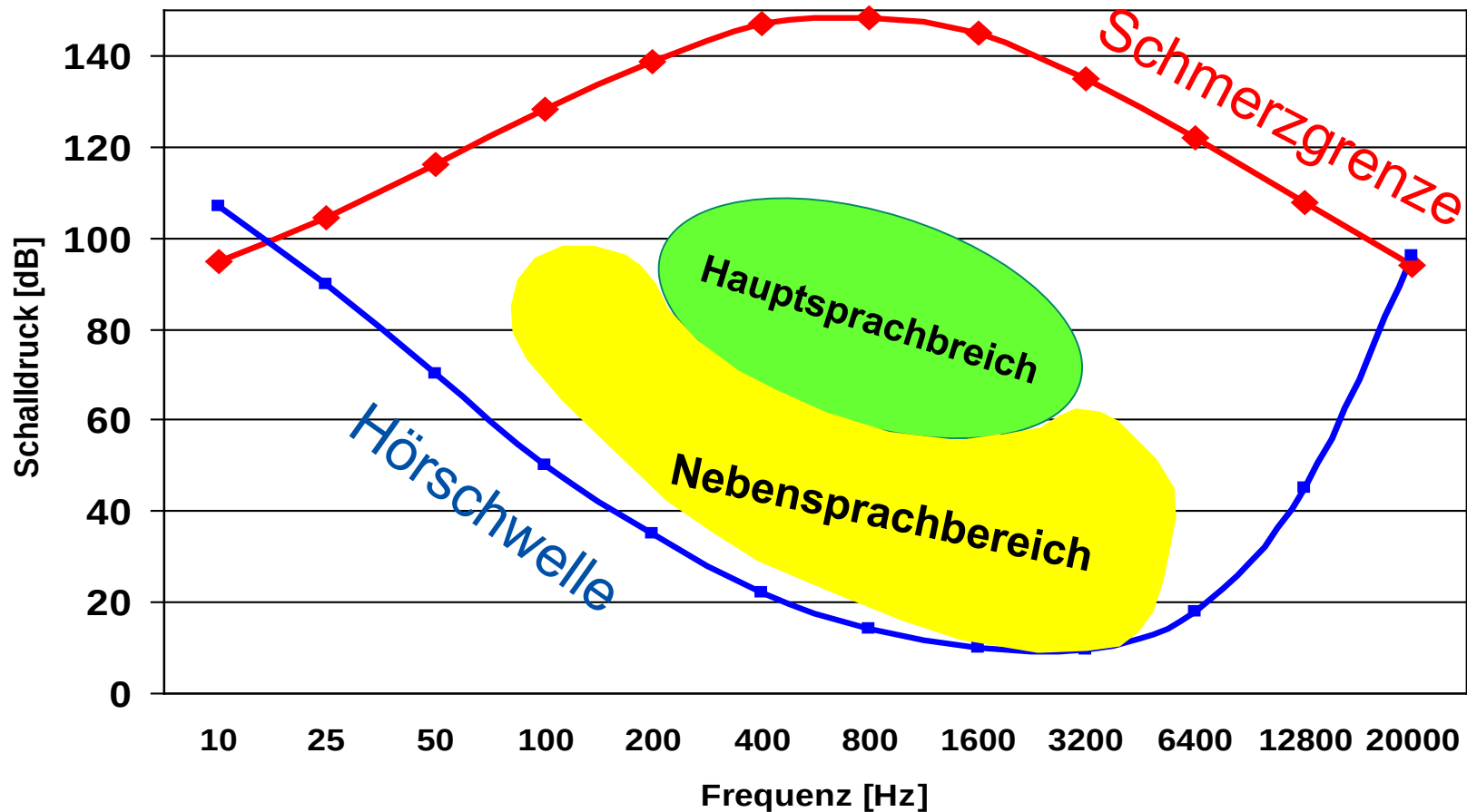
fehlerhaft gesehen
nicht gesehen



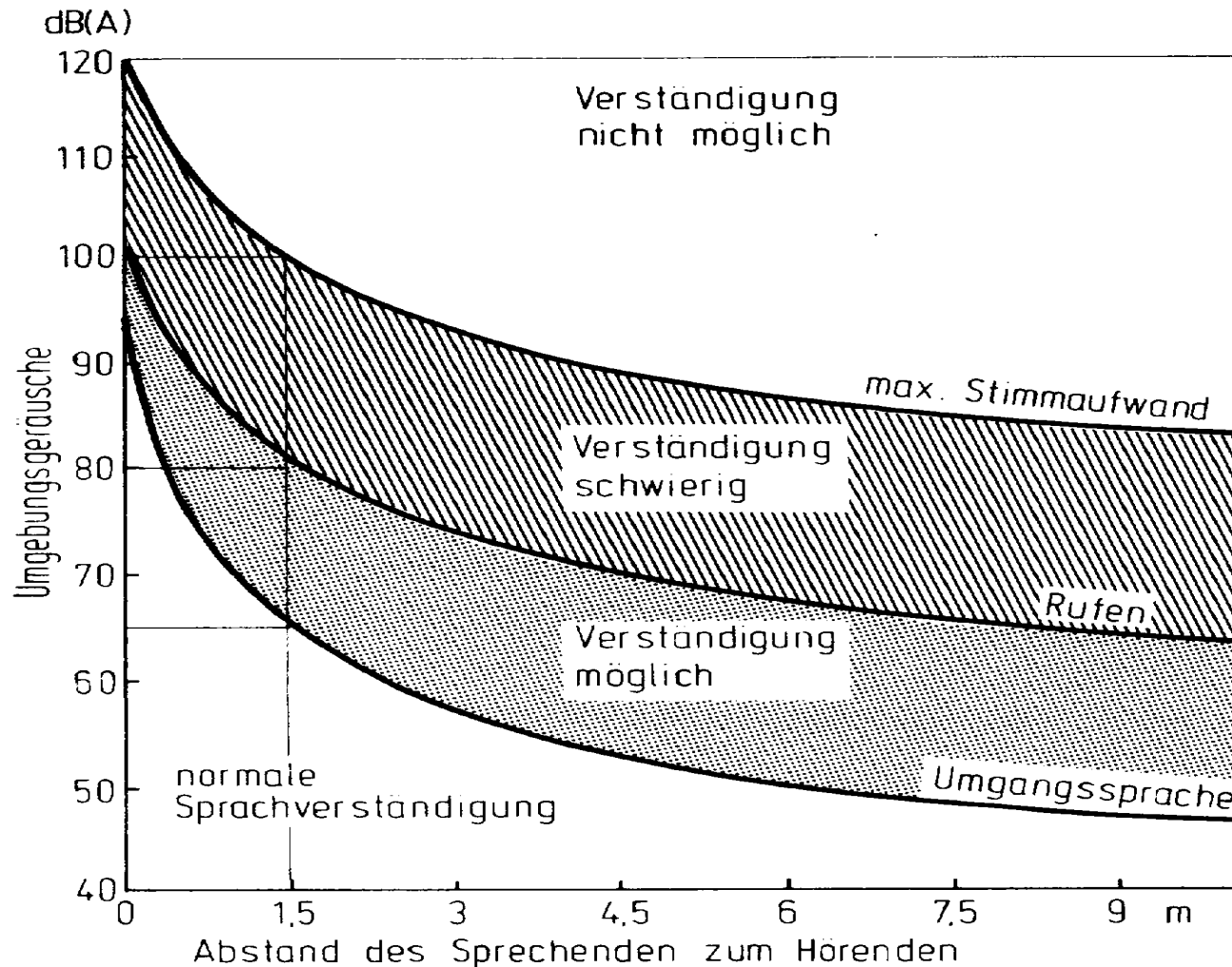
fehlerhaft gehört
nicht gehört

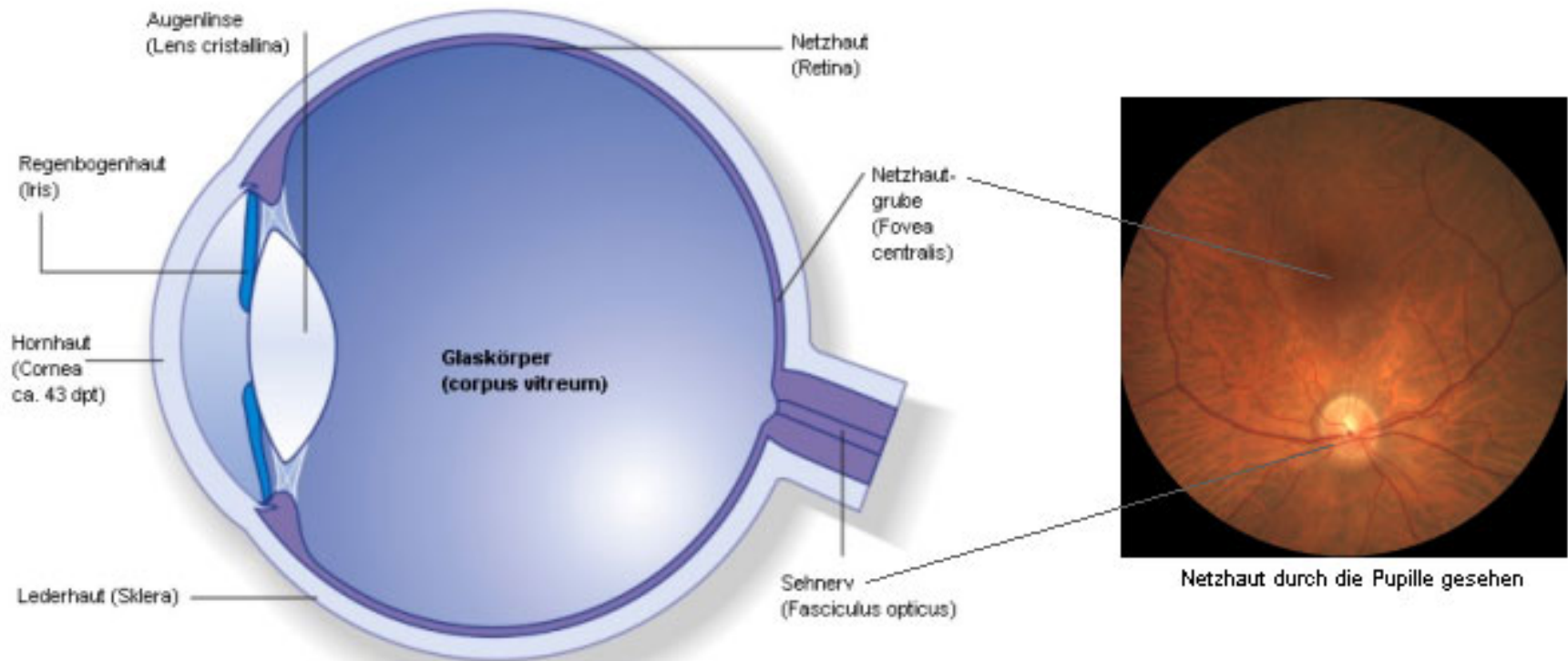
objektiv
messbar:
Seh- und
Hörtests

Hörfläche mit Hörschwellenkurve und der Schmerzgrenze als untere bzw. obere Begrenzung



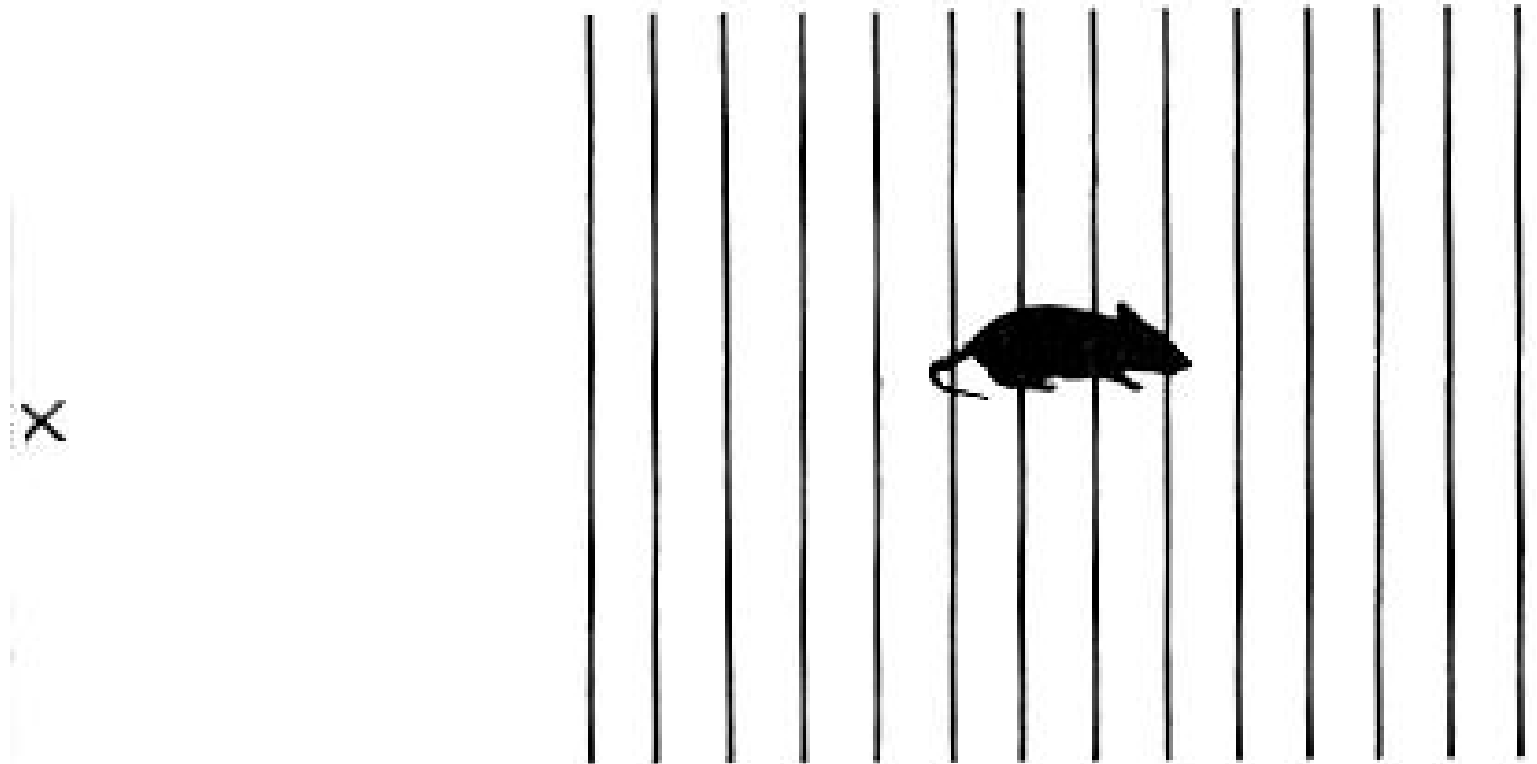
Hörverständnis im Abstand Sprechenden zum Hörenden



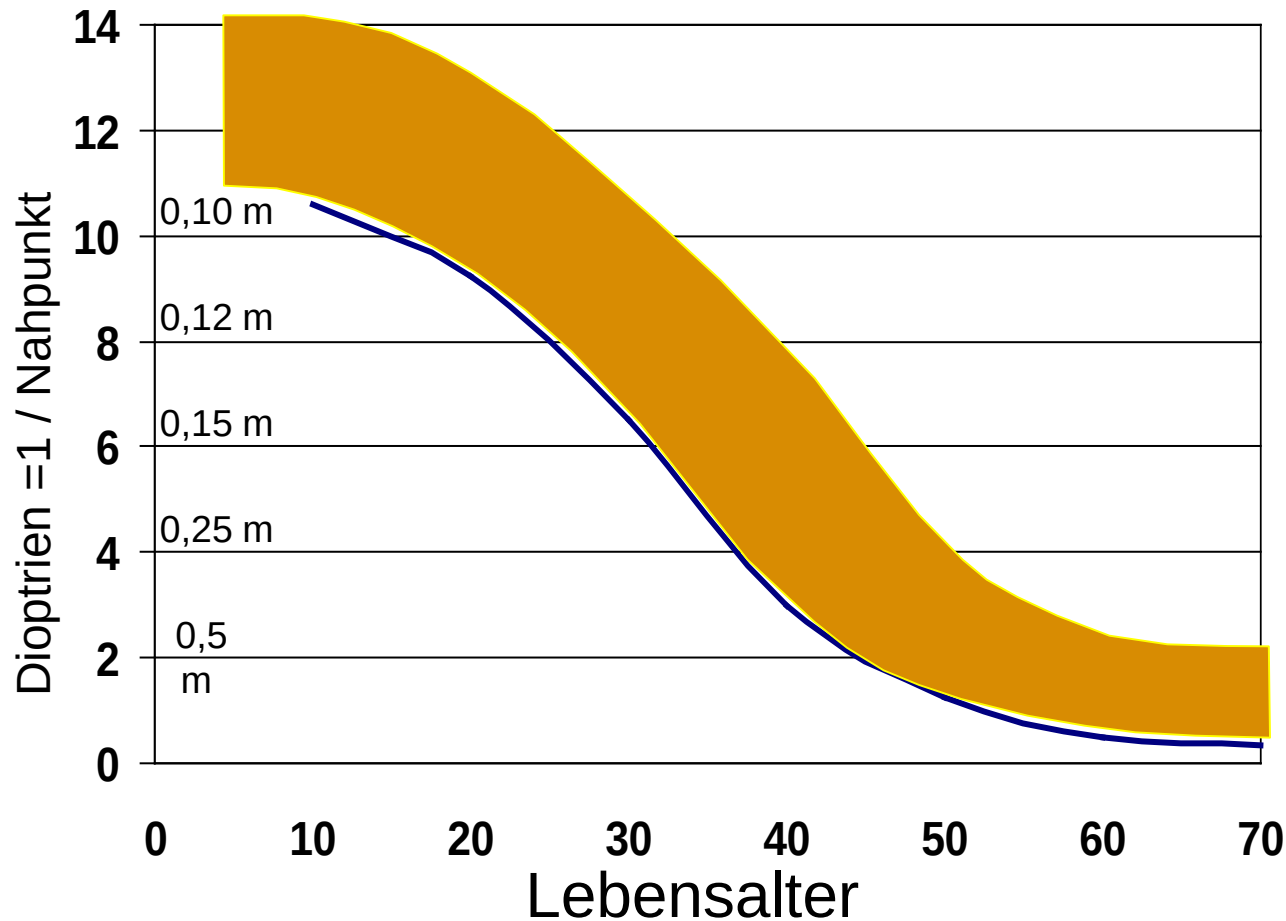


O

X



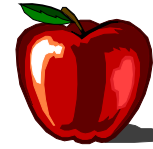
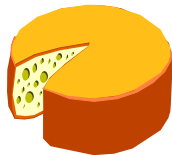
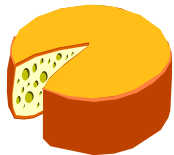
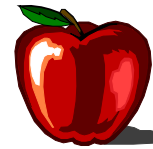
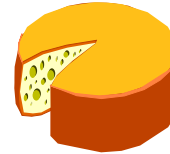
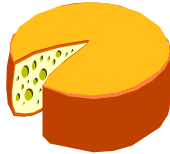
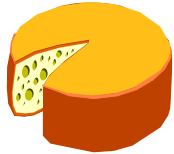
Sehfähigkeit: Zunahme des Nahpunktabstands mit dem Lebensalter



*„Lesen kann
ich ganz gut
nur die
Arme sind
zu kurz!“*

Mensch sehen Bilder in Gruppen

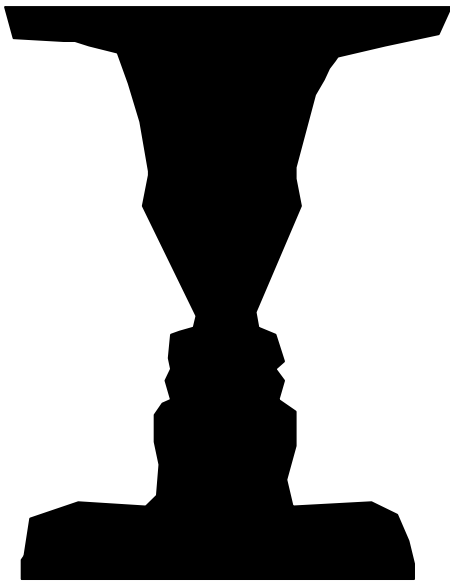
Was sehen Sie hier?



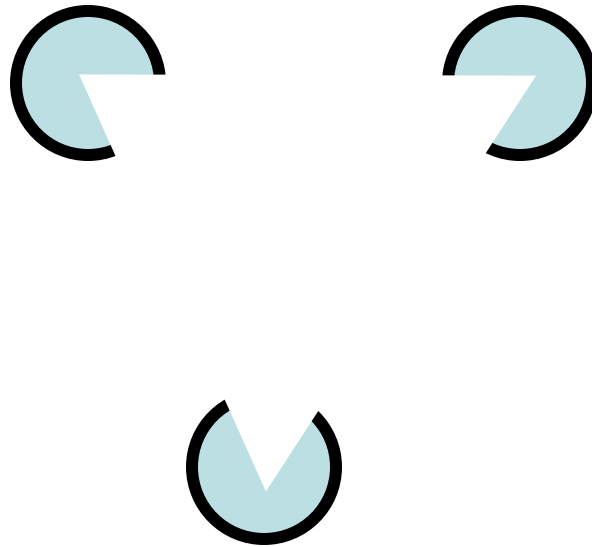
Was zusammenhängig dargestellt wird –
Wird als zusammengehörig empfunden!

Menschen sehen Dinge nicht immer wie sie wirklich sind!

**Becher
oder
Köpfe ?**

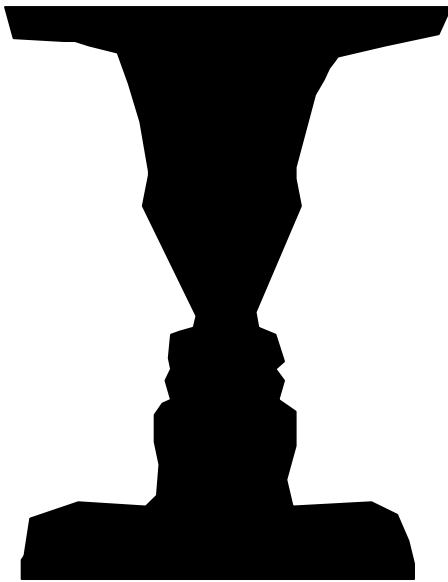


Dreieck ?



Menschen sehen Dinge nicht immer wie sie wirklich sind!

**Becher
oder
Köpfe ?**

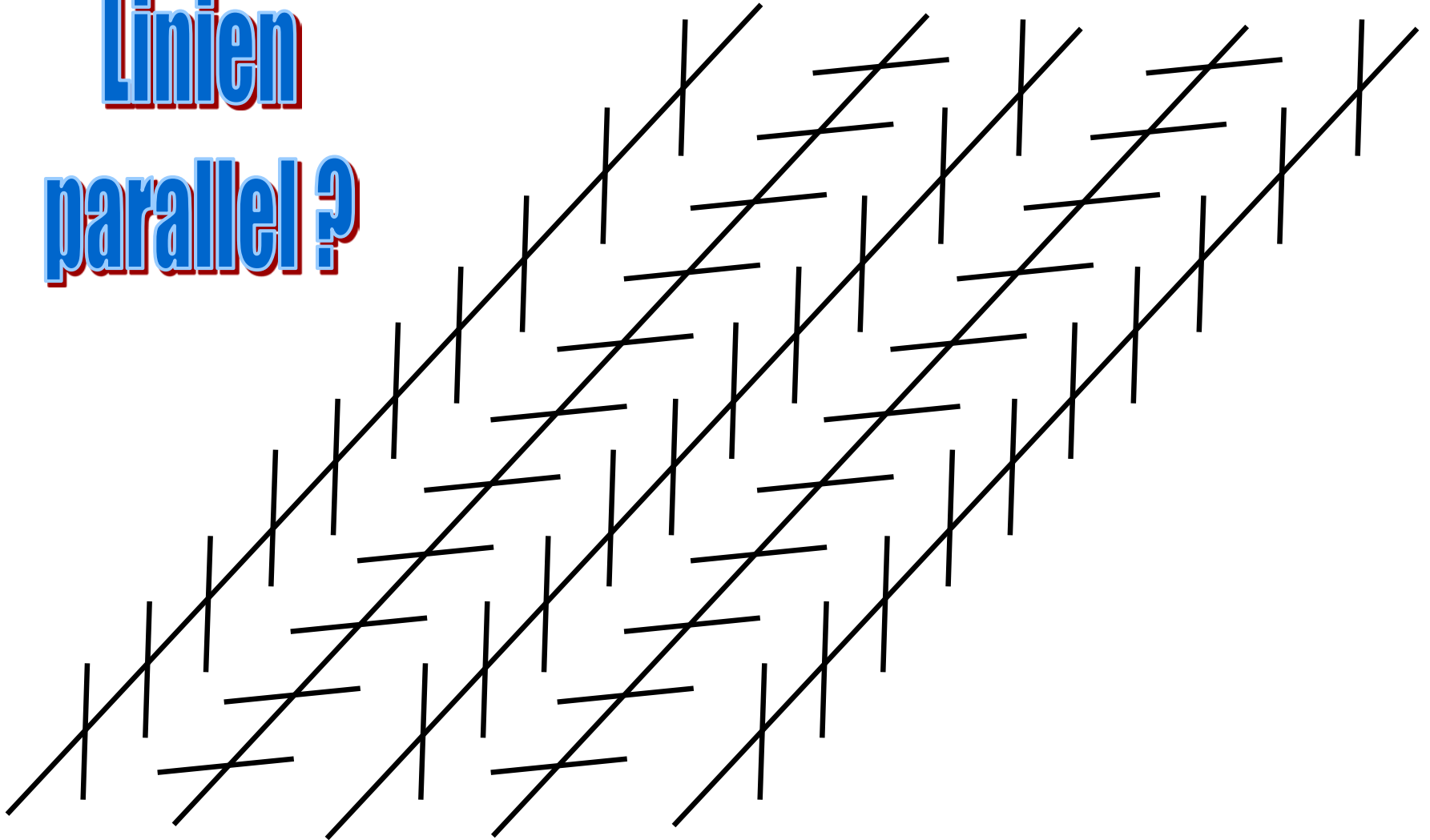


Dreieck ?



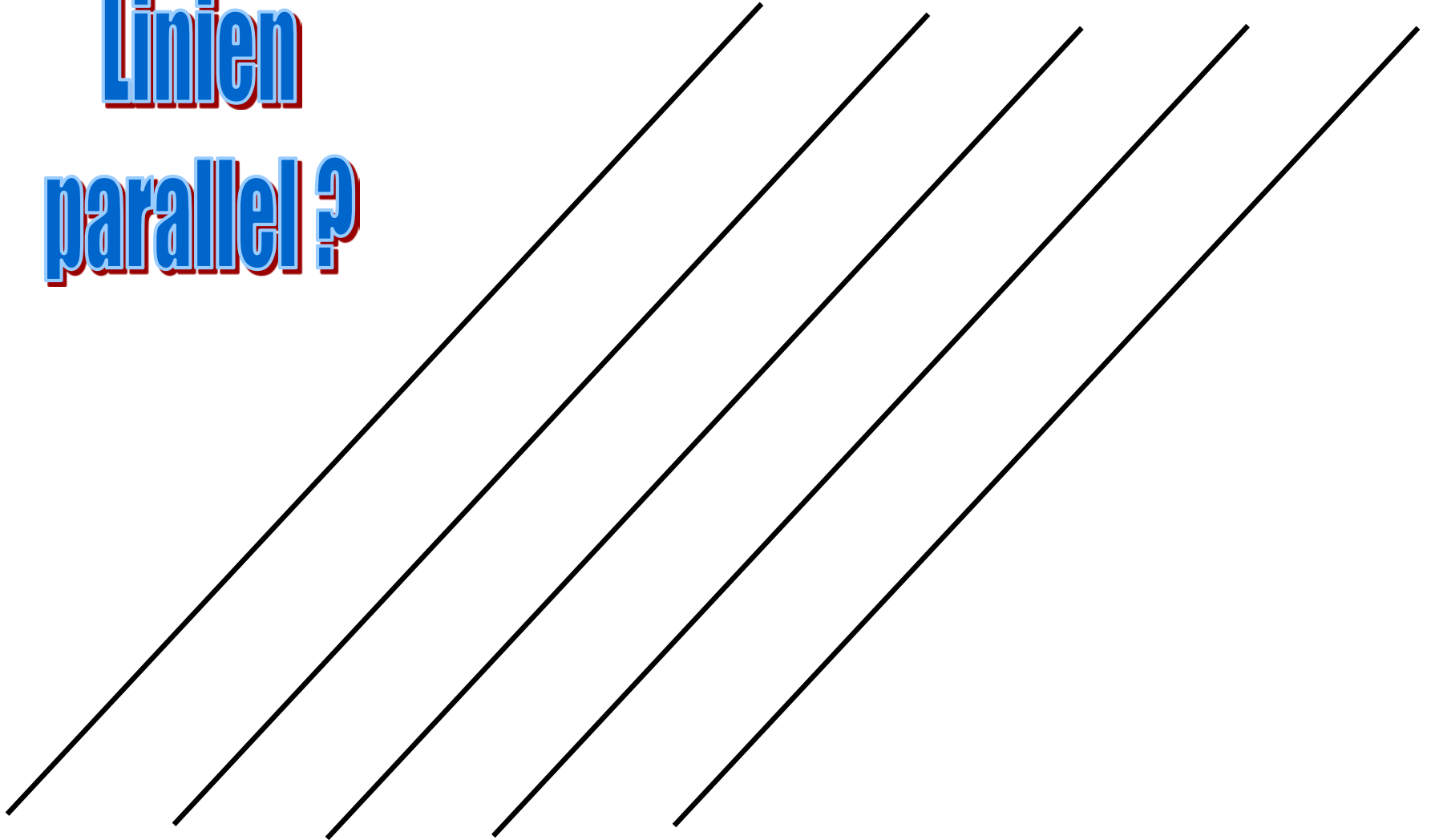
Menschen obliegen optischen Täuschungen !

**Linien
parallel ?**



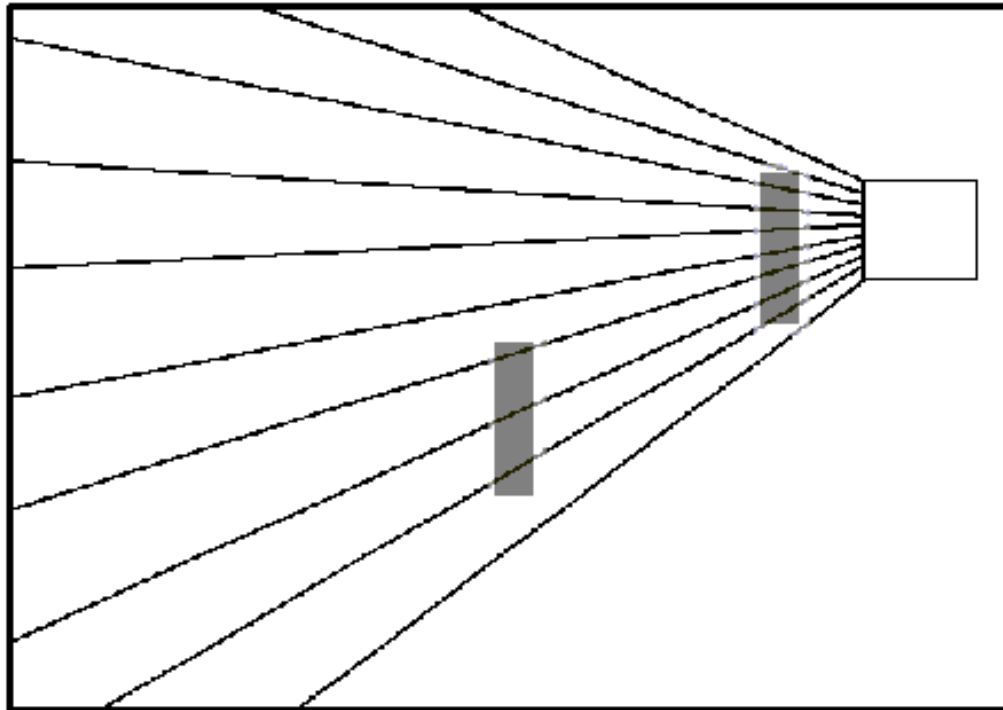
Menschen obliegen optischen Täuschungen !

**Linien
parallel ?**



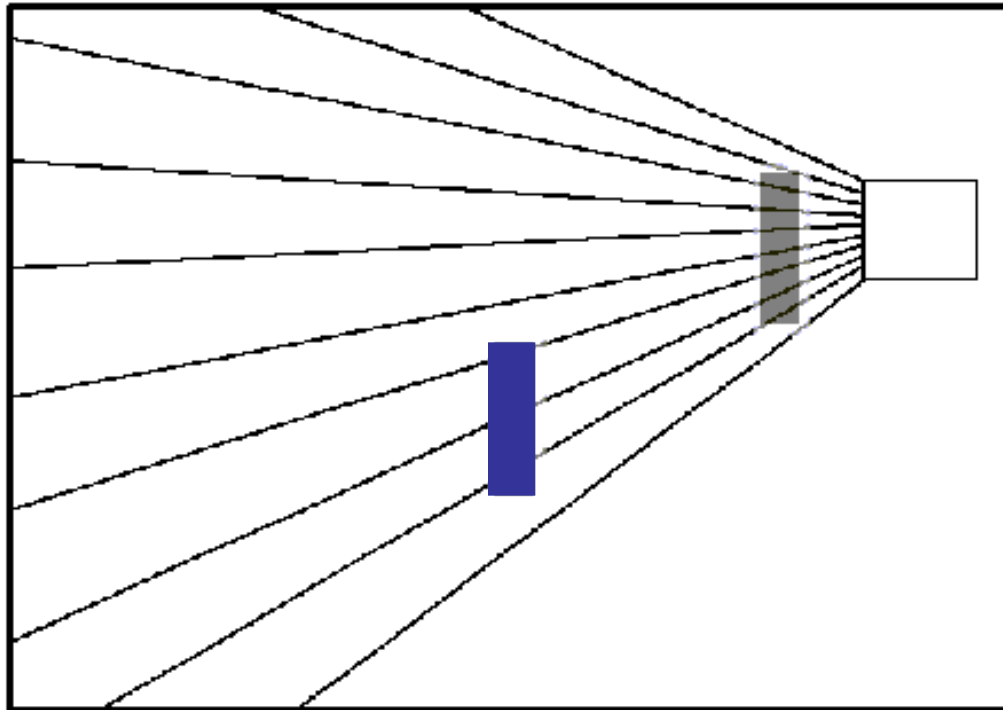
Menschen obliegen optischen Täuschungen !

Gleich Groß?



Menschen obliegen optischen Täuschungen !

Gleich Groß?



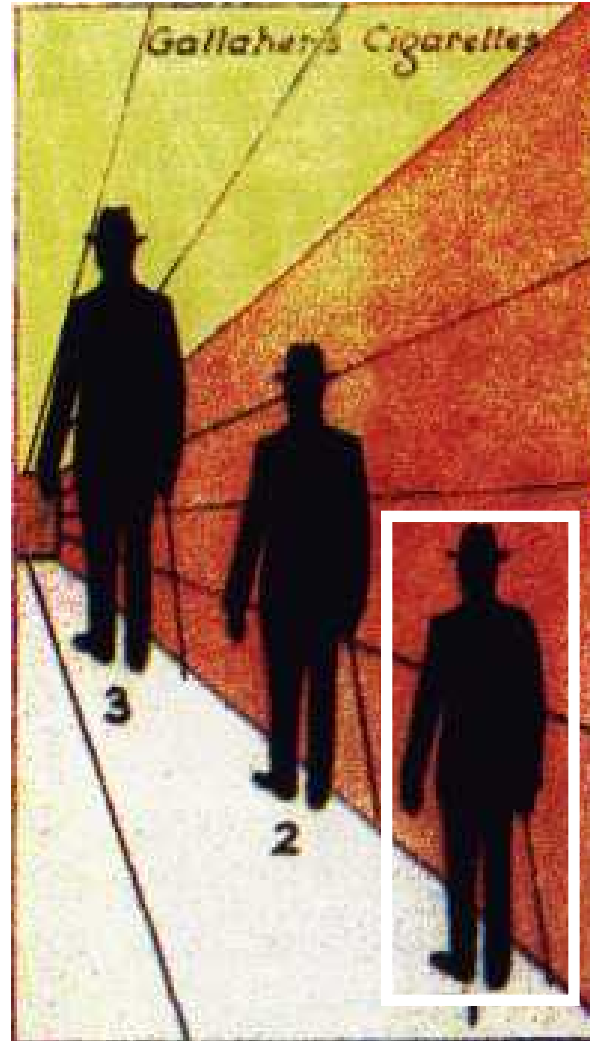
Menschen obliegen optischen Täuschungen !

Gleich Groß?



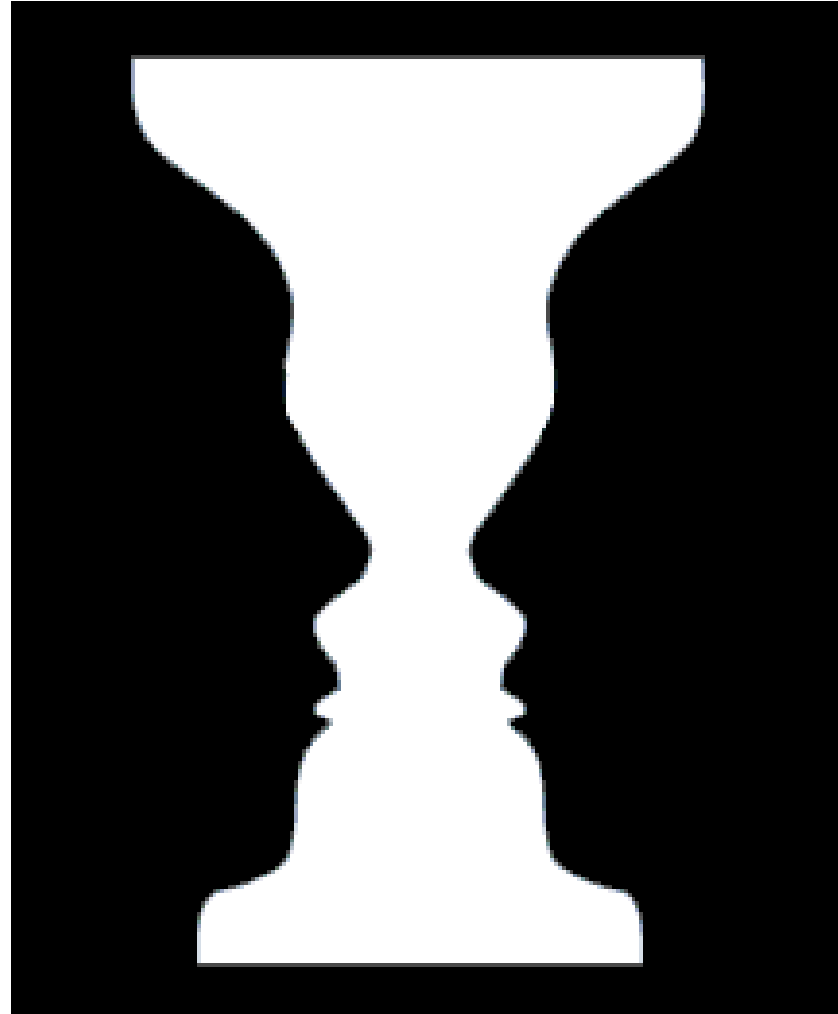
Menschen obliegen optischen Täuschungen!

Gleich Groß?



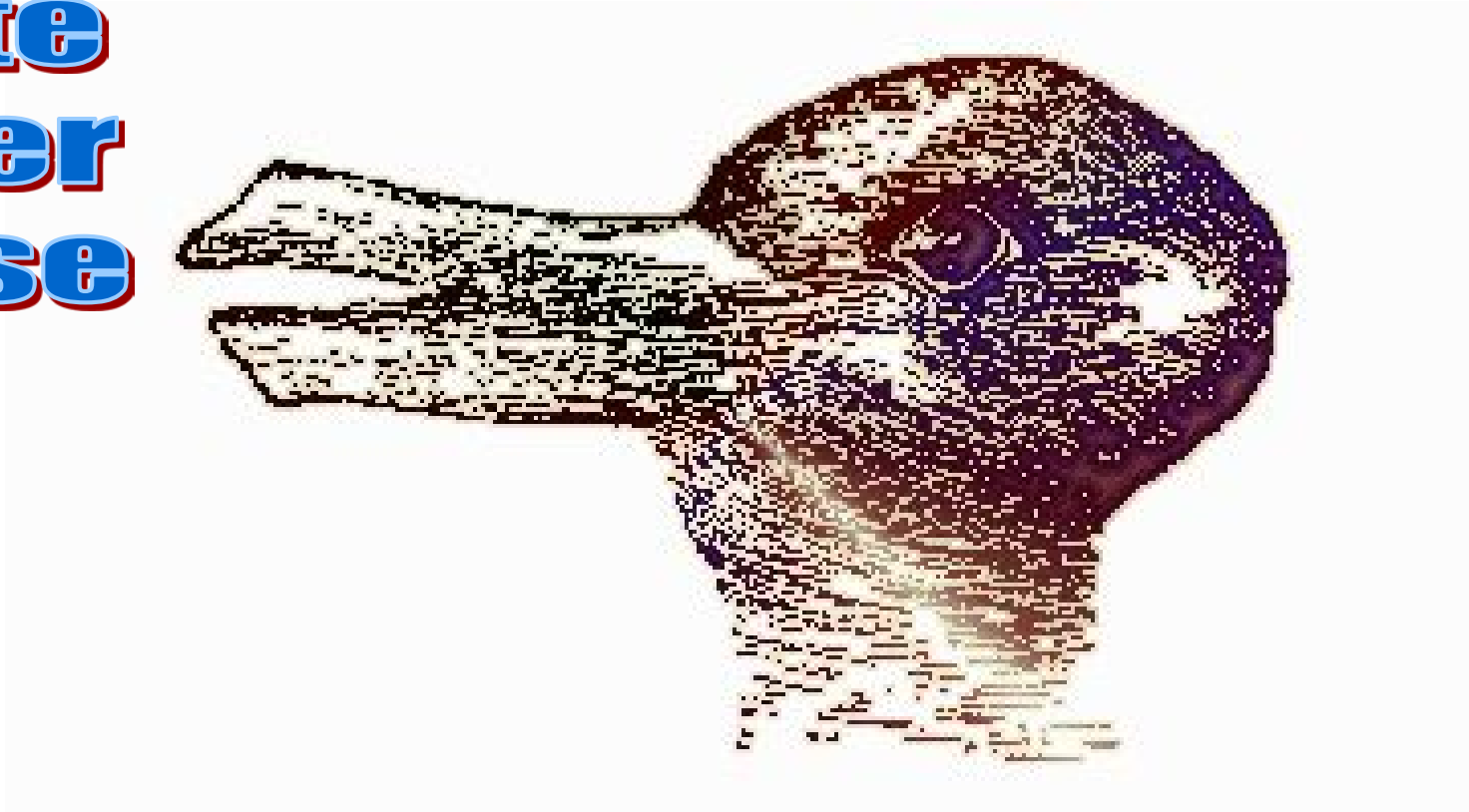
Menschen sehen unterschiedlich

**Kelch
oder
Gesichter?**



Menschen sehen unterschiedlich

Ente
oder
Hase



Alte oder junge Frau?

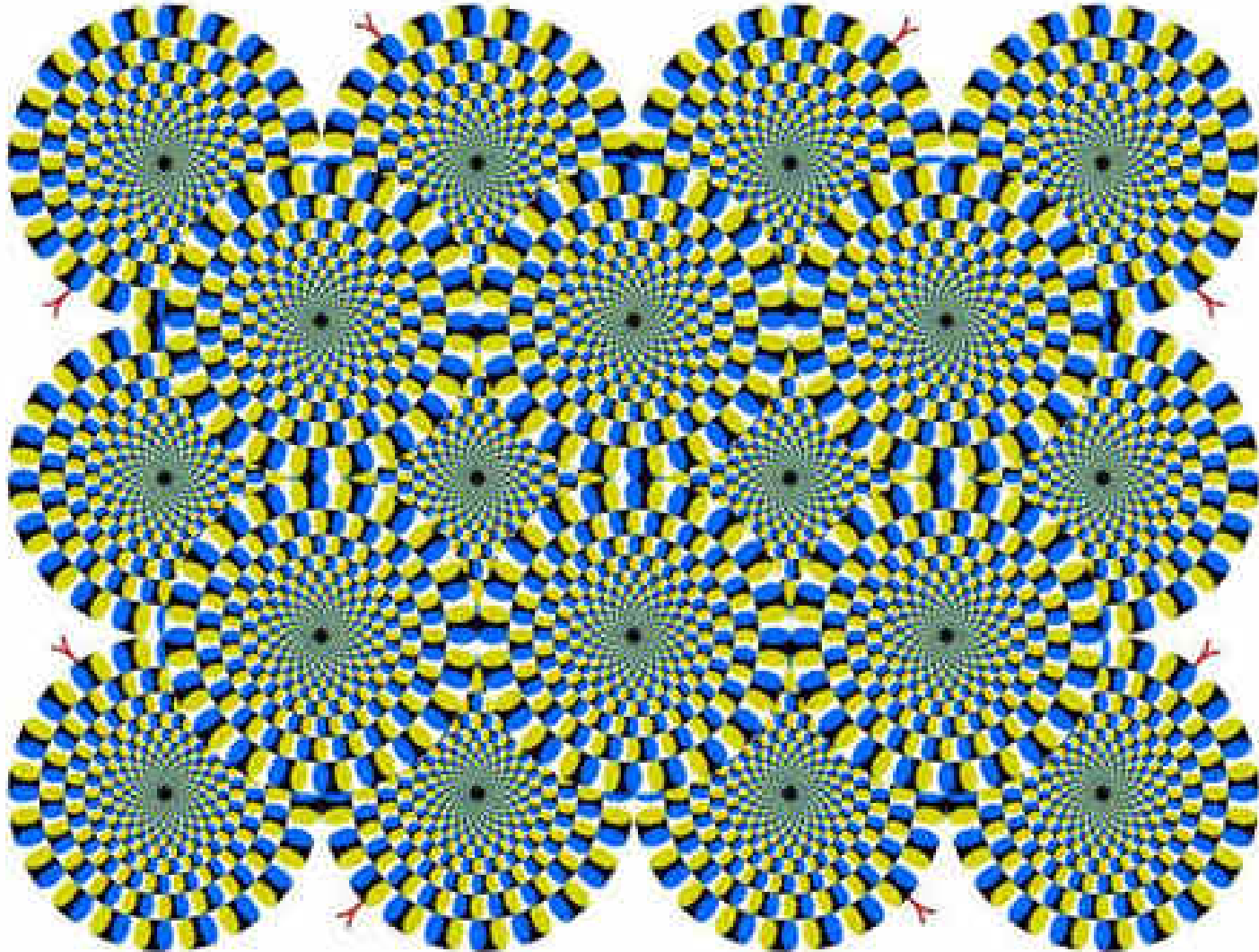


Durch die Schraube?

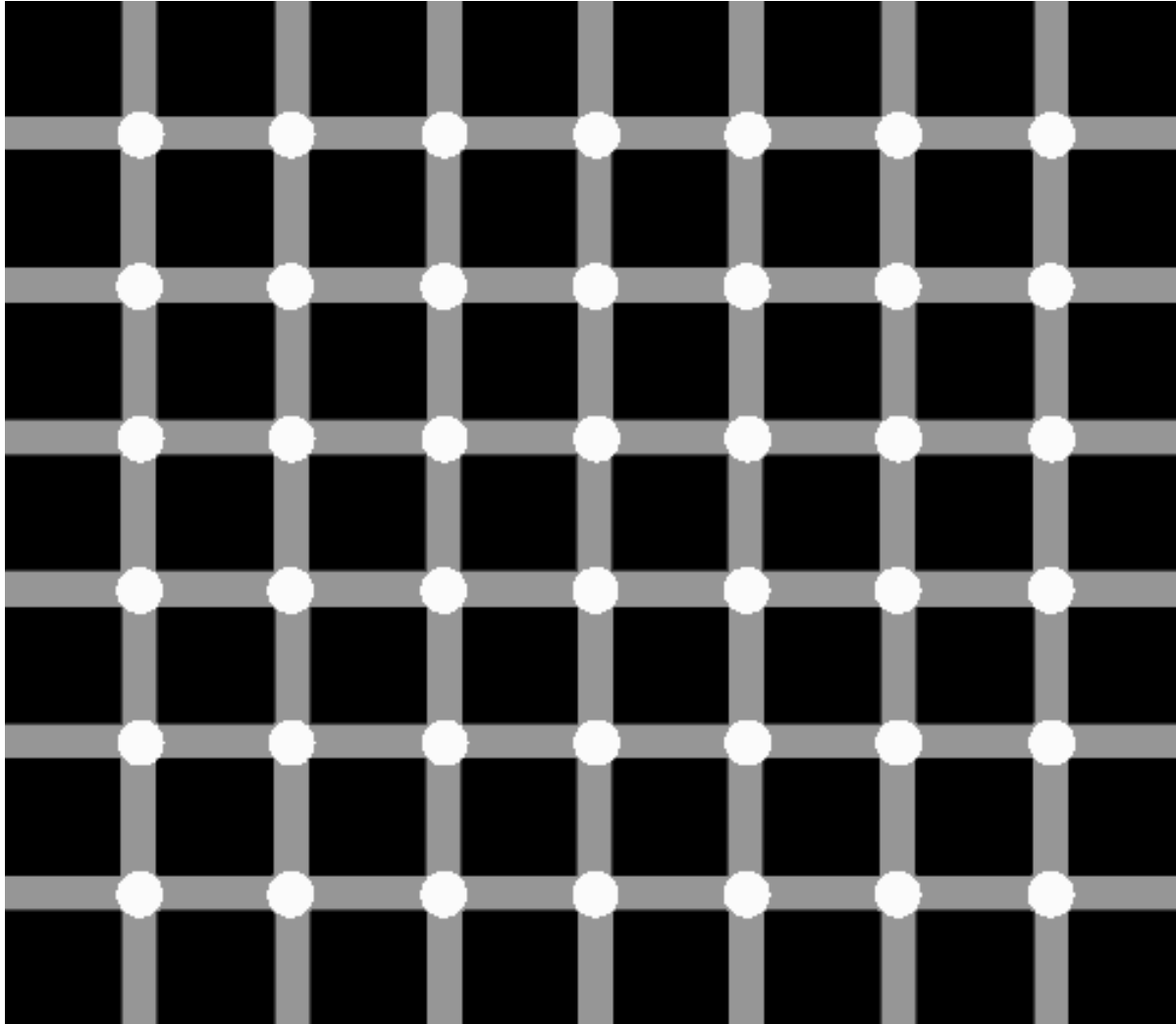




Alles in Bewegung?



Zählen Sie die schwarzen Punkte



Bist Du gut in Sachen **Farben** !?

Ist die Wahrnehmung messbar und fehlerfrei?

**RIECHEN, FÜHLEN, SCHMECKEN
und das GLEICHGEWICHT halten**

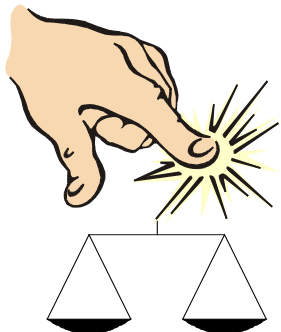
Werden nicht gezielt für die Gefahrenwahrnehmung eingesetzt



Geruchssinn

Geschmackssinn

subjektiv
nicht
messbar



Tastsinn/Haptik

Gleichgewichtssinn

objektiv
messbar

Wovon hängt die Wahrnehmung ab?

Wovon hängt die Wahrnehmung ab?

Sinnesphysiologie

Grundfaktoren des Sinneseindrucks :

- Qualität
- Quantität
- Zeit
- Räumlichkeit

Wovon hängt die Wahrnehmung ab?

Reiz 

Wovon hängt die Wahrnehmung ab?

Reiz  Rezeptoren 

Wovon hängt die Wahrnehmung ab?

Reiz  Rezeptoren  Schwellenreizstärke  Wahrnehmung

Wovon hängt die Wahrnehmung ab?

Reiz  **Rezeptoren**  **Schwellenreizstärke**  **Wahrnehmung**

Wovon hängt die Wahrnehmung ab?



Wovon hängt die Wahrnehmung ab?

***Es gibt nur
subjektive
Wahrnehmung !!!***



Wovon hängt die Wahrnehmung ab?

Sinnesphysiologie

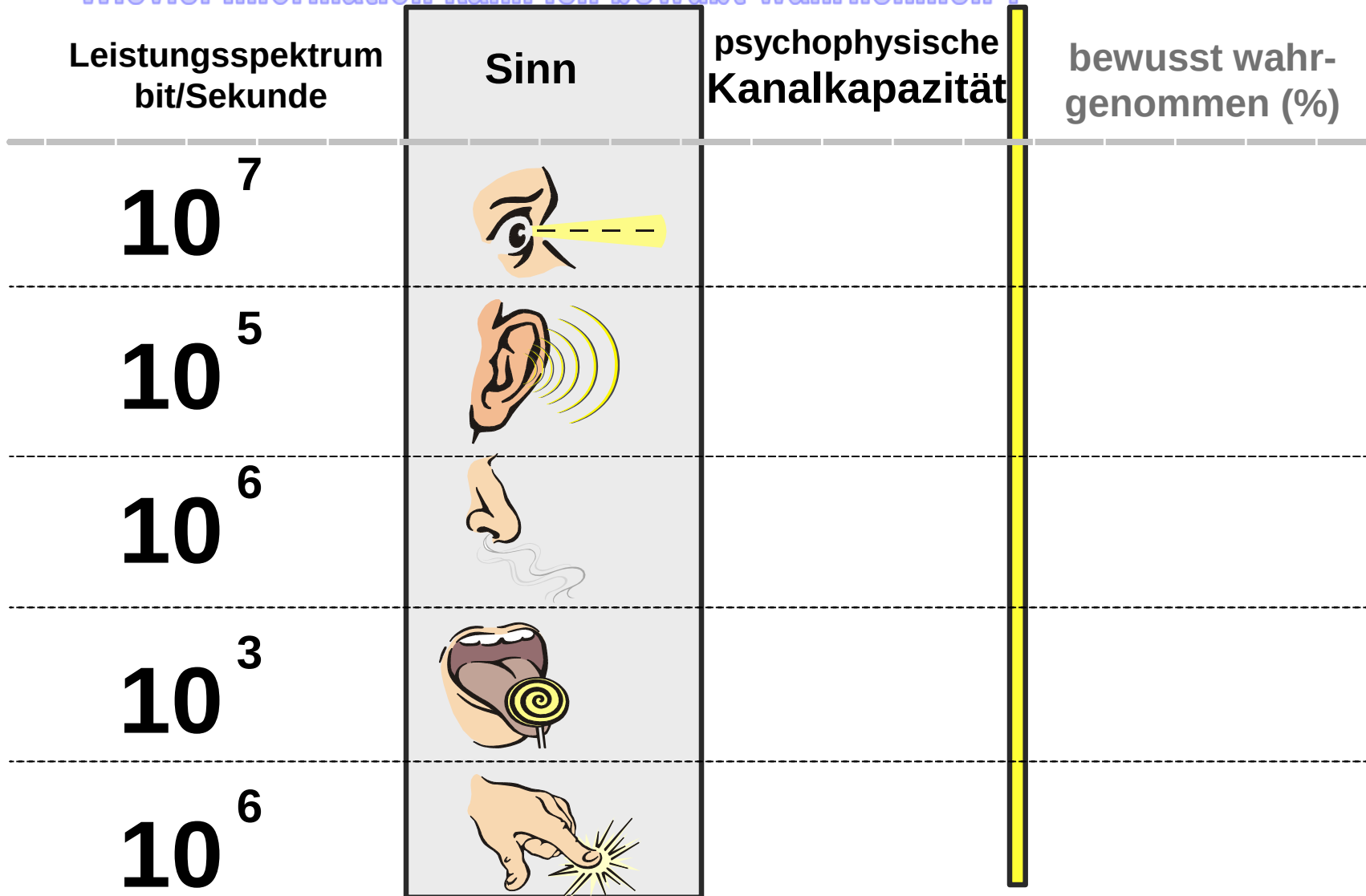
Grundfaktoren des Sinneseindrucks :

- Qualität
- Quantität
- Zeit
- Räumlichkeit

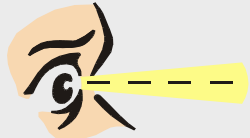


Es gibt nur subjektive Wahrnehmung !!!

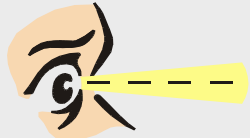
Wieviel Information kann ich bewußt wahrnehmen?



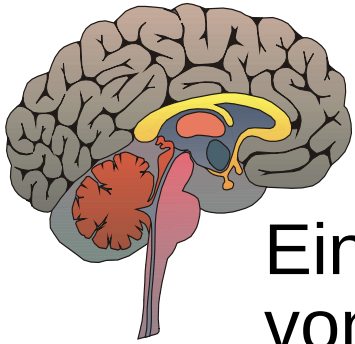
Wieviel Information kann ich bewußt wahrnehmen?

Leistungsspektrum bit/Sekunde	Sinn	psychophysische Kanalkapazität	bewusst wahr- genommen (%)
10^7		40	0,0004
10^5			
10^6			
10^3			
10^6			

Wieviel Information kann ich bewußt wahrnehmen?

Leistungsspektrum bit/Sekunde	Sinn	psychophysische Kanalkapazität	bewusst wahr- genommen (%)
10^7		40	0,0004
10^5		30	0,03
10^6		1	0,001
10^3		1	0,1
10^6		5	0,0005

Ist logisches Denken fehlerfrei immer möglich?



Bereich Denken

Einsatz intellektueller Funktionen in Form von Kognition, Folgen und Bewerten

Gedächtnisfehler

Nicht Reproduzieren können eines Gedächtnisinhaltes
Falsche Vorgabe im Gedächtnis abgespeichert

Interpretationsfehler

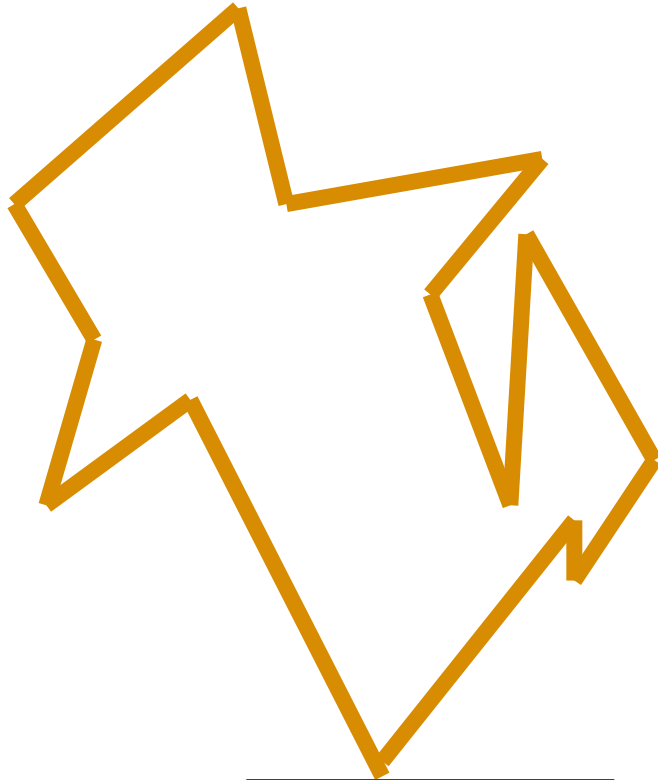
Bedeutung der wahrgenommen Information
wird nicht richtig verstanden

Magische
7 ? 5 ± 2 ?

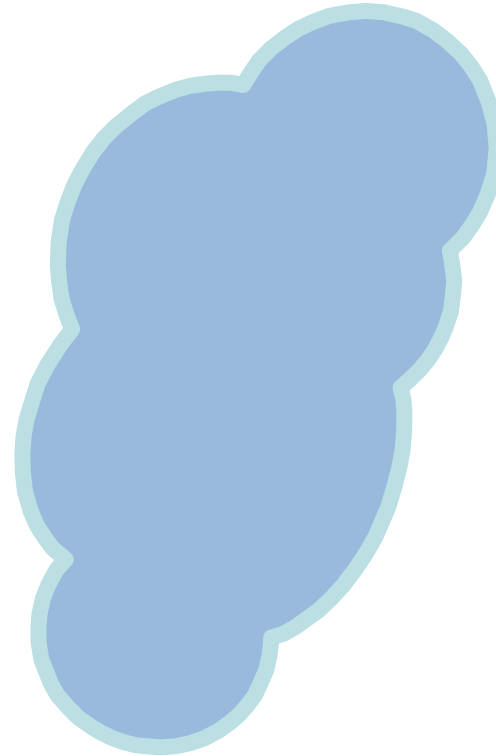
IQ-
Quotient?

Wie interpretiere ich wahrgenommene Informationen ?

Welche Figur heißt Maluma ?



Maluma



Azeteke

Achtung Schnelligkeit ist gefragt

Lesen Sie bitte vor

Schwarz

Grün

Blau

Rot

Orange

Grün

Rot

Blau

Achtung Schnelligkeit ist gefragt

Lesen Sie bitte vor

Schwarz

Grün

Blau

Rot

Orange

Grün

Rot

Blau

Achtung Schnelligkeit ist gefragt

Nennen Sie die Farbe der Wörter

Schwarz

Grün

Blau

Rot

Orange

Grün

Rot

Blau

Kennen Sie die Klementine von Ariel?

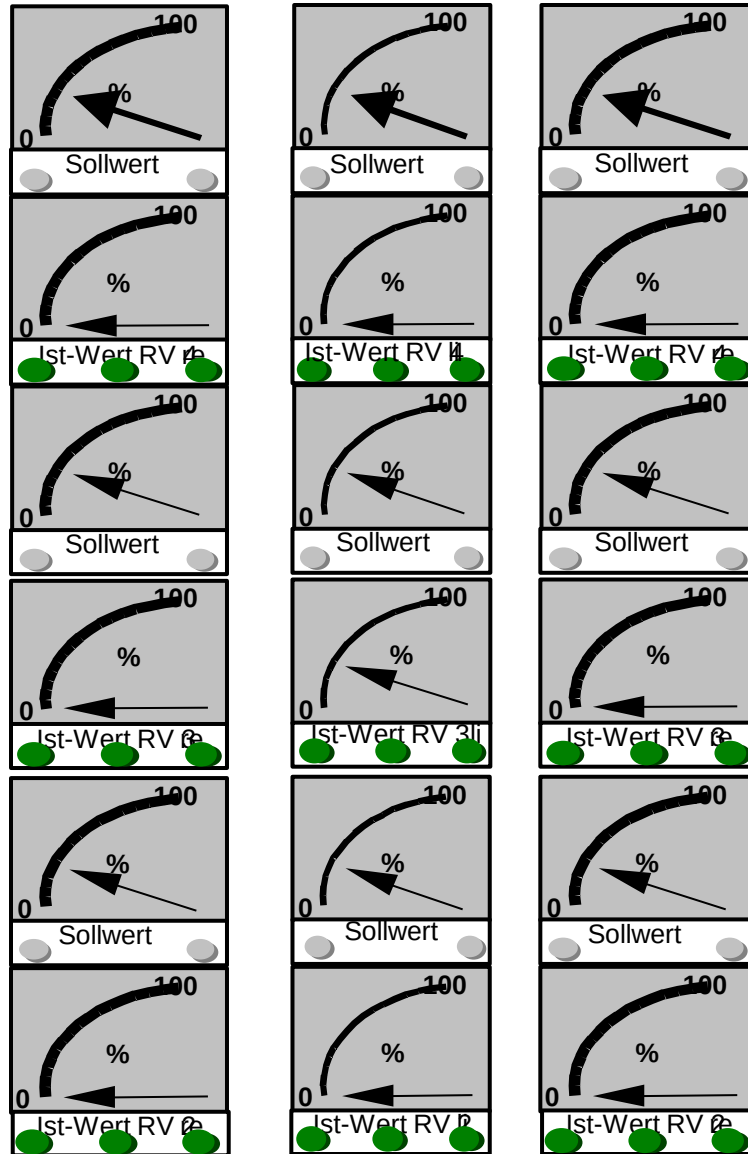
Achtung Schnelligkeit ist gefragt

Anordnung von Anzeigen:

Sollwert = ca. 20 %

Istwert = 0 %

Welcher
Istwert steht
falsch?



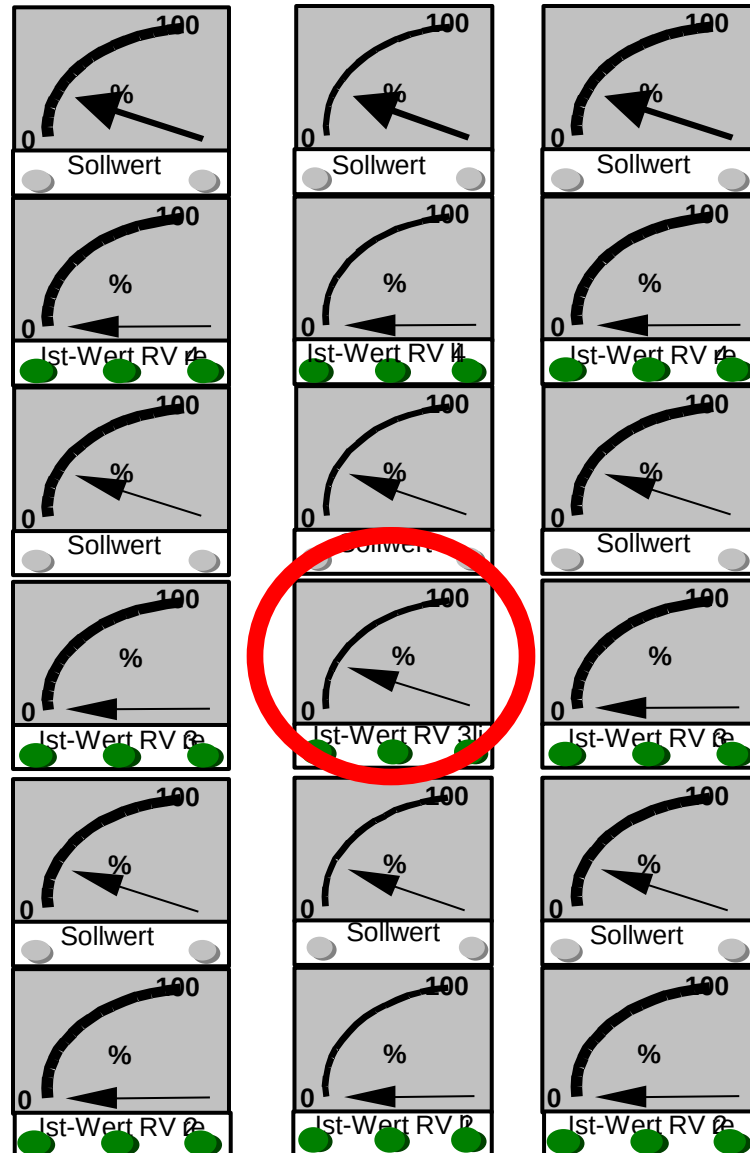
Achtung Schnelligkeit ist gefragt

Anordnung von Anzeigen:

Sollwert = ca. 20 %

Istwert = 0 %

Welcher
Istwert steht
falsch?



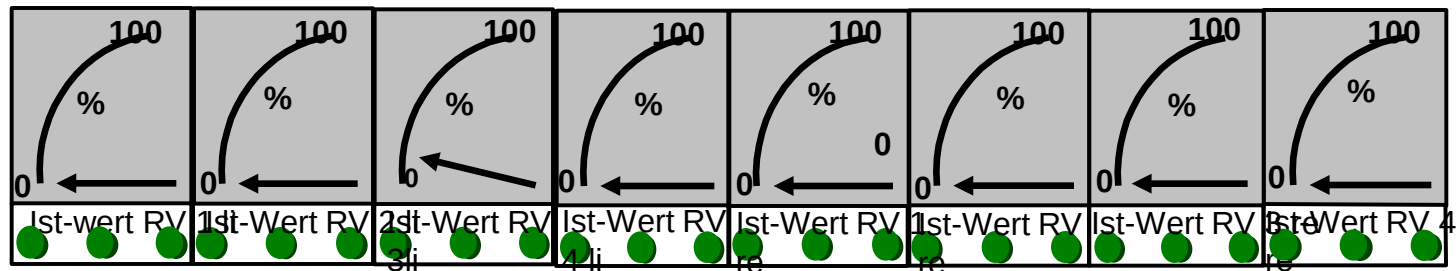
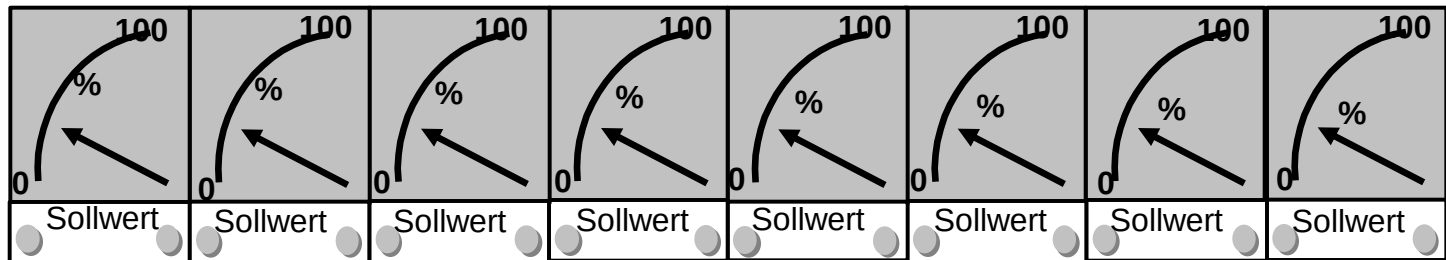
Achtung Schnelligkeit ist gefragt

Anordnung von Anzeigen:

Sollwert = ca. 20 %

Istwert = 0 %

Welcher Istwert steht falsch?



Ist sicheres Handeln fehlerfrei immer möglich ?



Bereich Motorik

Willkürliche Bewegungsabläufe des Körpers, die vom Gehirn gesteuert werden

Falsches Bedienelement betätigt

Durch falsche Bewegungskoordination ein falsches Bedienelement betätigt.

Bedienelement fehlerhaft betätigt

Zweifach ausgelöst, falsch gedreht.

**Muskel-
kraft**

Gefühl

Koordination

Routinehandlungen - ohne zu denken

Es werden Handlungen ausgeführt, ohne dass diese bewusst gesteuert sind. Die Handlungsvorgänge sind im Gehirn abgelegt. Bei der Koordination kann es aufgrund äußerer Bedingungen zu Fehlhandlungen kommen.

Falsches Bedienelement betätigt

**Beim einem Mietwagen versehentlich den falschen Schalter betätigt –
z.B. Licht statt Scheibenwischer ein**

Bedienelement fehlerhaft betätigt

**Bei einem Mietwagen versehentlich den falschen Gang eingelegt –
z.B. Zweiter statt Rückwärtsgang**

Schlussfolgerungen

Bewertung menschlicher Fehler -1-

Die **Fähigkeiten und Fertigkeiten** des Menschen bzgl. Wahrnehmung, Denken und Motorik **sind begrenzt.**

Bei ungünstigen Bedingungen kann es aufgrund dieser **"natürlichen Grenzen"** auch bei gut ausgebildetem und motiviertem Personal zu **Fehlhandlungen (Unfällen)** kommen.

Schlussfolgerungen

Bewertung menschlicher Fehler -2-

Fehlhandlungen sind also oftmals die Folgen von **ungünstigen Bedingungen** und bezogen auf das Personal weitgehend unabhängig von individuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten.

Es stellt sich deshalb die Frage:
Sind unser **Arbeitsbedingungen** (Technik, Instandhaltungsvorgänge, Ergonomie und Betriebsunterlagen) **geeignet**,
um mit ihnen fehlerfrei umgehen zu können ?

Kann diese These noch aufrecht erhalten werden?

***Alle Unfälle können vermieden werden
wenn alle Menschen gut aufpassen !***

Also: „Pass auf – trotzdem kann auch dir etwas passieren“

Vielleicht ist diese These zielführender:

**Alle Unfälle können vermieden werden
wenn schon in der Gefährdungsbeurteilung
die „menschlichen Schwächen“
berücksichtigt werden!**

**Dake shön
fü Ire Afmrksmkit**

**un weitr
vil Efog !!!!**