

Grundlagen „Human Factors in Engineering“
LMU Wintersemester 2012/13
Dozenten: Thomas Stoffer et al.

Janosch Maier

6. Februar 2013

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 0 | Einführung | 5 |
| 0.1 | Der Menschliche Faktor | 5 |
| 0.2 | Human Factors in Engineering | 5 |
| 0.3 | Grundprinzipien ergonomischer Gestaltung | 6 |
| 1 | Gestaltung von Anzeigen | 7 |
| 1.1 | Leitwarte | 7 |
| 1.2 | Funktion von Anzeigen | 7 |
| 1.3 | Sichtbarkeit (Ergonomisches Prinzip) | 7 |
| 1.4 | Wahrnehmungsprinzipien | 7 |
| 1.4.1 | Anzeige best möglichst Wahrnehmbar | 7 |
| 1.4.2 | Vermeide Absoluturteile auf Grund physischer Merkmale | 8 |
| 1.4.3 | Gestalte Anzeige erwartungskoform | 8 |
| 1.4.4 | Nutze Redundanz | 8 |
| 1.4.5 | Maximiere Diskriminierbarkeit | 8 |
| 1.5 | Übereinstimmung mit mentalem Modell | 8 |
| 1.5.1 | Prinzip der realistischen Abbildung | 8 |
| 1.5.2 | Prinzip der komatiblen Zeigerbewegung | 8 |
| 1.6 | Aufmerksamkeitsprinzipien | 9 |
| 1.6.1 | Minimiere den Aufwand der Informationsbeschaffung . . . | 9 |
| 1.6.2 | Gliederung: Zusammengehörige Informationen benachbarn, Sonstige trennen | 9 |
| 1.6.3 | Verteilung der Information auf verschiedene Sinne | 9 |
| 1.6.4 | Nutze – wenn möglich – automatische Aufmerksamkeitsat- traktion von Veränderung | 9 |
| 1.7 | Gedächtnisprinzipien | 9 |
| 1.7.1 | Informationen sollen nicht aus dem Gedächtnis abgerufen werden müssen | 9 |
| 1.7.2 | Unterstütze die Antizipierbarkeit zukünftiger Systemzu- stände | 9 |
| 1.7.3 | Prinzip der Konsistenz | 9 |
| 1.8 | Spezielle Gestaltungsprinzipien bei Warnanzeigen | 10 |
| 1.9 | Spezielle Gestaltung bei digitalen/analogen Anzeigen | 10 |
| 1.9.1 | Skalenformen | 11 |
| 1.9.2 | Zeigergestaltung | 11 |
| 1.9.3 | Skalenmarkierung | 11 |
| 1.9.4 | Skalenbeschriftung | 11 |
| 1.9.5 | Anordnung von Anzeigen | 11 |
| 1.10 | Spezielle Displays | 12 |
| 1.10.1 | Bildschirme | 12 |
| 1.10.2 | Head-Up Display | 12 |
| 2 | Gestaltung von Kontrollsystemen | 13 |
| 2.1 | Komplexität der Entscheidung | 13 |
| 2.2 | Reaktionserwartung | 13 |
| 2.3 | Kompatibilität | 13 |
| 2.4 | Geschwindigkeits-Genauigkeits-Ausgleich | 13 |
| 2.4.1 | Gegenmaßnahmen | 14 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 2.4.2 | Computereingabe | 14 |
| 2.4.3 | Fitts'sches Gesetz | 14 |
| 2.5 | Sichtbarkeit der Handlungsalternativen und Rückmeldung | 14 |
| 2.5.1 | Formen von Rückmeldung über Handlung | 14 |
| 3 | Der menschliche Faktor beim Autofahren | 15 |
| 3.1 | Probleme | 15 |
| 3.2 | Sichtbedingungen | 15 |
| 3.2.1 | Sitzposition | 15 |
| 3.2.2 | Beleuchtung | 15 |
| 3.2.3 | Signale und Verkehrszeichen | 15 |
| 3.2.4 | Ablenkungen | 16 |
| 3.3 | Ursachen Schwere Verkehrsunfälle | 16 |
| 3.3.1 | Kontrollverlust | 16 |
| 3.3.2 | Zu geringe Reaktionsgeschwindigkeit | 17 |
| 3.3.3 | Zu hohe Geschwindigkeit | 17 |
| 3.3.4 | Riskantes Verhalten | 17 |
| 3.4 | Der beeinträchtigte Fahrer | 18 |
| 3.4.1 | Ermüdung | 18 |
| 3.4.2 | Alkoholwirkungen | 18 |
| 3.4.3 | Alterseffekte | 19 |
| 3.5 | Maßnahmen zur Verbesserung der Fahrsicherheit | 19 |
| 3.5.1 | Fahrermerkmale: Training und Selektion | 19 |
| 3.5.2 | Beeinflussbare Merkmale | 19 |
| 3.5.3 | Beitrag von Fahrer- & Fahrzeugmerkmalen zum Unfallrisiko | 20 |
| 3.6 | Problemlösen durch Automatisierung | 20 |
| 4 | Informationsselektion und Aufmerksamkeit | 21 |
| 4.1 | Was ist Aufmerksamkeit | 21 |
| 4.1.1 | Determinanten der Aufmerksamkeit | 21 |
| 4.2 | Typen von Aufmerksamkeit | 21 |
| 4.3 | Negative Effekte selektiver Aufmerksamkeit | 21 |
| 4.4 | Zusammenfassung | 22 |
| 5 | Grundlagen der Psychomotorik und deren Anwendungen | 23 |
| 5.1 | Funktion des Gehirns | 23 |
| 5.1.1 | Komplexität motorischer Kontrolle | 23 |
| 5.1.2 | Psychomotorik | 23 |
| 5.2 | Problem der senso-motorischen Integration | 23 |
| 5.3 | Problem der Freiheitsgrade | 24 |
| 5.4 | Problem der seriellen Ordnung | 25 |
| 5.5 | Erwerb motorischer Fähigkeiten | 26 |
| 6 | Multitasking | 28 |
| 6.1 | Was ist Multitasking? | 28 |
| 6.1.1 | Kognitive Psychologie | 28 |
| 6.2 | Multitasking - Behaviorale Befunde | 28 |
| 6.2.1 | Multitasking möglich? | 28 |
| 6.2.2 | Unterschied | 28 |
| 6.2.3 | Paradigma der Psychologischen Refraktärperiode (PRP) . | 29 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 6.2.4 | Folgen nicht-paralleler Verarbeitung | 29 |
| 6.3 | Multitasking - Bildgebende Befunde | 29 |
| 6.3.1 | Funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) | 29 |
| 6.3.2 | Nachweis der exekutiven durch fMRT-Studie | 30 |
| 6.3.3 | Lateral-präfrontaler Cortex (IPFC) | 30 |
| 6.4 | Nachtrag | 30 |
| 7 | Biologische Rhythmen und Schlaf | 31 |
| 7.1 | Zirkadiane Rhythmik | 31 |
| 7.1.1 | Lebensbereiche | 31 |
| 7.1.2 | Körpereigene Uhren | 31 |
| 7.1.3 | Freilaufende Rhythmen | 31 |
| 7.1.4 | Schwere Unfälle | 31 |
| 7.1.5 | Licht als Hilfsmittel | 32 |
| 7.1.6 | Jetlag | 32 |
| 7.2 | Schichtarbeit | 32 |
| 7.2.1 | Gründe für Schichtarbeit | 32 |
| 7.2.2 | Schichtarbeit & Schichtpläne | 32 |
| 7.2.3 | Probleme durch Schichtarbeit | 32 |
| 7.2.4 | Planung von Schichtarbeit | 33 |
| 7.2.5 | Schichtarbeiter | 33 |

0 Einführung

- Nutzer meist nicht zu dumm zur Bedienung von Geräten
- Konstrukteure / Designer sind Schuld, wenn Gerät nicht einfach zu bedienen
- Kunst \neq Benutzerfreundlichkeit
- Ergonomisches Grundgesetz: Begrenzungen des Benutzers nicht überschreiten

0.1 Der Menschliche Faktor

Begrenzungen:

- Aufmerksamkeit (Kein Multitasking)
- Begrenzung des Arbeitsgedächtnisses (4-5 Einheiten)
- Vergessen (Kein schnelles Abrufen möglich)
- Begrenzte Sensibilität der Sinne (Schrift zu klein, dunkel, ...)
- Begrenzte Körperkräfte (Kraft, Ausdauer)
- Fehlschlüsse beim Denken und Entscheiden (Fehler in Stresssituationen)

Weitere Faktoren:

- Emotional
- Motivational
- Persönlichkeitsmerkmalsabhängig
 - Emotionale Stabilität
 - Gewissenhaftigkeit
 - Extraversion (Risikoabschätzung)
- Geschlechtsspezifisch (Frauen überschätzen Risiko)

Wenn alle Fehlerquellen bekannt & beeinflussbar \Rightarrow Ausschluss von Menschlichen Fehlern \Rightarrow Human Factors Forschung

Probleme:

- Ökonomisch
- Ethisch, Sozial, Ideologisch
- Persönlichkeitsmerkmale kaum änderbar / Selektion vertretbar?

0.2 Human Factors in Engineering

Methoden zur Verbesserung von Mensch-Maschine Interaktion

0.3 Grundprinzipien ergonomischer Gestaltung

1. Sichtbarkeit (Bedienungsanweisung lesen nicht nötig)
2. Natürliches Mapping (Räumliche Übereinstimmung)
3. Eindeutige Rückmeldung (taktil, auditiv, visuell)
4. Gutes konzeptuelles Modell (Mentales Modell muss mit Gerät übereinstimmen)

1 Gestaltung von Anzeigen

- Anzeige: Computer → Mensch (Lampe, Computermonitor, Display, Zeiger, ...)
- Stellteil: Mensch → Computer (Knopf, Hebel, ...)

1.1 Leitwarte

- Steuerungszentrum: Viele Anzeigen und Stellteile
- Unübersichtlich: Mehrere Warntöne, Warnlampen, ... → Stress, Fehlergefahr
- Informationsfülle → Not-Aus statt Fehlersuche
- Stellteile haben Anzeige-Teil (Ergonomischer Fehler: Schrift Überdeckt)

1.2 Funktion von Anzeigen

- Erzeugt Information
- Benötigte Information muss vom Operateur wahrgenommen werden
- Benutzer muss Information verstehen

1.3 Sichtbarkeit (Ergonomisches Prinzip)

- auch Selbsterklärungsfähigkeit benötigt
- Benutzer bekommt alle benötigten Informationen über Wahrnehmung

1.4 Wahrnehmungsprinzipien

1.4.1 Anzeige best möglichst Wahrnehmbar

1. Visuelle Anzeigen
 - Kontrast
 - vor Hintergrund (LCD schlecht, LED gut)
 - Kontrast gegenüber nahegelegenen Objekten (Tageslichtscheinwerfer & Blinker)
 - Helligkeit
 - Raum Abdunkeln
 - Umgebungslicht soll Anzeigen nicht anleuchten
 - Schrifthöhe, -breite, -größe verändern
 - Farben zur Unterscheidbarkeit nutzen (Farbkontraste)
 - Sparsam verwenden
 - Potentieller Gefahrenbereich gelb
 - Akute Gefährdung rot (bestimmte Fahrzeuge müssen rot-weiße, reflektierende Streifen besitzen)

2. Auditive Anzeigen (z.B. Sprachausgabe, Hupe, Einparkhilfe, ...) – Besonders bei Warnungen, Hinweis auf bestimmte Informationen, Akustische Informationen können parallel mit Visuellen verarbeitet werden
 - Lautstärke (ca. 20 db über Umgebungsgeräuschen → ~Vervierfachung der subjektiven Lautstärke)
 - Frequenzbereich (für Sprache 200-5000 Hz, Reichweite (hohe Energie) bei tiefen Frequenzen höher – Nebelhorn ~225 Hz)
 - Unterscheidbarkeit von Umgebungsgeräuschen (Händyklingelton ↓)
 - Zeitliche Struktur (evtl. Veränderliche Frequenz / Wiederholung des Signals – Einparkhilfe, Martinshorn)

1.4.2 Vermeide Absoluturteile auf Grund physischer Merkmale

- Tonhöhe als Informationsträger fehleranfällig
- Hohe Reaktionszeit
- Viel Training erforderlich

1.4.3 Gestalte Anzeige erwartungsform

- Erwartete Handlungen sind schneller ausführbar
- Erwartung lenkt Aufmerksamkeit auf bestimmte Objekte – Attentional Cueing
- In Software: Position der Pull-Down Menüs in Programmen

1.4.4 Nutze Redundanz

- Wenn Fehlerfreiheit wichtig ist (Ampel: Farbe + Position)

1.4.5 Maximiere Diskriminierbarkeit

- Abheben vom Hintergrund: Vermeidung von Verwechslungsfehler
- Bsp: O ⇔ 0; Martinshorn ⇔ Hupe, Kabelfarben

1.5 Übereinstimmung mit mentalem Modell

1.5.1 Prinzip der realistischen Abbildung

- Ähnlichkeit der Anzeige mit angezeigter Variable (Thermometer)
- Digitale Anzeigen i.d.R nicht anschaulich

1.5.2 Prinzip der komatiblen Zeigerbewegung

- Zunahme → Uhrzeigersinn
- Abnahme → Gegen Uhrzeigersinn

1.6 Aufmerksamkeitsprinzipien

1.6.1 Minimiere den Aufwand der Informationsbeschaffung

- Aufmerksamkeitsverlagerung benötigt Zeit
- Räumliche Nähe der Anzeigen sinnvoll

1.6.2 Gliederung: Zusammengehörige Informationen benachbarn, Sonstige trennen

- Pop-Out-Prinzip (Normalbereich auf einer Linie)

1.6.3 Verteilung der Information auf verschiedene Sinne

- Akustische Warninformation, wenn visueller Kanal stark ausgelastet

1.6.4 Nutze – wenn möglich – automatische Aufmerksamkeitsattraktion von Veränderung

- Veränderung der physischen Reizintensität (Onset/Offset)
- Schnelle Bewegung, Blinken, kontrastierende Farbe
- Auto-Zentralverriegelung – Mindestens 2mal blinken. 1. Blinken lenkt Blick auf Blinker. 2. Blinken zum bewussten Wahrnehmen

1.7 Gedächtnisprinzipien

1.7.1 Informationen sollen nicht aus dem Gedächtnis abgerufen werden müssen

- ⇒ Sichtbarkeit
- Checklisten bei sicherheitskritischen Arbeitsschritten

1.7.2 Unterstütze die Antizipierbarkeit zukünftiger Systemzustände

- Antizipation der Zukunft schwierig
- Proaktive Verhaltenssteuerung besser, als reaktive ⇒ Unterstützung

1.7.3 Prinzip der Konsistenz

- Anzeigen ähnlicher Funktion bei unterschiedlichen Geräten ähnlich
- Position, Farbe, Genormte Icons, ...

1.8 Spezielle Gestaltungsprinzipien bei Warnanzeigen

- Rot: Akute Gefahr – Blinken + Auditives Signal: Sehr hohe Intensität und Diskriminierbarkeit
- Gelb/Orange: Potentielle Gefahr – Statischer Hinweis / Farbmarkierung: Hohe Intensität und Diskriminierbarkeit
- Grün: Normaler Betriebszustand – Dezente Bemerkbarkeit: Mittelstarke Intensität und gute Diskriminierbarkeit
- Sonstige Farbe: Hinweis/Rat (Rückmeldung, weniger wichtige Information) – Dezente Bemerkbarkeit: Mittelstarke Intensität und gute Diskriminierbarkeit

1.9 Spezielle Gestaltung bei digitalen/analogen Anzeigen

- Digitale Anzeige
 - Digital > Analog
 - * Genauer Wert erforderlich
 - * Bei geringer Helligkeit & wenig Platz
 - Ergonomische Gesichtspunkte
 - * Breite : Höhe $\approx 0,75 : 1$
 - * Gruppierung bei mehr als 4 Ziffern
 - * Maximaler Kontrast
 - * Helligkeit auch bei Tageslicht erkennbar
 - * Farbe: weiß/blau (tagsüber), grün/gelb (nachts); Kein Rot!
- Analoge Anzeige
 - Analog > Digital
 - * Genauer Wert nicht so wichtig: Schneller / fehlerfreier erkennbar
 - * Wert innerhalb eines bestimmten Intervalls
 - * Erkennbarkeit von Trends (Abstand von Schwelle, Änderungsgeschwindigkeit, Richtungsänderung)
 - * Schnelle Änderung des Wertes (irritierend bei Digitalanzeige)
- Bezugssystem
 - Zeigefest: Bild entspricht Realität, Aber Steuerbewegung in falsche Richtung
 - Skalenfest: Steuerbewegung in richtige Richtung, Aber Bild entspricht nicht Realität

1.9.1 Skalenformen

- Rundskala: Winkelstellung einfach abzulesen, besonders gut, wenn Kritische Bereiche farbig markiert
- Langfeldskala: Platzsparend, gut, wenn viele Messungen, Ablesen horizontal schneller/fehlerfreier
- Fensterskala: Flexibel, Genau, Mind. 3 Zahlen wg. numerischer Ablesung
- Sektorskala: Winkelstellung einfach abzulesen, besonders gut, wenn Kritische Bereiche farbig markiert

1.9.2 Zeigergestaltung

- Erreichen der Zahlenmarkierung, aber kein Überdecken (Negativbeispiel: Uhren)
- Spitze in V-Form
- Gegengewicht gut diskriminierbar (Form/Farbe)
- Länger als Drehpunkt, nur, wenn Winkelstellung leicht erkennbar sein soll

1.9.3 Skalenmarkierung

- Haupt, Zwischen und Feinmarken

1.9.4 Skalenbeschriftung

- Ziffern auf anderer Seite, als Zeiger
- Ziffern aufrecht (auch bei Rundanzeigen)
- Möglichst wenige Ziffern, Keine Kommastellen, Immer gleiche Stellenanzahl

1.9.5 Anordnung von Anzeigen

- Reduzierung von Blickbewegungen
- Wichtigste Anzeigen im Sichtbereich (2°)
- Augenbereich: 2° - 30° (10-fache Reaktionszeit und Fehlergefahr)
- Kopfbereich: $> 80^\circ$ (Hohe Reaktionszeit und Fehlergefahr)

1.10 Spezielle Displays

1.10.1 Bildschirme

- Allgemeine Prinzipien zur Gestaltung von Anzeigen treffen zu
- Reflexionen ausschließen
- Licht von der Seite (Nicht direkt vor Fenster wg. Pupilleneverkleinerung)
- Oberste Bildschirmzeile auf Augenhöhe (Möglichst wenige Blickbewegungen)

1.10.2 Head-Up Display

- Erwartete Vorteile: Minimierung von Blickbewegungen, Informationen darbieten, wo Aufmerksamkeit ist
- Problem: Informationen in unterschiedlichen Entfernungen → Nahakkommodation / Fernakkommodation (Nur Reflexion paralleler Strahlen → Information in der Ferne)
- Farben!

2 Gestaltung von Kontrollsystemen

- Auswahl von Alternativen (6 Kausalfaktoren)
- Motorische Ausführung mit Zeitbedarf / Fehlerrate

2.1 Komplexität der Entscheidung

- Zeitbedarf für Auswahl ist abhängig von Alternativenanzahl
- Reaktionszeit \log_2 abhängig, da binäre Entscheidungen (Hick-Hyman-Gesetz)
⇒ Bei Verdopplung der Alternativen, keine Verdopplung der Reaktionszeit
- ⇒ Wenige komplexe Entscheidungen besser, als viele einfache
- Multifunktionsstasten schaffen tiefe statt flacher Hierarchie (schlecht!)
- Verringerung der Komplexität durch Abdeckung selten benötigter Steuereinheiten möglich

2.2 Reaktionserwartung

- Erwartete Handlungen schneller / fehlerfreier ausgeführt, als unerwartete

2.3 Kompatibilität

- Räumliche Kompatibilität schneller / fehlerfreier (Auch, wenn Reizposition irrelevant – Simon Effekt)
- Bewegungskompatibilität
 - Feste Rundskala mit beweglichem Zeiger
 - * Skala und Drehknopf in selbe Richtung (Am wichtigsten!)
 - * Skalenwerte von links nach rechts ansteigend
 - * Drehknopf nach rechts → Erhöhung der Anzeige
 - Bewegliche Rundskala mit festem Zeiger (Skala normal, Drehknopf in selbe Richtung am besten)
- Drehbare Stellteile und lineare Anzeigen in derselben Ebene besser, als in anderer Ebene
- Erwartungskompatibilität (Wasserhahn falsch!)
- Physische Einschränkung (Schalter nur in eine Richtung drücken)

2.4 Geschwindigkeits-Genauigkeits-Ausgleich

- Optimal: Maximale Geschwindigkeit & Minimale Fehlerrate
- Problem: Je schneller die Handlung, desto höher die Fehlerrate
- Bei Sicherheitsrelevanten Aufgaben: Geringe Fehlerrate wichtig

2.4.1 Gegenmaßnahmen

Bsp: Zu Hohe Geschwindigkeit im Auto – Hohe Geschwindigkeit benötigt \Rightarrow schlechtere Genauigkeit

- Geschwindigkeitsreduktion (Hohe Effizienz, geringe Akzeptanz)
 - Motorleistung drosseln
 - Warnung durch das Navi
 - Automatisches Abbremsen
- Fehlerreduzierung (Geringe Effizienz, hohe Akzeptanz)
 - Geschwindigkeitsabhängige Servolenkung
 - Abstandsradar \Rightarrow Erst Information, danach automatisches Bremsen
 - Reduktion der mentalen Belastung: Keine Bedienung von Elektrogeräten bei hohen Geschwindigkeiten

2.4.2 Computereingabe

- Genau: Maus
- Schnell: Touchscreen

2.4.3 Fitts'sches Gesetz

- Bewegung erfordert Zeit
- $MT = a + b \log_2(2 \frac{A}{W})$ (A : Amplitude (Entfernung), W : Weite (Größe))
 $\Rightarrow 2 \frac{A}{W}$: Schwierigkeitsindex
- Zielfläche soll größer sein, je weiter der Weg

2.5 Sichtbarkeit der Handlungsalternativen und Rückmeldung

- Designerparole: Form follows function
- Formkodierung (Drehknöpfe: Riffelung, Pfeil, Einrasten)
- Symbolische Formkodierung: Form zeigt Funktion (z.B. im Flugzeug)

2.5.1 Formen von Rückmeldung über Handlung

Handlung muss Rückgemeldet werden (Trend: Zu wenig Rückmeldung)

1. Visuelle Rückmeldung: Beleuchtung, letzter gedrückter Taste
2. Akustische Rückmeldung: Klickgeräusche des Blinkers, Ton bei Tastatureingabe
3. Taktile Rückmeldung: Druckpunkt bei Tasten, Vibration, Oberflächengestaltung (Rillen beim Drehknopf)

3 Der menschliche Faktor beim Autofahren

Hauptursache für Autounfälle: Fehlverhalten der Fahrer \Rightarrow Kompensation der Fehler

- Fahrassistenzsysteme (ABS, Nachtsichtsystem; Erst Information, dann Eingreifen)
- Überwachung des Fahrers (Spurassistent, Abstandsradar)
- Verbesserung der Wahrnehmung (Kurvenlicht)

3.1 Probleme

- Unterschiedliche Tätigkeiten erfassen
- Reihenfolge beschreiben (Multitasking!)
- Beeinträchtigungen analysieren
- Belastung analysieren

3.2 Sichtbedingungen

3.2.1 Sitzposition

- Industrielles Design: Gestalte für den Durchschnitt
- Aber Sicht sicherheitsrelevant \Rightarrow Sitzhöhe/Abstand muss individuell einstellbar sein

3.2.2 Beleuchtung

- Unfallgefahr nachts 10mal höher
- Straßenbeleuchtung reduziert Unfallrate
- Normale Fahrbahnmarkierung bei Regen & Dunkelheit nicht ausreichend
- Reflektoren sollten bedarfsgerecht aufgestellt werden
- Zu geringer Abstand von Reflektoren zu Tunnelwänden
- Abblendlicht vs. Fernlicht
- Kurvenlicht

3.2.3 Signale und Verkehrszeichen

- Nicht nur Information
- Mögliche Ablenkung
 - Visuelles Wirrwarr vermeiden
 - Vergleichbare Positionierung (Erwartungskompatibles Design)

- Konsistente Arten von Verkehrszeichen (Warn-, Gebots-, Verbotsschilder)
- Besonders gute Sichtbarkeit (Hoher Kontrast, Nicht Spiegelnd, Größe, Diskriminierbarkeit, Kein Verdecken)
- Keine Informationsüberlastung (Schilderwald)

3.2.4 Ablenkungen

- Zusatzaufgabe (Radio, Handy, ...) \Rightarrow Multitasking führt zu fatalen Fehlern
- Ablenkung führt zu Blickbewegungen – Enger Zusammenhang von Blickbewegungen mit Anzahl an Verkehrstoten
- Heads-Up Display zur Verringerung von Blickbewegungen
 - Aber: Maskierung (Überdeckung der Straße)
 - Projektion „auf“ Motorhaube \Rightarrow Blickbewegungen zumindest reduziert
 - Nur Sprachliche Information (Ebenfalls Ablenkung möglich)

3.3 Ursachen Schwerer Verkehrsunfälle

- Kontrollverlust über das Fahrzeug ($\sim 40\%$)
- Kollision mit Hinderniss ($\sim 30\%$)

3.3.1 Kontrollverlust

- Glatter Fahrbahnbelag
- Enge Fahrbanabschnitte
- Nachlassen / Ablenkung der Aufmerksamkeit
- + Überreißen des Steuerrads (Elchtest) abhängig von Geschwindigkeit. Unerfahrenheit führt zu Fehleinschätzung
- Problemlösung:
 - Erfahrung: Fahrertraining in Gefahrensituationen in der Fahrschule
 - Breitere, kurvenarme Straßen (Aber Tendenz zum schnell fahren)
 - Feedback über Geschwindigkeit: Passive Warnung ((gelbe) Fahrbahnmarkierung, Reflektoren (dichter im Kurvenbereich \Rightarrow Simuliert höhere Geschwindigkeit), Rillen am Fahrbanrand (virtuelle) rumblestrips, profilierte Markierungen)

3.3.2 Zu geringe Reaktionsgeschwindigkeit

- Kritisch: Bremsreaktionszeit (Entdecken, Gaspedal loslassen, Bremspedal treten) $\sim 1,5s$
- Große Schwankungen. Antizipation des Ereignisses, Fahrerbeeinträchtigung (Alkohol, ...)
- Problemlösung
 - Erhöhung der Antizipierbarkeit: Dritte Bremsleuchte sichtbar durch vorausfahrendes Auto
 - Bremskraftverstärker + ABS
 - Dreistufige Bremsleuchte (gelb, gelb-rot, rot)

3.3.3 Zu hohe Geschwindigkeit

Gefahrenpotential:

- Höheres Risiko zu Kontrollverlust
- Geringere Wahrscheinlichkeit, Gefahren rechtzeitig zu erkennen
- Weitere Strecke, bevor Manöver ausgeführt werden kann
- Höherer Schaden bei Aufprall

Fehleinschätzung der Geschwindigkeit:

- Wahrgenommene Größe (Kleine Autos werden weiter weg geschätzt) – Größenkonstanz
- Leisere Motoren (Rückmeldung der Geschwindigkeit)
- Hohe Sitzposition (Schlechte Sichtbarkeit der Straße & Umgebung)
- Adaption (Autobahnausfahrten)

Problemlösung

- Querstreifen mit verringerndem Abstand \rightarrow Suggestiert zunehmende Geschwindigkeit
- Querrillen im Boden \rightarrow Lautere Reifengeräusche (+ evtl. Vibrationsdetektoren)

3.3.4 Riskantes Verhalten

- Kognitive Ursachen
 - Übermäßiges Selbstvertrauen \Rightarrow Risikounterschätzung
 - Mentales Modell & Erwartungshaltung: Risikounterschätzung, da Unfälle selten Erlebt

\Rightarrow Abstandsradar mit automatischer Bremsintervention

3.4 Der beeinträchtigte Fahrer

3.4.1 Ermüdung

- Hauptursache beim Unfällen in der Nacht
- Ursachen:
 - Zirkadianer Rhythmus: Phasenverschiebung
 - Keine Ausreichenden Pausen
- Folgen:
 - Abnahme des Sehvermögens
 - Langsamere, Fehlerhafte Informationsverarbeitung (Doppelbilder, Tunnelblick, Wahrnehmungsirritation)
 - Nachlassen der Aufmerksamkeit (Gedanken nicht mehr beim Fahren, leichtes Erschrecken, Abruptes Bremsen)
 - Verlängerte Reaktionszeit
 - Zunehmende Gleichgültigkeit
 - Erhöhte Risikobereitschaft (Durchhaltenwollen, Temposteigerung, Aggressiver Fahrstil, Schwierigkeiten beim Spurhalten)
- Warnzeichen:
 - Gähnen, Augenreiben
 - Lidschwere
 - Durst
 - Frösteln
- Problemlösung
 - Aufklärung (Meist Wirkungslos – LKW-Fahrer)
 - Technische Hilfsmittel (Wirksamkeit nicht belegt)

3.4.2 Alkoholwirkungen

- Effekte ab 0,3 ‰ (deutlich bei 0,5 ‰) + Häufig überhöhte Geschwindigkeit, Schlechte Sicht bei Nacht
- Verlängerte Reaktionszeit
- Ungenaue Lenkreaktion
- Geringere Multitasking-Fähigkeiten
- Langsamere Informationsverarbeitung
- Problemlösung
 - Sicherheitsprogramme, Aufklärung (Meist Wirkungslos)
 - Restriktivere Gesetzgebung (0 ‰ Grenze)
 - Reduzierung der sozialen Akzeptanz von Alkohol
 - Technische Lösung – Atemalkoholtester blockiert Zündung (Muss gesetzlich vorgeschrieben sein)

3.4.3 Alterseffekte

- Junge Leute
 - Geringe Erfahrung
 - Weniger Wissen
 - Eigene Überschätzung
 - Unterschätzung der Risiken (Geschwindigkeit, Nachfahrt, Alkoholeinfluss)
 - Größtes Risiko (überadditiv): Junger Fahrer, Neues Auto, mit FreundInnen, Nachtfahrt, Übermüdung, Alkohol-/Drogenkonsum
- Alte Leute
 - Defizite bei Informationsverarbeitung
 - Verlängerte Reaktionszeit
 - Wahrnehmungsdefizite
 - Aber Kompensation der verschlechterten Handlungssteuerung auf Entscheidungsebene

3.5 Maßnahmen zur Verbesserung der Fahrsicherheit

3.5.1 Fahrermerkmale: Training und Selektion

1. Jugendliche Fahrer: Fahrertraining, Gesetzgebung (Mindestalter), Führerschein auf Probe, Fahrsimulatortraining
2. Ältere Fahrer: Fahrtüchtigkeit überprüfen (problematisch)
3. Insgesamt: Aufmerksamkeitstest statt Sehtest (Fahrsimulatortests), Sicherheitsrelevante Kenntnisse/Fähigkeiten in Fahrschule

3.5.2 Beeinflussbare Merkmale

1. Veränderte Risikoeinschätzung:
 - Erwarten des Unerwarteten
 - Risiko-Homöostase-Modell: Fahrer erhöht Risiko, wenn Risiko vermindern Maßnahmen greifen (Adaption an neue Situation) – Nur bei sensorischer Rückmeldung
2. Fahrer dazu bringen, Regeln einzuhalten:
 - Niedrige Höchstgeschwindigkeit
 - Geschwindigkeitsanzeigen besser als Aufklärungskampagnen
 - Automatisches Geschwindigkeitsmanagementsystem (via Navi, GPS), Anzeige der Höchstgeschwindigkeit automatische Geschwindigkeitsreduktion

3.5.3 Beitrag von Fahrer- & Fahrzeugmerkmalen zum Unfallrisiko

1. Körperliche Voraussetzungen:
 - LKW: Kontrolle von Höchstlenkzeit & Pausen
 - Fitness-Kontrolle: Reaktionszeit, Schlafbedürfnis
2. Schutzeinrichtungen im Fahrzeug
 - Sicherheitsgurt, Airbags
 - Knautschzone
 - Fahrerüberwachungssystem (Überwachung von Gesichtsausdruck, Kopfstellung, Crash-Vorbereitendes Bremsen, ...)
3. Schutzeinrichtungen der Straße
 - Leitplanken
 - Straßenmarkierungen (in gelb)
 - Mittenmarkierung
 - Straßenbreite nicht unter 2,50 m
 - Einheitlicher Kurvenradius (Keine Verengung, z.B. bei Autobahnauffahrten)
 - Vibrationsrillen bei durchgezogener Linie
 - Übersichtliche Kreisverkehre
 - Anzeige der Grünphase
 - Grüne Welle (Geschwindigkeit, zur nächsten grünen Ampel anzeigen)

3.6 Problemlösen durch Automatisierung

- Risikoadaptation: Zuverlässige Systeme erhöhen Risikobereitschaft
 - Aufmerksamkeitsbeanspruchung: Technische Systeme, die Informationen liefern benötigen Aufmerksamkeit
 - Adaptive Automaten: Automatiksysteme, die bei Ablenkung eingreifen
- ⇒ Verantwortlichkeitskultur (bei Autofahrern) nötig! Sonst nur Führerscheinentzug möglich

4 Informationsselektion und Aufmerksamkeit

Dozent: Thomas Geyer

4.1 Was ist Aufmerksamkeit

- Aufmerksamkeit als Filter und Ressource
- Frühe / Späte Selektion
- Bottleneck

4.1.1 Determinanten der Aufmerksamkeit

- Bottom Up
 - Stimulus Faktoren – Auffällige Merkmale (Orientierung, Größe, Bewegung, Tiefe, Farbe), Belohnende-Reize (biologisch-relevant)
- Top Down
 - Absichten / Wissen (Explizit) – Erwartungen
 - Gedächtnis (Implizit) – „Hintergrund“ leitet Wahrnehmung und Aufmerksamkeit

4.2 Typen von Aufmerksamkeit

- Ortsbasiert – Spotlight (periphere & zentrale Hinweisreize)
 - Messung durch Eyetracking (Absolute/Relative Verbringzeit, Latenz)
 - Lenkung der Aufmerksamkeit nicht bestimmbar, Welches Objekt bei Blick im Fokus nicht bestimmbar
 - Überlagernde Objekte: Bewegendes Gesicht verstärkt Gesicht, aber nicht Haus
- Objektbasiert
- Merkmals- / Dimensionsbasiert
 - Gewichtung von Orientierung, Farbe, Bewegung; Limitierung von Aufmerksamkeitsressourcen

4.3 Negative Effekte selektiver Aufmerksamkeit

- Unaufmerksamkeitsblindheit (Gorilla)
- Veränderungsblindheit
- Aufmerksamkeitsblinzeln

4.4 Zusammenfassung

- Notwendiger Filter: Schutz vor Informationsüberlastung
- Filter unter Kontrolle multipler Effekte
- Verschiedene Typen von Aufmerksamkeit
- Wahrgenommene Umwelt ist Illusion

5 Grundlagen der Psychomotorik und deren Anwendungen

Dozent: Heiner Deubel

5.1 Funktion des Gehirns

- Angemessene, anpassungsfähige, komplexe motorische Handlungen
- Interaktion mit der Welt
- Sensorische- / Gedächtnisprozesse sind Eingangsinformation für zukünftige Handlungen

5.1.1 Komplexität motorischer Kontrolle

- Schachspielen: Züge ausdenken nicht schwierig, Figuren ziehen schon!

5.1.2 Psychomotorik

- Laufen, Greifen
- Emotionaler Ausdruck, Sprechen
- Blickbewegung
- Sportwissenschaft
- Ergonomie
- Motorisches Lernen
- Prothesen
- Robotik

5.2 Problem der senso-motorischen Integration

- Visuelle Lokalisation, Identifikation, Selektion (Was & Wo?)
 - Unterschiedliche Hirnareale
 - Patient mit temporaler Läsion: Orientierung eines Loches nicht erkennbar aber Korrekte Handlungskontrolle
 - Selektion zur Handlungssteuerung abhängig von Aufmerksamkeit
- Räumliche Repräsentation und Koordinatentransformation
 - Allozentrische Koordinaten (Zimmer, Breitengrad)
 - Egozentrische Bezugssysteme (Okulozentrisches (retinales) / Kopfbezogene / Körperzentrisches / Effektorzentriertes Koordinatensystem)
 - Umwandlung der Allozentrischen Position in Retinale → Effektorzentrierte Repräsentation (weitere Informationen z.B. zu Augenstellung benötigt)

- Räumliche Kompatibilität einer Reaktionszeitaufgabe (Simon-Effekt): Kompatible Bedingung hat höhere Reaktionszeit
- Reaktionsvorbereitung in Raumkoordinaten (Reaktionszeit bei Räumkompatibilität geringer als bei Handkompatibilität) \Rightarrow Ergonomisches Design
- Fitts'sches Gesetz
 - Bewegungszeit bei einfachen Zielbewegungen: Bewegungszeit (MT) Abhängigkeit von Weite (W) des Ziels und Amplitude (A) der Bewegung $MT = a + b \log_2(2 \frac{A}{W}) \Rightarrow$ Schwierigkeitsindex
- Masse-Feder-Modell der Motorik
 - Durchtrennte sensorische Afferenzen
 - Auslenken des Arms durch mechanischen Impuls
 - Ziel dennoch richtig angesteuert (Endpunktkontrolle)
 - Einstellung des Gleichgewichts durch Einstellen von Muskellänge und Steifigkeit. Unabhängig von Startstellung (Equifinalität)
 - Anwendungsbeispiel: Schreibbewegung (Angestoßene Masse)
- Inverse Kinematik / Inverse Dynamik
 - Bewegung der Körperteile: Motorische Kommandos \rightarrow Motorisches System \rightarrow Bewegungstrajektorie
 - Bewegungsplanung im Gehirn: Bewegungsplan \rightarrow Inverses Modell des motorischen Systems \Rightarrow Motorische Kommandos – Nichtlineares Problem, ∞ Lösungen
 - Extrinsische versus intrinsische Koordinatiken: Bewegungen werden in extrinsischen Koordinaten geplant. Problem der inversen Kinematik: Wie berechnet das motorische System die intrinsischen Koordinaten (Gelenkwinkel, Muskellänge)?
 - Internes Vorwärtsmodell: Motorische Kommandos \rightarrow Vorwärtsmodell \rightarrow Vorhergesagte Bewegung (Bewegungssimulation) \Rightarrow Vorhersage sensorischer Konsequenzen (Unterscheidung von selbst- / fremdverursachter Berührung – Man kann sich selbst nicht kitzeln)
 - Bewegungen gesteuert oder geregelt? Feedback-Kontrolle vs. "Open-Loop"-Steuerung – Zeitbedarf vs. Kontrolle

5.3 Problem der Freiheitsgrade

- Anzahl der unabhängigen Bewegungsdimensionen in einem Bewegungssystem
- Freiheitsgrade addieren sich (Arm 28 Freiheitsgrade)
- Einschränkungen der Freiheitsgrade, Bimanuelle Koordination
 - Kopplung von Effektoren und Muskeln schränken Freiheitsgrade ein

- Rückschwung des Beins hauptsächlich passiv, gegeben durch physikalische Eigenschaften
- Endstate Comfort Effect: Geplante Endstellung soll möglichst bequem sein (Ausnutzung des Masse-Feder-Effekts)
- Bimanuelle Koordination: Kompetitive Interaktion zwischen multiplen, unabhängigen Bewegungsplänen
 - * Split-Brain Patienten: Geringe Räumliche Interferenzen
- Entwicklung und Koordination des Greifens
 - Handmuskulatur: Greiftypen: Power, Precision, Hammer, ...
 - Primärer Motorischer Cortex (M1): Topologische Organisation, Größe hängt von Bedeutung ab (Motorischer Humunkulus)
 - Entwicklung des Greifens: Pränatal (Öffnen, Schließen, Greifreflex), Postnatal (Zielen, Transportphase), Ab 9 Monate (Handorientierung, Handöffnung), 8 Jahre: (Voll ausgebildet)
 - Koordination des Greifens: Transport- und Greifphasen: Unabhängige Kontrolle von Bewegung und Greifen, Aber genau abgestimmt
 - Zusammenhang zwischen Objektgröße und Greiföffnung
 - Manuelle Exploration: Exploratorische Prozeduren (Bewegungen und Handstellungen werden der Aufgabe angepasst)

5.4 Problem der seriellen Ordnung

- Serielle Ordnung und Koartikulation
 - Problem: Anordnung von Elementen in richtiger Reihenfolge
 - Spoonerismus: Wechstaben verbuchseln
 - Hierarchische Ordnung (regelbasiertes Verhalten)
 - Sequenzen als Ganzes geplant
 - Komplexere Handlungsfehler (Absperren, anstatt aufsperrern)
 - Koartikulation (Abhängigkeit der Motorischen Ausführung von späterem Element)
- Reaktionszeitaufgaben
 - Aufgabentypen
 - * Typ A: Detektionsaufgabe (Taste Drücken, wenn Reiz): Detektion + Motorik
 - * Typ B: Wahlreaktionsaufgabe
 - Stufenmodell von Verarbeitungsprozessen: Reizdetektion → Diskrimination → Antwortselektion → Motorik
 - Reaktionszeit ist Summe aller Stufen
 - * Typ C: Taste nur drücken, wenn roter Reiz: Detektion + Diskrimination + Motorik
 - $RT(A) < RT(C) < RT(B)$

- Faktoren
 - Reizeigenschaften
 - Effektoreigenschaften
 - VP-Eigenschaften
 - Aufgabeneigenschaften
 - Räumliche Kompatibilität
 - Reaktions-Reaktions-Kompatibilität
 - * $RT(\text{Zwei Finger an selber Hand}) > RT(\text{Zwei Finger an unterschiedlichen Händen})$
 - * Vorteil für homologe Fingerkombination (wegen Kopplung)
 - Anzahl der Alternativen
 - * Hick'sches Gesetz: $RT = a + b \log_2(n)$
 - * $\log_2(n)$ Informationsgehalt in bit \Rightarrow Reaktionszeit abhängig von Informationsgehalt der Aufgabe
- Sequenzielle Fingerbewegungen
 - Produktion sequenzieller Akkorde
 - RT länger, bei längeren Sequenzen, Akkorden mit mehr Fingern,
 - Homologe Finger schneller
 - $RT(\text{Räumliche Kongruenz}) > RT(\text{Hand Symmetrie}) > (\text{beides})$
- Schreibmaschinenschreiben
 - Dvorak / Neo $>$ Qertz
 - Auge-Hand-Spanne: 4-8 vs Auge-Sprech-Spanne: 12-24
 - Schreiben ohne semantisches Verstehen, Beim schreiben unterhalten
 - Nichtwörter langsamer als Wörter
 - „Preview“ hilfreich \rightarrow Kurzzeitspeicher
 - Elementare Einheiten wahrscheinlich Wortteile
 - Fehler of schon vor Bewegung antizipiert
 - Häufigkeit von Fehlernd p(nächste horizontale Taste) $>$ (nächste vertikale Taste) $>$ homologe Finger
 - Keine motorische Ungenauigkeit. Falsche Taste selektiert, aber richtiger Finger für diese Taste

5.5 Erwerb motorischer Fähigkeiten

- Angeborene Reflexe (Bsp. Greifreflexe)
- Separate Gedächtnissysteme: Patient H.M.
 - Bilaterale Resektion des medialen Temporallappens
 - Keine neuen episodischen Informationen speichern – Übergang Kurzzeitgedächtnis - Langzeitgedächtnis betroffen

- Prozedurales Lernen, Semantisches Gedächtnis intakt
- Prozedurales Lernen
 - Nicht bewusst
 - Graduell
 - Erinnerung implizit
 - Unabhängig vom Hippocampus
- Deklaratives Lernen
 - Benötigt Aufmerksamkeit
 - „One-Shot“-Lernen
 - Erinnerung explizit
 - Abhängigkeit vom Hippocampus
- Sensomotorisches Lernen setzt aktive Bewegung und Erfahrung + Wirkung eigener Bewegung voraus
 - Prismenadaptation
- Closed-Loop-Theorie: Fortlaufende Feedback-Kontrolle (Weniger Knowledge of Results führt zu stabilerem Lernen – Wie Feedback geben?)
- Mentales Üben: Besser als kein Üben, schlechter als aktives Üben
- Hierarchisches Lernen: Erst Elemente lernen, dann größere Einheiten (Gerade im logarithmischen Maßstab)
- Stufen des motorischen Lernens (Fitt)
 - Kognitive Stufe (Explizites Üben)
 - Assoziative Phase (Kombination von Komponenten)
 - Autonome Stufe (Kaum bewusste Kontrolle)

6 Multitasking

Dozent: André Szameitat

6.1 Was ist Multitasking?

- Zwei odere Mehrere Handlungen gleichzeitig ausgeführt
- Gleichzeitig aus mentaler Sicht: parallel \neq Schnelles Wechseln

6.1.1 Kognitive Psychologie

- Doppelaufgaben (parallel) vs. Aufgaben-Wechsel-Paradigma (Wechsel)
- Doppelaufgaben
 - Gleichzeitigkeit ohne Leistungseinbußen
 - Wo entstehen Leistungseinbußen

6.2 Multitasking - Behaviorale Befunde

6.2.1 Multitasking möglich?

- Ja
 - Spazieren gehen & Unterhalten
 - Aus dem Zug schauen & Musik hören
 - Bei Profis: Tippen & „Shadowing“ (gehörtes Nachsprechen)
 - Autofahren & Unterhalten
- Nein
 - Singen & Küssen
 - Lesen & Unterhalten
 - Kopfrechnen & Wortlisten lernen
 - Autofahren & Unterhalten (Bei Extremsituationen) [Person am Telefon kann Gefahrensituationen nicht erkennen \rightarrow Verpflichtung zur weiteren Unterhaltung]

6.2.2 Unterschied

- Leistungseinbußen, wenn beide Aufgaben kontrollierte Aufmerksamkeit benötigen
- Nur perfekt möglich, wenn eine Aufgabe vollkommen automatisiert

6.2.3 Paradigma der Psychologischen Refraktärperiode (PRP)

- Simplifizierte Doppelaufgabe mit maximaler experimentaler Kontrolle
 - Visual Single Task (VIS)
 - Auditory Single Task (AUD)
 - Dual Task (DT): Unabhängige Variable: Zeitdifferenz zwischen den beiden Reizen (SOA – Stimulus Onset Asynchrony)
- PRP-Effekt
 - RT für zweite Aufgabe größer bei kleinerer SOA
 - RT besteht aus Perzeptionsstufe, Response Selection (RS), Response Execution (RE)
 - RS können nicht gleichzeitig ausgeführt werden
- Limitierende Verarbeitungsstufe
 - Schwierigkeit der Verarbeitungsstufen erhöhen
 - Schwierigere Perzeptionsstufe
 - * Bei kurzer SOA: Keine Erhöhung der RT
 - * Bei langer SOA: Erhöhung der RT
 - Unter Additiv: Vor limitierender Verarbeitungsstufe
 - Additiv: Bei / Nach limitierender Verarbeitungsstufe

6.2.4 Folgen nicht-paralleler Verarbeitung

- Reihenfolge der seriellen Bearbeitung
 - Ankunftsreihenfolge (Wenig Hinweise für Theorie)
 - Willentliche Bearbeitungsreihenfolge (Reihenfolge vorbereiten, Instruktionen folgen)
 - * Zentrale Exekutive kontrolliert Bearbeitungsreihenfolge
 - * Task Management Prozesse

6.3 Multitasking - Bildgebende Befunde

6.3.1 Funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT)

- Mentaler prozess \Rightarrow Neuronale Aktivität
- Neuronale Aktivität verbraucht Sauerstoff und Nährstoffe
- Blutfluss steigt lokal an
- Änderung des Blutflusses \Rightarrow Änderung des fMRT-Signals
- Starkes Signal \Rightarrow Hohe Aktivität

6.3.2 Nachweis der exekutiven durch fMRT-Studie

- Exekutive wird zusätzlich zu Prozessen der Einzelaufgaben benötigt
- Studie mit 3 Versuchsbedingungen (2 Einzelaufgaben + Doppelaufgabe)
- Signifikante fMRT-Aktivierung des Vergleichs „Doppelaufgabe - Aufgabe 1 - Aufgabe 2“ u.A. im lateral-präfrontalen Cortex

6.3.3 Lateral-präfrontaler Cortex (IPFC)

- Handlungskontrolle
- Zentrale Exekutive des Arbeitsgedächtnis
- Information Aufrechterhalten und Manipulieren
- Komplexe Tätigkeiten
- Mehrere Aufgaben oder Instruktionen (Aufgaben-Wechsel, Stroop, ...)
- PRP-Doppelaufgaben

6.4 Nachtrag

- Kein Geschlechter-Effekt in PRP-Aufgaben
- Multitasking in der Umgangssprache
 - Schneller Aufgabenwechsel (Keine Geschlechtereffekte)
 - Branching (Aufgabenwechsel mit Aufrechterhalten alter Informationen)

7 Biologische Rythmen und Schlaf

Dozent: Steffen Gais

7.1 Zirkadiane Rhythmik

- Jeder Tag hat 24 Stunden (circa = ungefähr, dies = der Tag)
- Koppelung mit Umwelt über Zeitgeber (Sonnenlicht, Essen, Soziales Umfeld)

7.1.1 Lebensbereiche

- Sicherheitskritische Arbeitsbereiche
- 24h Dienste
- Schichtarbeit
- Transport
- Medizinische Diagnostik und Intervention
- Skandinavische Länder
- Militäroperationen
- Weltraumflüge

7.1.2 Körpereigene Uhren

- Nukleus Suprachiasmaticus
- Ausschüttung von Melatonin bei Dunkelheit
- Synchronisation weiterer Uhren
- Lichtintensität (Heller Sonnentag: ca. 100.000 lx, Büro: 400 lx)

7.1.3 Freilaufende Rhythmen

- Bunkerexperiment: Tagesrhythmus ca. 26,1 Stunden
- 24-Stunden-Rhythmus nur durch externe Synchronisation
- Desynchronisation von Aktivität und Körpertemperatur möglich
- „Eulen“ (längerer Zirkadianer Rhythmus) und „Lerchen“

7.1.4 Schwere Unfälle

- Eher Nachts (Einfache und Komplexe Handlungen beeinträchtigt)
- Verkehrsunfälle, Arbeitsleistung, ... hängen direkt mit zirkadianem Rhythmus zusammen
- Mittagstief (Nach dem Mittagessen)

7.1.5 Licht als Hilfsmittel

- Lichttherapie bei jahreszeitlicher Depression

7.1.6 Jetlag

- Flüge nach Westen weniger problematische, da Verschiebung nach hinten
- Ca. 1 Tag pro Zeitzone für Umstellung benötigt
- Lichtintensität (morgens hell, abends dunkel) hilft

7.2 Schichtarbeit

7.2.1 Gründe für Schichtarbeit

- Grundversorgung
- Notfallbereitschaft
- Service
- produktionsstimulierung-, -dauer
- Termindruck
- Nutzung von off-peak-Zeiten
- Maschinen nicht abschaltbar

7.2.2 Schichtarbeit & Schichtpläne

- Früh-/Spätschicht
- Früh-/Spät-/Nachtschicht
- Dauerhafte Nachtarbeit
- 24h-Schicht
- Rotationsrichtung (F → S → N)
- Rotationsgeschwindigkeit (2d-2d-2d – Kaum Gewöhnung vs. 2w-2w-2w – Gewöhnung nach ca. 1 Woche)
- Vorhersagbarkeit des Schichtplans (Sonderschichten etc.)

7.2.3 Probleme durch Schichtarbeit

- Verlust von sozialen Kontakten
- Schlafstörungen
- Erhöhte Unfallgefahr
- Anfälligkeit für Depressionen, Krankheiten, Drogenmissbrauch
- Kognitive Beeinträchtigung (reversibel über ca. 4 Jahre)

7.2.4 Planung von Schichtarbeit

- Schichtplan
- Licht
- ausreichende Pausen, Kommunikationsmöglichkeiten, Essensmöglichkeiten
- sicherheitsrichtlinien, Überwachung kritischer Arbeitsschritte
- Gesundheitsüberwachung

7.2.5 Schichtarbeiter

- Möglichst fester Schlafrhythmus (auch an freien Tagen)
- Helles Licht nach dem Aufstehen, Dunkelheit vor dem Einschlafen
- Schlafmittel vermeiden
- Melation (in Deutschland nicht erhältlich)