

Ingenieurspsychologie 2

Einführung

Kognitionsforschung:

- interdisziplinäre Wissenschaftliche Plattform zum Verständnis geistiger Prozesse

Wahrnehmung

- Orientierung im Raum und Objekterkennung

Denken:

- Problemlösen und Entscheidungsprozesse

Sprache:

- Kommunikation und Kontrolle von Vorstellung

Emotionen, Affekte und Gefühle:

- Motivationen unseres Verhaltens

Sensomotorische Koordination:

- praktische Realisierung unseres Verhaltens

Angewandte Kognitionsforschung:

- Entwicklung genereller Prinzipien, die Relevanz für eine Reihe von Problemen haben
- in Untersuchungssituationen wird interne und externe Validität berücksichtigt
- Verallgemeinerbarkeit möglich
→ Kreislauf aus Anwenden theoretischer Erkenntnisse und neuen Problemen aus dem Anwendungsbereich für die Prinzipien entwickelt werden müssen

Besondere Anforderungen:

- Wissen: zur Untersuchung komplexen Verhaltens in komplexen Situationen
- Fertigkeit: in analysieren und verstehen von Verhalten in komplexen Situationen (Methoden)
- Fähigkeit: Bereitschaft zur interdisziplinärer Zusammenarbeit

Aufmerksamkeit

Aufmerksamkeit:

- Ausblenden von Nebensächlichen Sachen um einzelne Aspekte zu untersuchen
- Kapazitätsbedingt

zeitlicher Verlauf:

- 1950-1960: Verarbeitungschanal mit begrenzter Kapazität, Filtertheorie, frühe vs. Späte Verarbeitung
- 1970er-1980: Aufmerksamkeit als Ressource, geteilte Aufmerksamkeit, Doppelaufgaben, Scheinwerfermodell, endogene vs. Exogene Kontrolle
- aktuell: Aufgabenwechsel

Arten der Aufmerksamkeit:

- Selektive Aufmerksamkeit:
 - Auswahl aufgabenrelevanter Informationen bei gleichzeitiger Unterdrückung irrelevanter Informationen
 - Intentional Blindness
 - von Schizophrenie (keine Selektion) bis Tunnelblick (maximal)
 - unterstützen durch:
 - dynamische Informationspräsentation (Blinken, Bewegung ...)
 - Erwartung
 - Konsistenz
 - Darbietung im Kontext der Erfassung
- geteilte Aufmerksamkeit
 - Zuteilung von Aufmerksamkeitsressourcen zu zwei oder mehr gleichzeitigen Aktivitäten
 - Unterscheidung datenlimitiert und ressourcenlimitiert
 - unterstützen von:
 - Training
 - Erwartung
 - geringe Ähnlichkeit der beanspruchten Ressourcen
 - Training eher unspezifisch oder spezifisch?
 - Spezifisch besser, da Zuordnung Stimulus + Reaktion notwendig
 - Unterteilung in:
 - Segmentierung: Training von Aufgabensegmenten
 - Fraktionierung: Training von Komponenten die in mehreren Aufgaben enthalten sind
 - Verbesserung nur eingeschränkt bei hoher Aufgabenbelastung
- andauernde Aufmerksamkeit(Vigilanz)
 - Aufrechterhaltung von Aufmerksamkeit über längere Zeit
 - unterstützen durch:
 - genaue Zielreizbeschreibung
 - Anreize für Zielreizentdeckung setzen
 - Steigerung der Auftretenswahrscheinlichkeit durch künstliche Zielreize

Grenzen menschlicher Informationsverarbeitung

- **Wahrnehmung (Perzeptuelles System)**
 - Kapazität der Sinnesorgane Bsp: Hörschwelle, kleiner Sichtbarer Bereich des Lichts
 - Aufmerksamkeit
 - Organisation von Wahrnehmungsinhalten (Bsp, größer als ...)
 - Kompatibilitätsproblem der Nähe berücksichtigen bei Anzeigen gestalten (Ähnliche Aufgaben beisammen)
- **Kognitive Verarbeitung (Kognitives System)**
 - Arbeitsgedächtnis
 - begrenzt durch Behaltensdauer + Kapazität
 - chunking unterstützen, Interferenzen reduzieren
 - akustische Kommunikation mit visueller Unterstützung
 - Belastung gering halten
 - Planung

- Abrufen von Skripten begrenzt durch verfügb. Skripte + mentale Simulation begrenzt durch AG
- Entscheidung
 - holistisch(anstregungsfrei) gegen analytisch
 - Mensch schlecht in:
 - Anwendung von Heuristiken (Verfügbarkeit, Anker, Repräsentativität)
 - Einschätzen von Häufigkeiten seltener Ereignisse
 - Hochrechnung und Extrapolationen
- Automatisierte Entscheidungshilfen Bsp: Medizindatenbank
- **Handlung (Motorisches System)**
 - Unsicherheit
 - Verhalten basierend auf sensomotorischen Fertigkeiten, schwach bewusst
 - regelbasiertes Verhalten. mittel
 - wissensbasiertes Verhalten, stark
 - Kompatible Kodierung von Merkmale (Bsp: Farbe + Text)
 - Komplexität der Auswahl
 - Hick-Hyman-Gesetz: Wahlreaktionszeit steigt mit Anzahl der Reize an Reizinformation und Erwartung
 - Auswahl aufs wesentliche Beschränken
 - Kompatibilität
 - intuitives Verbinden von statischen und dynamischen Bedienmöglichkeiten mit erwarteter Effekt
 - Kompatibilität im Sinne der Nutzervorstellung (Kompatibilitätsprinzip)

Aufgabenanalyse

Aufgabe:

- zielgerichtete Tätigkeit mit unterschiedlichem Detailgrad
- beansprucht beobachtbare als auch nicht beobachtbare Funktionen
- können als Individuum, als Gruppe, durch Mensch-Maschine Interaktion und mit oder ohne Expertise gelöst werden
- Ziele einer Aufgabe:
 - etwas objektives oder physikalisch messbares
 - etwas subjektives (Bsp. Zustand)
 - Kombination aus beiden
- hinter Aufgaben stehen meist aus verschiedenen Perspektiven verschiedene Ziele

Aufgabenanalyse = Hauptbestandteile der Aufgabe identifizieren und deren Organisation bestimmen

- notwendig für:
 - Erstellung von Dokumenten und Gebrauchsanweisungen
 - Produktivität (Identifizierung von Automatisierungsbedarf)
 - Anfertigung von Trainingsmaterial
 - Personalanforderung/-besetzung
 - Funktionszuteilung zwischen Mensch und Maschine
- erforderlich wenn:
 - kollektive Zielereichung → Aufgabenverteilung/Zeitplanung
 - bei komplexen und schlecht kontrollierbaren Aufgaben

- bei komplexen technischen Systemen
- Arten der Aufgabenanalyse:
 - sequentiell: Aufgabe als Abfolge detaillierter Aktionen oder Bewegungen → Zerlegung
 - hierarchisch: Zerlegung in Teilaufgaben (Aufgabenhierarchie) bis Elementar sodass jede Teilaufgabe Ziel, akzeptanzkriterium und evtl. dynamische Relevanz hat
 - funktional: beschreiben der Aufgaben in Abhängigkeit voneinander mit zugehörig Zielen
 - Kognitiv: Erweiterung der Aufgabenanalyse um Informationen über Denkprozesse zu bekommen die Zielen zugrunde liegen
- generelle Vorgehensweise bei Aufgabenanalyse:
 1. Beurteilung des Problems :
 - Verständnis der Aufgabe und beteiligter Personen + Kontext
 2. Sammlung von Informationen :
 - Auswahl geeigneter Methoden
 3. Organisation der gesammelten Informationen und Repräsentation der Aufgabe
 - klare, systematische Repräsentation der Informationen (Aufgabe richtig erfasst)
 4. Modellierung des Verhaltens
 - kritische Einflussfaktoren identifizieren, Fokus auf Ziel
 5. Lösung vorschlagen
 - Richtlinien, Checklisten o.a. mit Verbesserungsoptionen
- Metaanalyse zur Wirksamkeit von CTA (cognitive task analysis):
 - Höhere Wirksamkeit,
 - vor allem in Militär und Industrie, nicht so sehr in Government-Bereichen
 - Lernergebnis (kognitiver Aufgabentyp) irrelevant

Expertise

Arten von Expertise

- es gibt Bereiche wo Expertise auch schlechtere Leistung bringen kann (Z.B. weniger vorhersagbare Probleme)
- perzeptuelle Expertise:
 - basiert auf Informationen aus unseren Sinnesorganen
- kognitive Expertise:
 - Hauptaspekt besteht in Gedächtnisleistung und mentaler Simulation, basierend auf Visuellem
- motorische Expertise:
 - relevant für Domänen bei denen motorische Reaktionen im Hintergrund stehen
 - Experten beginnen mit der Vorhersage lange bevor dem Schlag, um die eigene Bewegung vorzubereiten

Aufbau von Expertise

1. Wiederholte Exposition mit ähnlicher Situation
2. Speichern von Merkmalen und Regeln
3. Bei Konfrontation mit ähnlichen Wissen aktivieren
4. Automatischer Musterabgleich zwischen Situation und Wissen

deliberate practice (gezieltes Üben)

1. beinhaltet spezielle Aufgabe die gelernt werden soll

2. Ausführung ist begleitet von unmittelbarer Rückmeldung
3. Möglichkeit zur Wiederholung

Begrenzung von Expertise:

- gilt nur innerhalb einer Domäne
- anfällig gegenüber Aufgabenveränderungen
- Automatisierung von Handlung
- Schachmeister besser in Rekonstruktion einer Spielsituation, es sei denn Steine sind zufällig auf dem Brett verteilt gewesen (dann gleiche Leistung wie Novizen)

Wissen

Wissensstruktur

- prozedurales Gedächtnis: Handlungsabläufe und Fertigkeiten
- deklaratives Gedächtnis: Tatsachen und Ereignisse
 - semantisches Gedächtnis: Faktenwissen
 - episodisches Gedächtnis: eigene Erlebnisse

Wissensmodelle:

- mentale Modelle:
 - keine akkurate Repräsentation der Wirklichkeit, beinhaltet Fehler und Unsicherheiten
 - Unvollständig, berücksichtigt nur eine begrenzte Anzahl an Eingangs- und Ausgangsgrößen
 - Sammlung von Wenn-dann-Zusammenhängen
 - Erfahrung und Vergessen unterworfen
- Wissensräume:
 - Räumliche Beziehung von Begriffen liefert Aufschluss über Ähnlichkeit
 - Untersuchung mittels LSA: Auftreten von ähnlichen Wörtern (Bedeutung) gemeinsam
- Schemata:
 - Prototypisierung von Objekten um zu kanonischer Darstellung zu kommen
 - Skript: Prototypisierung von gewissen Handlungsabläufen einer Klasse zu einem möglichst kanonischen Ablauf (Restaurantbesuch, Aufschlag beim Tennis)

Wissenstransfer:

- strukturelles Verständnis:
 - erleichtert Wissenstransfer
 - von Experten genutzt
- oberflächliche Ähnlichkeit:
 - von Novizen genutzt
- konzeptuelle Ähnlichkeit vs. Strukturelle Ähnlichkeit:
 - konzeptuell = Ähnlichkeit von Handlungsschritten
 - strukturell = Ähnlichkeit von Teilzielen
- Trainingskontext beeinflusst Transfer

Fehler beim Wissenstransfer:

- Kontextspezifität verhindert Transfer auf nachfolgende Aufgaben
- Begrenzung des Lernens auf prototypische Situationen
- positiver Transfer verbessern: Ähnlichkeiten zwischen Aufgaben selbst erarbeiten
- negativer Transfer: Leistung nach Training ist in neuer Aufgabe schlechter als vor Training

Situationsbewusstsein: = „knowing whats going on“ →
Wahrnehmung/Verständnis des aktuellen Zustands sowie Prognose

Ziel:

- Optimierung der Mensch-Technik-Interaktion um fehlerfreies und sicheres Handeln zu gewährleisten

in verschiedenen Kontexten:

1. Situationsbewusstsein im Kontext der Aktivitätstheorie (Aktivitätstheorie)

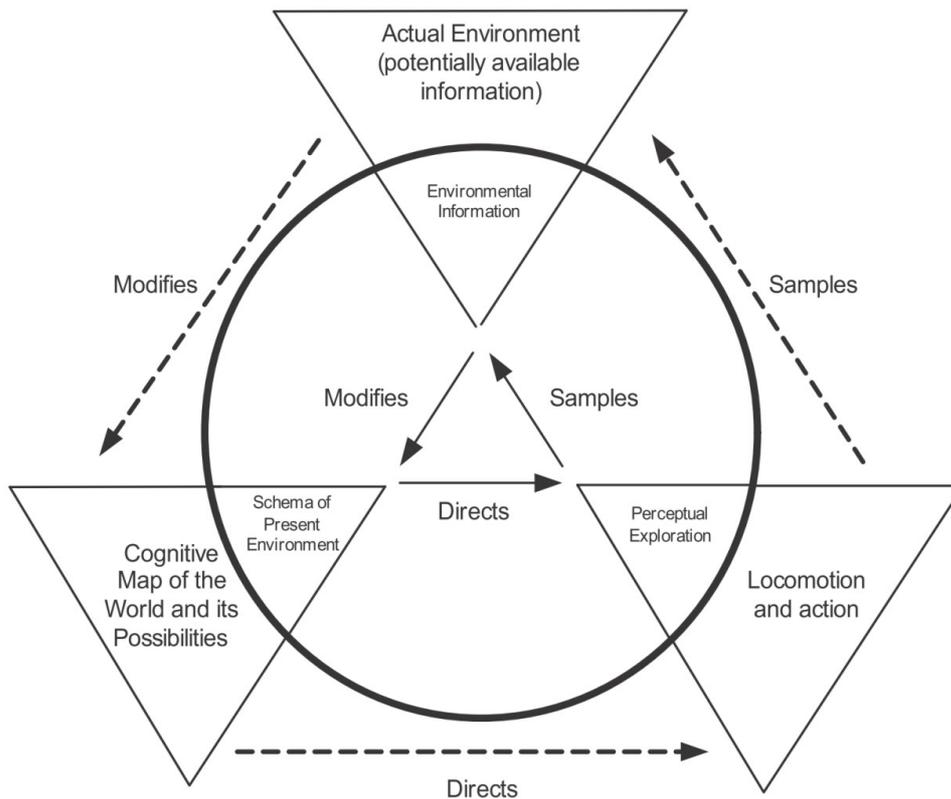
- Individuum verfolgen Ziele die Idealzustand repräsentieren
- dazu gibt es Handlungen die durchgeführt werden
- Unterteilung in 3 Stufen:
 - Orientierungsstufe
 - Ausführungsstufe
 - Bewertungsstufe

+ klare, detaillierte Beschreibung des internen Prozesse
+ dynamische Konzeption des SB
- kaum empirische Evidenz
- schwer in messbare Kriterien umzusetzen
- Anwendungsmöglichkeiten limitiert

2. Situationsbewusstsein als adaptives und nach außen gerichtetes Bewusstsein (Perzeptueller Kreislauf)

- Wahrnehmung kann an jeder Stelle des Zyklus beginnen
- Informationen werden aktiv gesucht, nicht passiv aufgenommen
- Kreislauf aus: Umgebung, innere Wahrnehmung, Aktion

+ solide theoretische Basis
+ dynamische Konzeption von SB
+ beschreibt Prozess und Produkt
- schwer in messbare Kriterien umzusetzen
- Anwendungsmöglichkeit limitiert



Innerer Kreis: Innerer Zustand/mentale Repräsentation der Situation

Äußerer Kreis: Außenwirkung/Interaktion mit der Welt

=> Grenze aktiv durchbrechen, Wahrnehmung ist Brücke zwischen innen und außen

=> Modelliert Interaktion mit der Umwelt und Zusammenhänge in wahrgenommener dynamischer Situation

3. Situationsbewusstsein im Kontext der Informationsverarbeitung (Information processing)

- Sb ist produkt dreistufiger Verarbeitungshierarchie:
 - Wahrnehmung aller relevanten Elemente
 - Verständnis der Situation
 - Prognose der zukünftigen Zustände
- Einfluss aus 2 Dimensionen: Task/System Factors (Interface Design, Complexity, Workload...) und Individual Factors (Working memory, Expertise, Expectations)
 - Wissen über Situation notwendig

+ einfach und intuitiv

+ es erlaubt einfache Messung

+ liefert Gestaltungsvorschläge

- Produkt vs. Prozess scheint widersprüchlich

- basiert auf unzureichend definierten Konstrukten

Kriterien für Messung:

- SB muss gemessen werden, nicht andere Faktoren
- sensitiv genug
- SB wird nicht durch Messung an sich verändert

Erfassungsmethoden

- Freeze-Probe-Technik (Unterbrechung)
 - Unterbrechung und Beantworten von Fragen zur Aufgabe
 - Hoher Aufwand
 - eingreifen in Prozess der Aufgabenbearbeitung
 - Messung von SB oder Gedächtnis
 - Beeinflussung von SB durch Messung
- Echtzeit Testung
 - Fragen ohne Unterbrechung der Aufgabe
 - Eingreifen in Prozess, Doppelaufgabe
 - Schwer zu planen in dynamischen Aufgaben
 - + SB wird gemessen durch Latenz bis zur Beantwortung und Inhalt der Antwort
- Selbstbeurteilung
 - Beantwortung von Fragen nach Beendigung der Aufgabe
 - Nutzung der **SART** Methode (Situation Awareness rating Technique)
 - Wie gut ist Selbsteinschätzung?
 - Korrelation mit Leistungsmaße
 - Hindsight Bias
- Beobachterbeurteilung
 - Beobachtung und beurteilung durch Experten anhand von vorgegebenen Skalen
 - Nutzung von SABARAS
 - Konstruktvalidität: Wie gut kann man SB eines anderen einschätzen
- Leistungsmaße
 - Leistung in aufgabenrelevanten Parametern bsp. Entdeckte gefahren
 - unklare beziehung zwischen SB und Leistungsmaße
 - da Leistung auch ohne SB und Sb ohne Leistung
 - Spezialfall: Direkte Messung von SB durch Verhaltens
 - gezieltes einbauen falscher Werte
 - Messung von entdeckungsrate und zeit
- Prozessindikatoren
 - Messung und Analyse von Indikatoren die Aufschluss über das zugrundeliegende SB liefern
 - Bsp. Blickbewegung, Lautes Denken, Kommunikation
 - Interpretation oft unklar
 - Außerhalb des Labors schwer umsetzbar

Beeinträchtigung von Situationsbewusstsein:

- Eingeengte Aufmerksamkeit:(Attentional Tunneling)
 - Aufmerksamkeit auf bestimmten Bereich oder Aufgabenaspekt fokussiert → Vernachlässigung
- Workload, Angst, Müdigkeit, andere Stressoren
 - Stressoren limitieren Kapazität des Arbeitsgedächtnisses
 - limitieren Informationsaufnahme
 - Entscheidungen werden getroffen ohne alle Möglichkeiten in Betracht zu ziehen
- Informationsüberlastung:
 - überschreiten der Aufnahmekapazität bei zu hoher Datenrate
 - schlecht angeordnete Informationen brauchen mehr Ressourcen → Überlastung
- Out-of-the-loop-Syndome
 - Automatisierung kann dazu führen dass Benutzer Überblick über Aufgabe verliert

Training von Situationsbewusstsein:

- Scanning relevanter Displays üben
- Aufmerksamkeitsverortung trainieren
- Multitasking trainieren
- Mustererkennung und Abgleich üben
- Vorhersage in dynamischer Situation üben

unterstützen von Situationsbewusstsein

- Konzept entwickeln:
 1. Erfassung der Anforderungen
 2. Umsetzung in Design
 3. messung von SB zur Evaluation
- Umsetzung:
 - Notwendigkeit von Berechnungen durch Bediener reduzieren
 - Informationsorganisation konform mit zielen des Nutzers
 - Indikatoren es aktuellen Systemstatus bereitstellen
 - Präsentation von Informationen um Situationsbewusstsein auf Level 2 (Verständnis) und Level 3 (Prognose) zu erleichtern
 - Hinweisreize in kritischen Situationen Salient Präsentieren
 - Globales Situationsbewusstsein unterstützen durch Überblick
 - Multimodales Systemdesign (verschiedene Quellen gleichzeitig präsentieren)
 - Wichtig: auch Level drei (Prognose) unterstützen

Situationsbewusstsein in Teams:

- Teamarbeit besteht aus:
 - Taskwork: individuelle Aufgabenerfüllung
 - Teamwork: Individuen interagieren oder koordinieren Verhalten um Aufgaben zu erfüllen
- unterteilt sich in:
 - geteiltes Situationsbewusstsein (Shared Situation Awareness)
 - betrachten der Schnittmenge der SB der Individuen
 - Summe, Schnittmenge, schwächstes Glied
 - verteiltes Situationsbewusstsein (Distributed Situation Awareness)
 - betrachten des Situationsbewusstsein des gesamten Teams
 - Ganze ist mehr als Summe seiner Teile
- unterstützen durch:
 - Shared display:
 - liefern implizite Evidenz
 - Begrenzen referentielle Domäne
 - Disambiguieren andere Daten
 - schwer umsetzbar, da verschiedene Teammitglieder verschiedene Infos benötigen

menschliche Fehler: = Handlung die Kriterien nicht entspricht

Fundamental Regulator Paradox:

- Aufgabe des Regulators ist es Variation zu eliminieren, aber Variation ist die ultimative Quelle der Information über die Qualität seiner Arbeit. Also desto besser ein Regulator ist,

desto weniger Informationen erhält er wie er sich verbessern könnte.

Entstehen menschlicher Fehler:

- Interaktion von menschlicher Fehlbarkeit und Kontext
- Elemente menschlicher Fehlbarkeit und Kontext können sich überschneiden
- Barrieren die Fehler verhindern sollen könne auch Kontext und menschliche Leistung beeinflussen

Schweizer-Käse-modell des menschlichen Versagens: Ebenen löchrig → Platz für Fehler durchzukommen

Einteilung

- Fehlleistung/Schnitzer : Plan angemessen, Handlung nicht
 - Aufmerksamkeitsfehler: beobachtbar
 - Gedächtnisfehler: schwer beobachtbar
- Irrtümer : Plan unangemessen, dafür aber Handlung
 - regelbasierte Fehler: falsche Anwendung einer guten mentalen Regel oder eben falsche Regel
 - wissensbasierte Fehler: existiert keine Problemlösung

fähigkeitenbasierte Fehler (Skill Level), kaum bewusst

Ursachen:

- gleichzeitige Ausführung mehrerer Tätigkeiten
- bei hoher Performanz
- Routinehandlungen ohne fokussierte Aufmerksamkeit

Fehlerarten:

- Übernahmefehler/Fangfehler:
 - zwei Sequenzen haben gemeinsamen Anfang aber unterschiedliche Vertrautheit
 - oft vorgenommene Aktivität übernimmt aktuell ausgeführte Handlung
- Beschreibungsfehler
 - interne Beschreibung der Intention nicht präzise genug
 - richtige Handlung am falschen Objekt ausführen
- Datengesteuerte Fehler:
 - meist hochüberlernte Handlungen
 - automatische unbewusste Handlung ist datengesteuert und dringt in laufende Handlung ein
- Fehler durch assoziative Aktivierung
 - Ausführen einer Reaktion die in einer ähnlichen Situation in einer anderen Umgebung korrekt wäre
- Fehler durch Aktivierungsverlust
 - Ziel wurde vergessen, aber Rest der Handlung wurde weiter ausgeführt
- Modus-Fehler:
 - passiert wenn gerät über mehrere Funktionsmodi verfügt
 - Handlung passt zu einem Modus, hat aber in anderem andere Bedeutung

Regelbasierte Fehler (Rule level), mittel bewusst

•

wissensbasiert Fehler (knowledge level), stark bewusst

- Vereinfachung:
 - einfache Ordnungen werden diskrepant vorgezogen
- Probleme der Komplexität

- Menschen können schlecht mit Zielvielfalt , komplexen Beziehung u.a. umgehen
- Abschweifen vom Thema:
 - Springen von einem Punkt zum nächsten, dabei wird jeder nur oberflächlich behandelt

verstärkende Faktoren für menschliche Fehler:

- Stress
- Müdigkeit
- Multitasking
- Aufgabenwechsel

Gegenmaßnahmen für menschliche Fehler:

- Entdeckung
 - Selbstüberwachung
 - Rückmeldung durch die Umgebung (Bsp. Fehlerhinweis)
 - Rückmeldung durch andere Person
- Zuverlässigkeitsanalyse
 - Durchführen einer Aufgabenanalyse und kombinieren mit Fehlertaxonomie → Analyse
- Training
 - Positive Seiten von Fehlern hervorheben → Lernprozess
 - Fehlertraining
 - allgemeines Training mit System
- Gestaltung
 - Minimierung von Wahrnehmungsverwechslung
 - verdeutlichen von Handlungsfolgen
 - Multifunktionsgeräte vermeiden
 - Reduktion der Fehlermöglichkeiten
 - fehlertolerante Systeme

Gebrauchstauglichkeit: = Benutzerfreundlichkeit + Benutzbarkeit

DIN Norm: effektiv+ effizient+ Zufriedenstellend das Ziel erreichen

- Effektivität: Genauigkeit und Vollständigkeit mit der Ziel erreicht wird
- Effizienz: eingesetzte Aufwand im Verhältnis zur Vollständigkeit
- Zufriedenstellung: Freiheit von Beeinträchtigung, positive Einstellung zu Produkt

Warum wichtig:

- durch benutzerunfreundliche Produkte/Software sowie die daraus folgenden Zeit und Motivationsverluste entsteht ein Schaden in Milliardenhöhe
- Benutzerfreundlichkeit wichtiges Kaufargument

Analyse von Gebrauchstauglichkeit:

- Formative Usability Evaluation
 - entwicklungsbegleitend
 - Identifikation Nutzungsprobleme + Ableitung von Lösungsansätzen
 - Messung: qualitative Daten (Aussagen, Beobachtungen)
 - Verfahren: Personas, Usability-Test, Cognitive Walkthrough
→ Usability: keine Probleme bei Benutzung des Produkts

- Summative Usability Evaluation
 - nach Abschluss der Entwicklung
 - Gesamteinschätzung des Produktes
 - Messung: quantitative Daten (Bearbeitungszeit, gemachte Fehler)
 - verfahren: Fragebögen, Umfragen, Kriterienkataloge
→ Produkt effizient, effektiv und zufriedenstellend

analytische Methoden:

- Heuristische Evaluation:
 - Gutachter beurteilt mit Heuristiken/Prinzipien
 - Heuristik soll gewünschte Eigenschaften abdecken
- Cognitive Walkthrough:
 - Korrekte Handlungsabfolge wird definiert um Abläufe zu prüfen
- Personas und Szenarien:
 - Benutzergruppen werden im Detail charakterisiert und in Anwendungsszenarien abgebildet
- Storyboard:
 - Bildgeschichte um Anwendung des neuen Systems aufzuzeigen, erzeugt Akzeptanz
- User Interface Prototyping:
 - Entwurf der Benutzerschnittstelle um Anforderungen zu evaluieren, erarbeiten von Details
- Think Aloud:
 - lautes Mitdenken der Benutzer

empirische Methoden:

- Fragebogen
- Usability Test
 - Beurteiler beobachten Versuchsteilnehmer bei Bearbeitung von Aufgaben in Testumgebung
 - Probleme der unterschiedlichen Durchführung
 - → muss sorgfältig durchgeführt werden
 - → Methoden müssen ordentlich dokumentiert werden

Kriterien für benutzerfreundliche Gestaltung

1. Nutzen des Wissens im Kopf und Umwelt
2. Vereinfachen der Struktur der Aufgabe
3. dinge sichtbar machen: Kluft zwischen Ausführung und Auswertung überbrücken
4. Mappings müssen stimmen
5. Einschränkungen nutzen, künstliche und natürliche
6. mögliche Fehler berücksichtigen
7. wenn alles schief geht nach bestehenden Normen richten

Automatisierung: = *Übernahme von Tätigkeiten des Menschen durch Maschinen*

Stufen der Automatisierung:

- Stufen von gering bis starker Automatisierung (8Stufen)

Systematik der Automatisierung:

- mit den Stufen der Automatisierung steigt auch:
 - Informationserfassung: Bsp Radar
 - Informationsanalyse: Darstellen mittels Diagrammen o.a.
 - Entscheidungsauswahl: Aufzeigen von Entscheidungsmöglichkeiten (Flugzeug)
 - Aktionsimplementation: Roboter führt Handlung aus (Operation)

Aufgabe des Menschen in automatisierten Systemen:

- leitende Kontrolle (supervisor):
 - planen was Automation macht und ihr mitteilen
 - Ausführung überwachen
 - ggf. Eingreifen
 - aus Erfahrung lernen → mentales Modell entwickeln

Probleme bei Automatisierung: Risiken und Herausforderungen

1. Feedback Veränderungen: Schwierigkeit bei Änderung Fehler zu entdecken da:
 - reduziertes Feedback
 - vergrößerte Distanz zwischen Bediener und Prozess
 - mögliche Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf andere Aspekte
 - inadäquates mentales Modell
2. Veränderungen der Aufgabenstruktur
 - leichte Aufgabenteile automatisiert, schwierige bei Bediener (clumsy Automation)
 - ursprüngliche menschliche Fehler beseitigt → neue Fehler
 - Verhaltensadaption
3. Veränderungen der Beziehung
 - übersteigertes Vertrauen (misuse): Fehler der Maschine unbemerkt
 - Automation Complacency: unzureichende Überwachung, Fehler werden übersehen
 - Automation Bias: folgen von unangemessenen Automatisierungshinweisen
 - mangelndes Vertrauen: Arbeitsbehinderung
 - tritt auf wenn Mensch selbst über Nutzung des System entscheiden kann
 - tritt auf bei Fehlern mit Risiko oder Fehlverhalten bei einfachen Aufgaben
 - reliance: Unsicherheit ob Ereignisse übersehen
 - compliance: Unsicherheit ob kritischer Zustand wirklich vorliegt

Ironien der Automation:

1. menschliche Fehler beseitigen, aber Systemdesigner auch Menschen
2. automatisierte Prozesse brauchen Menschen zur Überwachung
3. nicht automatisierbare Teile müssen weiterhin durch Operator gesteuert werden
4. Automatisierung leichter Teile macht Aufgabe für Bediener noch schwerer

Strategien erfolgreicher Automatisierung:

1. Funktionsteilung
 - technikzentrierte Automatisierung = technisch gut und kostengünstig
 - Fähigkeitszentrierte Automatisierung = Funktionsaufteilung auf Basis von Leistungsvorteilen (MABA-MABA-Listen)
 - menschzentrierte Automatisierung = Automatisierung durch Mensch überwachbar /kontrollierbar
→ Involviertheit/Informiertheit des Menschen, 2-Agenten-Ansicht
 - dynamische Automatisierung:

- adaptierbar: Mensch entscheiden über Automatisierung Aktivierung
- adaptiv: De-/Aktivierung anhand von kritischen Ereignissen
- 2. Anpassung an menschliche Leistungscharakteristik
 - Berücksichtigung der Interaktion mit Menschen
 - bsp: Information statt Anweisung weniger riskant
- 3. Unterstützung der Repräsentation
 - Nutzung visueller Wahrnehmung zur Verdeutlichung komplexer Zusammenhänge
 - entspannte vs. Stressende Hinweismeldungen
 - Etikette?
 - Multimodales Feedback um vor Überlastung zu schützen

Cyberphysische Produktionssysteme = Verknüpfung von virtuellen und realen Objekten durch Informationsnetze

Verwendung:

- beliebige Verkoppelung möglicher Verbindungen können während betrieb geändert werden
- Daten können an beliebiger stelle bereitgestellt und verwendet werden
- Einsatz in: Medizin, HomeCare, Smart Houses, Intelligente Transportsysteme
- vereint Produktivität und Flexibilität
- hohe Variation, geringe Stückzahl
- zusammenstellen von Anlagen in wenigen Stunden

Eigenschaften:

- Vernetzung : Daten überall verfügbar
- Modularisierung: Zusammenstellen durch eigenständigen Module
- Dezentralisierung: Produkte teilen Zustand mit
- Kontextualisierung: Situationsabhängige Automatisierung, Wissensbestände zum klassifizieren von Situationen
- Wahrscheinlichkeitsbasierte Logiken: berücksichtigen der Auswirkung von Wissenslücken und Fehlern beim Entwurf von Algorithmen
- kleine Stückzahlen bei hoher Wirtschaftlichkeit
- größere Sinneinheiten verringern
- Produkt kann selbst angeben was es braucht → Mensch entlasten
- Automation kann selbstständig Aufgaben übernehmen

Mensch Maschine-Interaktion im CPPS:

- Mensch wählt aus möglichen Entscheidungen eine aus
- Herausforderungen:
 - unvollständiges Verständnis von Modulen
 - hohe Komplexität
 - Informationsüberflutung durch Informationen die nicht Aufgaben/Rollen-relevant
 - Entscheidungen nicht nachvollziehbar
 - Aufgabenwechsel: jeden Tag andere Konfiguration
 - prinzipiell sämtliche Informationen verfügbar
 - System fähig zur Selbstorganisation
- Nutzung von Information zur Situationsbewusstsein

interface design:

- Representation Aiding: kein Vorgeben von Lösungen, aber Informationen so präsentieren, dass Lösung ersichtlich wird
→ Gefahr von Automation Bias und Complacency
→ Operator muss „in the loop“ bleiben
- Problem Komplexität: Operator muss relevanten Informationen erkennen
 - einfachen Zugang zu Rohdaten erlauben
 - Systemzustand mit Informationen zu Vergangenheit und Zukunft
 - Relevanz bestimmen und visualisieren
 - Feedback bereitstellen
 - unterstützen mentaler Repräsentationen der High-level-Constraints
- Problem Flexibilität: Probleme (der Strategie) erkennen und entsprechend handeln
 - vermeiden unzulässigen Transfers
 - Kontextualisieren der Informationspräsentation
 - Assistenz und Anleitung des Nutzers
 - Wechsel zwischen den verschiedenen Formen der Informationspräsentation unterstützen

Patientensicherheit/Medizintechnik = Abwesenheit unerwünschter Ereignisse

Problem:

- Patienten kommen durch Behandlungsfehler zu Schaden
- Unfall ist nur Spitze des Eisbergs, ansonsten auch kleinere und mittlere Zwischenfälle
- Zusammenkommen mehrere ungedeckte Misstände kommt es zu Unfallgelegenheiten
- Zusammenspiel aus: Maschine, Mensch, Organisation

Erfassung von Analyse zur Patientensicherheit:

1. Analyse normaler medizinischer Prozesse
 - Erfassung Variationsbreite medizinischer Prozesse
 - verstehen von Störungen und Schwankungen (Bsp: Arbeitsbelastung, Leistungsparameter, Teamprozesse)
2. Incident Reporting – Systeme Einzelfall
 - Personen aus klinischen Praxis berichten kritische Ereignisse
 - Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen aus Meldungen
3. Simulatorstudien
 - Ziel: Bearbeitung fehleranfälliger Situationen /Analyse einzelner Aufgabenaspekte
 - gezieltes Training um Einflussfaktoren und Wirkmechanismen zu ermitteln
4. Usability Methoden
 - Erfassung von Verstößen gegen Gebrauchstauglichkeitskriterien
 - mehrere Experten bewerten unabhängig Schnittstellengestaltungen anhand von Heuristiken
5. Aufgabenanalyse
 - Zerlegung und Analyse der Aufgabenschritte
 - Identifizierung von Schwierigkeiten im Systemdesign

Computergestützte Gruppenarbeit = technischen Möglichkeiten um in der Gruppe zusammen zu arbeiten

Formen:

- Kommunikationsunterstützung
- Koordinationsunterstützung
- Kooperationsunterstützung

<u>Group and Organizational Characteristics:</u> Email oder videokonferenz <u>Task Characteristics:</u> Inhalte, Materialien, Einheiten <u>technology to Support the Work:</u> Umgebungsvariablen, Art der Unterstützung	<u>Group process:</u> Kommunikationsinhalte, Gesten, Timing, Teilnahme, Kommunikationswechsel	<u>Task outcome:</u> Anzahl oder Qualität des Produkts, Zufriedenheit <u>Group outcome:</u> Verständnis von Entscheidungen, Zufriedenheit mit Prozess/Ergebnis, Einstellung über zukünftige Abläufe <u>Organizational Outcome:</u> Langzeiteffekt, Einstellungen zu zukünftigen Abläufen, Zufriedenheit
---	--	--

Theoretische Bezüge:

- Probleme aus theoretischer Perspektive:
 - Prinzipien und Mechanismen konzentrieren sich auf Individuen, vernachlässigen physikalischen und sozialen Kontext
- Probleme aus methodischer Perspektive:
 - psychologische Untersuchungen sind aufgrund starker Abstraktion nicht repräsentativ für typische Gruppenarbeit
→ Nutzung von Feldbeobachtungen, eher empirisch
- distributed cognition:
 - Verknüpfung kognitiver Psychologie mit Handeln im sozialen Kontext
 - Kognition muss soziales und physikalisches Umfeld mit einziehen
 - kognitive Prozesse sind verteilt
- Common Grounding:
 - Annahme eines gemeinsamen abstrakten Wissensraumes
 - 2 Phasen:
 - Darbietung von Äußerungen (Sender an Empfänger)
 - Empfangen von Äußerungen (Empfänger signalisiert Verständnis)
 - Verständigung für Verständnis führt zu weiterem Wissen
 - Einflussfaktoren:
 - Kopräsenz
 - Sichtbarkeit
 - Hörbarkeit
 - zeitliche Nähe
 - Simultanität
- Sozialpsychologie: Soziale Faulenzen
 - Individuen strengen sich bei kollektiven Aufgaben weniger an wenn Einzelleistung nicht sichtbar
 - Anstrengung größer bei Sichtbarkeit, Einzigartigkeit oder Annahme das andere Aufgabe

weniger gut erledigen

- Tätigkeitstheorie (activity theory):

- beschreibt Zusammenhang zwischen Individuen und Aktivitäten unter Berücksichtigung von Werkzeugen und kulturellen/gesellschaftlichen Rahmenbedingungen

Forschungsbefunde:

- radikale Kollokation führt zu erhöhter Produktivität und wurde als angenehm bewertet
- Größe der Wahrgenommenen Teilnehmer in Videokonferenz starken Einfluss auf gemeinsame Sortieraufgabe
- Kameraposition beeinflusst wahrgenommene Größe des Gegenübers (unten, größer)
- gemeinsame Umgebung schaffen damit klar ist wer mit wem worüber spricht
- Vertrauen wirkt sich auf Aufgabenerfüllung aus
- schnellste Aufgabenlösung durch Spracheinstruktionen allein → Blickbewegung unwichtig

Lernen und Instruktion

warum?

- wichtig für Interaktion mit technischen System
- Grundlagen und Anwendung für Lernen auch bedeutsam
- Verständnis für Lernmechanismen Grundlage für e-learning

desirable difficulties:

- Lernprozess erschweren und Informationen länger zu behalten Bsp: Tests, verteiltes Lernen, verschachtelte Inhalte, variation der Lernbedigung
- → Wirksamkeit nachgewiesen aber unklare Relevanz für Anwendung

Testungseffekt:

- Vergleich von Test vs. Informationsaufnahme
- bessere Erinnerung nach Wochen mit Test
- Tests könne auch aus Lernereignisse verstanden werden
- Zwischentests helfen das eigene wissen zu beurteilen und das gelernte besser zu verstehen
- multiple Choice verbesserte Erinnerungsleistung, aber falsche dinge können gemerkt werden

Testungseffekt mit Feedback

- verzögertes Feedback führt zu besserer Leistung, da Informationsdarbietung verteilt
- Feedback hilf besonders bei Wissensfehler mit großen Vertrauen

Generierungseffekt:

- Erinnerungsleistung sind besser bei selbstgenerierten Inhalten (Lückentexte gegen unvollständige Wörter)

verteiltes Lernen:

- besseres Erinnerungsvermögen an Informationen die mehrmals über einen längeren Zeitraum verteilt präsentiert werden im Vergleich zur wiederholter Präsentation in kurzen Zeitraum

Visual difficulties:

- bei Visualisierung von Informationen im Kontrast zur effizienten Darstellung kann bei richtiger Anwendung zur aktiven Auseinandersetzung mit Info unterstützen

Interventionsmethoden:

- hoher Lerneffekt bei Intervention durch Computerlernen ?
- 1. Cognitive Tutor:
 - Expertenmodel vermitteln
 - Feedback führt zum richtigen Lernpfad
 - höhere Motivation
 - kreative Darstellungsmethoden
 - effizienter Wissenerwerb, schließen von Lücken selbstständig durch gezieltes Training
- 2. WISE (Web-based Inquiry Science Environment)
 - Module entstehen aus Kooperation aus Lehrenden und Wissenschaftler
 - Lernende fertigen mehr Notizen an, verbringen mehr Zeit mit Experimenten
 - allgemeine Fragen implementierbar die helfen Wissenslücken zu erkennen

Umweltschutz:

das Umwelt Paradox:

- meisten Menschen wissen über Klimawandel und finden es handlungsrelevant tun aber nichts dagegen

vermutete Ursachen der Information:

- nicht wissen
 - selektives wissen
- nicht glauben
- Ausmaß des Problems falsch einschätzen
 - zeitlicher Pessimismus und räumlicher Optimismus
→ geringe Notwendigkeit sich zu engagieren
- Probleme im Umgang mit abstrakter oder nicht direkter wahrnehmbarer Information
 - überschätzen mit sichtbaren Effekten, unterschätzen mit unsichtbaren Effekten
- Probleme mit Informationsansätzen
 - implizite Annahme vieler Theorien: lineare Kette oder Dominosequenz von Werten, Überzeugungen, Normen und Verhalten

→ konkret und verständlich, personalisiert und lokal durch Training von Wahrnehmung und Interpretation

→ Wirksamkeitsförderliche Kommunikation

→ bildliche, konkrete Kommunikation

→ Implementation Intentions: wenn-dann-Pläne führen zu neuem Verhalten

vermuteten Ursachen der Kognitiven Verzerrung:

- Evolution und Gehirnentwicklung:
 - beachten von absichtlichen, unmoralischen, unmittelbaren, schnellen Folgen
→ Klimawandel hat keine dieser Eigenschaften
- Habituation und Desensibilisierung
 - aber: Aufmerksamkeitslenkung erhöht umweltrelevantes Verhalten
- Status Quo-Bias und festhalten an Defaults
- Discounting:

- höhere und unmittelbare Kosten haben mehr Gewicht als langfristige Benefits
→ Problem: Sicherheit von 20€ in einem Jahr?
- Loss Aversion und Risk Aversion:
 - Verluste wiegen schwerer als Gewinne
 - was man bereits hat wird nicht aufs Spiel gesetzt
- versunkene Kosten:
 - festhalten an Dingen an die bereits investiert wurde
- Optimismus und Technologie-Glaube:
 - Technologien von morgen werden das Problem lösen

→ Discounting reduzieren

→ Berücksichtigen Risk aversion und Loss Aversion

→ Labels und Framing gezielt einsetzen, loss aversion nutzen: sie verlieren ...

→ Umwelt freundliches Verhalten zum Default machen

vermutete Ursachen der Sozialen Einflüsse:

- sozialer Einfluss: Autos stehen in Garagen. Schafft Garagen ab! Heute! JETZT!!!!
- soziale Normen:
 - Grüne fahren Fahrrad um Umwelt zu schützen, Professoren fahren teure Schlitten
- soziale Vergleich, Ungleichheit und Fairness:
 - ich tue mehr, andere sind viel schlimmer
 - false consensus effect: Personen die sich nicht in Umwelt engagieren glauben dass andere das auch nicht tun
- Verantwortung und Verantwortungsdiffusion:
 - Warum ich?

→ angebrachte soziale Vergleiche fördern: energiesparen Türhänger

→ Engagement anderer sichtbar machen: Vergleich mit Nachbar Stromverbrauch

→ gemeinsame Aktivitäten anregen

Vermutete Ursachen der Verhalten:

- Einstellung vs. Verhalten
 - Theorie des geplanten Verhaltens: Einstellungen sagen das Verhalten am besten voraus, wenn:
 - Level an Spezifität übereinstimmt
 - Soziale Normen das Verhalten unterstützen
 - Die Person denkt sie sei in der Lage das Verhalten auszuführen
- habituelles Verhalten und Komfort
 - Personen mit starken Gewohnheiten suchen Informationen oft nicht auf oder ignorieren sie
 - Einstellungen sagen Verhalten vorher – bei geringer Habit-Stärke
- geringe wahrgenommene Kontrolle
 - selbsteingeschätzte Verhaltenskontrolle
 - was kann ich schon tun?
 - Alles oder nichts
- mangelndes Feedback
 - Energie ist unsichtbar
- eingeschränktes Verhalten
 - Tokenism: Ich tue doch schon was
 - rebound-effekt: Energieeffizienzpotential wird nur halb genutzt weil menschliches

- Verhalten dagegenwirkt: aber nur gering
- Ziele Zielkonflikte
 - - Handlungsoptionen deutlich machen
 - vereinfachen der Handlungen
 - Feedback geben
 - richtige Ziele aktivieren