

1 - Einführung und Geschichte

Ingenieurspsychologie: Mensch-Maschine Interaktion aus psychologischer Sicht

Kognitionsforschung: Wissenschaft zur Verständnis von geistigen Prozessen

Forschungsthemen:

Kompatibilitätseffekte: (Kommt später nochmal) Wie wirken Stimulusrichtung und Bewegungsrichtung sich auf die Reaktionszeiten aus? - Bei kompatibelem Stimulus und Bewegungsrichtung schnellere Reaktionen als bei entgegengesetztem Versuchsaufbau

Vertrauen/Etikette bei Automatisierung: (kommt später nochmal) Ein System mit "Etikette" (also Berücksichtigung der kognitiven Ressourcen des Benutzers) ist besser als eines ohne und erhöht das Vertrauen in dieses System

Gefahrenwahrnehmung:

Fixation: Augen fokussieren auf einen Punkt

Sakkade: Blicksprung, einhergehend mit niedriger Kontrastsensitivität (Sakkadenblindheit)
Zu wenig Fixationen um eine Gefahrenquelle herum erhöhen Unfallrisiko

Phasen der Ingenieurspsychologie

In den 4 Phasen hat die Ingenieurspsychologie unterschiedliche Aufgaben

Phase 1: Manuelle Steuerung - Mensch als Regler (1940-1960)

Operateur wird als Teil der Maschine betrachtet, reagiert auf einfache Signale der Maschine, übernimmt Aufgaben, die später Computer übernehmen, da die Regeltechnik noch nicht weit genug fortgeschritten ist

Phase 2: Steuerung durch Überwachung - Mensch als Überwacher (1960-1980)

Durch Computer: Zunehmende räumliche Entkopplung, komplexere Aufgaben erfordern mehr Aufmerksamkeit, eher Überwacherrolle um Ausnahmefälle und nicht automatisierte Aufgabenteile zu behandeln

Phase 3: Kognitive Steuerung - Mensch als Dialogpartner (1980-2000)

Mensch und Maschine als Ganzes, Operateur und Prozess nicht mehr räumlich gekoppelt
Operateur auch im Normalbetrieb als Dialogpartner aktiv, Interaktionssituation bei der beide Partner Probleme und Lösungen einbringen

Phase 4: Adaptive Schnittstellen - Mensch als zielorientiert und absichtsvoll handelnd (ab 2000)

Rechner und technische Systeme werden unsichtbar, Schnittstellen haben kaum Limitierungen und ermöglichen so eine natürliche Dialogform, bei der alleine die Absichten im Vordergrund stehen.

Forschungsthemen in den Phasen der Ingenieurspsychologie

Phase 1 - Fitts Gesetz

Je kleiner und weiter entfernt das Ziel, desto schwieriger ist es zu treffen. Hierbei ist nur die Breite in Bewegungsrichtung wichtig, nicht die absolute Größe des Zielobjektes. In einer Formel sieht das ganze so aus:

$$MT = a + b * \ln\left(\frac{A}{W} + 1\right)$$

- MT = movement time
- a = startdelay/intercept
- b = gerätespezifische Änderung der Bewegung (slope)
- A = Amplitude, Distanz
- W = Width (gemessen in Bewegungsrichtung)

Außerdem geschieht eine solche Bewegung immer in 2 Phasen, in einer initialen Hochgeschwindigkeitsphase und einer finalen Bremsphase.

Phase 2 - MABA-MABA-Listen

Leitungsvergleiche zwischen Mensch und Maschine bestimmen Aufgabenbereich des Menschen

ABER: Reine Vergleichsliste zu statisch, da Mensch in unterschiedlicher Verfassung unterschiedlich leistungsfähig sein kann.

DESHALB: Ausschließliche und überlappende Kompetenzen

Ironien der Automatisierung

- Störfälle müssen immer durch Menschen behandelt werden
- Systemdesigner sind auch nur Menschen
- Es gibt Dinge, die sich nicht automatisieren lassen
- Indem einfache Aufgaben von Maschinen übernommen werden, können schwierige Aufgaben noch schwieriger werden.

Phase 3 - Metaphern in Mensch-Maschine Systeme

Es gibt wiederkehrende Symbole/Dinge, die systemübergreifend für gewisse Aktionen stehen (z.B.: Strg+C, Einkaufswagensymbol, Ordner, rote Farbe als Warnung) und den Dialog vereinfachen.

Phase 4 - Augmented Reality

Integration von Benutzerschnittstellen in Realitätswahrnehmung

2 - Informationsverarbeitung

Wichtige Zielgrößen: **Effektivität** und **Effizienz**, der Mensch soll optimal ausgenutzt werden. Hierzu müssen kognitive Grenzen und Effekte bekannt sein.

Modelle menschlicher Informationsverarbeitung

Sequentielle Modelle (empirisch/phänomenologisch): Beschreiben den Fluss der Information durch verschiedene Stufen der menschlichen Kognition.

Die **Subtraktionsmethode** erlaubt es, die Reaktionszeit in 3 verschiedene Teilzeiten zu unterteilen: Die einfache Reaktionszeit, die Stimuluskategorisierungszeit und die Response-Auswahlzeit. Hierbei wird angenommen, dass diese Prozesse nacheinander ablaufen und bei Aufgabenstellungen, bei denen zum Beispiel keine Responseauswahl nötig ist, auch keine Zeit hierauf verwendet wird.

Regulationsmodelle unterscheiden hier in 3 Stufen:

- **Fertigkeitsbasiertes Verhalten:** Erlernte oder intuitive sensomotorische Muster, direkte Verbindung von Sensorischem Input zu Reaktion
- **Regelbasiertes Verhalten:** Siehe Sozialpsychologie Sequentielle Modelle, nur Phase 1 - intuitive, assoziierte und durch heuristiken geregelte Reaktionen
- **Wissensbasiertes Verhalten:** Siehe Sozialpsychologie Sequentielle Modelle, nur Phase 2 - Strukturiertes, wissensbasiertes Regeln

Kapazitätsmodelle (empirisch/phänomenologisch):

Aktivierungstheoretische Kapazitätsmodelle: Ressourcenaufwändige Prozesse erzeugen körperliche/physiologische Reaktionen, aus deren Intensität auf die Komplexität und Abarbeitung der Aufgabe geschlussfolgert werden kann.

Aufmerksamkeitstheoretische Kapazitätsmodelle: Prozesse und Aufgaben benötigen eine bestimmte Mengen an Kapazität aus einer Art Kapazitätspool. In Anwendung auf einen Prozess wird unterschieden zwischen Prozessen, die ab einer gewissen eingesetzten Menge Ressourcen keine besseren Ergebnisse mehr liefern(datenlimitiert) und Prozessen, die für eine perfekte Ausführung mehr Ressourcen benötigen, als gerade zur Verfügung stehen und somit mehr oder weniger linear zur Menge der eingesetzten Ressourcen bessere Ergebnisse bringen(ressourcenlimitiert).

Signalentdeckungstheorie (mathematisch/funktional): Das coole Ding mit den Kurven mit Rauschen, Signal und Aktivierungsschwelle(Kriterium) =)

Informationstheorie: Siehe IKT

3 - Aufmerksamkeit

Unterscheidung in Selektiver und Geteilter Aufmerksamkeit

Selektive Aufmerksamkeit

SEEV-Modell: Saliens - Effort - Expectancy - Value -Modell sagt, dass eine Area of Interest mit einer Wahrscheinlichkeit, die sich etwa nach der Formel $P = S - Ef + Ex + V$ ergibt (natürlich mit Vorfaktoren).

Salienz und Efford sind von außen kommende, "bottom up" Einflüsse, während Expectancy und Value innere, "top-down" Einflüsse sind.

Salienz ist klar, Efford ist der Bewegungswinkel, der zurückgelegt werden muss. (steigt besonders bei den Übergängen zwischen Augenbewegung und Kopfbewegung (ca 20°) und Kopf und Körperbewegung (ca 90°))

Wert und Erwartung beeinflussen beide die Aufmerksamkeitsverteilung, wie in einer Studie mit einer Verkehrskreuzung gezeigt wurde:

UV1: Fußgängerüberweg ja/nein - Wert des nach rechts guckens groß/klein

UV2: Verkehrsdichte hoch/niedrig - Erwartung von links hoch/niedrig

Ergebnis: Die Gesamtzeit ist fast nur vom Wert der AOIs abhängig, während die Fixationsfrequenz eher von der Erwartung abhängig ist.

Überwachung anhand des SEEV-Modells

- Das SEEV-Modell kann genutzt werden, um das Blickverhalten von Autofahrern zu trainieren (top-down Einflüsse können verändert werden - Kalibrieren dieser Einflüsse führt zu mehr Sicherheit)
- Bei der Displaygestaltung kann Salienz mit zu überwachendem Wert verknüpft werden (Änderung eines Bottom-Up Einflusses)
- Integration von Informationen, örtliche Gruppierung - Efford wird verringert.

Visuelle Suche

Bei der visuellen Suche ist zum einen wieder das SEEV-Modell anwendbar:

Je nach dem wie salient der Zielreiz ist, kann parallel/muss seriell gesucht werden und es kann durch veränderte Erwartungswerte bei bestimmten Merkmalen die Suche auf andere Merkmale eingegrenzt werden.

Außerdem kommen noch **Trainingseffekte** wie eine Vergrößerung des Useful Field Of View und ein **Genauigkeitsfokus**, also ob die Person eher auf Geschwindigkeit oder auf Korrektheit wert legt, hinzu.

Entdeckung

Die Phänomene **Change blindness**, also das Übersehen von Veränderungen vor allem bei Ablenkung und kleinen Veränderungen und **inattentional blindness**, das Übersehen von Reizen aufgrund von Unaufmerksamkeit, verhindern die Entdeckung von Reizen

Parallele und geteilte Aufmerksamkeit

Parallele/geteilte Aufmerksamkeit ist nicht immer möglich/hilfreich. Damit hiermit Erfolge erzielt werden, müssen gewisse Voraussetzungen erfüllt sein.

Präattentive Verarbeitung beschreibt die Erfassung von mehreren Elementen auf eher unterbewusster Ebene: Wenn ähnliche Elemente beieinander gruppiert sind, können einzelne

Abweichungen leicht festgestellt werden (Flugzeug-Motorsteuerung) und Gestalten erzeugen Beziehungen zwischen Objekten (Kunst)

Räumliche Aspekte: Räumliche Nähe fördert geteilte Aufmerksamkeit, räumliche Trennung fördert fokussierte Aufmerksamkeit. Außerdem fördert räumliche Nähe zum Betrachter die Entdeckungswahrscheinlichkeit

Objektbezogene Aspekte: Teile können zu einem Objekt zusammengefasst und als eines wahrgenommen werden, wenn sie verbunden sind, sich zusammenhängend bewegen und vertraut sind.

4 - Visuelle Wahrnehmung

Unterscheidung in **Ambientes** und **Fokales Sehen**. Ambientes sehen dient der Orientierung und Handlungssteuerung (z.B. Auto steuern), fokales Sehen der Objekterkennung und Farbwahrnehmung (z.B. Hindernisse erkennen). Während einer Sakkade ist fokales Sehen nicht möglich, auch die Kontrastsensitivität lässt nach (**Sakkadenblindheit**)

Das Ambiente Sehen ist auch bei schlechteren Lichtbedingungen noch relativ gut möglich, während das fokale Sehen deutlich nachlässt, wenn weniger Licht da ist. Dies sorgt dafür, dass vor allem in den Übergangszonen zwischen Tag und Nacht verstärkt Verkehrsunfälle geschehen, da zu dieser Zeit schlechte Lichtbedingungen auf hohes Verkehrsaufkommen treffen. Im Alter wird dieser Effekt noch verstärkt, auch wenn vielleicht am Tag noch ein gutes Sehvermögen vorhanden ist.

5 - Displaygestaltung

Gestaltungsprinzipien für visuelle Informationen

- Sichtbarkeit und Unterscheidbarkeit (Schriftgrößen+Schriftart adäquat wählen)
- Erwartungskonformität (Siehe Metaphern in Mensch-Maschine-Systemen)
- Konsistenz
- Redundanz
- Pop-out Effekte nutzen (Präattentive Erkennung durch Hervorstechen - parallele Verarbeitung)
- Zentrale Präsentation wichtiger Inhalte (Räumliche Aspekte - parallele Verarbeitung)
- Gruppierung und Integration (räumliche und objektbezogene Aspekte - parallele Verarbeitung): Laut **Kompatibilitätsprinzip der Nähe** sollten miteinander kompatible Inhalte auch beieinander gruppiert sein
- Realitätsnähe (objektbezogene Aspekte - parallele Verarbeitung)

Gestaltungsprinzipien für Grafiken

- Aufgabe berücksichtigen
- Anzahl mentaler Operationen (Transformationen) minimieren

- Verzerrungen vermeiden (siehe Transformationen minimieren - wenig komplexe Objekte sind einfacher zu vergleichen)
- Data-ink-ratio maximieren (bis auf Verbindungslinien, die sind meist gut)

=> Das alles gilt auch für Displays

6 - Gedächnistraining

Es wird in 2 Gedächnisarten unterschieden, das Arbeitsgedächtnis (**primäres Gedächtnis**) und das Langzeitgedächtnis (**sekundäres Gedächtnis**)

Arbeitsgedächtnis

Das Arbeitsgedächtnis (Intel Menschium 4 - 3 kHz) besteht aus einer CPU (**Zentrale Exekutive**) und 3 Caches,

- einer für Sprache (**phonologische Schleife**) - 2 Sekunden Kapazität,
- einer für räumliche und visuelle Informationen (**Visuell-räumlicher Notizblock**) mit getrennten Adressbereichen für Raumdaten und visuelle Daten und
- einem Multifunktionscache (**episodischer Puffer**), der gemischte Datensätze halten kann.

Es kann parallel auf die verschiedenen Caches zugegriffen werden, diese Subsysteme interferieren nur minimal. Die Kommunikation mit den Festplatten (**Langzeitgedächtnis**) übernimmt die Zentrale Exekutive, da die Caches nicht direkt an das Bus-System angeschlossen sind.

Entsprechend des Prozessordesigns sollten Anwendungen Zusatzbelastungen von unnötigen Caches vermeiden, während Redundanzen wie bei einem Navigationssystem mit Sprachausgabe auch sinnvoll sein können.

Einige Beispielhafte Aufgabenzuweisungen und Interferenzen sind:

- **Überwachung einer Verkehrsumgebung:**
Frontalsicht wird visuell-räumlich kodiert, Leistung dort Interferiert mit Sequenzaufgaben.
Rücksicht wird phonologisch kodiert, Leistung dort Interferiert mit Reimaufgaben
- **Buchstabenfolgen abschreiben/wiederholen:**
Musik interferiert mit phonologischer Schleife, vor allem Musik mit Vocals
- **Sonstiges:**
Random generation task, Category generation task, mentale Rotation - episodischer Puffer
Zählaufgabe - phonologische Schleife
Bildmerkaufgabe - visuell-räumlicher Notizblock

Begrenzungen: Dauer, Kapazität (5 ± 2), Chunking

Belastungen können durch 3 Regeln reduziert werden:

- Beschränkung auf wesentliche Informationen
- Integration von Informationen unterstützen
- Mentale Transformationen minimieren (Siehe Gestaltungsprinzipien für Grafiken)

Training

Das Arbeitsgedächtnis kann trainiert werden, Transfereffektivitätsverhältnis $TER = \frac{\text{Ersparnis}}{\text{Trainingszeit}}$

Transfer = Übertragen des in der Trainingssituation gelernten auf die reale Anwendung. Die Trainingssituation muss für erfolgreichen Transfer nicht unbedingt realitätsnah sein.

In einer Trainingssituation wird nach der **Cognitive Load Theory** zwischen 3 Belastungsarten unterschieden:

Germane load: Die Belastung die durch Bildung kognitiver Repräsentation entsteht (sollte maximiert werden)

Intrinsic load: Die Belastung durch die Komplexität des zu lernenden Sachverhalts (kann nicht verändert werden)

Extraneous load: Zusatzbelastungen von Außen (sollten minimiert werden)

Langzeitgedächtnis (retrospektives Gedächtnis)

Das Langzeitgedächtnis (Festplatten) besteht aus mehreren spezialisierten einzelnen Platten: Ein Speicher als **Prozedurales Gedächtnis**, in dem Handlungsabläufe und Fertigkeiten untergebracht werden

Ein Speicher als **Deklaratives Gedächtnis**, in dem Tatsachen und Ereignisse abgelegt werden.

Dieses kann man noch unterteilen in ein **semantisches** Gedächtnis, welches Faktenwissen beinhaltet und ein **episodisches** Gedächtnis, in dem eigens erlebte Dinge abgelegt werden.

Zusätzlich werden hierarchische Indexstrukturen angelegt, die mit wachsender Expertise optimiert werden. Wenn Kenntnis über diese Indexstrukturen besteht, können zum Beispiel Menüs entsprechend gestaltet werden, um Interaktion zu vereinfachen (sonst sequentielle Suche)

Komplexe Sachverhalte werden als mentale Modelle hinterlegt.

Jeder Lesezugriff auf einen Datensatz beinhaltet auch einen Schreibvorgang, der eventuell diesen oder assoziierte Datensätze nachträglich noch verändern kann.

Im Gegensatz zum Langzeitgedächtnis gibt es auch noch das **prospektive Gedächtnis** (cronjobs)

7 - Entscheidungen

Dichotomie des Denkens: Siehe Sozialpsychologie - 2 Phasen Modell, hier **System 1** und **System 2**. System 2 hat allerdings auch Heuristische Einflüsse.

Wie treffen wir Entscheidungen

Für I-Psycho ist wichtig, wie Entscheidungen getroffen werden und welche Kriterien eine gute Entscheidung kennzeichnen

Gute Entscheidungen, wenn viele dieser Aspekte anwesend:

- Hoher erwarteter Nutzen
- Gute Resultate (evtl Rückschläge berücksichtigen)
- Expertise sollte zu besseren Entscheidungen führen

Kriterien und Informationen bei Entscheidungsfindung:

- Wahrnehmung von Hinweisreizen in der Situation
- Informationen aus dem Langzeitgedächtnis (sorgt evtl dafür, dass bei hoher Expertise die Entscheidungsfindung länger dauert, da mit mehr Informationen abgeglichen wird)
- Sonstige Informationssuche und Hypothesengenerierung anhand von Informationsgehalt (**Diagnostischem Wert * Reliabilität**) und Salienz (**physikalischen Eigenschaften**) von Hinweisreizen

Menschliche Urteilsleistung ist

gut bei: Mittelwerten, Varianzen, Verhältnisse in Normalbereichen

schlecht bei: Verhältnissen in Extrembereichen (0-5 und 95-100 %), Hochrechnungen (vor allem bei exponentiellem Wachstum), Zufall (Generierung und Einschätzung, roter Hammer, 99:1)

Verwendete Heuristiken:

Repräsentativitätsheuristik: Siehe SoziPsycho, prototypische Entsprechung von Hinweisreizen ungeachtet derer Werte

Verfügbarkeitsheuristik: Siehe SoziPsycho, auch recency-Effekt

Ankerheuristik: Siehe Primacy-Effekt SoziPsycho, die salienteste Information gewinnt

Bestätigungsfehler: Suche von hypothesenkonformen Informationen

Expertise

Expertise führt dazu, dass Entscheidungen eher in System 1 getroffen werden und somit schneller, genauer und umfassender sind (das ist nur bei korrelierenden Hinweisreizen möglich, Ausreißer werden mit wachsender Expertise leichter übersehen).

Allerdings führt das nicht immer zu besseren Entscheidungen, da entweder Feedback von getroffenen Entscheidungen nicht korrekt verarbeitet wird/mehrdeutig ist oder gar nicht vorhanden ist. So hat zum Beispiel der Richter jedes Mal einen komplett neuen Fall vor sich und sollte den auch mit entsprechend wenig Routine bearbeiten. Vor allem personenbasierte und dynamische Entscheidungen sind besser mit weniger Routine zu treffen.

Verbesserungsstrategien

Es gibt Strategien, diesen negativen Effekten bei Expertise entgegenzuwirken.

- **Training**, wie zum Beispiel mentale Strategien wie "Berücksichtige das Gegenteil"
Piloten mit speziellem Entscheidungstraining sind besser als konventionell ausgebildete Piloten bei risikoreichen Kameraflügen
- **Prozeduralisierung**: Entscheidungsbäume, +/- Listen
- **Unterstützung durch Displays** verbesserte Informationsverarbeitung unterstützt bei riskanten Entscheidungen
- **Automatisierung und systembasierte Entscheidungshilfe**: Mensch bestimmt Hinweisreize, Computer integriert Informationen (z.B. Krankheitsdatenbank)

8 - Handlungsauswahl und Multitasking

Skill Rules Knowledge Modell ist ein anderer Name für das Regulationsmodell.

Auf der Skill-Ebene sind **Wahlreaktionsaufgaben** zu einfachen Reaktionen abzugrenzen (siehe Subtraktionsmethode):

- Mit steigendem Informationsgehalt (mehr **Wahlmöglichkeiten**) steigt die benötigte Zeit linear bei unkomplexen Aufgaben (Hick-Hyman-Gesetz)
- Hohe **Salienz** - schnelle Reaktion (siehe Fitts' Gesetz)
- **Modalität**: auditiv(30-50ms) schneller als visuell (130-170ms)
- **zeitliche Unsicherheit**: konstantes und möglichst kleines Warnintervall verringert Reaktionszeit
- **Erwartung**
- **speed-accuracy-tradeoff** handelt Genauigkeit gegen Geschwindigkeit
- **Reiz-Reaktions-Kompatibilität**: Wenn der Reiz inkompatibel zu seiner Reaktion ist, steigt die Reaktionszeit/Ungenauigkeit (siehe Flugzeugabsturz mit brennendem Triebwerk): Hierzu **Räumliche Kompatibilität** (Herdplatten) und **Bewegungskompatibilität** (Segway) herstellen

Multitasking möglich, aber beachten von Kapazitätsmodellen. Außerdem Scheduling Overhead:

Bei Kontextwechsel jeweils Wechselzeiten, außerdem eine Rückkehrzeit, die bis zu 10 Minuten umfassen kann. Deswegen Kontextwechsel nur bei ausreichender Salienz, Priorität und Modalität

9 - Stress

Stress bzw mentale Belastung kann an mehreren Kriterien gemessen werden:

- **Verhaltensmaße**, also Reaktionszeiten, Fehler, Häufigkeit und Dauer von Kontrollen und Kontrollblicken
- **Leistung in einer Zweitaufgabe**: An der Leistungsfähigkeit in einer Zweitaufgabe kann die nicht der Primäraufgabe zugewiesene Kapazität gemessen werden (Problem: Zweitaufgabe kann mit Leistung in Primäraufgabe interferieren)
- **Subjektive Maße**: Strategisches Befragen der VPN

Stress wirkt sich negativ auf die Leistungsfähigkeit aus:

- Informationsaufnahme
- Informationsverarbeitung (Aufmerksamkeit, Arbeitsgedächtnis, Perseveration)
- Leistung
- Emotionen
- physiologische Erregung, evtl sogar mit Langzeitfolgen

Laut **Yerkes-Dodson-Gesetz** steigt die Leistung in einer Aufgabe nicht unendlich lange mit zusätzlichen eingesetzten Ressourcen, ab einem Höhepunkt verringert sie sich sogar wieder. Bei komplexen Aufgaben/wenig Expertise kommt dieser Punkt früher

Außerdem ist die **Neuroergonomie** eine Wissenschaft, die sich damit beschäftigt, mentale Belastung zu messen

10 - Automatisierung

Automatisierung lässt sich in 4 Stufen einteilen

- **Information acquisition** ist das Maschinengestützte sammeln von Informationen (Google, Notizfunktionen, etc)
- **Information analysis**, siehe Name (Graphen)
- **Decision selection**, der Computer bereitet Antwortmöglichkeiten vor
- **Action implementation**, der Computer handelt

Mensch und Maschine

Das Zusammenspiel zwischen Mensch und Automatisierungslösung ist kritisch, hierbei gibt es mehrere Dinge, die Fehlschlagen können. Auf Maschinenseite kann das **Feedback**/die Kommunikation mit dem Benutzer ein Problem sein (kein Feedback/mehrdeutiges und inflexibles Feedback)

Vertrauen in die Automatisierung ist ein weiterer kritischer Punkt. Wenn man die Automatisierungsleistung und das Vertrauen in diese Automatisierung abträgt, ist auf der Winkelhalbierenden der optimale Wert.

- Wenn das Vertrauen unter der Leistung liegt, also eine **undertrust**-Situation vorliegt, wird nicht die volle Kapazität der Automatisierung ausgenutzt
- Wenn das Vertrauen über der Leistung liegt, also eine **overtrust**-Situation vorliegt, treten diverse Probleme auf. Symptome für eine overtrust-Situation sind
 - **Complacency** (das unzureichende Überwachen der Automatisierungslösung)

- **Automation Bias** (das unzureichende Überprüfen von Hinweisen der Automatisierungslösung)

Resultate sind z.B. "Gefangen im Watt - Navi leitete Touristen ins Meer" oder das Strand der Royal Majesty bzw der Verlust von Verständnis über die automatisierten Prozesse

Flexible Automatisierung

Bei der flexiblen Automatisierung ist zusätzlich zu Mensch und Maschine auch noch ein Task Manager, der bestimmt, wie viel automatisiert wird. Eine adaptive Automatisierung (siehe Neuroergonomie) ist eine flexible Automatisierung, bei der auch der Task Manager automatisiert ist.

Bei einer flexiblen Automatisierung muss berücksichtigt werden, wer die Entscheidung trifft (Mensch/Computer) was (alles/nur Teile) warum (kritische Ereignisse/Umweltparameter/mentale Belastung) automatisiert wird.

Bei jeder Automatisierung **angemessen Feedback** geben (nicht zu viel/nicht zu wenig), relevante **Ebenen identifizieren** (Belastung reduzieren ohne den Benutzer zu weit von der Aufgabe zu entfernen) und die Nutzer **Trainieren** (vor allem im Hinblick auf Vertrauen zur Automatisierungslösung und eventuelle Probleme)