

Professur für Prozessleittechnik und Arbeitsgruppe Systemverfahrenstechnik

Human Factors 3: Aufgabenanalyse

Wintersemester 2021/22

Ziele und Inhalt

Einführung **Aufgabenanalyse**

- Antwort auf das „Was?“
- Definition, Übersetzung

Einordnung

- Antwort auf das „Wann?“ und das „Warum?“
- Einsatzgebiete, Ziele
- Einordnung in das Wasserfallmodell

Techniken und Methoden

- Antwort auf das „Wie?“
- Techniken der Informationsgewinnung
- Formalisierungsmethoden

Einführung

Definition Aufgabenanalyse (Task Analysis)

„Task analysis is the collective noun used in the field of ergonomics, which includes HCI, for all the methods of collecting, classifying, and interpreting data on the performance of systems that include at least one person as a system component.“ (Diaper 2004, S. 14)

Aufgabenanalyse ist der gemeinsame Oberbegriff (aus der Ergonomie) für die Menge der Methoden zur

- Informationsgewinnung (Analyse, Modellierung)
- Klassifizierung (Strukturierung, Generalisierung)
- Interpretation (Bewertung, Verständnis)

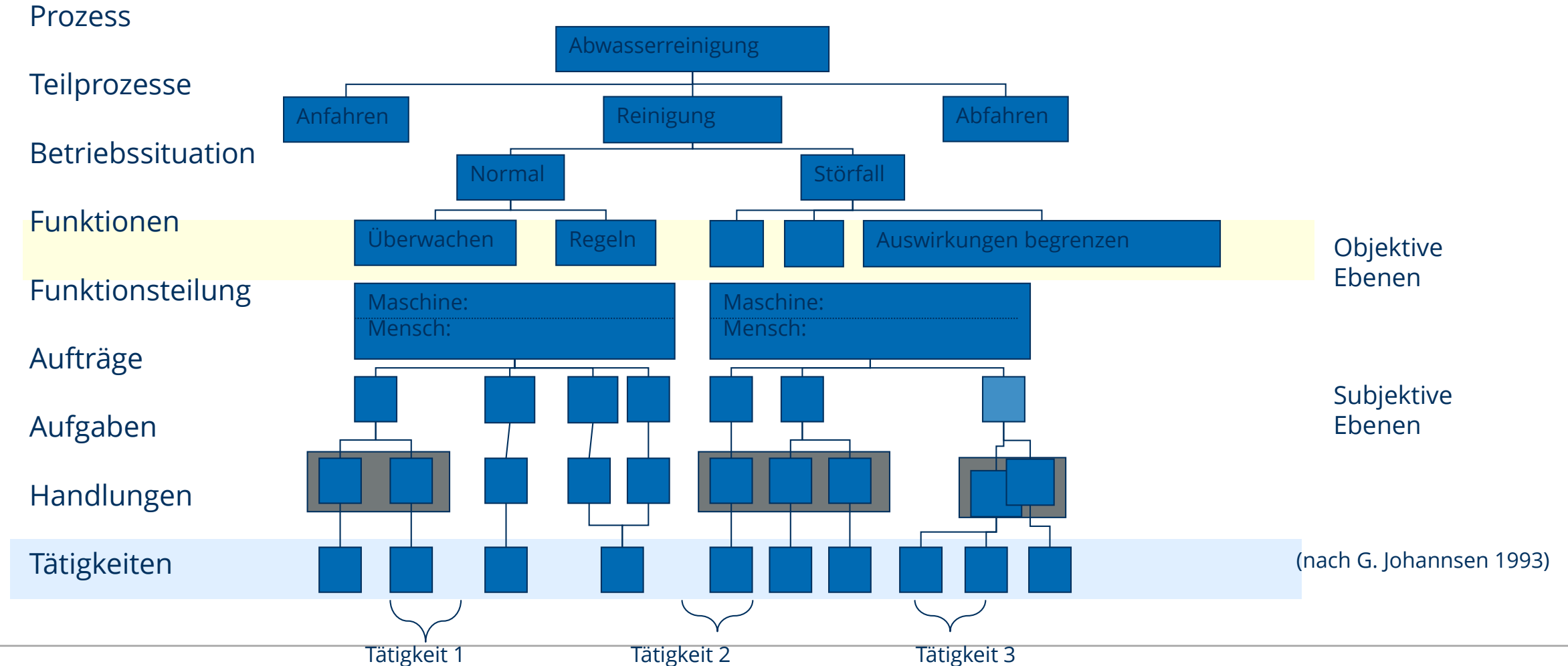
von Arbeitsabläufen von Systemen, an denen mindestens eine Person als Systemkomponente in Erscheinung tritt, kurz Mensch-Maschine-Systemen.

Wozu Aufgabenanalyse?

Hilfestellung bei Aufstellen von Anforderungen an das Mensch-Maschine-System

- Was genau macht der **Nutzer**? / Was **soll** er machen?
- Wie kann ihn die Maschine dabei bestmöglich unterstützen?
- Arbeitsteilung zwischen Mensch und Maschine
- Berücksichtigung menschlicher Akteure und deren Bedürfnisse
- Modellierung menschlicher Aktivitäten als Teil der Systembeschreibung

Arbeitspsychologische Begriffsebenen



Definitionen – Aufgabe, Tätigkeit, Handlung

Aufgabe: die einer Person übertragene Funktion (in einer Organisation, meist einem Betrieb), welche Ziel und Zweck ihrer Arbeit kennzeichnet und zu deren Durchführung Tätigkeiten erforderlich sind. (VDI 3699-1)

Tätigkeit: Arbeit, deren Durchführung zu beobachten ist und dem Verrichten einer Aufgabe dient oder dazu beiträgt. (VDI 3699-1)

- Individuelle Arbeitstätigkeit ist Bestandteil des **komplexen Arbeitsprozess**
- **bewusste, zielgerichtete** Tätigkeit
- Gerichtet auf ein **ideell vorweggenommenes Resultat** (Arbeitsziel)
- **Willensmäßige** das Arbeitsziel verfolgende **Regulation**
- Wechselwirkung mit **Persönlichkeit, Charakter, Gesellschaft**

Handlung: in sich geschlossene Einheit der Tätigkeit, kleinste psychologische Einheit der willentlich gesteuerten Tätigkeiten (nach Hacker 1986, S. 55f)

Einordnung der Aufgabenanalyse

Einsatzgebiete und Ziele (1/2)

(Kirwan und Ainsworth 1992)

Sicherheit

- Analyse des Gefährdungspotentials für menschlichen Operateuren
- Sicherheit durch menschengerechte Gestaltung
- Quantifizierung von menschlichem Fehler, menschlicher Zuverlässigkeit
- Untersuchung von Störfällen

Produktivität

- Identifikation von Automatisierungsbedarf
- Verringerung von menschlichem Fehler durch gezielte Belegung und Ausbildung

Verfügbarkeit

- Identifikation von Wartungsbedarf (Kriterien, Symptome, Zyklen)
- Unterstützungssysteme zur Wartung (Bedarf, Planung, Durchführung)
- Verbesserung der Kommunikation (Automatisches Einplanen, Melden)

Funktionsallokation (zwischen Mensch und Maschine)

- Identifikation von Änderungsbedarf

Einsatzgebiete und Ziele (2/2)

(Kirwan und Ainsworth 1992)

Personalanforderungen

- Definition einer minimalen Anforderung an das Personal
- Identifikation von leistungsförderlichen Charakteristika

Personalbesetzung und Arbeitsorganisation

- Definition der Anzahl von benötigten Mitarbeiter/innen
- Zusammensetzung, Struktur, Organisation, Zusammenarbeit von Arbeitsgruppen
- Verantwortlichkeiten, Spezialisierung von Arbeiter/innen

Aufgaben- und Interfacegestaltung

- Mensch- und aufgabengerechte Gestaltung von Anzeige- und Bedienflächen

Ausbildung und Schulung

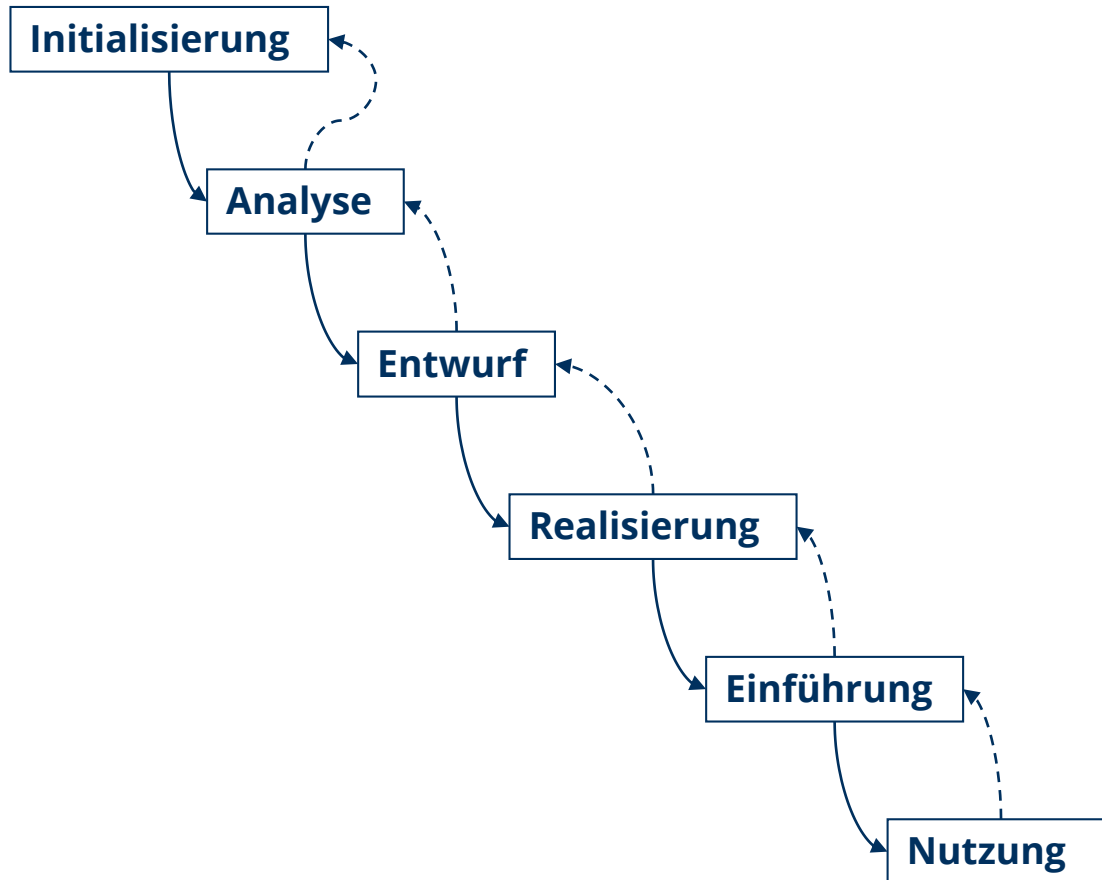
- Inhalte, Vorgehensweisen der Personalqualifizierung

Zusicherung von Leistung

- Quantifizierung vorab (Was kann garantiert werden)
- Optimierung im Betrieb (Erreichen/Übertreffen der Zusicherungen)

Einordnung in das Wasserfallmodell

(Kirwan und Ainsworth 1992, S. 6-11)



Einfachstes Vorgehensmodell im System-Entwurf

- Nicht-iterativ (sondern linear)
- Rückschritte sind möglich (bei Bedarf)

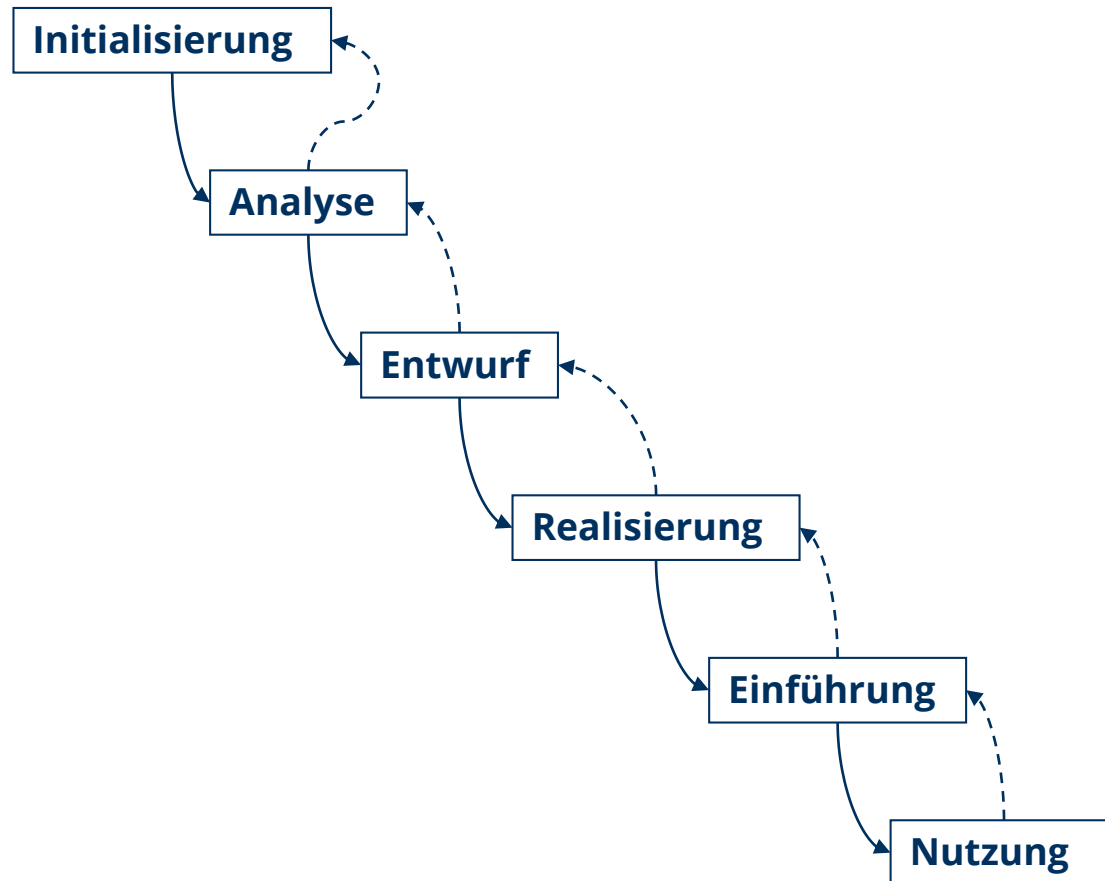
Entscheidung, den nächsten Schritt zu gehen

- Evaluation vorliegender Ergebnisse
- Experimente, Tests, Vergleich mit Anforderungen
- Klassisch: Pflichtenheft und Lastenheft

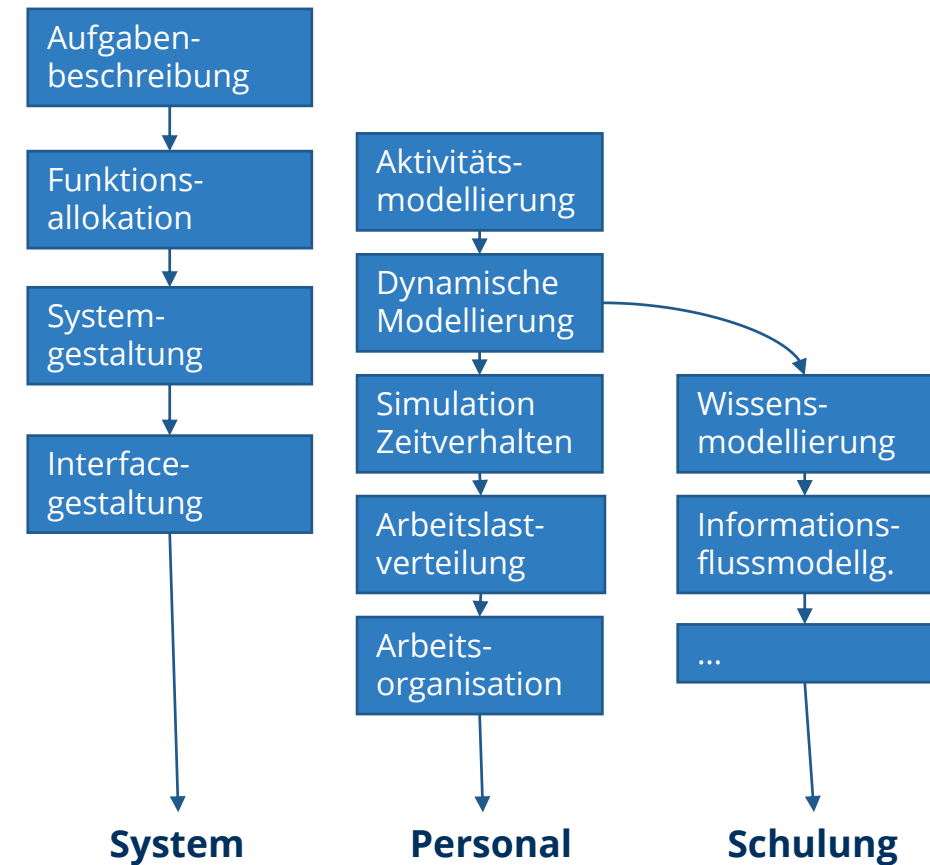
Bei jeder Entscheidung: Nutzung der Aufgabenanalyse

Einordnung in das Wasserfallmodell

(stark vereinfacht nach Kirwan und Ainsworth 1992, S. 26ff)



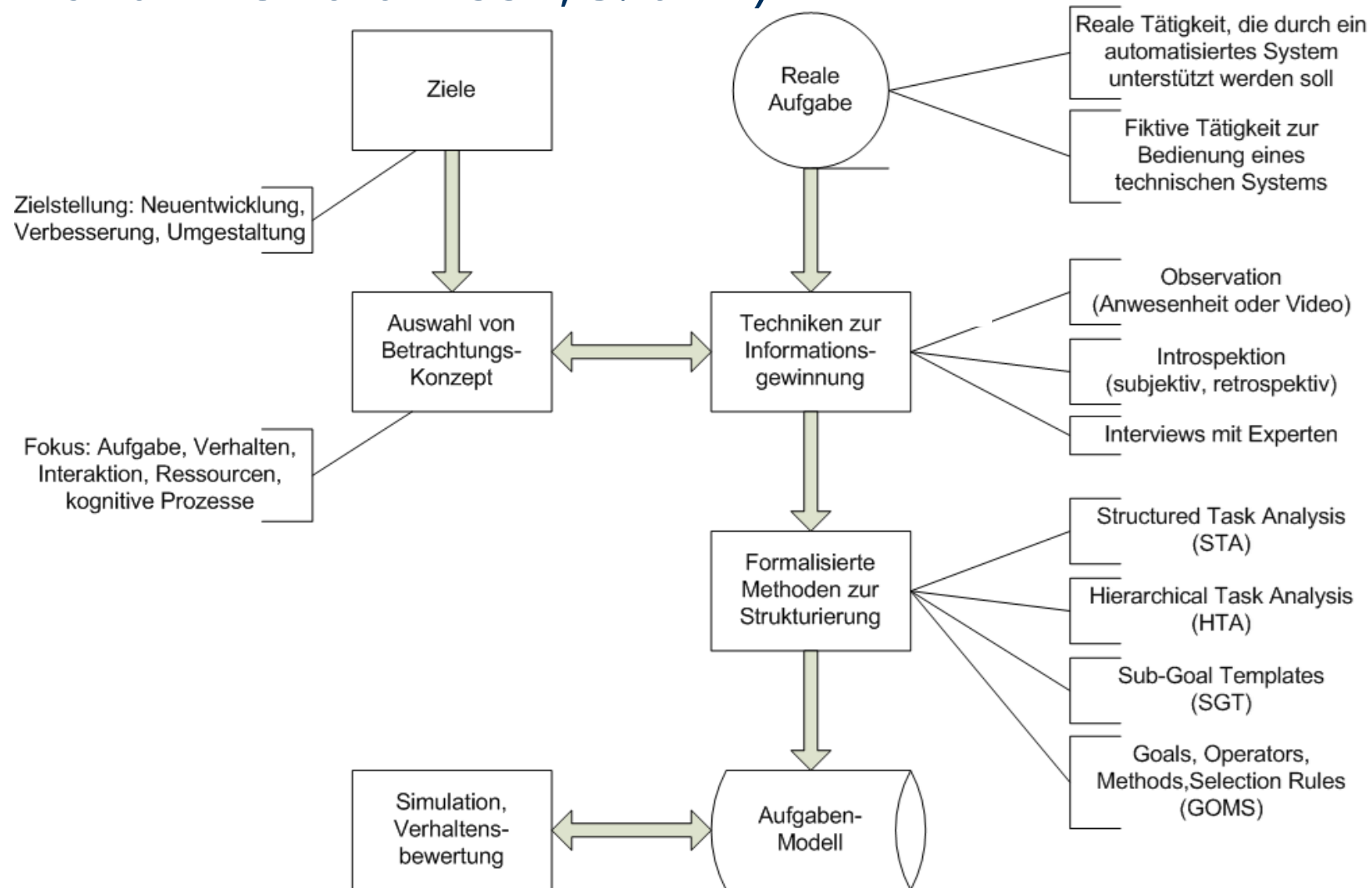
Aufgabenanalyse mit dem Ziel der ...



Techniken und Methoden

Vorgehensweise bei der Aufgabenanalyse

(Kirwan und Ainsworth 1992, S. 6-11)



Betrachtungskonzepte (1/2)

Zielvorgaben

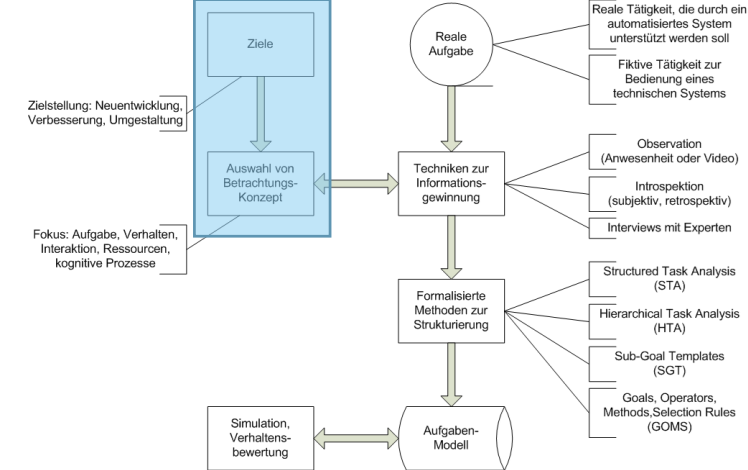
- Zweck der Aufgabenanalyse (Neuentwicklung, Verbesserung, Umgestaltung eines Systems, Gestaltung von Schulungsunterlagen, etc.)
- Anforderungen an das Produkt (optimale Performance, leichte Bedienung, Barrierefreiheit, etc.)

Aufgaben-/Tätigkeitsorientiert

- Analyse der zu unterstützenden Arbeitsaufgabe
- Dekomposition Plan > Methoden > Maßnahmen > Arbeitsschritte
- Mit Abhängigkeiten, Nebenläufigkeiten, Zeitverhalten
- Veränderung der Arbeitsaufgabe durch technische Systeme

Interaktionsorientiert

- Analyse der Interaktionsvorgänge mit technischen Systemen
- Dekomposition in Suchen, Extrahieren, Eingeben, Verändern von Informationen
- Veränderung der Interaktion durch verschiedene Eingabegeräte, Oberflächengestaltung, unterschiedlichen Automatisierungsgrad



Betrachtungskonzepte (2/2)

Verhaltensorientiert

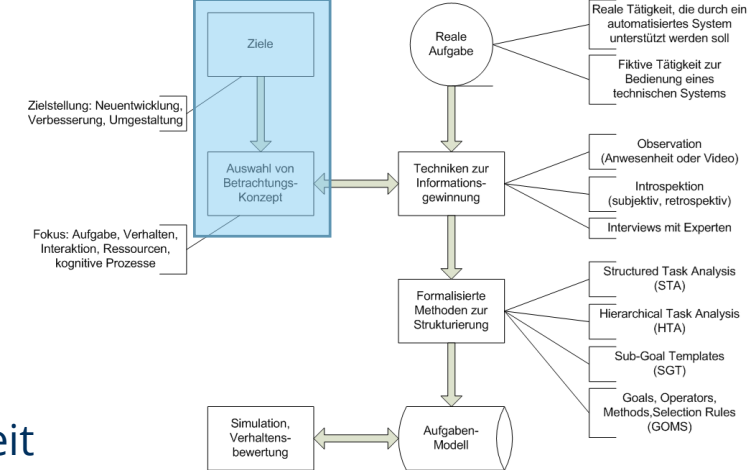
- Arbeits- und organisationspsychologische Betrachtungsweise
- Untersuchung von Arbeitsplänen, -anweisungen vs. real durchgeführte Arbeit
- Untersuchung individueller Entscheidungen und Strategien (Warum wann was?)
- Zusammenarbeit, Kommunikation, Spezialisierung einzelner Personen
- Optimierung Motivation, Stress, gefühlte Sinnhaftigkeit von Arbeitsschritten

Ressourcenorientiert

- Analyse der Nutzung mentaler (visuell, auditiv, haptisch, kognitiv) und physischer Ressourcen (Arbeitsplatz, Werkzeuge, Eingabegeräte, etc.)
- Identifikation von Engpässen und Streamlining von Arbeitsprozessen

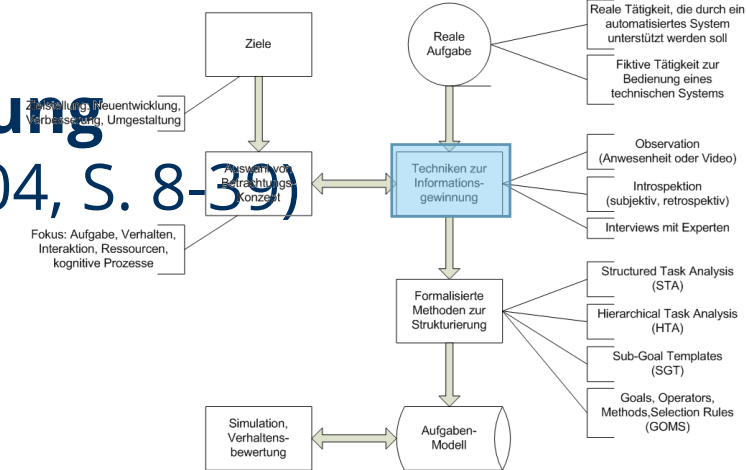
Kognitionsorientiert

- Analyse kognitiver Verarbeitungsprozesse (und ihrer Auswirkungen)
- Untersuchung des Informationsangebots, der Informationsaufnahme, mentaler Modelle, mentaler Verarbeitungsschritte
- Ist der Mensch mental in der Lage, die Aufgabe zu erfüllen oder braucht er Unterstützung? (Stichwort „left-over Automation“)



Techniken zur Informationsgewinnung: Beobachtung

(nach Kirwan und Ainsworth 1992, S. 6-11; Diaper 2004, S. 8-39)



Observation am Arbeitsplatz

- Präsenz (Nachteil: psychologische Beeinflussung)
- Videoobservation (Nachteil: zehnfacher Zeitaufwand zur Auswertung)

Subjektive Introspektion

- Methode des „lauten Denkens“, gemeinsame „walk/talk-throughs“
- Mischung von Interview und beeinflussungsfreier Beobachtung

Retrospektive Introspektion

- Sichtung von Filmaufnahmen mit Beurteilung durch Akteure

Essentiell:

- Scharfe Beobachtungsgabe, klare Beobachtungsziele (Erfahrung)
- Gute Vorinformationen (Fachvokabular, Handbücher, Expertengespräche)
- Hohes Maß an Empathie (Hineinversetzen in die Akteure) notwendig

Techniken zur Informationsgewinnung: Experimentelle Analyse

Variation des Informationsangebots

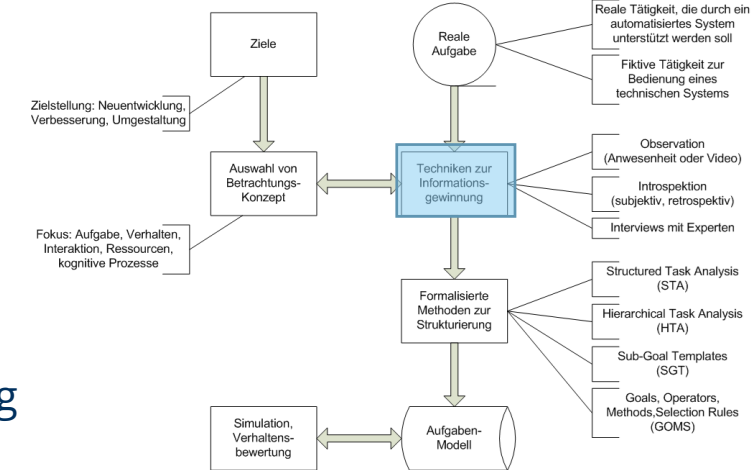
- Systematischer Informationsentzug, systematische Informationseinspeisung
- Vorgabe eines regellosen Angebots mit der Aufforderung zur Ordnung

Variation der zur Verfügung stehenden Ressourcen

- Neben- bzw. Doppelaufgaben, Schlafdeprivation (kognitive Ressourcen)
- Visuelle, akustische, haptische Nebenaufgaben (physiologische Ressourcen)
- Beobachtung verschiedener Teamkonstellationen (individuelle Ressourcen)

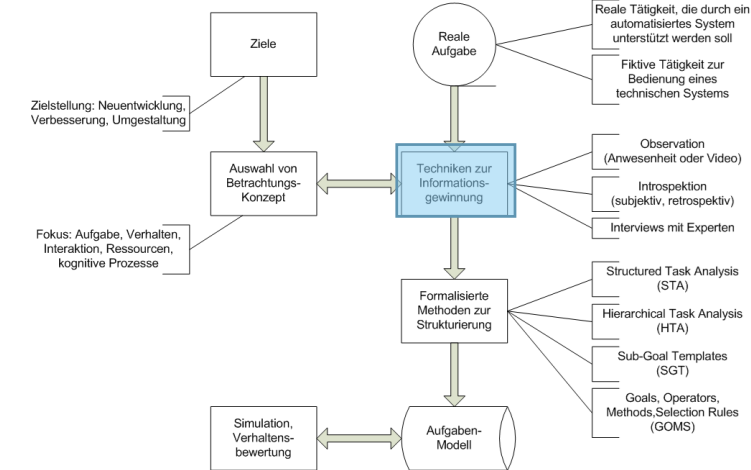
Essentiell:

- Klare Ziele
- Einsatz der richtigen Methode (Erfahrung)



Techniken zur Informationsgewinnung: Interviews und Expertenurteile

- Strukturierte Interviews
- Interviewpartner so nah wie möglich an der realen Arbeit:
Hilfsarbeiter, Gruppenleiter, Schichtleiter, auch Zulieferer und Kunden
- Fragen motivieren sich aus möglichst guter Vorinformation
- Expertenurteile
- Aufgabenanalyse (teilweise) an einen Experten abgeben
- Experten: Vorgesetzte, erfahrene Schichtleiter, erfahrene Berater
- Klare Definition des Ergebnisses (Dokumentationsform, Detailliertheit, etc.)
- Anschließende Nachbesprechung siehe Interview



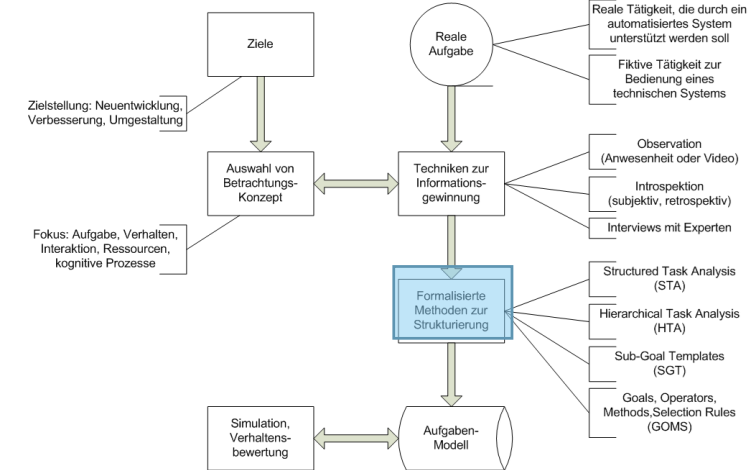
Methoden zur Informationsstrukturierung

Organisieren der gewonnenen Informationen durch

- Dekomposition in Untereinheiten
- Hierarchie- bzw. Heterarchiebildung
- Festgelegte Notationsformen

Beispielhafte Betrachtung:

- Systematic Task Analysis (STA) -> Informationsgewinnung und Notation
- Hierarchical Task Analysis (HTA) -> Notation, Modellierung komplexer Aufgaben
- Sub-Goal Templates (SGT) -> Modellierung von Informationsaustausch
- Goals, Operators, Methods, Selection Rules (GOMS) -> Modellierung, Simulation



Systematic Task Analysis

Systematic Task Analysis (STA, 1/4)

(nach Diaper 2003, S. 39-45)

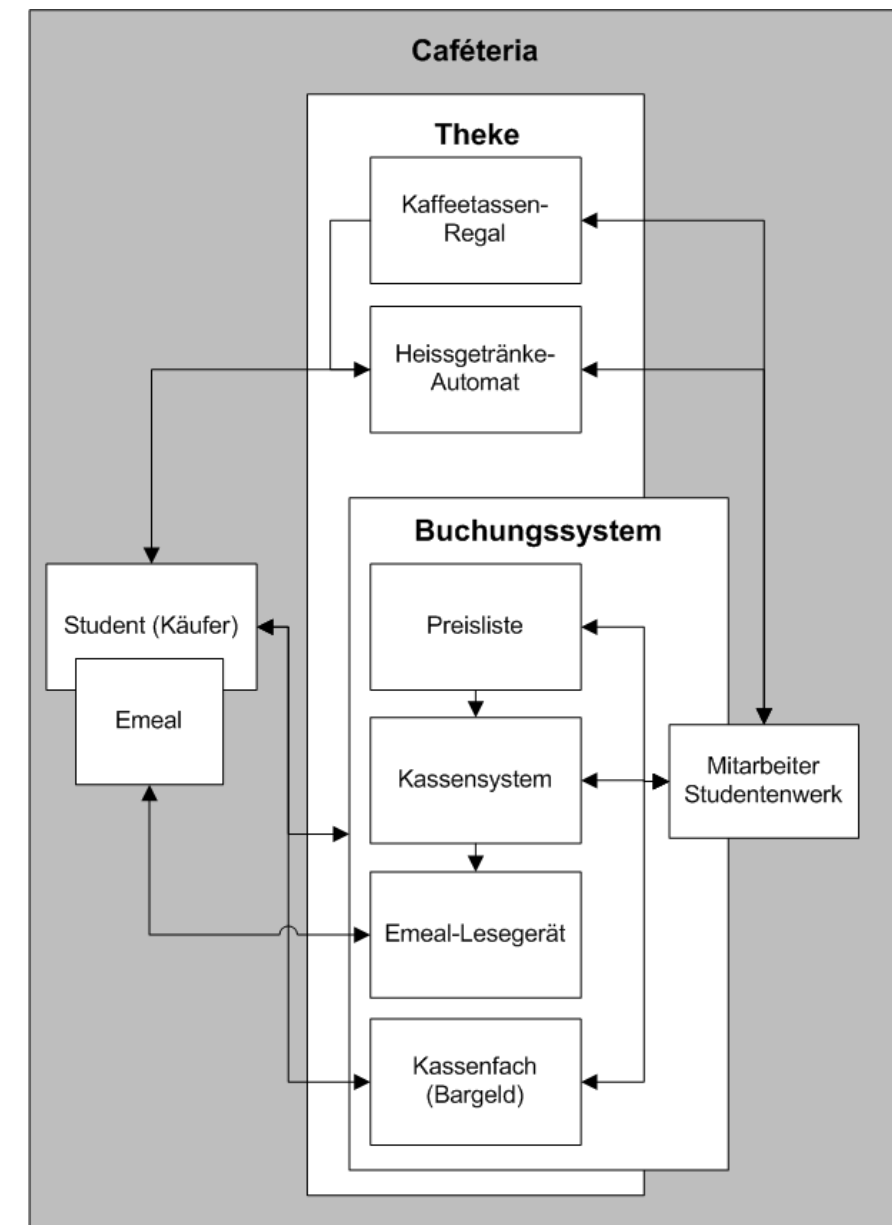
Eigenschaften

- Generisches, systematisches Verfahren zur Aufgabenanalyse
- Stark systemorientierte Sicht

1. Statische Systemmodellierung

- Vorinformationen explizit modellieren
- Dokumentation, Handbücher
- Kurzvisite des Arbeitsplatzes
- Kurze Interviews

- Systemgrenzen des Arbeitssystems, seiner Subsysteme und der Umgebung (VENN Diagramm)
- Informations- und Materialflüsse



Systematic Task Analysis (STA, 2/4)

2. Informationsgewinnung

- Beisitzen oder Videoaufzeichnung

3. Aufstellen von Aktivitätslisten

- Hauptdokumentationsform
- Aufzeichnen aller beobachteten Aktivitäten mit ID, Zeitstempel, Bedeutung für das Arbeitssystem und Umgebung, Kommentar
- Iterative Verfeinerung, bis zur lesbaren und stimmigen Darstellung aller relevanten Arbeitsabläufe
- Auftrennen Vermischter Abläufe in separate Listen
- Zusammenfassen zu detaillierter Informationen
- Nachforschen bei unklaren Abläufen (Video vorteilhaft)
- Ergebnis: genaue Darstellung relevanter Aufgaben

Systematic Task Analysis (STA, 3/4)

4. Dynamische Systemmodellierung

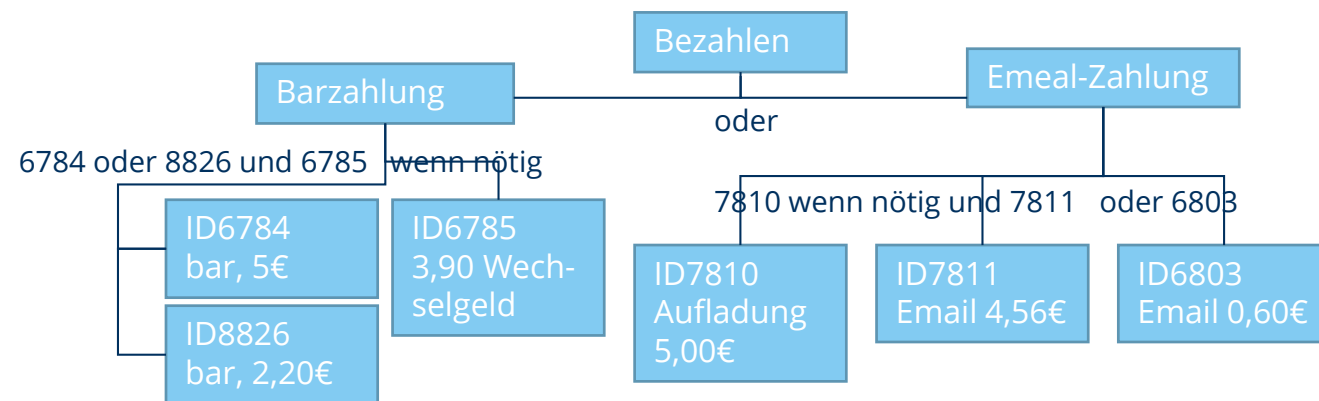
- Induktiv („bottom-up“) Aktivitäten zu Hierarchien zusammenfassen
- Gleichartige Aktivitäten zu generischen „Subroutinen“ gruppieren
- Entscheidungen explizit darstellen (Schnittstelle menschliches Wissen)
- Reihenfolge und Abhängigkeiten zwischen Aktivitäten darstellen
- Es entstehen einzelne hierarchische Modelle, die zusammenwachsen (...können, monolithische Hierarchien selten und nicht immer optimal.)

- Ergebnis: Sammlung von Aktivitätsbäumen, welche Struktur und Art der beobachteten Tätigkeiten übersichtlich wiedergibt

Systematic Task Analysis (STA, 4/4)

Beispiel:
Bezahlaktivitäten einer
Tagesbeobachtung

ID	Uhrzeit	Arbeitssystem	Arbeitsumgebung
6784	08:15	Barzahlung 1,10€ mit 5€-Note	Artikel verkauft, Wechselgeld!
6785	08:15	Herausgabe 3,90€ Wechselgeld	Transaktion beendet
6803	08:49	Emeal-Zahlung 0.60€	Artikel verkauft, TRN beendet
7809	09:10	Emeal-Zahlung 4,56€	Fehlschlag, kein Verkauf!
7810	09:10	E-Meal-Aufladung 5,00€	Artikel verkauft, TRN beendet
7811	09:11	E-Meal-Zahlung 4,56€	Artikel verkauft, TRN beendet
8826	09:55	Barzahlung 2,20€ passend	Artikel verkauft, TRN beendet



Hierarchical Task Analysis

Hierarchical Task Analysis (HTA, 1/10)

(nach Kirwan und Ainsworth 1992; Annett 2003)

Sehr genau spezifiziertes Verfahren von Annett, Duncan, Stammers, Gray

- Über 45 Jahre kontinuierlich weiterentwickelt -> auch Software-Werkzeuge
- Ursprüngliches Ziel: Übung von Teilaufgaben (Part-Task-Training)

Beschreibung einer Aufgabe durch eine Hierarchie von

- **Zielen** („goals“ - Was soll erreicht werden?)
- **Teilzielen** („subgoals“ - Was muss dafür erreicht werden?)
- **Handlungsplänen** („plans“ - Wie erreicht man das?)
- **Aktivitäten** („operations“ - Was muss dafür getan werden?)

Ergebnis:

- Aufgabenhierarchie (Verhaltensbeschreibung)
- Ziele und Teilziele (Funktionale Analyse der Aufgabe)
- Pläne (Allgemeingültige „Rezepte“ zur Durchführung einer Aufgabe)

Hierarchical Task Analysis (HTA, 2/10)

Ziele („goals“) als wesentliche Eigenschaft

- Implizit, nicht direkt beobachtbar, daher in meisten TA-Verfahren fehlend
- Start der Aufgabenanalyse in HTA
- Aufstellung einer *Hierarchie von Ziel & Teilzielen („subgoals“)*
- Zielerreichung durch Befolgen von Handlungsplänen
- Stopp-Regel der Zieldekomposition: $p \times c$ (Wahrscheinlichkeit, Kosten)
- Weitere Dekomposition wenn die Nichterfüllung eines Ziels „teuer“ ist

Aktivitäten („operations“)

- atomaren Handlungseinheiten
- Beinhalten Voraussetzungen, Auswirkungen, nötige Fehlerbehandlung
- T-O-T-E (Test-Operate-Test-Exit) bzw. IAF (Input-Action-Feedback)
- Aktivitäten halten an, bis sie abgeschlossen sind (z.B. KEIN Tastendruck)

Hierarchical Task Analysis (HTA, 3/10)

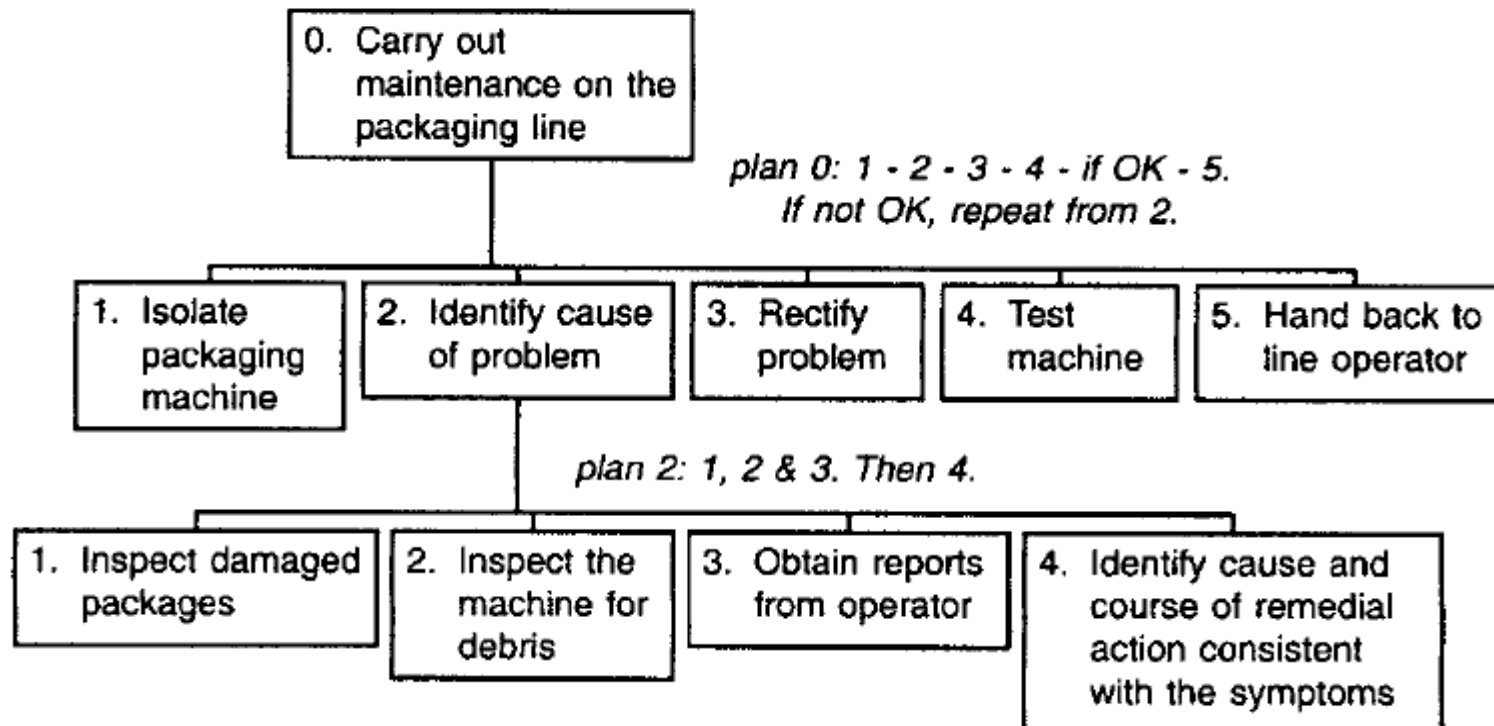
Pläne („plans“)

- dienen der Zielerfüllung
- Alternativpläne für ein Ziel sind erwünscht
- Mögliche Notationen: (nach Stanton 2006)

1.1/1.2 Do 1.1 and 1.2 in any order	Tue 1.1 und 1.2 in beliebiger Reihenfolge (<i>non-linear; non-sequential plan</i>)
1.3>1.4 Do 1.3 then 1.4	Tue 1.3 und 1.4 nacheinander (<i>linear; sequential plan</i>)
1.5+1.6 Do 1.5 and 1.6 at the same time	Tue 1.5 und 1.6 parallel (<i>simultaneous; concurrent plan</i>)
1.7:1.8 Do 1.7 or 1.8	Tue entweder 1.7 oder 1.8 (<i>selection; exclusive plan</i>)
(1.9) [...] If [...] Do 1.9 [...]? Y>1.10 N>1.11 If [...] present then Do 1.10 else 1.11	Tue 1.9 wenn [Bedingung] erfüllt Wenn [Bedingung] erfüllt, dann tue 1.10, sonst 1.11 (<i>branching, choice plan</i>)

Hierarchical Task Analysis (HTA, 4/10)

Beispiel: Wartung an Packaging-Line

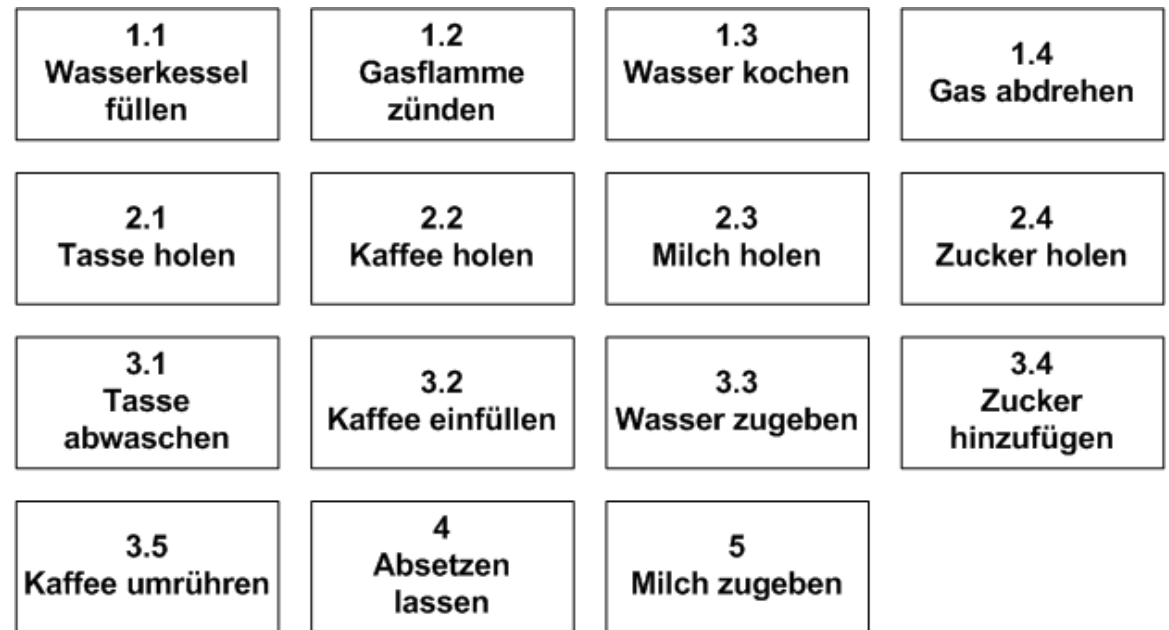


(Shepherd 2000, S. 34)

Hierarchical Task Analysis (HTA, 5/10)

Beispiel: Eine Tasse Kaffee kochen (türkisch)

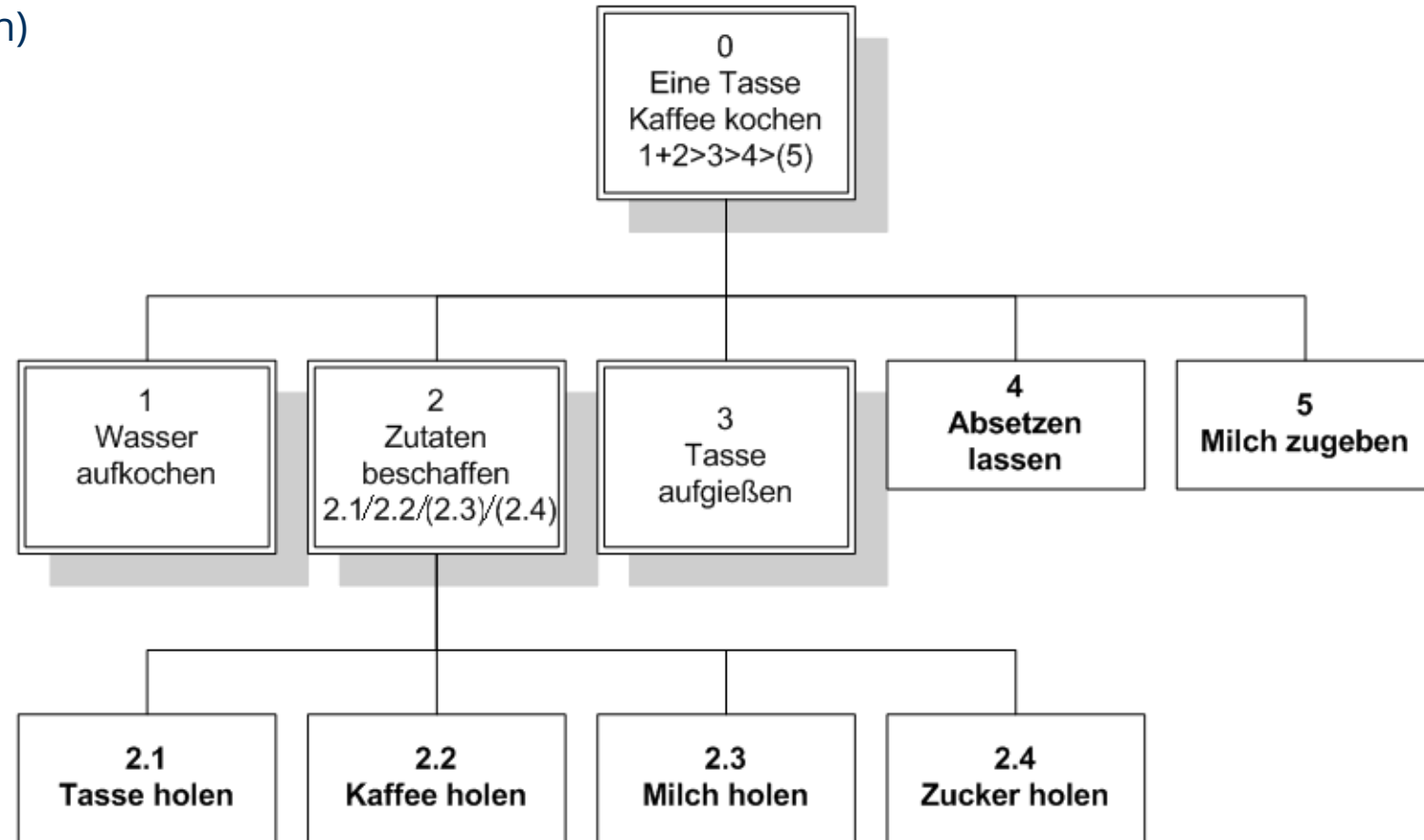
1) Welche Schritte sind grundsätzlich notwendig um türkischen Kaffee zu kochen?



Hierarchical Task Analysis (HTA, 5/10)

Beispiel: Eine Tasse Kaffee kochen (türkisch)

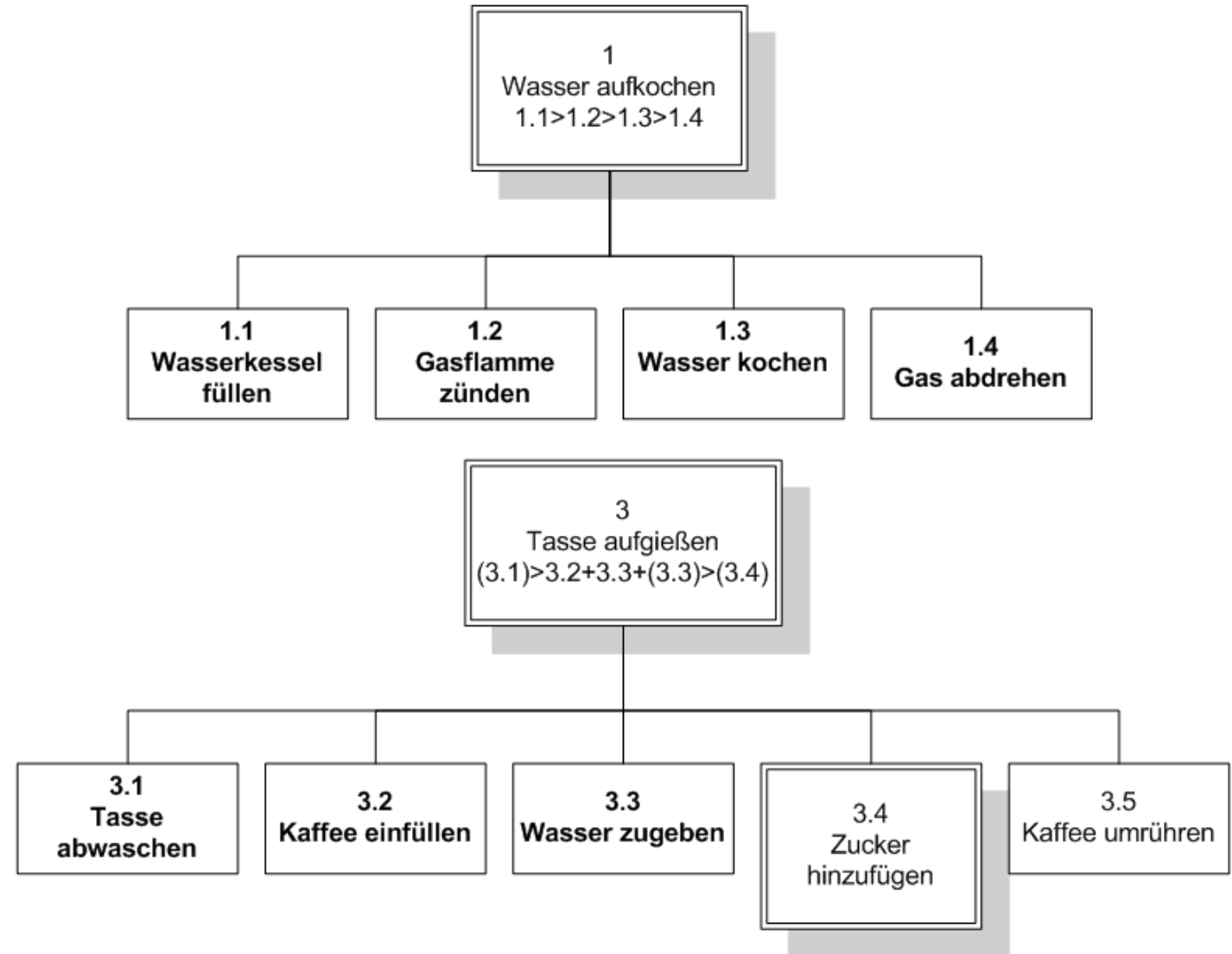
2) In welcher Reihenfolge müssen diese Aktivitäten ausgeführt werden?



Hierarchical Task Analysis (HTA, 5/10)

Beispiel: Eine Tasse Kaffee kochen (türkisch)

3) Weitere Pläne



Hierarchical Task Analysis (HTA, 6/10)

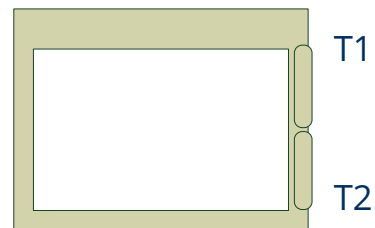
Beispiel: Fragment der Pläne in tabellarischer Form

Teilziel	Handlungsplan	Notizen
0.	Plan 0: In parallel Do 1 and 2 Then 3 then 4 If (milk_wanted) do 5	Eine Tasse türkischen Kaffee kochen <ul style="list-style-type: none">• Während des Kochens Zutaten holen• Aufgießen und Absetzen lassen• Milch zugeben
1.	Plan 1: Do 1.1. then 1.2 then 1.3 then 1.4	Wasser kochen mit Gasflamme
3.	Plan 3: If (cup_is_dirty) do 3.1 In parallel do 3.2 and 3.3 and if (sugar_wanted) do 3.4 Then 3.5	Tasse wenn nötig abwaschen Tasse Kaffee aufgießen mit optional Zucker und anschließendem Rühren

Hierarchical Task Analysis (HTA, 7/10)

Beispiel: Digital-Wecker

Es ist eine Digitaluhr mit Alarmfunktion zu entwerfen. Marketing und Designabteilung fordern ein großes, frei programmierbares, monochromes LCD-Matrix-Display und zwei Tasten T1 und T2.



Führen Sie für ihr Anzeige- und Bedienkonzept eine hierarchische Aufgabenanalyse (HTA) für folgenden Anwendungsfall durch:

- Der Nutzer hat den Wecker gerade ausgepackt und möchte sicherstellen, dass der Wecker an Wochentagen um 07:00 klingelt, am Wochenende jedoch gar nicht.

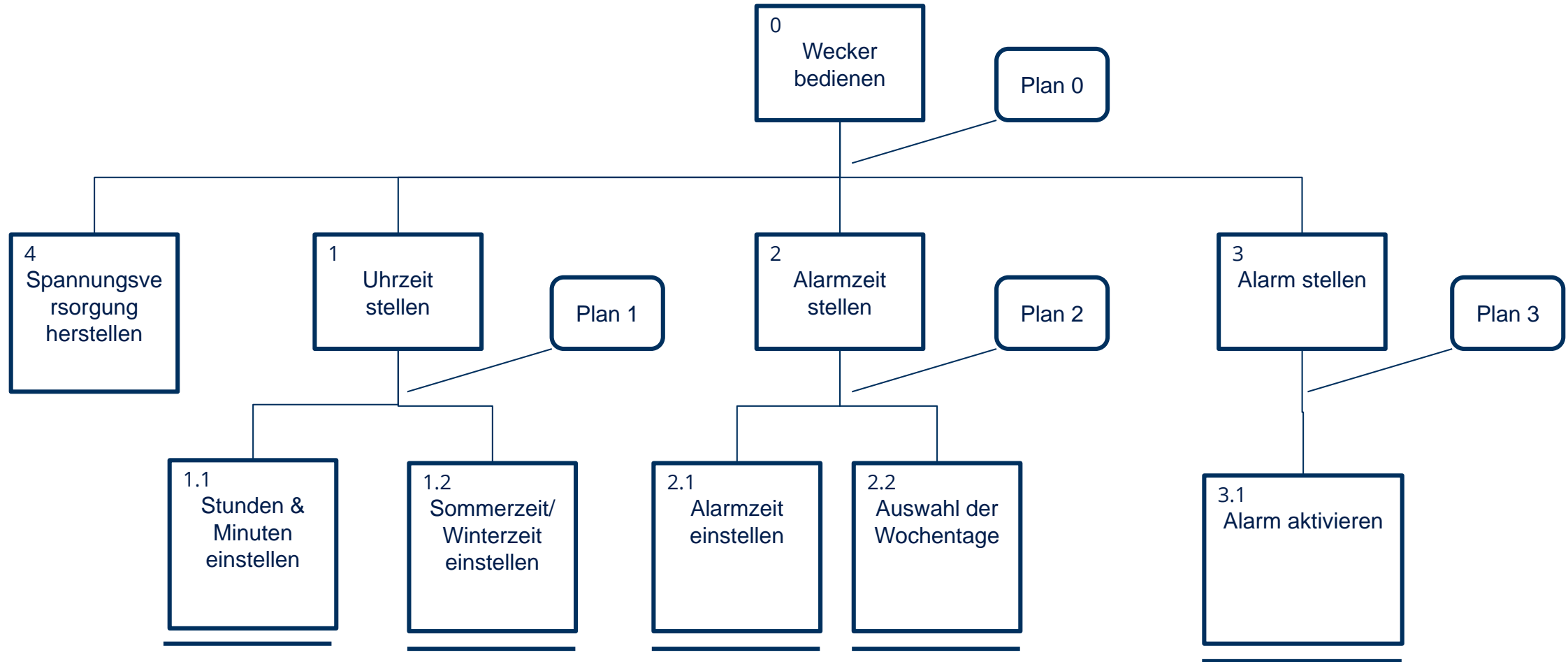
Hierarchical Task Analysis (HTA, 8/10)

Wichtige Informationen für Aufgabenanalyse

- Es ist eine Digitaluhr mit Alarmfunktion zu entwerfen.
- ~~Marketing und Designabteilung fordern ein großes, frei programmierbares, monochromes LCD-Matrix-Display und zwei Tasten T1 und T2.~~
- Der Nutzer möchte sicherstellen, dass der Wecker morgen um 07:00 klingelt.

Die restlichen Informationen sollten erst nach einer Aufgabenanalyse beantwortet werden.

Hierarchical Task Analysis (HTA, 9/10)



Hierarchical Task Analysis (HTA, 10/10)

Teilziel	Handlungsplan	Notizen
0	Plan 0: 4 > 1 / 2 / 3	Falls nötig: Uhrzeit oder Alarmzeit einstellen oder Alarm an- bzw. ausschalten
1	Plan 1: 1.1 / 1.2	Einstellungen für aktuelle Zeit und Sommerzeit durchführen in beliebiger Reihenfolge
2	Plan 2: 2.1 / 2.2	Alarめinstellung von Zeit und Tagen in beliebiger Reihenfolge

Sub-Goal Templates

Sub-Goal Templates (SGT, 1/5)

(Omerod und Shepherd 2003)

Erweiterung der HTA-Methode um generische Teilziele

- Andrew Shepherd, Thomas C. Omerod, seit 1993
- Hauptanwendungsbereich: Mensch-Computer-Interaktion, besonders PLT

Fokus: Evaluation alternativer Bedienungs-Interfaces

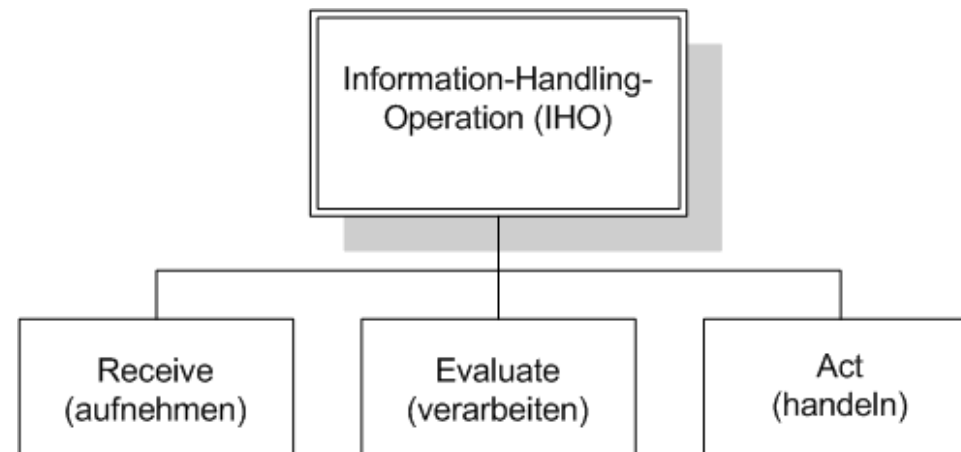
Anwendung

- Schritt 1: Einführung von Informationsbehandlungs-Teilaktivitäten
- Schritt 2: Einführung der Sub-Goal Templates (SGT)
 - SGTs sind die atomaren Handlungseinheiten des Informationsaustauschs
 - Stopp-Regel: Dekomposition endet bei einem SGT

Sub-Goal Templates (SGT, 2/5)

Informationsbehandlungs-Teilaktivitäten

- Information Handling Operation (IHO)
- Informationsverarbeitung außerhalb des technischen Systems
- IHOs als feste Abfolge der menschlichen Tätigkeit
- Kleinster Handlungsbaustein



Sub-Goal Templates (SGT, 3/5)

Definition fester Vorlagen

Sub-Goal Template

Act

A1: Activate

A2: Adjust

A3: Deactivate

Exchange

E1: Enter

E2: Extract

Navigate

N1: Locate

N2: Move

N3: Explore

Monitor

M1: Detect deviance

M2: Anticipate cue

M3: Monitor transition

Bedeutung/Kontext

Handlung zur Änderung des Systems

Einheit einschalten

Eingeschaltete Einheit regulieren

Einheit ausschalten

Informationsaustausch

Eingeben eines Werts

Auslesen eines Werts

Navigation durch IT-Systeme (GUI)

Auffinden eines Interaktionspunkts

Bewegung zu einem Ziel

Suchen/Browsen eines Bereichs

Beobachten auf Handlungsbedarf

Abweichung vom Zielzustand erkennen

Handlungsbedarf ableiten/abwarten

Systemänderung beobachten

Informationsbedarf Mensch

Interaktionspunkte, Zielzustand, etc.

Zustandsmodell, Effekte der Aktivierung

Effekt und Geschwindigkeit der Änderung

Effekte des Ausschaltens

Informationseinheit, Bestätigungskanal

Datentyp, Wertebereich, Eingabemodus

Lage und Art des Werts, Ablage (z.B. Kopf)

Systemstruktur, aktueller Ort

Zielort, aktueller Ort, Suchbereich

Zielort, Pfad der Bewegung (oft Wissen)

Aufbau des Suchbereichs (oft Wissen)

Relevante Werte, Zeit letzter Handlung

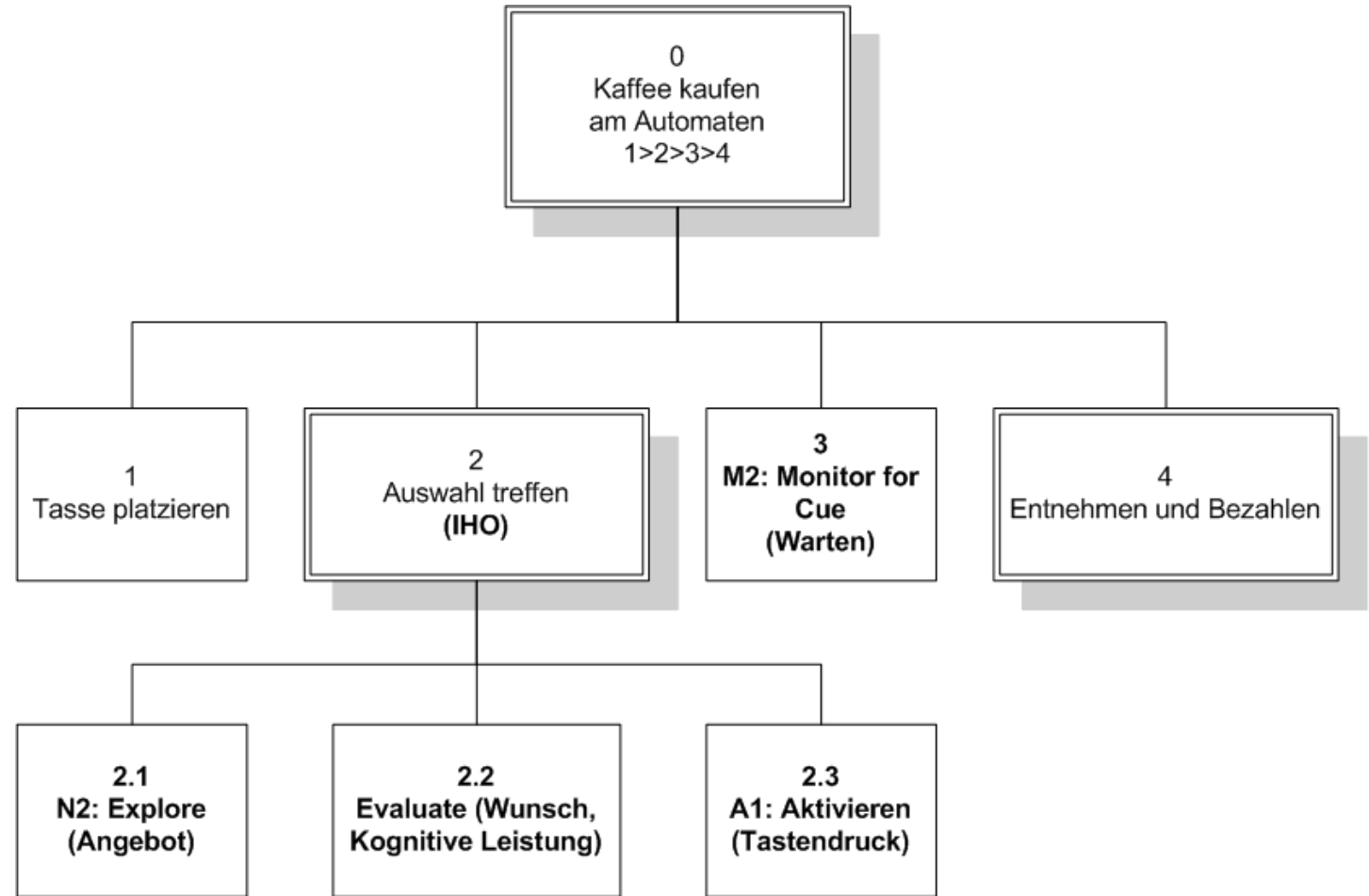
Zielzustand, akzeptable Abweichungen

Schwellwert der Handlungseinleitung

Typische Systemänderung (Erfahrung)

Sub-Goal Templates (SGT, 4/5)

Beispiel: Kaffeekauf am Cafeteria-Automaten



Sub-Goal Templates (SGT, 5/5)

Tabellarische Form: ähnlich HTA, englischer Pseudo-Code

Sequenzelemente umbenannt (um den SGT zu entsprechen):

S1: Feste Sequenz	S1 Do X ...
S2: Bedingte Sequenz	S2 If (cond) then do X, if not (cond) then do Y
S3: Parallele Sequenz	S3 Do together X and ...
S4: Freie Sequenz	S4 In any order do X and ...

Bedingte und freie Sequenzen benötigen menschliche Entscheidungen

Task 2:	Auswahl treffen	Der Automat verfügt über eine beleuchtete Angebotsliste. Neben jedem Angebot befindet sich eine entsprechende Wahlta
Plan 2:	S1 Do 2.1 then 2.2 then 2.3	
Subtasks:		
Task 2.1:	N2: Angebot lesen	Lesen der Angebotsliste Entscheidung für eine Option Wunschtaste drücken
Task 2.2:	Abgleich mit Wunsch	
Task 2.3:	A1: Aktivierung Wunsch	

GOMS

Goals, Operators, Methods, Selection-Rules (GOMS, 1/6) (Kieras 2003)

Card, Moran und Newell (1983), erweitert durch Kieras

Formales Modell

- Strukturierung der Benutzerinteraktion in elementare Aktionen
- Menschliche Entscheidungen und Handlungen werden eingebunden

Elemente

- Aufgaben (HTA: „tasks“) spiegeln sich in Zielen („goals“) wieder
- Operatoren („operators“) sind vom Benutzer ausführbare Aktionen
- Explizites prozedurales Wissen (HTA: „plans“) wird in Methoden („methods“) spezifiziert als Kette von Etappenzielen und Operatoren
- Implizites Wissen über zielführendes Arbeiten liegt in den Auswahlregeln („Selection Rules“) -> Welche Strategie, welcher Plan führt zum Ziel?

Notation in GOMSL (Language) als formale Sprache

Simulation mit GOMS Simulator GLEAN3 (Human Model Processor HMP)

Goals, Operators, Methods, Selection-Rules (GOMS, 2/6)

Ziele/Resultate einer Modellierung in GOMS:

- Genauer Einblick in menschliche Vorgehensweisen
- Evaluation von Interface-Designs ohne Prototypen
- Vorhersage von Performance von Mensch-Computer-Systemen
- Vorhersage von allen denkbaren Bedienstrategien eines Systems
- generativ statt „nur“ analytisch, alle möglichen Traces werden generiert
- Entwickler haben denken oft nur den „intended case“ voraus
- „intended case“ liegt meist nahe des „best case“ und weit vom „worst case“
- Identifikation von Ressourcen-Engpässen beim Bediener
- Hohe Auslastung des Arbeitsgedächtnisses (Hinweis auf hohe Beanspruchung des Nutzers)
- Komplexe Methoden, starke Schachtelung von Teilzielen (Hinweis auf komplizierte Bedienung)
- Unklare „vom Himmel gefallene“ Selection Rules (Hinweis auf unmotivierte alternative Bedienmöglichkeiten)

Goals, Operators, Methods, Selection-Rules (GOMS, 3/6)

GOMS Language (GOMSL)

- Ziel: Computerlesbare formale Sprache, aber für Menschen verständlich
- Langzeit- und Kurzzeit-/Arbeitsgedächtnis
 - LTM (Long-Term-Memory) ist unendlich groß und assoziativ auf Objektniveau
 - Zugriffe auf unbenutzte Objekte sind zeitbehaftet (t=1200ms)

LTM_Item: Student_A.
Name is Max_Mustermann.
Age is 26.

Recall_LTM_Item_whose Name is Max_Mustermann
and_store_under <der_student_mir_gegenueber>.

- WM (Working Memory, Arbeitsgedächtnis) ist endlich groß und nicht zeitbehaftet (manuelles Löschen sorgt jedoch für gute Abschätzungen)
- Visuelle Wahrnehmung in Form eines visuellen Arbeitsgedächtnisses
 - Verlagerung des Fokus ist zeitbehaftet (t=1200ms)

Look_for_Object_whose Color is red and_store_under <ich_sehe_was_was_du-nicht_siehst>.

Goals, Operators, Methods, Selection-Rules (GOMS, 4/6)

GOMS Language (GOMSL)

- Operatoren realisieren Handlungen des Menschen
- Jeder Operator benötigt $t=50\text{ms}$ zur Ausführung
- Externe Operatoren brauchen mehr Zeit:

Keystroke Key_M	280ms	Point_To Button_OK	100-1100ms
Type_in „format C:\“	280ms/char	<i>Unter Anwendung von „Fitts' Law“</i>	
Click Left_Mousebutton	200ms		
Double_click LMB	400ms	Home_to keyboard	0, 400ms
Hold_down LMB	100ms	<i>Je nachdem wo die rechte Hand ist, fallen</i>	
Release LMB	100ms	<i>beim Wechsel zwischen Maus und Tastatur</i>	
			<i>400ms an oder nicht.</i>

- Mentale Operatoren
- realisieren die „Programmiersprache“ GOMSL
- modellieren Entscheidungen, Vergleiche, Erinnern, Vergessen, etc.

Goals, Operators, Methods, Selection-Rules (GOMS, 5/6)

GOMS Language (GOMSL)

- Methoden und Auswahlregeln anhand von Beispielen: Text Editor

Selection_rules_for_goal: Perform Unit_task
If Type of <current task> is move,
Then Accomplish_goal: Move Text.
If Type of <current task> is delete,
Then Accomplish_goal: Erase Text
...
Return_with_goal_accomplished.

Method_for_goal: Move Text
Step 1. Accomplish_goal: Cut_Selection.
Step 2. Accomplish_goal:
Paste_Selection.
Step 3. Verify „correct text moved“.
Step 4. Return_with_goal_accomplished.

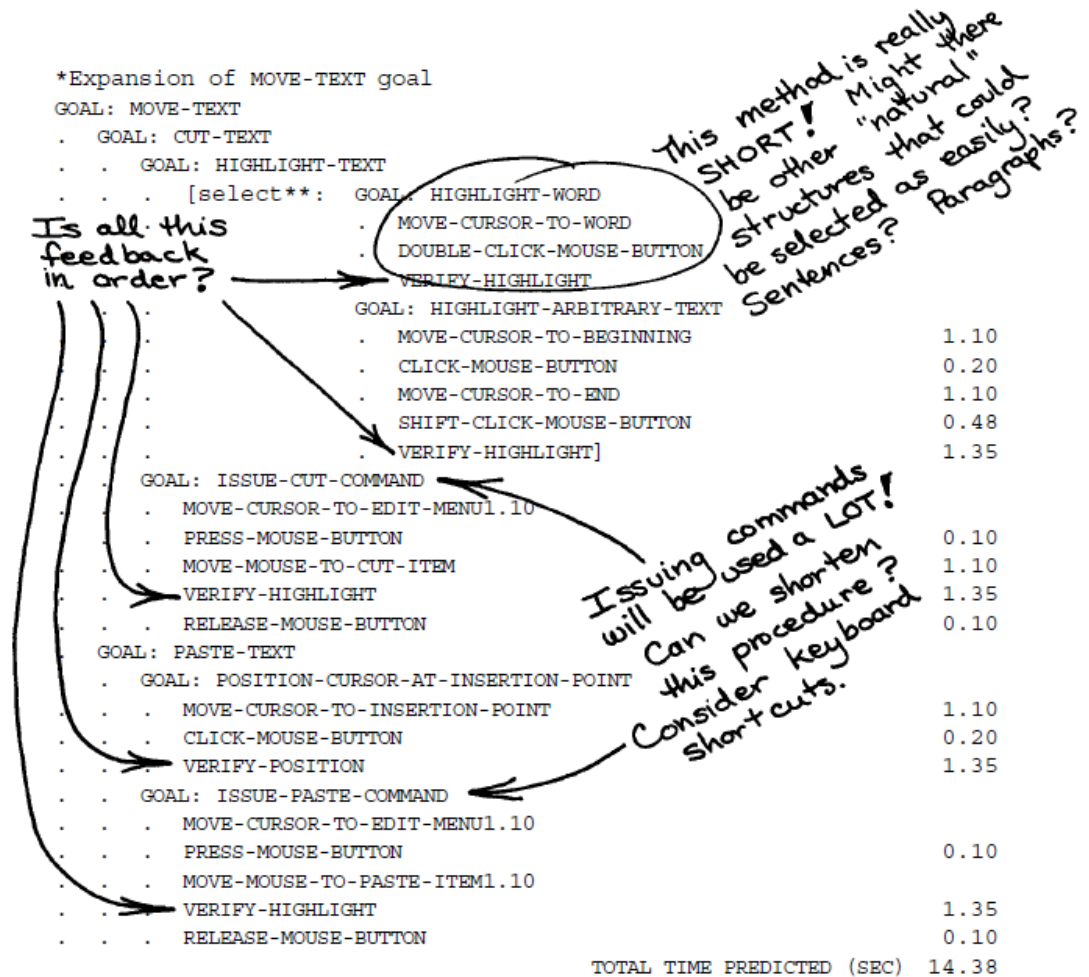
Method_for_goal: Erase Text
Step 1. Accomplish_goal: Select_Text.
Step 2. Keystroke DELETE.
Step 3. Verify „correct text deleted“.
Step 4.
Return_with_goal_accomplished.

Goals, Operators, Methods, Selection-Rules (GOMS, 6/6)

GLEAN3

- Simulator für GOMS
- Limitierte Ressourcen des menschlichen Bedieners
- Richtwerte für Operator-Verarbeitungszeit an Kognitionspsychologie und Mensch-Comput Interaktion (HCI)
- Produziert „traces“ (rechts)
- In Stift fiktive Anmerkungen eines Analysten
- Rechts: Zeitbedarf

(John und Kieras 1996, S. 11)



Zusammenfassung

Aufgabenanalyse ist ein wichtiges Element der Anforderungsanalyse in MMST

- Beschreibt Arbeitsabläufe von Mensch-Maschine-System
- Kombiniert Methoden zur
 - Informationsgewinnung (Analyse, Modellierung)
 - Klassifizierung (Strukturierung, Generalisierung)
 - Interpretation (Bewertung, Verständnis)
- Ist wichtiges Element im gesamten Entwicklungsprozess

Ausgewählte etablierte Methoden zur Informationsstrukturierung

- STA, HTA, SGT, GOMS

Ausblick auf neuere Methoden

- Concur Task Trees (Fokus auf Nebenläufigkeit, Paterno, <https://www.w3.org/2012/02/ctt/>)
- AMBOSS (Fokus auf Safety Critical Systems, http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-540-85992-5_8.pdf)
- Formale Notationen: Petri Netze, PDL+, Temporal Logic + Constraint Satisfaction

Literatur

Douglas B. P. (2006). Real Time UML (Third Edition). Pears Education, Boston, Massachusetts, USA.

Diaper, D. und Stanton, N. A. (Hrsg.) (2003). The Handbook of Task Analysis for Human-Computer-Interaction. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, New Jersey, USA.

Annett, J. (2003). Hierarchical Task Analysis, S. 67-83.

Kieras, D. (2003). GOMS models for task analysis, S. 83-116.

Ormerod, T. C. und Shepherd, A. (2003). Using task analysis for information requirements specification: the Sub-Goal Template (SGT) method, S. 347-365.

Hacker, W. (1986): Arbeitspsychologie, Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin.

Hommel, G. und Krönig, D. (Hrsg.) (1983). Requirements Engineering. Informatik-Fachberichte 74, Berlin-Heidelberg-New York: Springer.

John, B. E. und Kieras, D. E. (1996). The GOMS Family of User Interface Analysis Techniques: Comparison and Contrast. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 3(4), New York, USA.

Johannsen, G. (1993). Mensch-Maschine-Systeme. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.

Kirwan, B. und Ainsworth, L. K. (Hrsg.) (1992). A Guide to Task Analysis. Taylor & Francis, UK / USA.

Shepherd, A. (2000). Hierarchical Task Analysis. CRC Press, USA.



PROCESS CONTROL SYSTEMS **PROCESS SYSTEMS ENGINEERING**

Leon Urbas, leon.urbas@tu-dresden.de

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!