

# Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Prof. Dr.-Ing. Ralph Bruder  
Institut für Arbeitswissenschaft

## Kapitel 2: Systemtechnische / Systemtheoretische Grundlagen

# Projektbeispiel Eurokontrollraum

- Schnittstelle zwischen den ausländischen Quellen von Sendematerial und den Empfängern im ZDF
- Organisation der Übertragungswege, Annahme von Überspielungen aus dem Ausland, Optimierung in Bild und Ton
- Schaltung von Kommunikationsleitungen z. B. Gespräche zwischen Moderator und Reporter während der Sendung



# Projektbeispiel Eurokontrollraum

- › Zeitplan für Überspielungen mit “slots” wie in Flugplänen wird meist nicht eingehalten
- › stets sofortige Annahme von Überspielungen notwendig, da Leitungen (Glasfaserkabel, Satelliten etc.) nur für eine bestimmte Zeit gebucht

Vorgang

Bearbeiten Verbindung Telex Anforderung Ereignis An/Abmeldung Istzeit/Storno Kosten Ende

Übertragungsdatum Übertragungzeit

von Da: 09.08.05 Plan 17:05 17:35 20:15 20:15

bis Da: 09.08.05 Ist 17:35

Ü-Art UNI L Ü-T DL AÜVSS A DLP ISS RFA

Aus Helsinki, ARD/ZDF OB Uan (MP3)

Nach Mainz ZDF Prod.-Nr. 459 02017 Prüf Syn.

Titel ZDF-Sendeleitung: Leichtathletik WM

Notiz AC9: li: PCC Re: N-1 (für RL1+SL1)  
AC10: li: TCC Re: N-1 (SL2)/ PGM  
AC11: li: 4Dr. EBU Re: 4 Draht EURO  
AC12: li: PCC SNG Re: N-1 SNG

Ü.-Wagen Standort  
; RTU Compound  
; FIN - 00240 Helsinki  
; Olympia Stadion Helsinki

Koord. Rückt.

Nr.	Best.ST	Netz	L.-Art	N.-Art	Orign	SL	Destination	EL	von	bis
1	XXX	G	ZDF	TUL	24N	MPEG2	HLKI	Mainz	ZDF	99D 17:05 20:15

# Projektbeispiel Eurokontrollraum

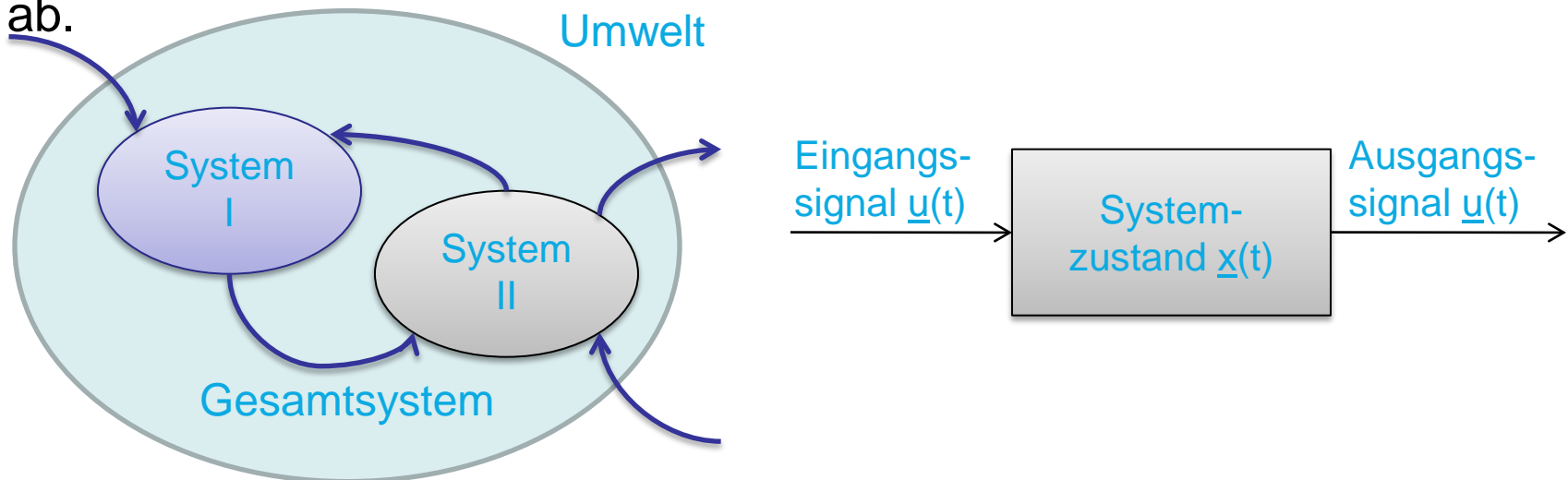


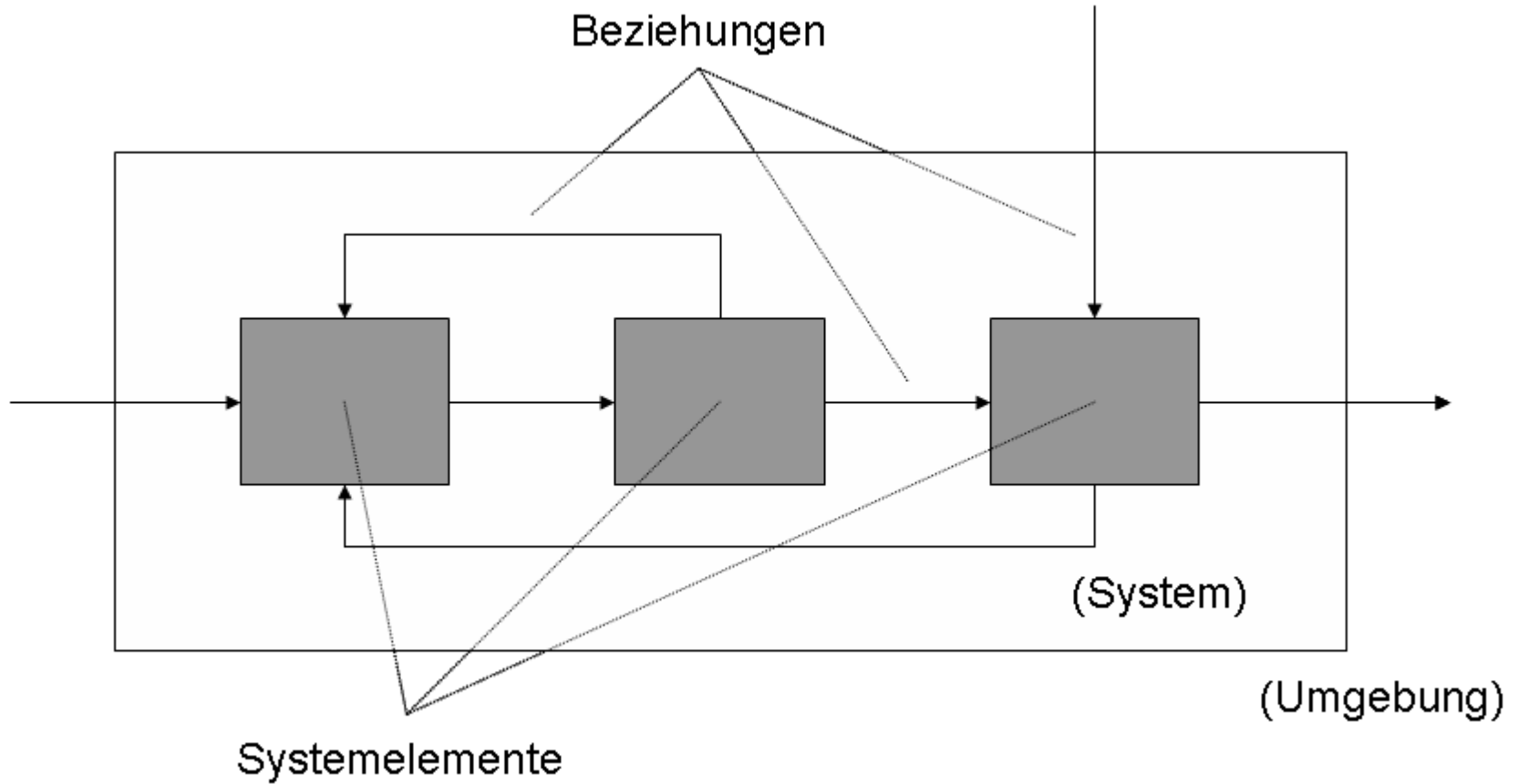
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

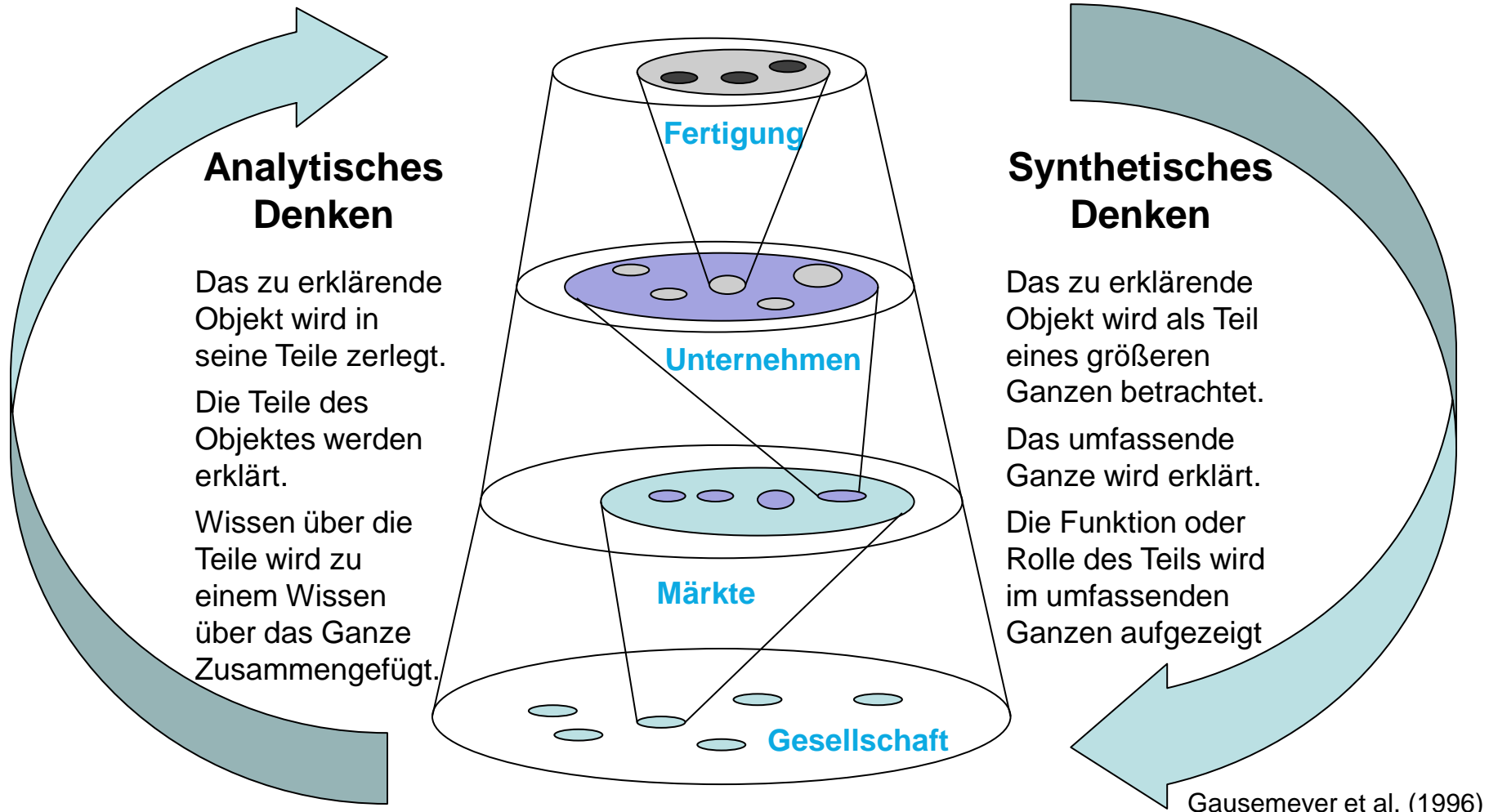
- > Zeitdruck
- > hohe Verantwortung
- > Umgang mit komplexer, sich ständig ändernder Technik
- > hohe Anforderungen an Konzentration
- > teilweise sehr belastendes Bildmaterial in Überspielungen



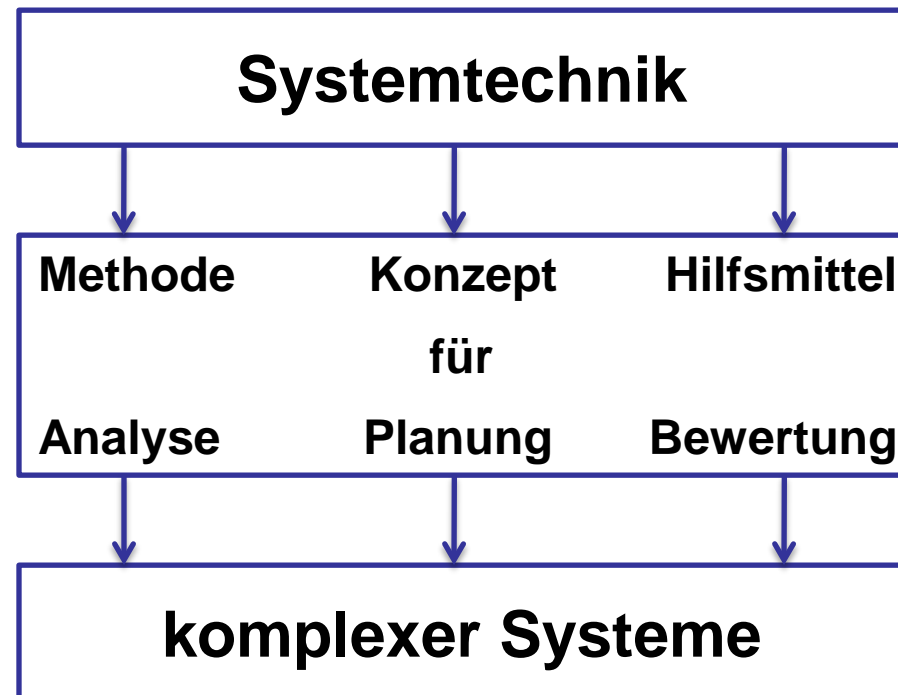
- > System (griech. σύστημα [systema], Gebilde)
- > Menge aus Einzelkomponenten (Systemelementen)
- > Einzelkomponenten stehen miteinander in Verbindung
- > Einzelkomponenten sind in ihrer Summe eine Einheit gegenüber nicht zum System gehörenden Elementen.
- > Das System grenzt sich durch die Systemgrenze von der Umwelt ab.







Entwicklung, anwendungsfähige Aufbereitung und Anwendung von  
Konzepten, Methoden und Hilfsmitteln  
für die Analyse, Bewertung und Gestaltung (Planung) komplexer Systeme



Rötting (2005)



- > Systemtechnische Betrachtung will andere spezifische Sichtweisen nicht ersetzen, sondern ist ein Ansatz, um Zusammenhänge bei verschiedenen Sachverhalten zu erkennen und zu bewältigen.
- > Parallele Vorgehensweisen – von analytisch bis hin zu intuitiven Methoden – sind unumgänglich



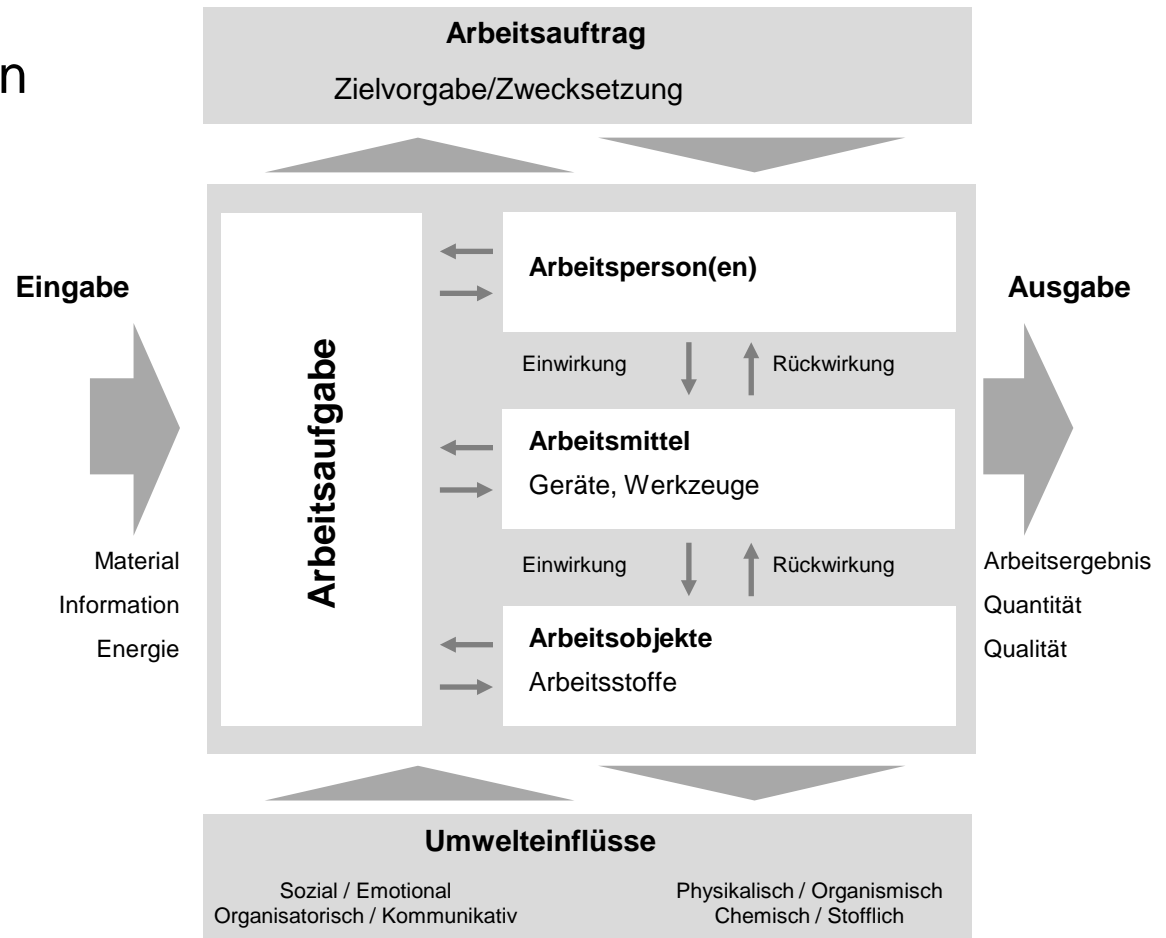
- > Steinmüller (1993) schreibt in diesem Kontext, dass Systemdenken rationale Analysen neben intuitiver Integration verlangt, ein auf diese Weise abgeleitetes menschenfreundliches Zielsystem sollte “...diese Mittel zum Ziel koordinieren und verantworten...”
- > Systemtechnisch zu arbeiten heißt in Abläufen zu denken!
- > Systemtechnisches Denken sei zusammenfassend als ein mehrdimensionales und zielorientiertes Vorgehen bezeichnet, das zahlreichen Grundsätzen genügen muss.



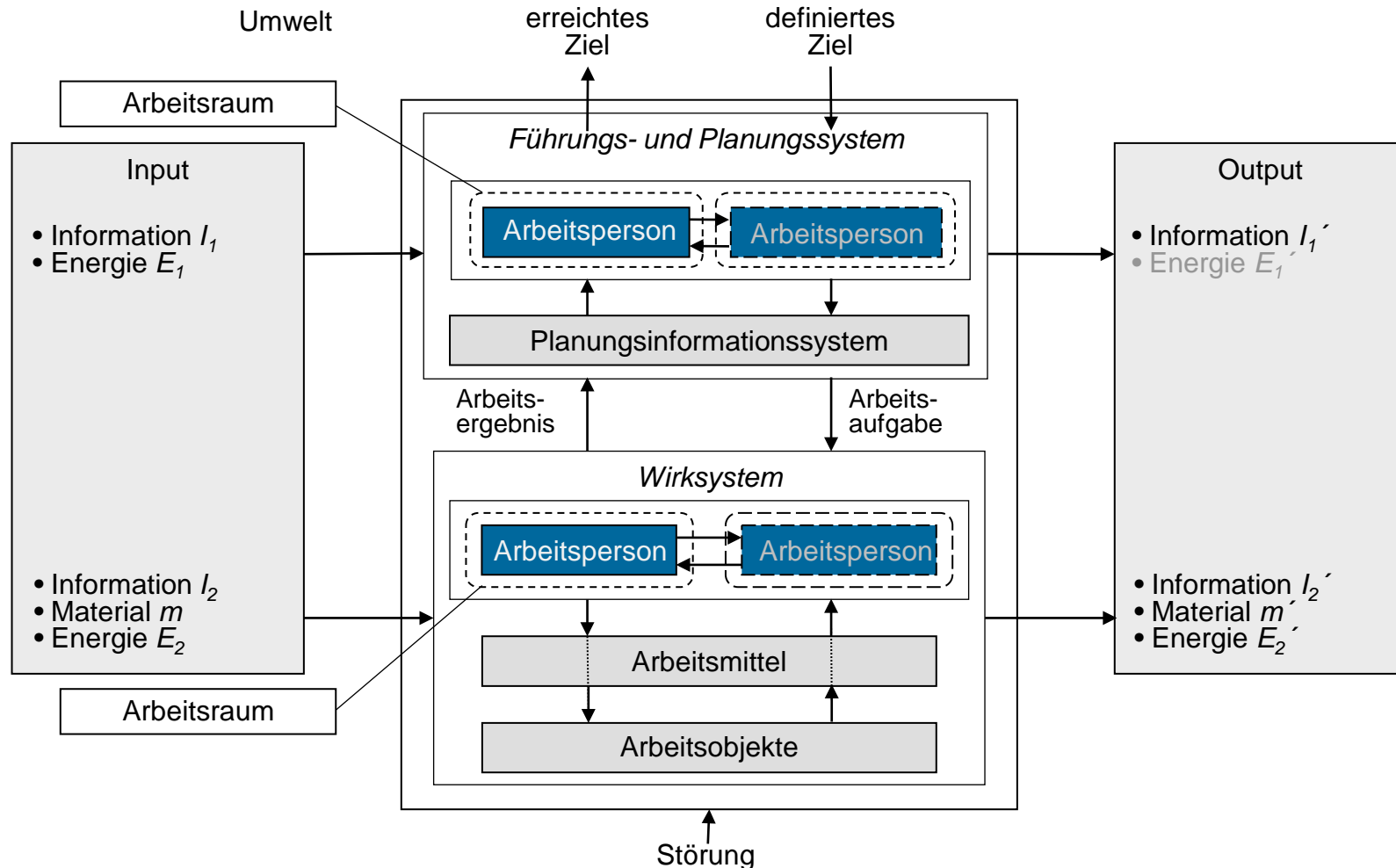
- > Ein System wird als Ganzes in seiner realen Umwelt betrachtet.
- > System und Umwelt werden dynamisch gesehen.
- > Ziele werden explizit dargestellt.
- > Konflikte zwischen Zielträgern werden beachtet und bestimmt.
- > Handlungsalternativen (und mit ihnen verbundener Ressourcenverbrauch) sind systematisch zu erfassen und werden quantitativ dargestellt (sog. Zielträgerspezifische Nutzwertanalyse).
- > Offenlegung des Entscheidungsrisikos mit Hilfe von Empfindlichkeits- oder Fehleranalysen und anderer Verfahren
- > Der Einfluss eines nachfolgenden Systems (zum Zeitpunkt  $t=1$ ) auf das aktuelle System wird berücksichtigt, z.B. bezüglich der Lebensdauer.

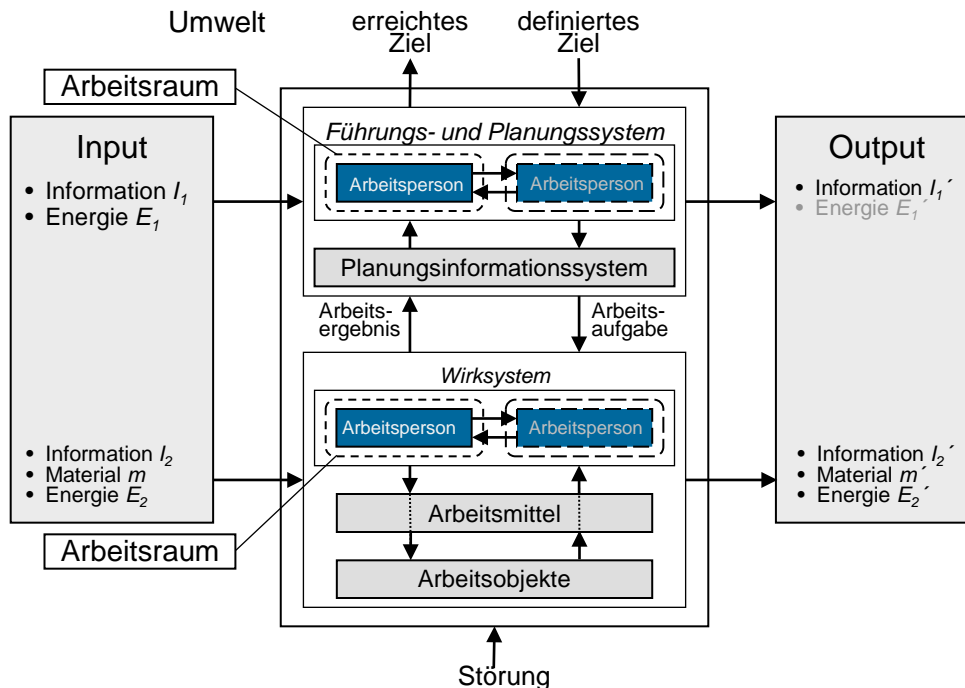
Koelle & Zangemeister (1985)

Das Zusammenwirken von Mensch und Arbeitsmittel im Arbeitsablauf, um die Arbeitsaufgabe, am Arbeitsplatz, in der Arbeitsumgebung zu erfüllen.



# Arbeitssystem - Struktur





## Grundmengen

- Arbeitspersonen:  $AP = \{M_1, M_2 \dots\}$
- Arbeitsmittel:  $AM = \{AM_1, AM_2 \dots\}$
- Arbeitsobjekte:  $AO = \{AO_1, AO_2 \dots\}$
- Arbeitsräume:  $O = \{O_1, O_2 \dots\}$

## Arbeitsformen

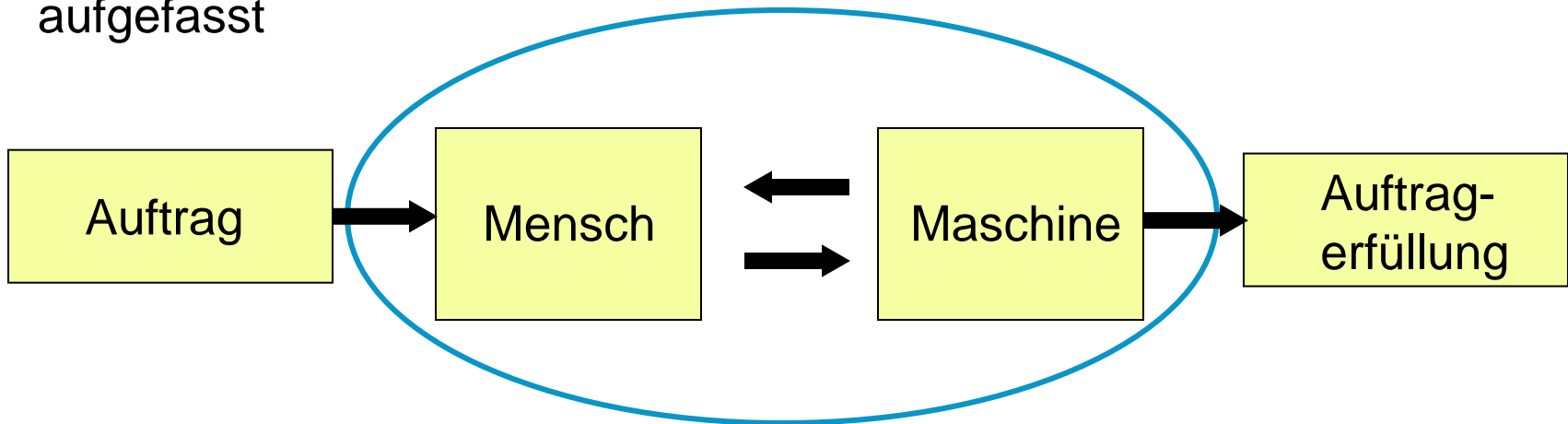
- Einzelarbeit:  $|AP| = 1$
- Kooperative Arbeit:  $|AP| > 1$ 
  - Verteilte Arbeit:  $O_1 \cap O_2 = \emptyset$
  - Raumverband:  $O_1 \cap O_2 \neq \emptyset$
- Selbststeuerung (auch Selbstregulation):  $M_1 = M_2$
- Fremdsteuerung:  $M_1 \neq M_2$

## Arbeitssystemklassifizierung

- Immaterielles Arbeitssystem (Servicesystem):  $m = m'$
- Materielles Arbeitssystem (Produktionssystem):  $m \neq m'$
- Mechanisiertes Arbeitssystem: Wenn  $E_2$  technisch erzeugte Energieformen enthält
- Automatisiertes Arbeitssystem: Wenn  $I_1$  oder  $I_2$  technisch erzeugte Information enthält

# Definition Mensch-Maschine System

- Zweckmäßige Abstraktion des zielgerichteten Zusammenwirkens von Personen mit technischen Systemen zur Erfüllung eines fremd- oder selbstgestellten Auftrages
- Maschinen werden als konkrete, künstliche Systeme aufgefasst



Das Verhalten eines MMS ist durch qualitativ unterschiedliche Prozesse bestimmt:

- > Menschliche Informationsverarbeitung, der ihrerseits
  - > soziale
  - > psychologische
  - > biologischeGesetzmäßigkeiten zu Grund liegen.
  
- > Technische Prozess, die physikalisch-technologischen Gesetzen gehorchen.

# Das MMS als interdisziplinärer Gegenstand



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Stufe	Kognitiver Leistungsbereich	Beispiele	Zeitabschnitt
1	Indirekte Wirkungsverstärkung von Aktionen	Behauene Kiesel (Basalt, Quarz)	vor ca. 2 Millionen Jahren
2	Kombination von Aktionsketten	Werkzeugherstellung durch Kombination von Aktionsfolgen	Neandertalkulturen
3	Hierarchische Organisation von Handlungsplänen	Steinaxt, Steinsäge	vor ca. 20 - 25.000 Jahren bis vor ca. 8.000 Jahren
4	Einfluß physikalischen Denkens auf Handlungspläne und -programme	schiefe Ebene, Rad, Flaschenzug	6.000 - 1500 vor. Chr.

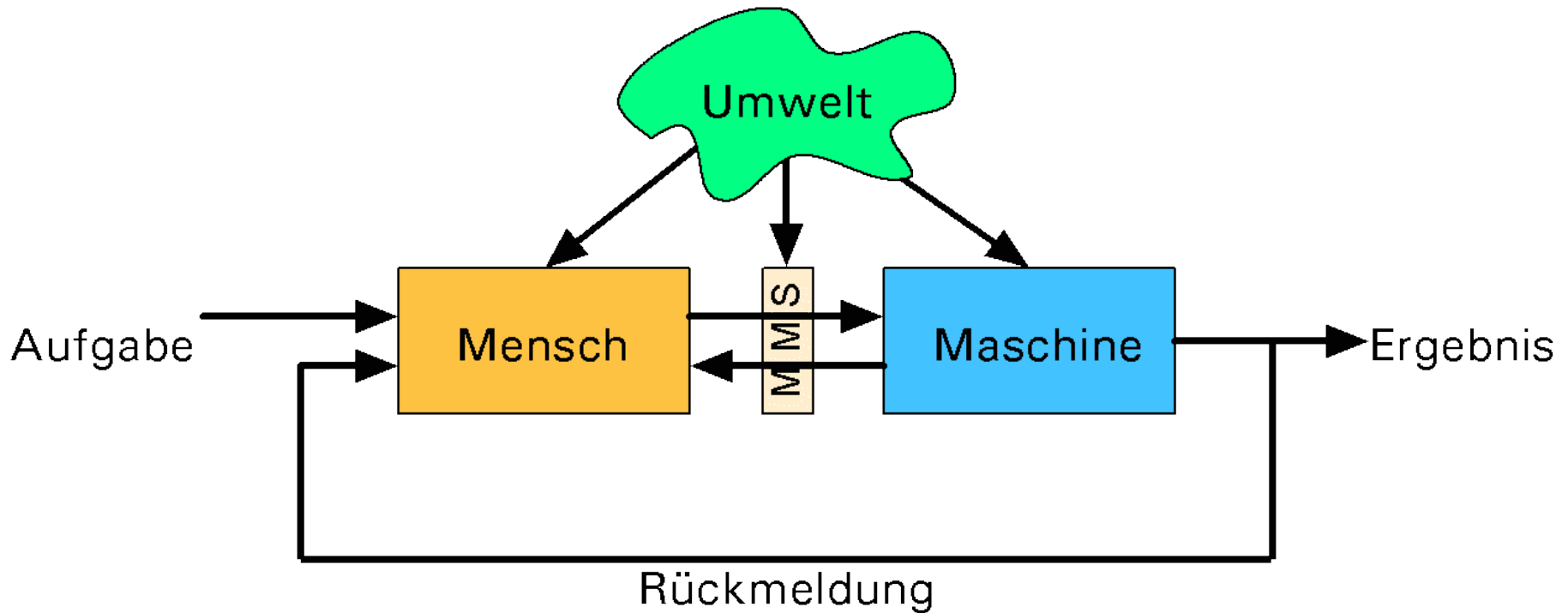
# Das MMS als interdisziplinärer Gegenstand



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

5	Bewußte Nutzung von Naturgesetzen	Steinbohrer: Verkettung unterschiedlicher Arten von Kräften mit unterschiedlichen Transformationen	ca. 5.000 vor Chr.
6	Erzeugung von Kräften und ihre Transformation in mechanische Wirkungsketten	Windmühle, Uhr, Stromerzeugung	ca. 3.000 vor Chr., Mittelalter, 20. Jh.
7	Ersetzung von Erkennungsprozessen durch Programmwurf und Steuerwerk	v. Neumann Architektur für die Rechentechne, mathematische Logik, Information, Kybernetik	heute
?	Technische Realisierung bewußtseinsähnlicher Phänomene über Teilprozesse		

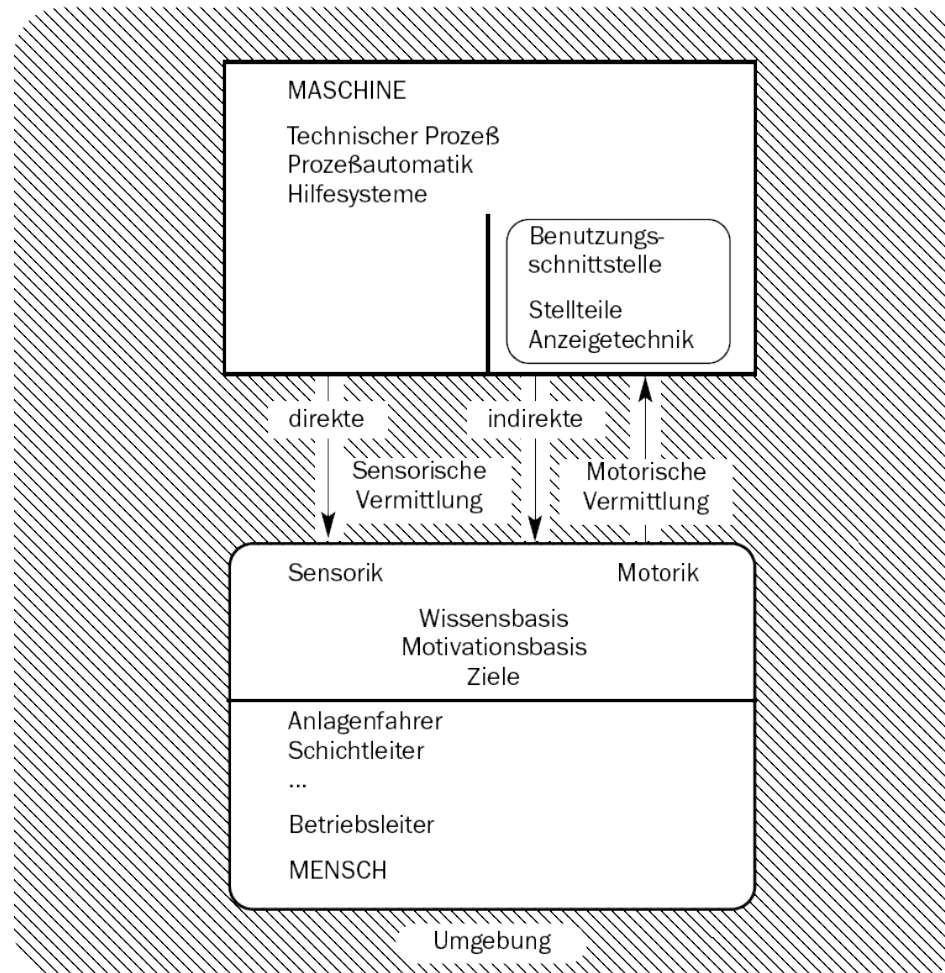
# Modell eines Arbeitsprozesses



# Struktur eines Mensch-Maschine-Systems



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



nach Timpe 2002



- > **Maschinen sind technische Systeme zur**
  - Stoffumsetzung
  - Energieumsetzung
  - Informationsumsetzung
  
- > **Abgrenzung von Maschinen gegenüber Werkzeugen**

Maschinen bestehen aus einer Vielzahl von Elementen, die miteinander in Beziehung stehen und dem prozessorientierten Umsatz von Energie, Stoffen und Signalen dienen.
  
- > **Maschine ist**
  - eine technische Komponente, ein technisches Gebilde
  - eine Anlage, ein Apparat
  - ein Produkt, Gerät
  - ein Software-System
  - etc...

## Fahrzeuge

- Kraftfahrzeuge
  - Motorrad
  - PKW
  - LKW
  - Bus...
- Schienenfahrzeuge
- Schiffe
- Luftfahrzeuge
  - Flugzeug
  - Hubschrauber



## Überwachungsleitstand

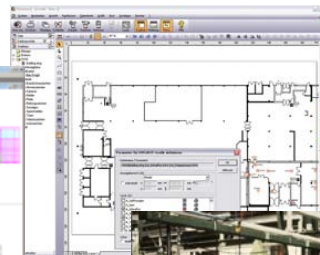
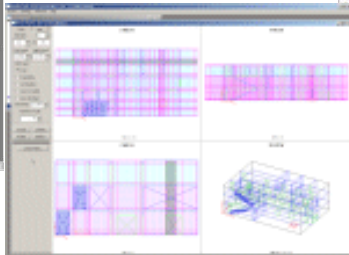
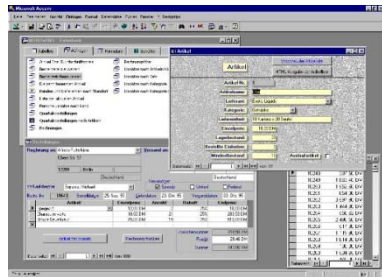
- Radaranlagen
- Schienenstellwerk
- Leitwarte



# MMS Beispiel

## Gebrauchsgüter

- Waschmaschinen
- Videorecorder
- (Bild-) Telefon
- etc...



## Dialogsysteme

- Datenbanken
- Bürosoftware
- Expertensystem
- ....

## (Produktions-) Anlagen

- Fließband
- Werkzeugmaschinen
- etc...



# Komponenten der „Maschine“

## Bedieneinheit

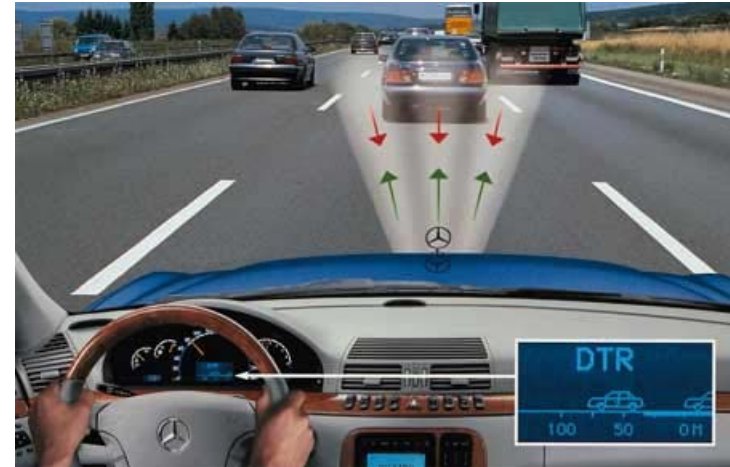


## Anzeigeeinheit



# Komponenten der „Maschine“

## Automatisierte Teileinheiten



## Rechnerbasierte Unterstützungssysteme



## Zu steuernder technologischer Prozess



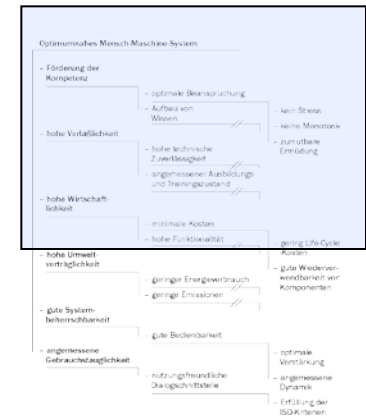
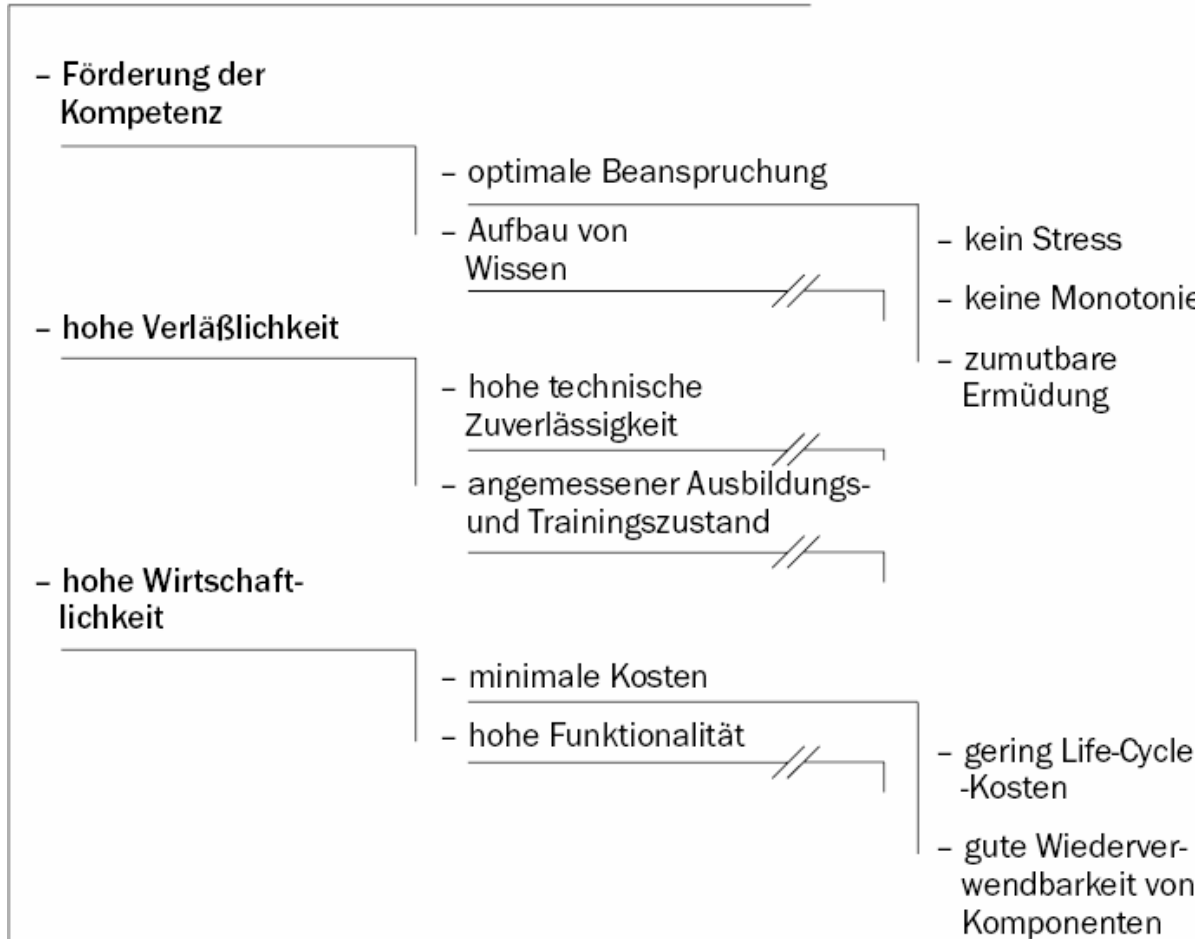
- > **Planung**  
Erarbeitung eines zielorientierten optimalen Weges innerhalb unterschiedlicher Lösungswege
  
- > **Kommunikation**  
Aufgabenabhängiger Informationsaustausch zwischen unterschiedlichen organisationalen Teilsystemen im Gesamtsystem
  
- > **Management**  
Auswahl, Koordination, Durchführung und Kontrolle von Maßnahmen zur Sicherstellung der Zielerreichung des Gesamtsystems
  
- > **Navigation**  
Kontinuierlicher oder diskreter Prozess der Überwachung und Lenkung eines Objektes



- > Das Zusammenwirken von Mensch und Maschine ist **zielorientiert** auf das Ergebnis gerichtet
- > Mensch-Maschine-Systeme haben eine **Funktion**
- > Mensch-Maschine-Systeme sind **organisatorisch oder situationsbezogen eingebunden** und dies bestimmt die persönliche **Motivationsstruktur** der Handelnden

# Zielsystem für ein MMS (1/2)

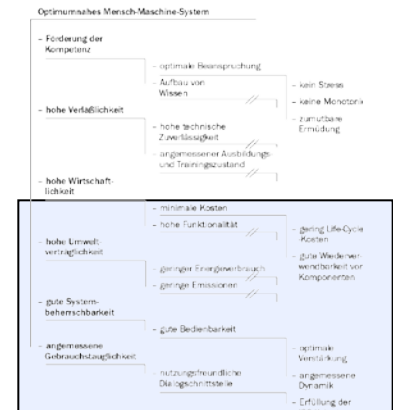
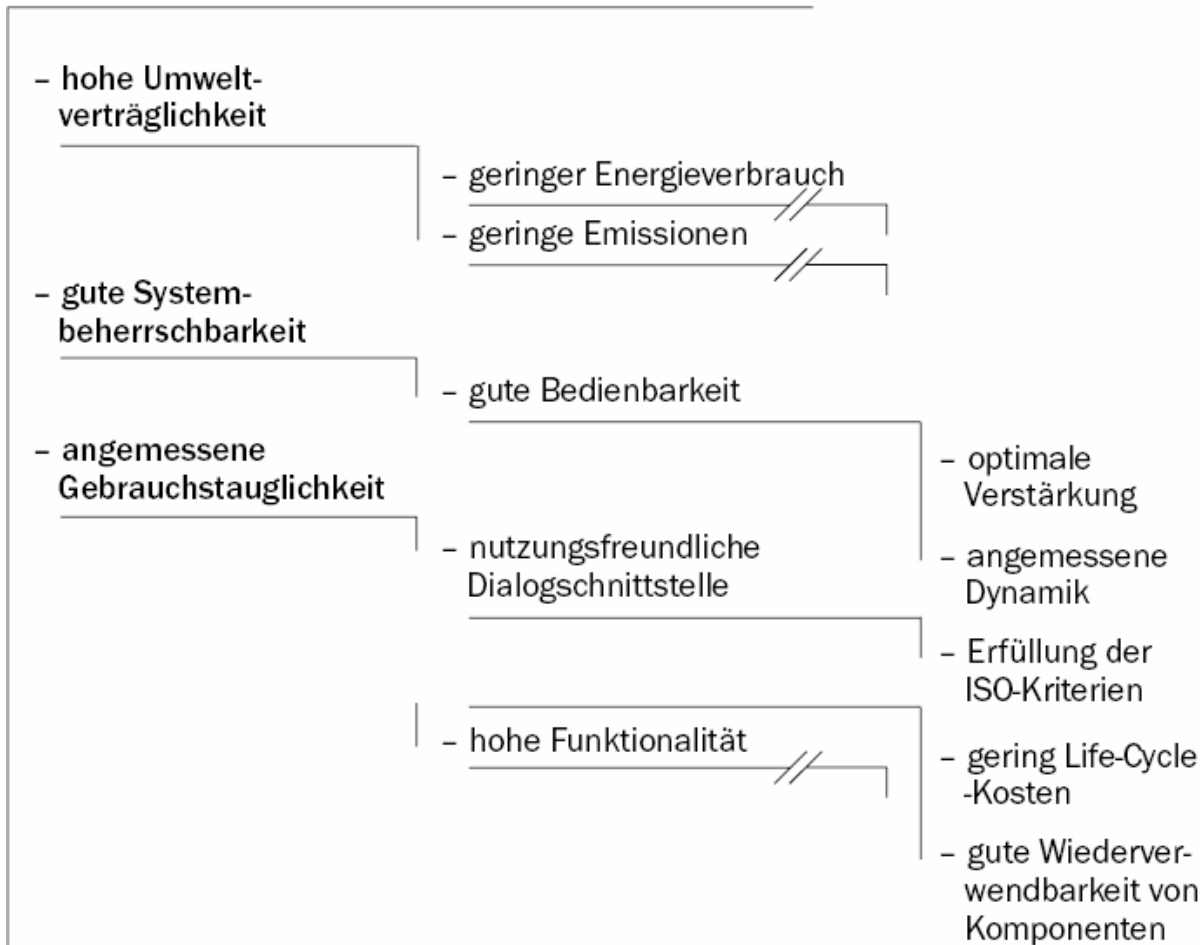
## Optimumnahes Mensch-Maschine-System



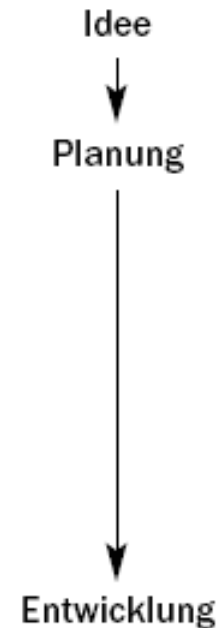
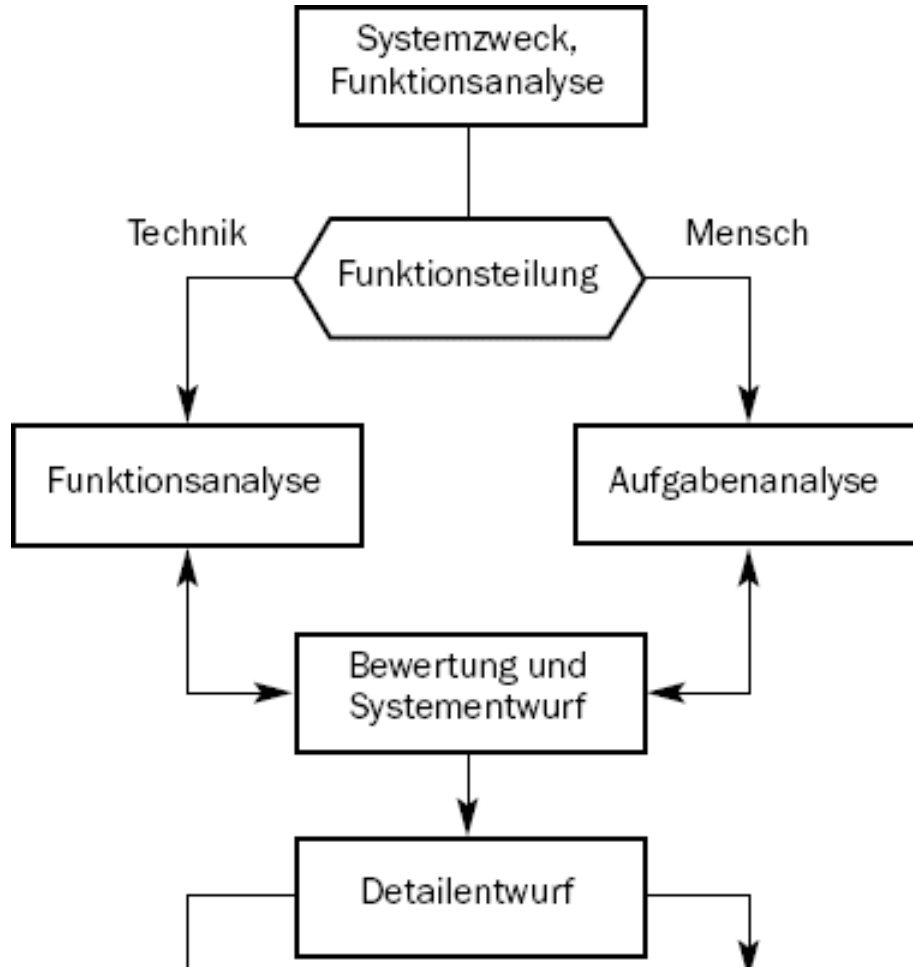
# Zielsystem für ein MMS (2/2)



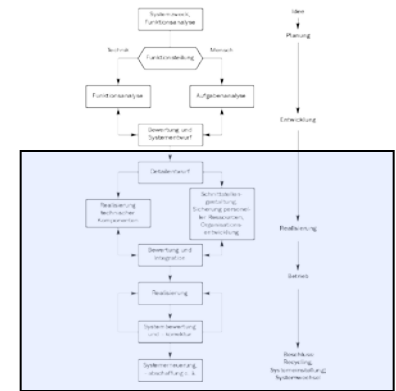
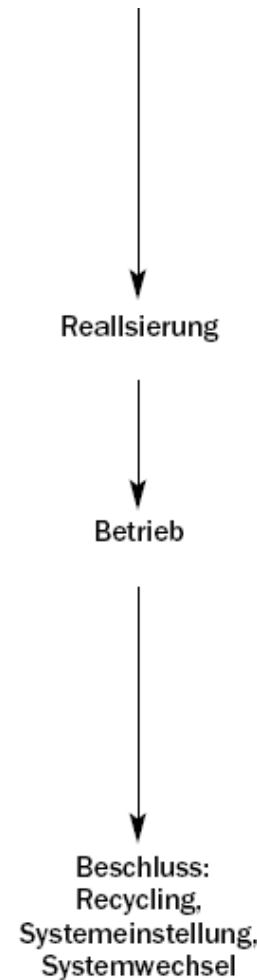
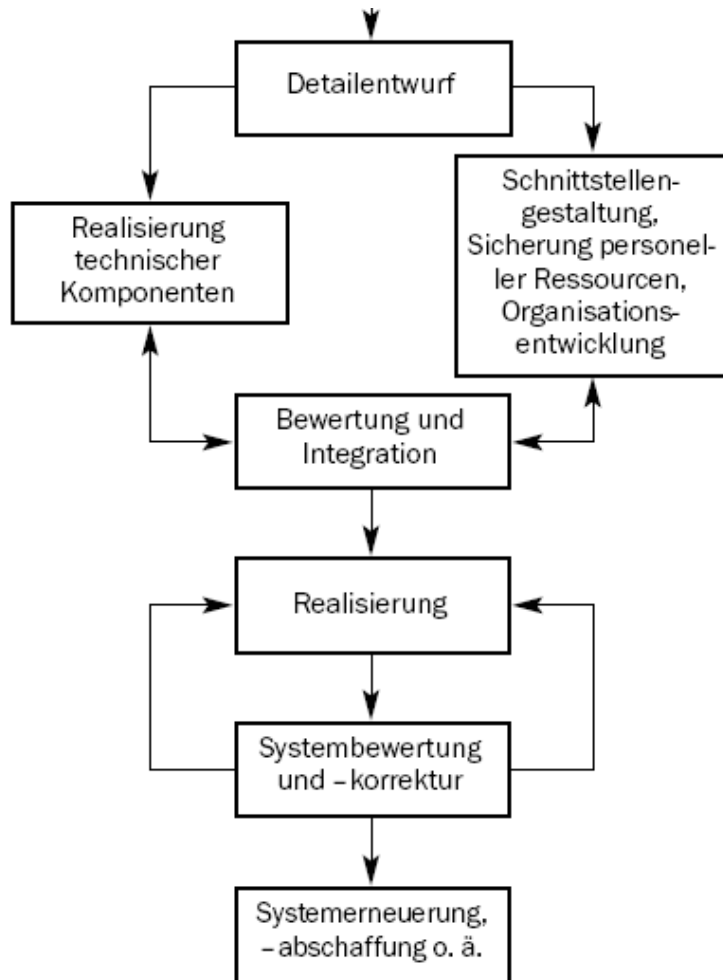
## Optimumnahes Mensch-Maschine-System



# Grundgedanke der parallel-iterativen Systemgestaltung (1/2)



# Grundgedanke der parallel-iterativen Systemgestaltung (2/2)





Die Mensch-Maschine-Systemgestaltung ist immer in das wirkende Gesamtbedingungsgefüge

- > Wissen
- > Markt
- > Wertesysteme
- > politische Rahmenbedingungen und
- > rechtliche Regulierungen

einzuordnen.

Mensch-Maschine-Systemtechnik analysiert, bewertet und gestaltet die Wechselwirkung der Arbeitsteams mit der Technik sowohl im individuellen Rahmen als auch im Rahmen ihrer Organisation. Dabei wird die Makroebene zwar berücksichtigt, aber selten gestaltet.

## **Makroebene**

Regierung, Rechtssprechung

## **Mesoebene**

Organisation

## **Mikroebene**

Individuen

Mensch-Maschine-  
Betrachtung fokussiert auf  
der Mikroebene und  
betrachtet diese im  
Kontext der Mesoebene



## Sie sollten...

- > das systemtechnische Denken und Vorgehen allgemein beschreiben können
- > die Definition und die Merkmale eines MMS kennen
- > Beispiele für technische Komponenten in MMS erläutern können
- > Zielsysteme für MMS kennen
- > die Einbindung von MMS in unterschiedliche Ebenen technischen Handelns darstellen können