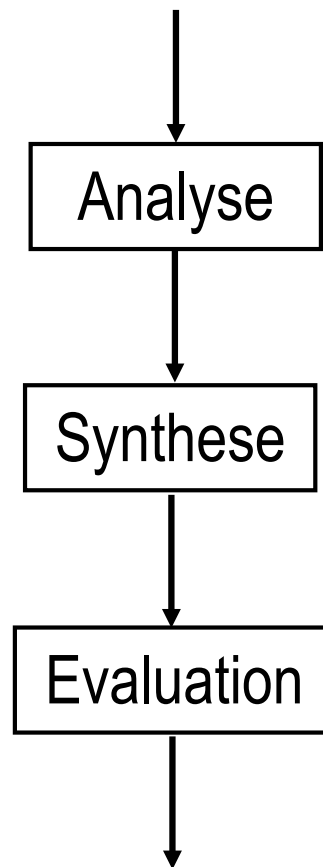


12. Ingenieurwiss. Ansätze

- Paradigma
- Kritik am ingenieurwiss. Ansatz
- Sozialwissenschaftliche Ansätze

Designing as problem-solving



„Das Vorgehen enthält

das Formulieren von Anforderungen zur Präzisierung der zu lösenden Aufgaben,

das Suchen und entwickeln von Lösungen und

das Auswählen ... von Lösungsvarianten.“

Phasen

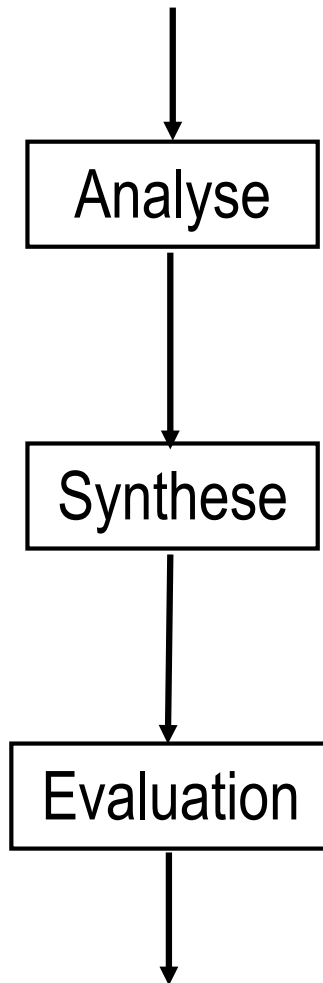
Planen

Konzipieren

Entwerfen

(VDI 2221, S.13)

Modell-Annahme



➤ **denken** – Plan erstellen

➤ **tun** – Plan ausführen

➤ **vergleichen** mit Zielen

The rationality of thought

1. **separation:** The separation of thought and action.
2. **logical order:** Thought preceding and determining action.
3. **planning:** Plans as the mechanism whereby thought pre-determines action
4. **product-process symmetry:** The idea that the structure of a product of action directly reflects structure of the process which produced it, and thereby also of the underlying plan.

Design-Phasenmodell - Prinzipien

- **Trennung** in Phasen / Arbeitsabschnitte
- ↳ Auferlegen einer (logischen) **Abfolge**
als Folge der Trennung
 - Analyse vor Synthese
 - Problem verstehen vor Lösung
 - Lösung vor Evaluation
- **Planen** der Arbeitsschritte bzw. Handlungen
jeder Phase

Technical Rationality

“Technical Rationality depends on agreement about ends.

When ends are fixed and clear, then the decision to act can present itself as an instrumental problem.” (p 41)

“Given agreement about ends, the question, ‘How ought I to act?’ could be reduced to a merely instrumental question about means best suited to achieve one’s ends.”

(Schön, 1983. Reflective Practitioner, p 33)

some assumptions

- ↳ the **separation** of the design process into distinct phases/steps, with each individual activity being performed in isolation from the others;
- ↳ **logical order**: the specification of an explicit order in which to perform these different activities

designing: to find (optimal) means for predefined ends

- ↳ means and ends are independent
- ↳ **goals are given** (to be captured by (more sophisticated) methods)

„Die Richtlinie VDI 2221 behandelt **allgemeingültige, branchenunabhängige** Grundlagen methodischen Entwickelns und Konstruierens und **definiert** diejenigen **Arbeitsabschnitte** und **Arbeitsergebnisse**, die wegen **ihrer generellen Logik** und Zweckmäßigkeit Leitlinie für ein Vorgehen in der Praxis sein können.

(VDI 2221, S.2; emphasis added FG)

Systementwicklung

Systemanalyse = **formale Herangehensweise** an Problemlösung und Entscheidungsfindung

besteht in **schrittweisem Vorgehen**;
die **logischen Schritte** in praktischen Situationen:

- Ziele spezifizieren,
- die Ausgangslage beschreiben,
- verfügbare Alternativen untersuchen und
- mit Blick auf die Ziele bewerten.

Dieses Verfahren kann auf jedes Problem und jede Entscheidung, insbesondere auf den Entwurf von Systemen angewendet werden, z.B. ein computergestütztes Informations-system.

Design-Methodologies

“Ideally, we would like to **derive** our **programs from** a statement of **requirements** in the same sense that theorems are derived from axioms in a published proof.

All of the methodologies that can be considered “top down” are the result of our desire to have a rational systematic way of designing software.

Each step taken can be shown to be the **best way** to get to a **well defined goal**.”

(Parnas & Clements: A rational design process. 1986, IEEE Trans.SW-Eng. S.251)

The origin of design methods

„I studied mathematics for a long time.

... if you want to **specify something precisely**, the only way ... is to **specify a clearly defined step-by-step process** which anyone can carry out, for constructing the thing you are trying to specify.

In short, if you really **understand** what a fine piece of architecture is ... you will be able to specify a step-by-step process which will always lead to the creation of such a thing.

... So for me, the definition of a process, or a **method**, was just a way of being precise."

(Alexander Ch., 1971)

allgemeiner domänenunspezifischer Begriff

Methode

Methode: ein intersubjektiv nachvollziehbares und systematisch beschriebenes Verfahren, das zur Lösung von Problemen oder zur Erreichung von Zielen dient.

(Zelewski, S.: Grundlagen. In: H. Corsten, M. Reiß (Hrsg.): Betriebswirtschaftslehre. 3. Aufl., München, Wien 1999, S. 1-125)

Methode: „Vorschriften, wie planmäßig nach einem bestimmten Prinzip (oder einer Kombination von Prinzipien) zur Erreichung festgelegter Ziele vorzugehen ist.“

(Stahlknecht, P.: Einführung in Wirtschaftsinformatik. 1995, S.239)

Methode

ein intersubjektiv nachvollziehbares,
systematisch beschriebenes,
planmäßiges Verfahren
wie zur Erreichung festgelegter Ziele vorzugehen ist;

erlaubt Aufstellung eines Planes (der Abfolge von Handlungen bzw.
Operationen)

methodos (gr.): "das Nachgehen, der Weg zu etwas hin"

Methodologische Annahme

“Design takes place in people’s mind. ...

»Design Thinking« is defined as cognitive processes and strategies employed by human designers while working on design problems.“

(Dinar, Sha, Cagan, Leifer, et.al.: Empirical Studies of Designer Thinking ...
Journal of Mechanical Design. Transactions of the ASME. 2015)

“Konstruktion entsteht im Kopf!” (Matthiesen S. *Konstruktion* 04-2016)

Designing - "Konstruieren"

ist das vorwiegend

schöpferische, auf Wissen und Erfahrung gegründete und
optimale Lösungen anstrebende

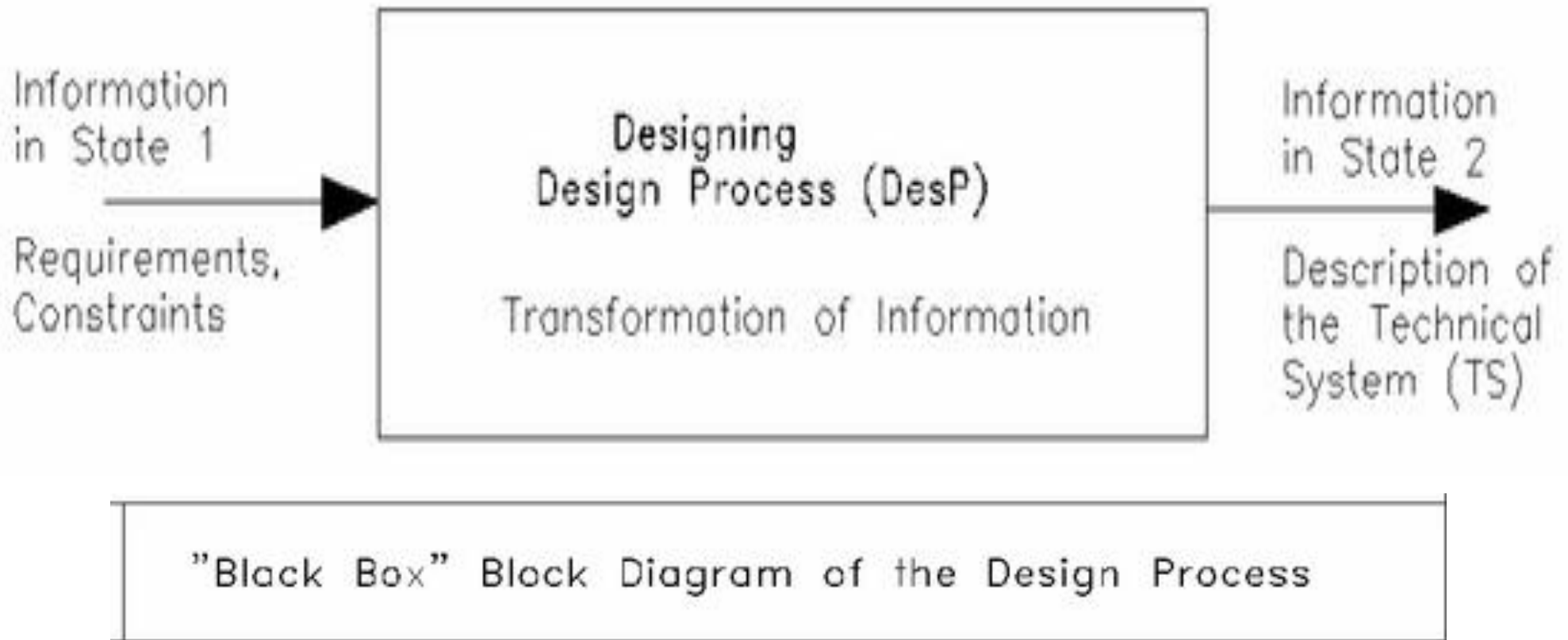
Vorausdenken technischer Erzeugnisse,

Ermitteln ihres funktionellen und strukturellen Aufbaus und

Schaffung fertigungsreifer **Unterlagen. ...**"

(VDI- Richtlinie 2223)

Designing als Informationsverarbeitungsprozess



Konstruieren: „... Vorausdenken und Beschreiben einer Struktur, welche als Träger der gewünschten Eigenschaften (v.a.d. Funktionen) auftritt. ...

Konstruieren wird definiert **als** die **Transformation einer Information** vom Zustand der Anforderungen in die Beschreibung einer Struktur, welche diese Anforderungen erfüllt.“

(Hubka V. & Eder E.: Einf. in Konstruktionswissenschaft. New York, 1992)

Ingenieurwiss. u. kognitionswiss. Paradigma

Designing = Problemlösen = Denken = Info.verarbeitung

Plan (Kognitionswiss.)

= Vollständige Verhaltensbeschreibung, die als Folge von Instruktionen dienen kann.

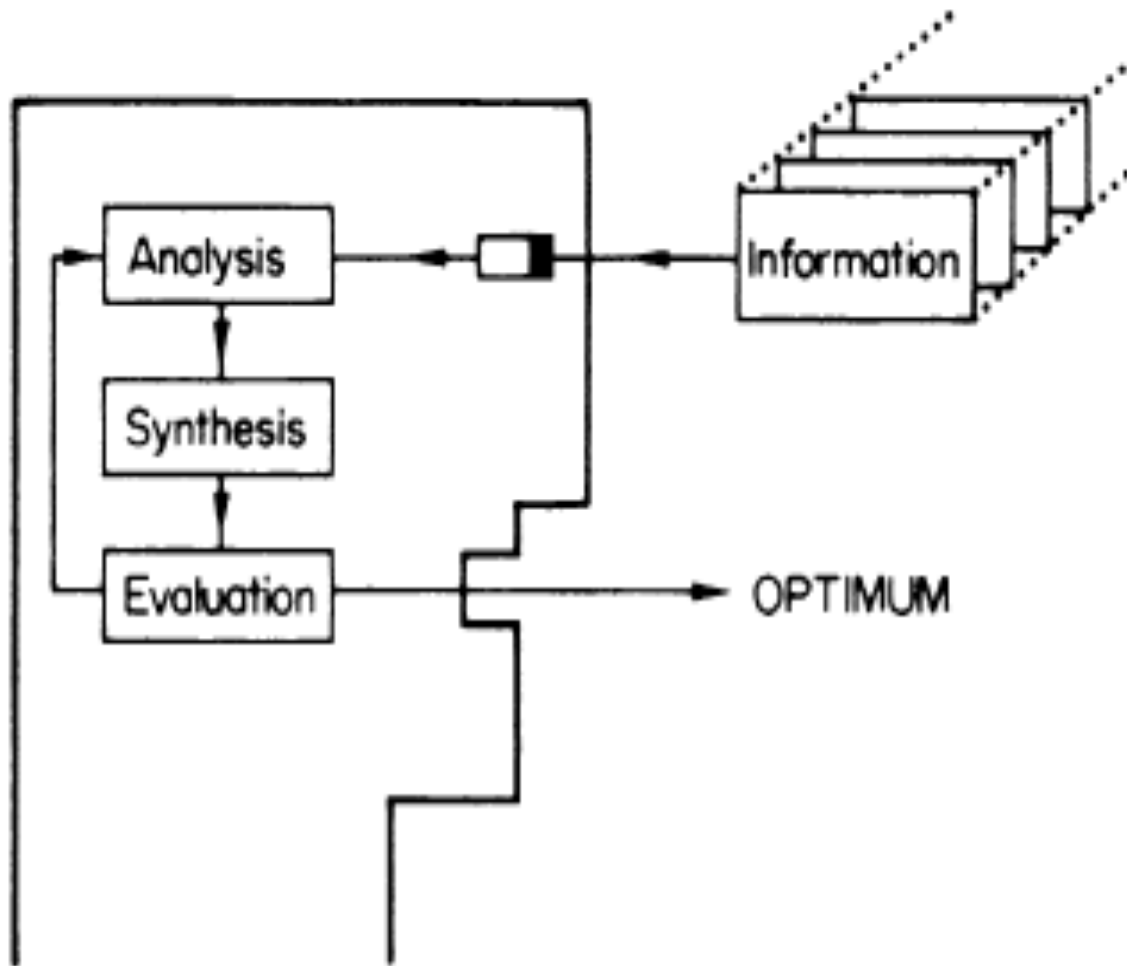
= steuert eine vorgeschriebene Reihe von Handlungen in der richtigen Reihenfolge

„Für einen Organismus ist ein Plan im wesentlichen dasselbe wie ein Programm für den Computer.“

(Miller, 1973)

Designing als Algorithmus

"Designer as Computer"



"The picture of the **rational, or systematic, designer** is ... a human computer, a person who operates only on the information that is fed to him, and who follows through a **planned sequence of analytical, synthetic, and evaluative steps** and cycles until he recognizes the best of all possible solutions."

Technical Rationality

“Technical Rationality depends on agreement about ends. When ends are fixed and clear, then the decision to act can present itself as an instrumental problem.” (p 41)

“Given agreement about ends, the question, ‘How ought I to act?’ could be reduced to a merely instrumental question about means best suited to achieve one’s ends.”

(Schön, 1983. *Reflective Practitioner*, p 33)

rationality

A rational person is one who always has a good reason for what he does. Each step taken can be shown to be the best way to get to a well defined goal.

Ingenieurwissenschaftlicher Ansatz

Modell technischer Rationalität

Konstruktionsforschung, -wissenschaft, Design Research: »Gegenstand«
ist Designing; modellieren Designprozess – rational durchdringen,
systematisch (intersubjektiv) nachvollziehbar, erlernbar;
→ "generelles(r) Vorgehensmodell, -plan“

Konstruktions-Wissenschaft schafft Wissen; geben Arbeitsschritte,
Methoden vor – die Designer (Praktiker) anwenden (sollen) =
präskriptiv

Designing – Mittel suchen für vorgegebene Ziele u. Zwecke
Methoden zur Zielespezifikation – setzt voraus, dass Ziele bereits
vorhanden, „gegeben“, erhebbar sind

Ziele der Methodiken

Designprozesse

- rationalisieren, optimieren, systematisieren, verbessern
- Hilfestellungen (methods, guidelines, checklists, ...)
- Computer Unterstützung, Simulation
- lehrbar machen

Design methodologies

Konstruktionsmethodiken, -systematik

es gibt (viele) verschiedene Phasenmodelle

- in verschiedenen Disziplinen
- von verschiedenen Autoren

↳ unterschiedliche Phasenunterteilungen
verschiedene Bezeichnungen

"A design methodology is a set of techniques based on a concept. The originator of a methodology has a particular idea in mind that he or she perceives as a useful way to get things done."

(Capron: System Design. 1986, p.236)

Methodiken - Probleme

- **Akzeptanz** - in der Praxis kaum verwendet

„Der industrielle Einsatz von Konstruktionsmethoden verläuft nicht wie es von den Methodenentwicklern u. der Forschung erwartet wird.“

(Akzeptanz u. Anwendung von Konstruktionsmethoden aus kognitionswiss. Sicht
www.pmd.tu-darmstadt.de)

- Nachweis der **Wirksamkeit**
- **Anpassungsaufwand**
Methodik = allgemein, abstrakt
- **unflexibel**

What Expert Designers Say About Designing

“I don ‘t think you can design anything just by absorbing information and then hoping to synthesise it into a solution. What you need to know about the problem only becomes apparent as you are trying to solve it.” (Richard MacCormac, architect, 1976)

ill-defined design problems cannot be solved simply by collecting and synthesising information.

The directions that are taken during the exploration of the design territory are influenced by what is learned along the way; the path of exploration cannot be predicted in advance.

❖ design is opportunistic

What Expert Designers Say About Designing

“Our Job is to give the client not what he wants, but what he never dreamed he wanted; and when he gets it, he recognizes it as something he wanted all the time.” (Denys Lasdun, architect, 1965)

❖ design is rhetorical, persuasive

Kritik an Phasenmodellen

Goguen 1994 views

“the division of the lifecycle into phases as a management technique or a **post hoc reconstruction**, rather than as a model of how system development actually proceeds”.

Kritik an Konstruktionsmethodiken

why design methods don't work

there can be no pure analysis:

the duty that has been assigned to the analysis phase cannot be performed by analysis alone;

it needs to be performed together with the other activities of the design process:

understanding the problem,
working on solutions, and
evaluating your work.

(Gedenryd, How Designers Work, p 94)

you cannot understand the problem without having a
concept of the solution in mind; and
you cannot gather information meaningfully unless
you have understood the problem ...
you cannot understand the problem without
information about it

wicked problems

Die Information, die nötig ist um das (böartige) Problem zu **verstehen**, hängt von der jeweiligen Vorstellung ab, wie es zu **lösen** sei. D.h.:

Um ein böartiges Problem ausreichend **beschreiben zu können**, muß man bereits im voraus eine möglichst vollständige Liste aller denkbaren **Lösungen** aufstellen. Der Grund dafür liegt darin, daß jede Frage nach zusätzlicher Information vom Verständnis des Problems – und seiner Lösung – zu aktuellen Zeitpunkt abhängt.

Problemverständnis und Problemlösung gehen Hand in Hand.

Kritik an Phasenmodellen

Designprobleme (z.B. Systementwicklung, Stadtsanierung) haben **keine** einfach **definierbaren Anforderungen**

die Feststellung, **was erreicht werden soll**, ist der schwierigste Aspekt der Planung, und **nicht vom Problemlösungsprozeß zu trennen.**

Jede Aussage über das, **was** gesollt werden soll, **korrespondiert mit** einer Aussage darüber, **wie** das bewerkstelligt werden soll.

Kritik an Phasenmodellen

- **Informationen** kann man nur dann sinnvoll **sammeln**, wenn man an einem **Lösungsprinzip orientiert** ist.
- **Problemformulierung** geht Hand in Hand mit der Entwicklung eines **Lösungsvorschlages**
- ↳ Unter diesen Umständen gibt es **keine Trennung in Projektphasen**

Kritik an Vorgehensmodellen

- Die **ingenieurmäßige Denkweise** über technische Systeme wird **auf Designprozesse angewandt** - Designprozess als Algorithmus / Maschine
- Versuchen den komplexen Prozess durch Aufteilung in (unabhängige, abgrenzbare) Arbeitsschritte, die sequentiell abgearbeitet werden können, kontrollierbar zu machen.

Die **Idealisierung** beschreibt die Komplexität praktischer Designprozesse unzureichend

(Bucciarelli: Designing Engineers, 1994)

Kritik an ing.wiss. Vorgehensmodellen

Entwerfen ... unterliegt im Lauf seiner Entwicklung unvorhersehbaren Komplikationen.

Das genaue Ergebnis des Vorgangs lässt sich nicht aus seinem anfänglichen Ziel herleiten.

Ein Entwurf ist nicht ... ein formaler, schrittweise ablaufender Vorgang, der sich in einem Blockdiagramm zusammenfassen lässt.

Blockdiagramme setzen die Aufteilung der Entwürfe in einzelne Teile voraus, von denen jedes "verarbeitet" werden kann, bevor man sich dem nächsten zuwendet. Obwohl viele Entwerfer glauben, ein Entwurf sollte auf diese Weise entstehen, auch wenn er das nicht tut, ist es klar, daß ein geordnetes Verfahren etwas ganz anderes ist als das übliche chaotische Wachstum eines Entwurfs.

Beim Vorgang des Entwerfens können alle Schritte gleichzeitig ablaufen

Ingenieure „beeinflussen die Beschaffenheit der Welt in der wir leben ...

Viele Ingenieure leugnen ihren Einfluß und behaupten, sie führten nur die Anordnungen anderer aus – z.B. die von Politikern.

Eigentlich jedoch bestimmen die Ingenieure dadurch, dass sie für bestimmte Probleme spezielle Lösungen ... bereitstellen, was sich Politiker überhaupt wünschen.

Und natürlich setzen die von Ingenieuren angebotenen Lösungen auch voraus, daß sie von Ingenieuren ausgeführt werden.

Die Umwandlung einer Idee in eine künstliche Sache... ist ein komplexer und subtiler Vorgang, der wohl immer der Kunst näher ist als der Wissenschaft.“

Ausblick - soz.wiss.Ansatz

- vorgegebene requirements erheben
- Vorgegebene Problemstellung
- Zielgesteuertes Problemlösen
- Designing von (sozialen) Faktoren beeinflusst
- (Bedeutung) von Zielen z.T. im D.process generiert
- Problem-setting im Designprozess
- Ziel-interpretativ
- Designing ist sozialer / interaktiver Prozess