

7. Ingenieurwiss. Ansätze

- Descriptive Design Research
 - empirische Untersuchung – Designexperiment
 - Untersuchungsergebnisse
 - FBS ontology
- Paradigma
- Kritik am ingenieurwiss. Ansatz

Design Research

- **Prescriptive Design Research** schlägt vor wie beim Designing vorgegangen werden **soll**.
Design-Methodiken: Methoden, Richtlinien, etc.
- **Descriptive Design Research** untersucht wie in der Designpraxis vorgegangen **wird**.

Design Research

- Reflection and theorising
- Observations and case studies
- Experimental studies
- Interviews with designers
- Simulation

Wissenschaft

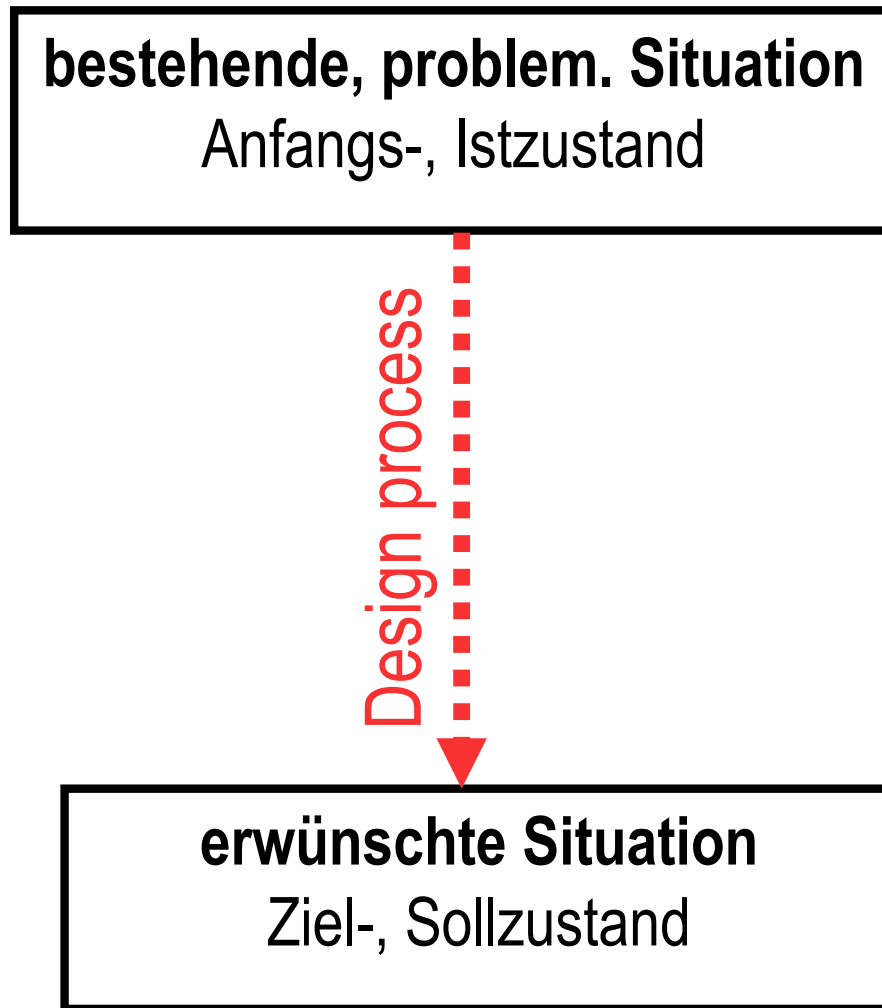
Wie hängen die 'Dinge' zusammen

Ursache → Wirkung

Unabhängige Variable → abhängige Variable

Einflussfaktor → ... wirkt auf, beeinflusst

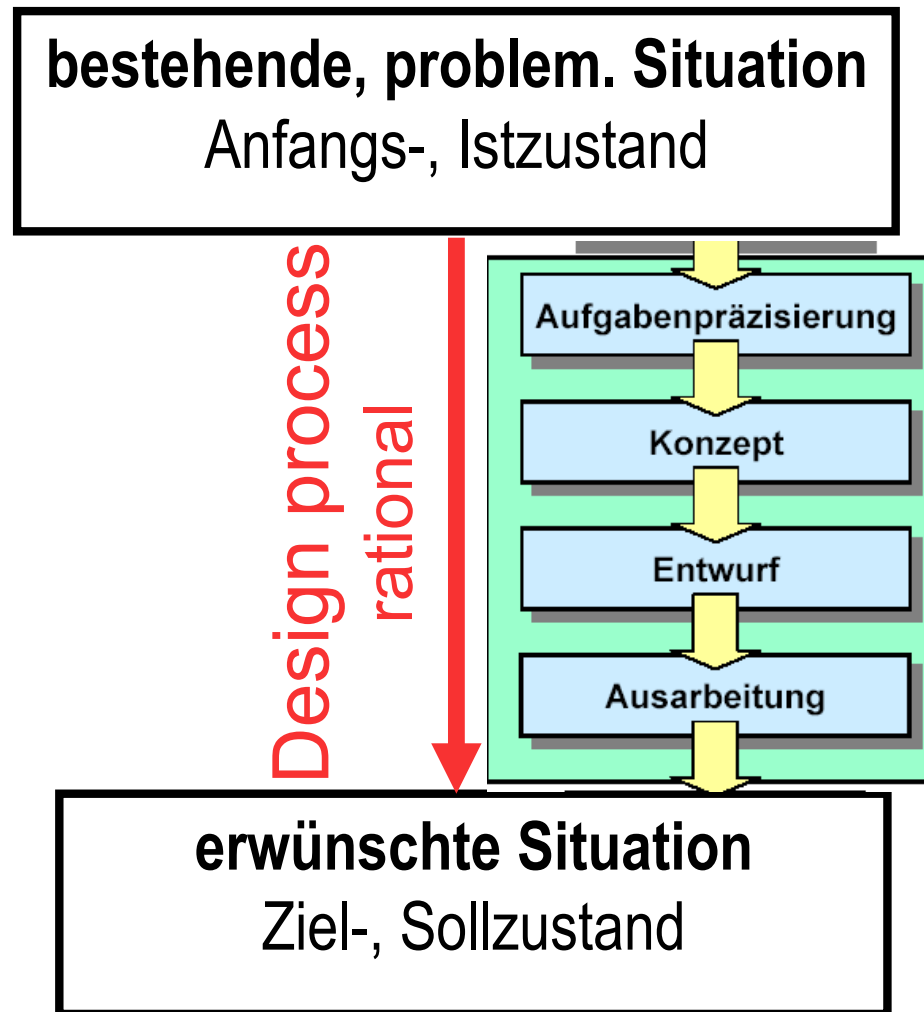
Designing - Design process



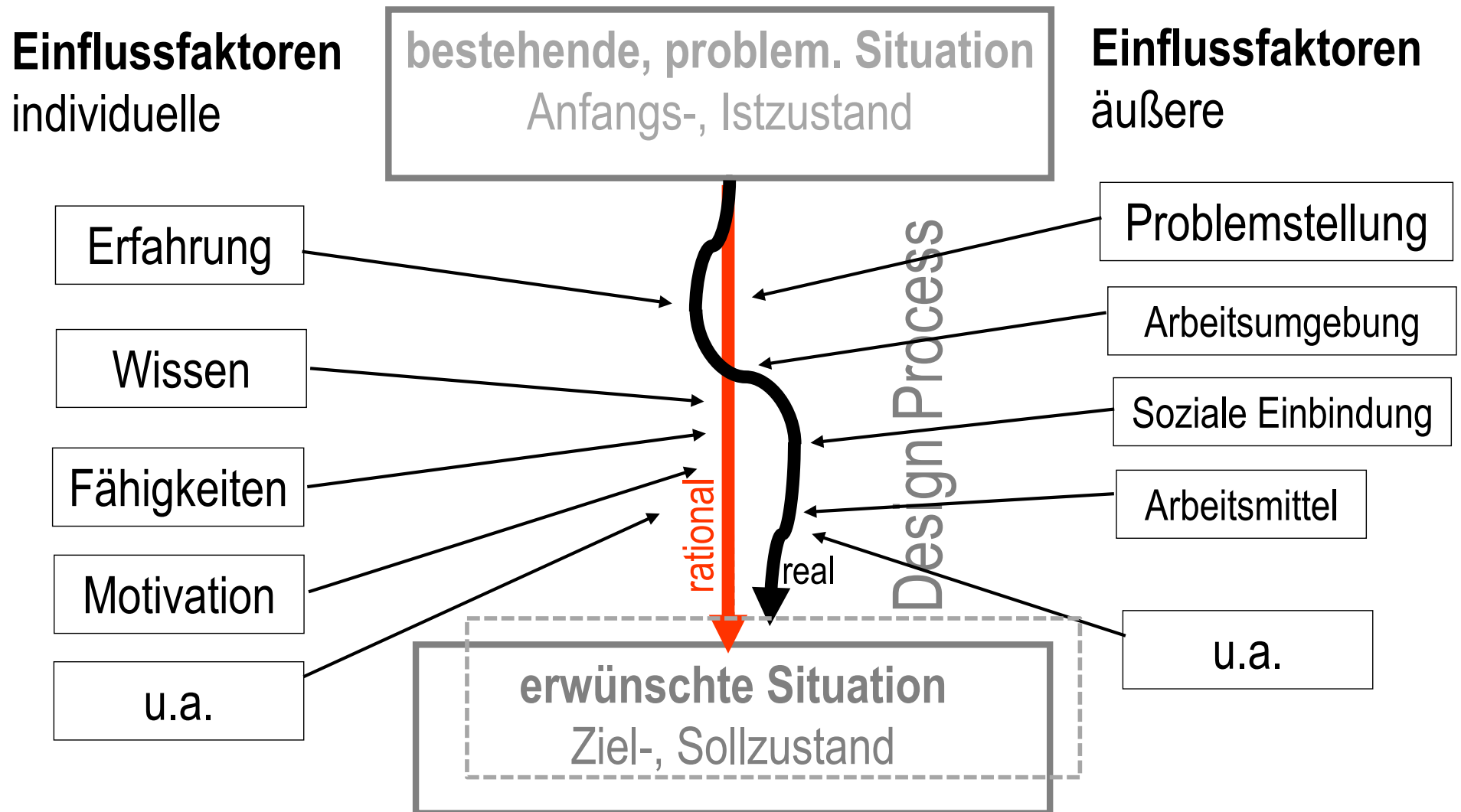
"Jeder ist ein Designer, der Abläufe ersinnt, um **bestehende Situationen** in **erwünschte** zu verwandeln."

(Simon, Die Wissenschaft vom Künstlichen. 1990)

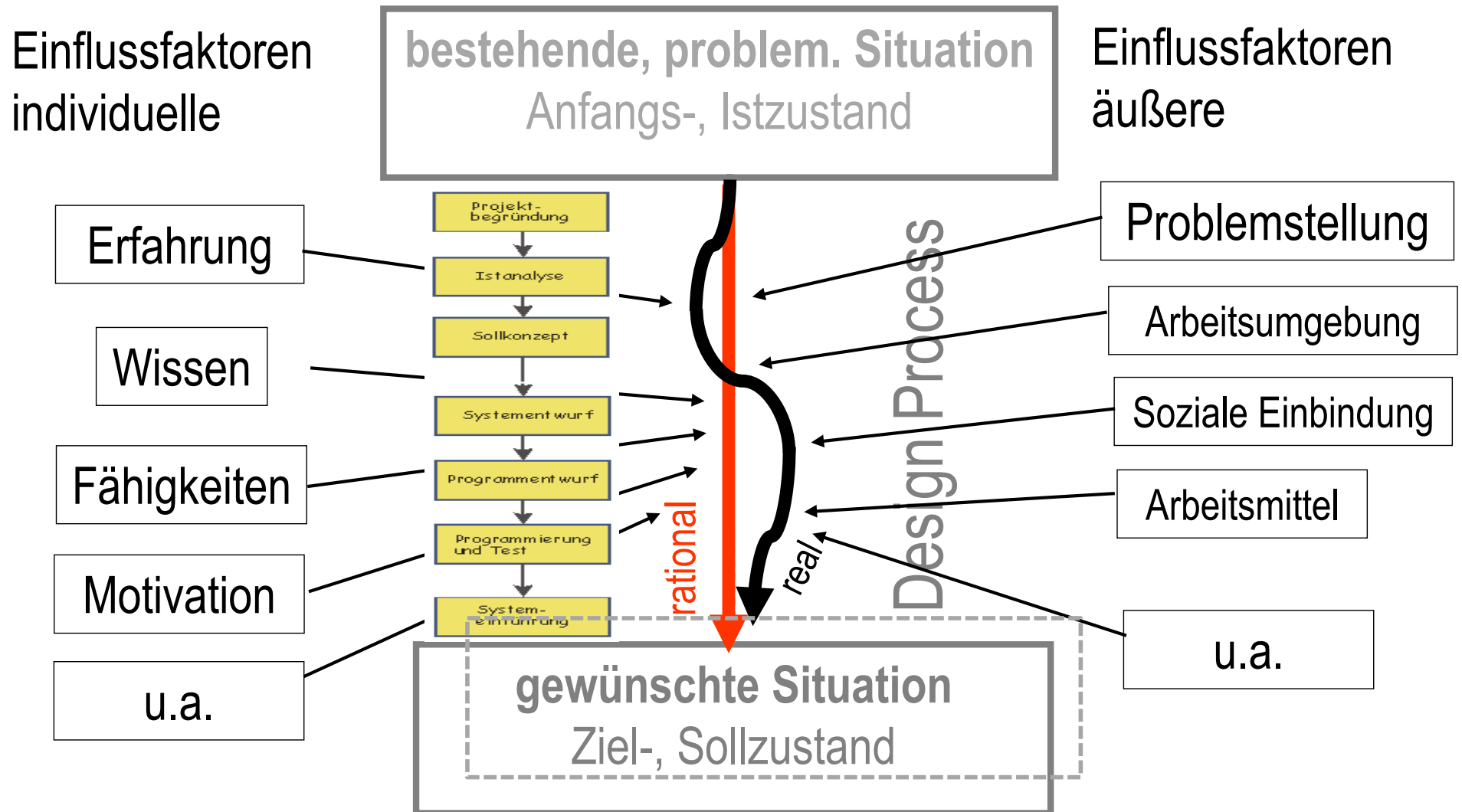
Designing - Design process



Ingenieurwiss Ansatz – deskriptives Modell



Ingenieurwiss Ansatz – deskriptives Modell



Descriptive Design Research – Ing.wiss

Experimental studies

- Untersuchungsmethoden
 - Experimente
 - Beobachtung praktischer Designarbeit (Fallstudien)
- Analysemethode
 - Protokollanalyse

Design Research - Untersuchungsansätze

- **Ingenieurwissenschaftlich**

Design Methodologies

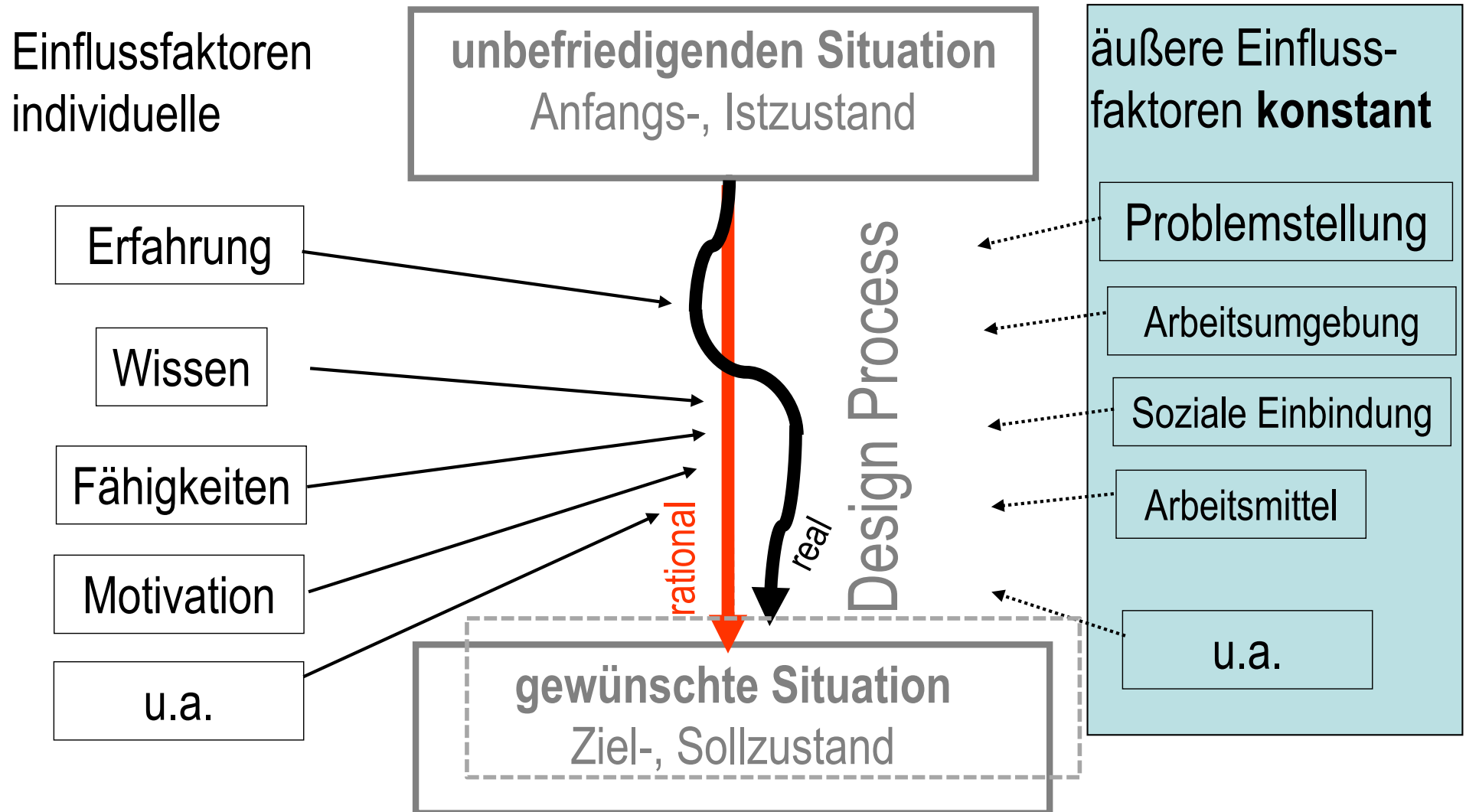
- **Kognitionswiss.**

Designing als **Denkprozess**

- **Sozialwiss.**

Designing als **sozialer Prozess**

Design-Experiment: Untersuchung individuellen Vorgehens



Design-Experiment

Untersuchung individuellen Vorgehens

Forschungsfragen:

Wie beeinflussen Personenmerkmale (Erfahrung, Wissen, Fähigkeit)

- den Konstruktionsprozess und
- die Konstruktionsergebnisse

Design-Experiment

Untersuchung individuellen Vorgehens

Forschungsfragen:

Wie beeinflussen Personenmerkmale (Erfahrung, Wissen, Fähigkeit)

- den Konstruktionsprozess und
- die Konstruktionsergebnisse?

Untersuchungsdesign

Experiment: an derselben Problemstellung, im gleichen setting, arbeiten Konstrukteure mit unterschiedlichen

- Personenmerkmalen (individuelle Einflussfaktoren):
 - Konstruktions-Erfahrung
 - Wissen – Ausbildung; Methodenkenntnisse
 - Fähigkeiten - Räumliches Vorstellungsvermögen (Test)
- Konstruktionsprozess erheben - video; Protokolle analysieren
- Lösungsqualität (Entwurfszeichnungen) von Experten bewertet

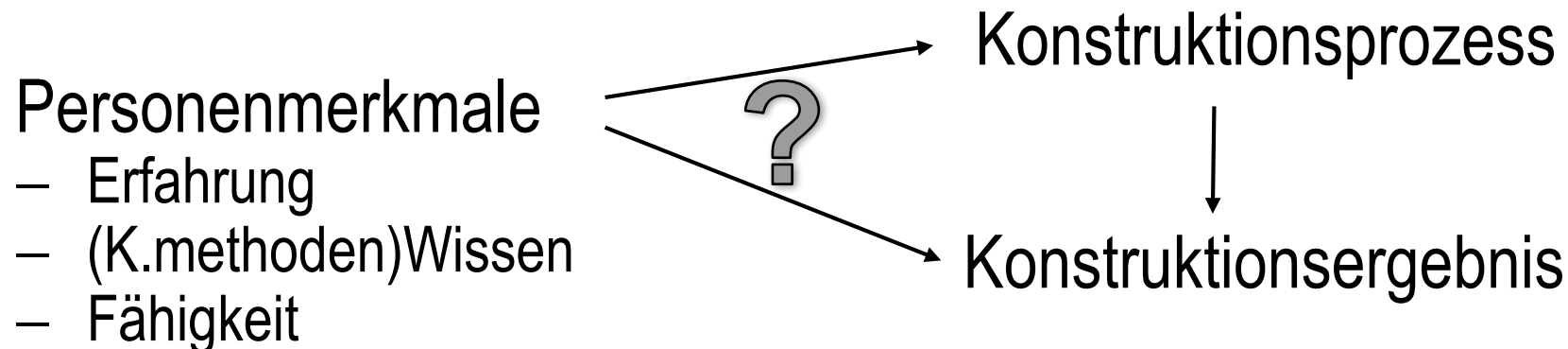
Design-Experiment

Untersuchung individuellen Vorgehens

Forschungsfragen:

Wie beeinflussen Personenmerkmale (Erfahrung, Wissen, Fähigkeit)

- den Konstruktionsprozess und
- die Konstruktionsergebnisse?



Design-Experiment

Untersuchung individuellen Vorgehens

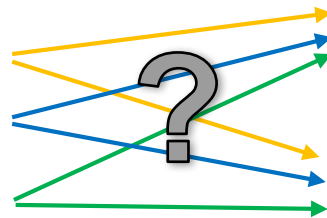
Forschungsfragen:

Wie beeinflussen Personenmerkmale (Erfahrung, Wissen, Fähigkeit)

- den Konstruktionsprozess und
- die Konstruktionsergebnisse?

Personenmerkmale

- Erfahrung
- (K.methoden)Wissen
- Fähigkeit



Konstruktionsprozess



Konstruktionsergebnis

Design-Experiment

Untersuchung individuellen Vorgehens

Forschungsfragen:

Wie beeinflussen Personenmerkmale (Erfahrung, Wissen, Fähigkeit)

- den Konstruktionsprozess und
- die Konstruktionsergebnisse?

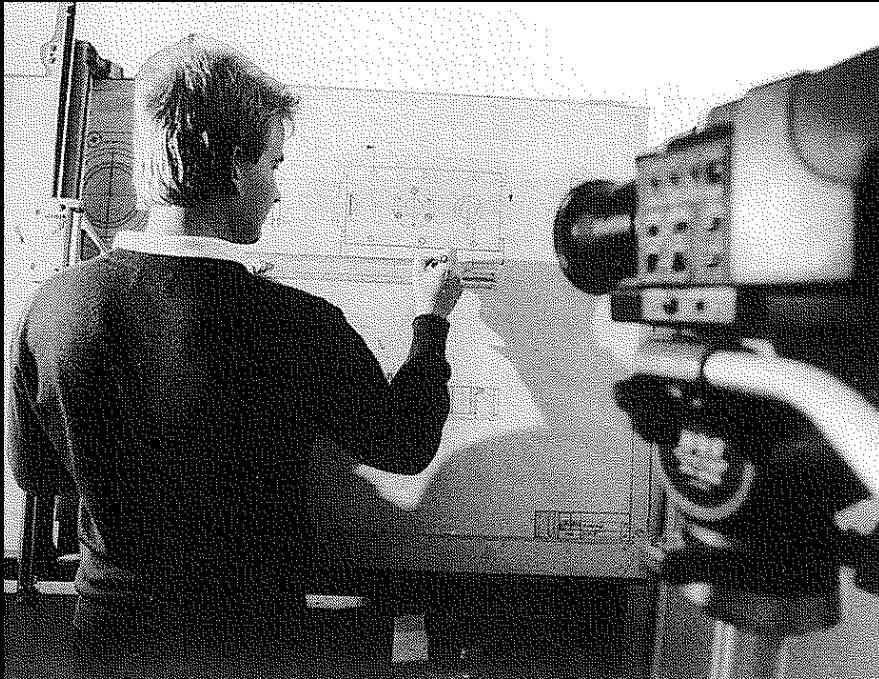
Untersuchungsdesign

Experiment: an derselben Problemstellung, im gleichen setting, arbeiten Konstrukteure mit unterschiedlichen

- Personenmerkmalen (individuelle Einflussfaktoren):
 - Konstruktions-Erfahrung
 - Wissen – Ausbildung; Methodenkenntnisse
 - Fähigkeiten - Räumliches Vorstellungsvermögen (Test)
 - Konstruktionsprozess erheben - video; Protokolle analysieren
 - Lösungsqualität (Entwurfszeichnungen) durch Experten bewertet
- } unabhängige Variable
- } abh. Var.

“Denkabläufe beim Konstruieren“

Design-Experiment



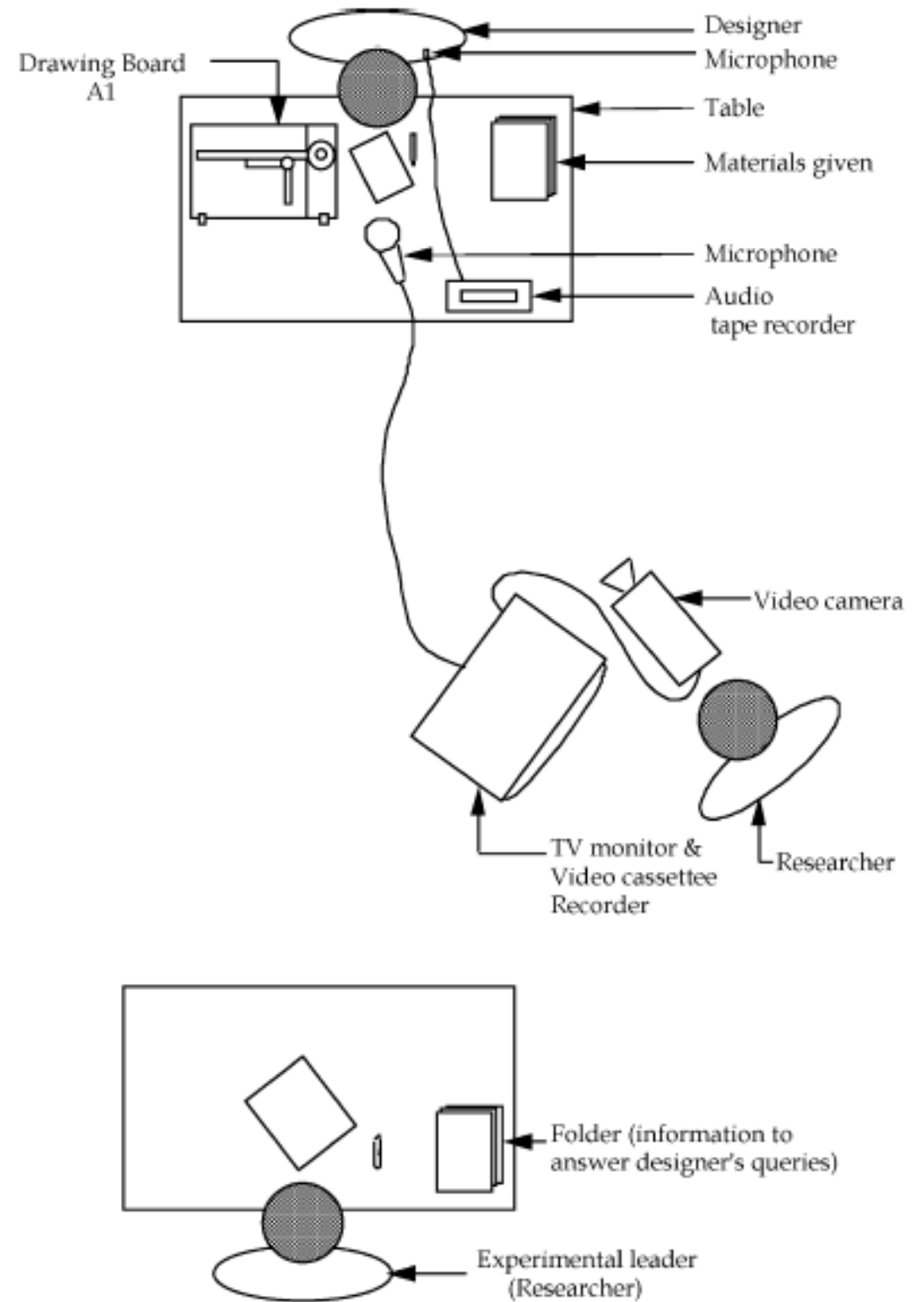
Untersuchung individueller Einflüsse:

Äußere Einflüsse konstant
Gleiche Problemstellung

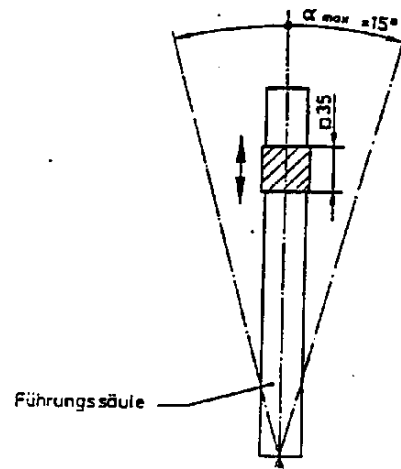
Untersuchungsmethoden:

- ‚lautes Denken‘
- Protokollanalyse

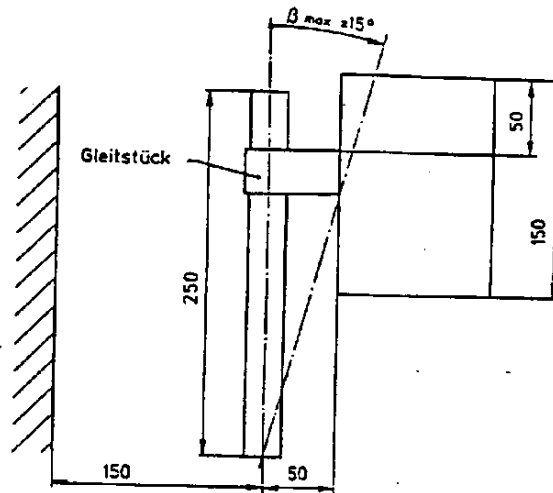
Experimental set-up



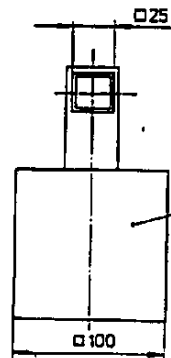
Design-Experiment Aufgabe



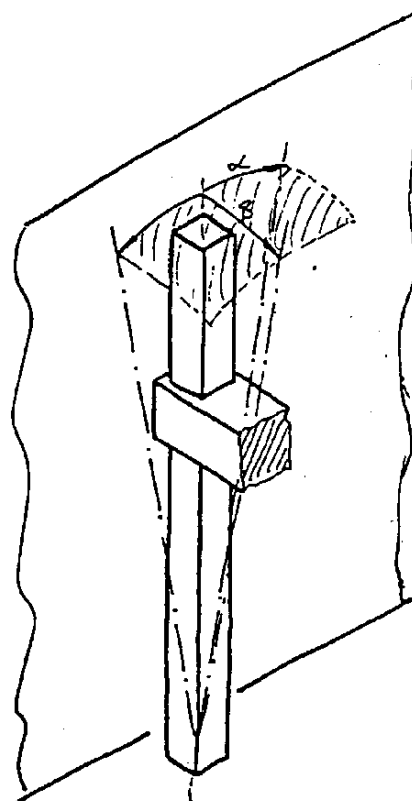
Führungssäule



Gleitstück



optisches Gerät



Wandhalterung mit Schwenkmechanismus .
An der Vierkantsäule soll ein optisches Gerät auf und ab bewegt werden können. Es soll außerdem in Richtung α und senkrecht dazu in Richtung β geschwenkt und arretiert werden können.

Ablaufprotokoll (Ausschnitt)

Zeit	Text	Va	Ta	Un	Ph	Merk	AS	TF	tf
=====									
0:10:51	muss Saeule schwenken		vi sa za			fg			
0:10:57	wie bringe ich Saeule zum Schwenken		ue sa ls			gf ll			
0:11: 1	VP ue		ue sa ls			gf ll			
0:11: 5	Gelenk alleine, erst mal Halbzeug		vi ls			nn ll			
0:11:25	schaut in HK		ia hk ls			yb ll			
0:11:27	Kann ich was mit Winkeln machen?		is sa ls			nn ll			
0:11:39	VP ue		ue sa ls			qg ll			
0:11:43	Achsen muessen sich treffen		vi sa ls b3			cr ll			
0:11:53	VP ue		ue sa ls			qg ll			
0:11:58	man koennte Gelenk in der Richtung bauen		zg sa ls g2			gd ll			
0:12:14	... da gibt es doch was, Art Kardan		ue ls			Fl ll			
0:12:16	... da gibt es doch was, Art Kardan		vi ls g2			gd ll			
0:12:46	veranschaulicht sich Kardan		vi ls f2			af ll			
0:12:56	ja, das geht, mh		vi ls			bu ll			
0:13:17	schaut weiter in HK		ia hk ls			yb ll			
0:13:28	brauche erstens das Vierkantrohr 25		vi sa ls			nn			
0:13:42	sucht im HK		is hk ls g4w4			hs			
0:13:53	schaut auf sa		is sa ls			yb			
0:13:56	muss es noch bearbeiten		vi hk ls			cg			

Codierung – Kategorien (Ausschnitt)

Hauptarbeitsschritte aus präskriptivem Vorgehensmodell

1 Klären der Aufgabenstellung

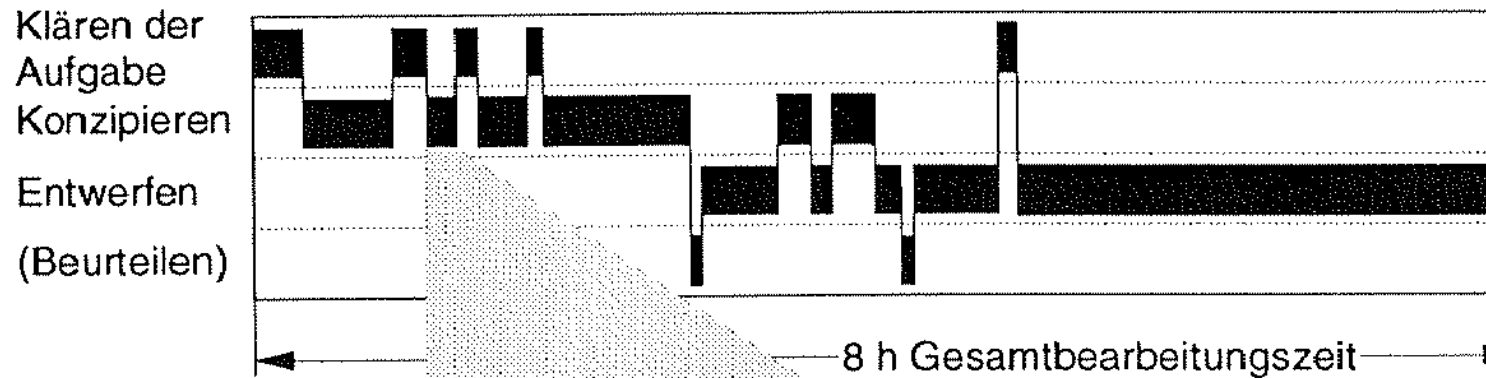
- 1a Anforderungen analysieren
- 1b Forderungen und Wünsche unterscheiden
- 1c Anforderungen ordnen

2 Konzipieren

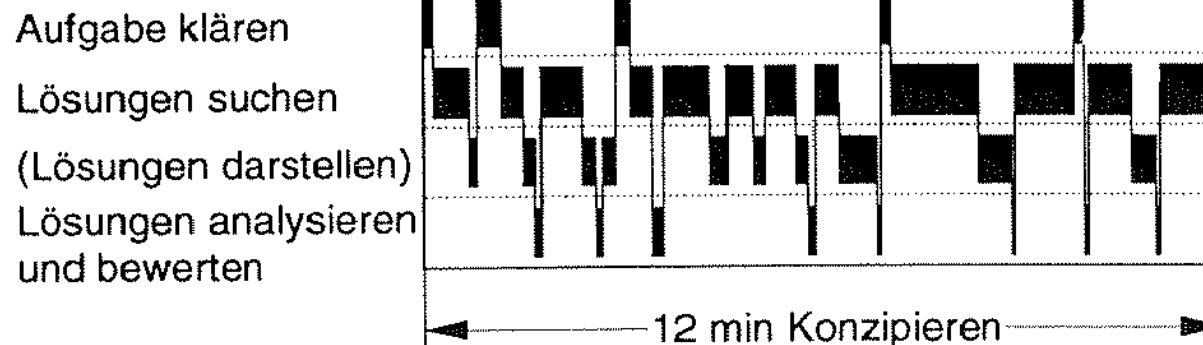
- 2a Probleme erkennen
- 2b Funktionen formulieren
- 2c Funktionsstruktur aufstellen
- 2d Lösungen suchen
- 2e Lösungen darstellen
- 2f Lösungen beurteilen u. auswählen
- ... weitere Beschreibungskategorien

Konstruktionsprozess beschreiben: Kodieren

Konstruktionsphasen:



Vorgehenszyklus:



Tätigkeits- Arbeitsabschnitt- verteilungen

Praktiker
Meister

Student
5.SE

Student 7.
K.methodik

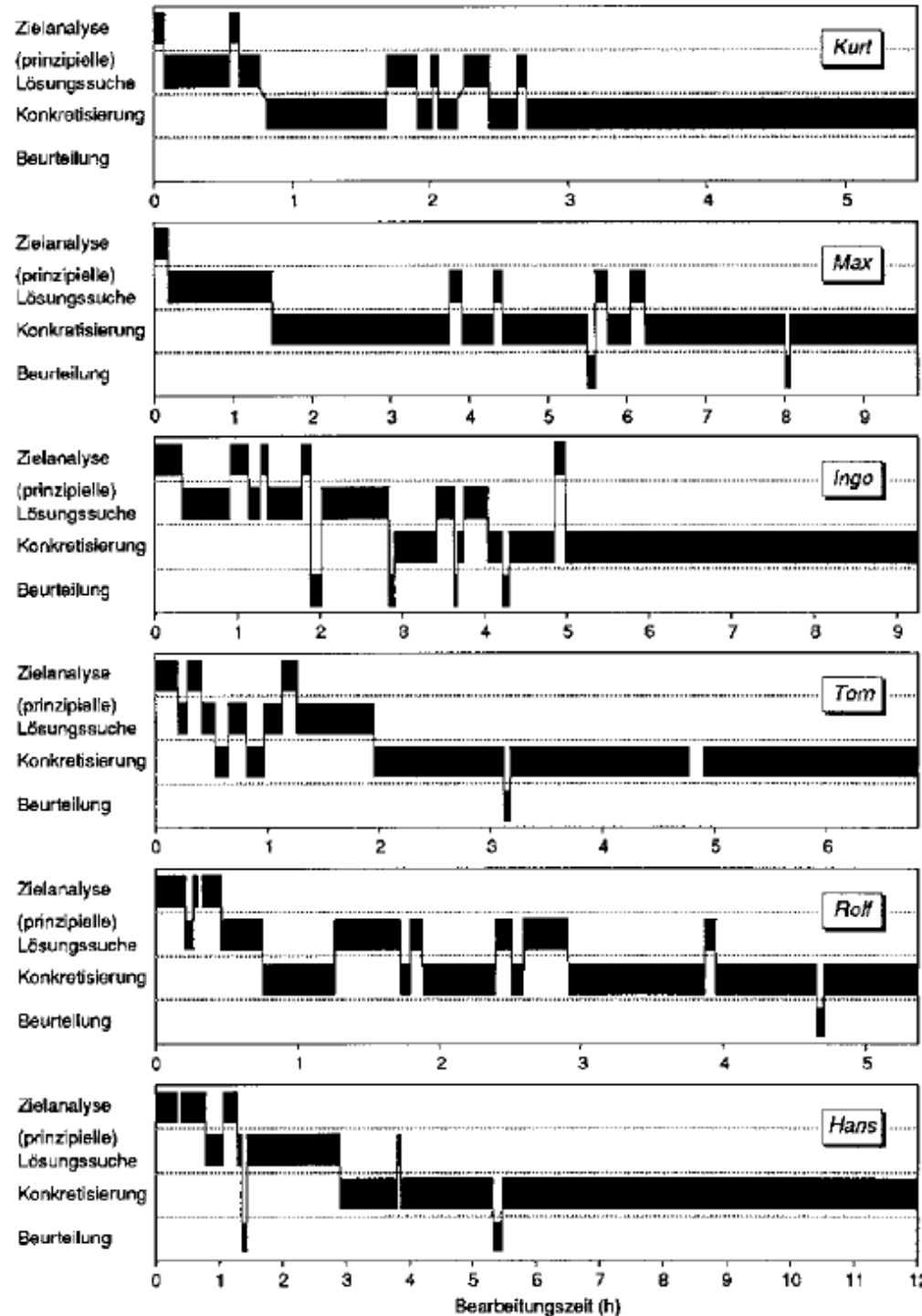
Dipl.Ing
K.methodik

erfahrener
Praktiker

Dipl.Ing
K.methodik

Ehrlenspiel & Dylla 1991

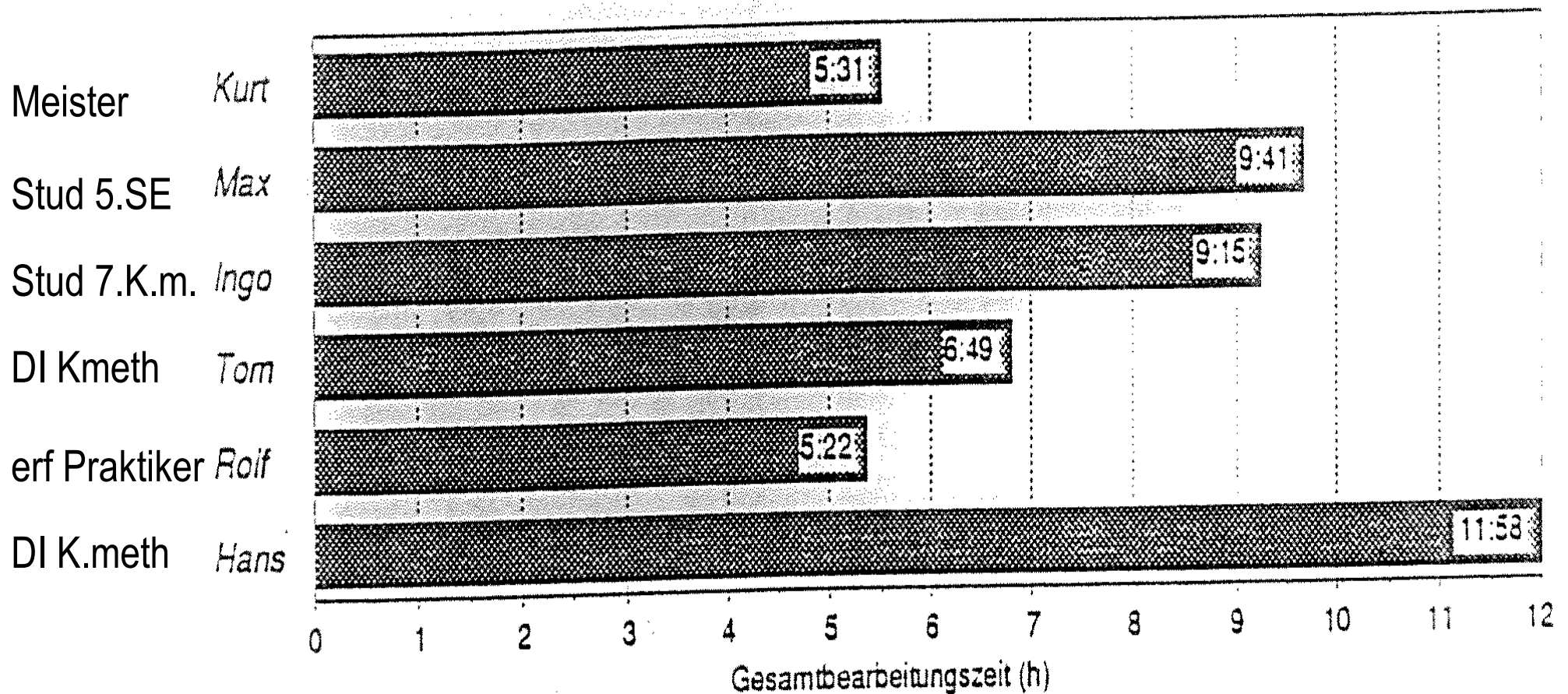
Problemlösephase



„(E)s gibt kein strikt sprungfreies
konstruktionsmethodisches Vorgehen beim realen
Konstruieren, auch nicht bei methodisch
ausgebildeten Konstrukteuren.“

(Fricke: individuelles Vorgehen beim Konstruieren. In: Konstruktion, 1994, S.186)

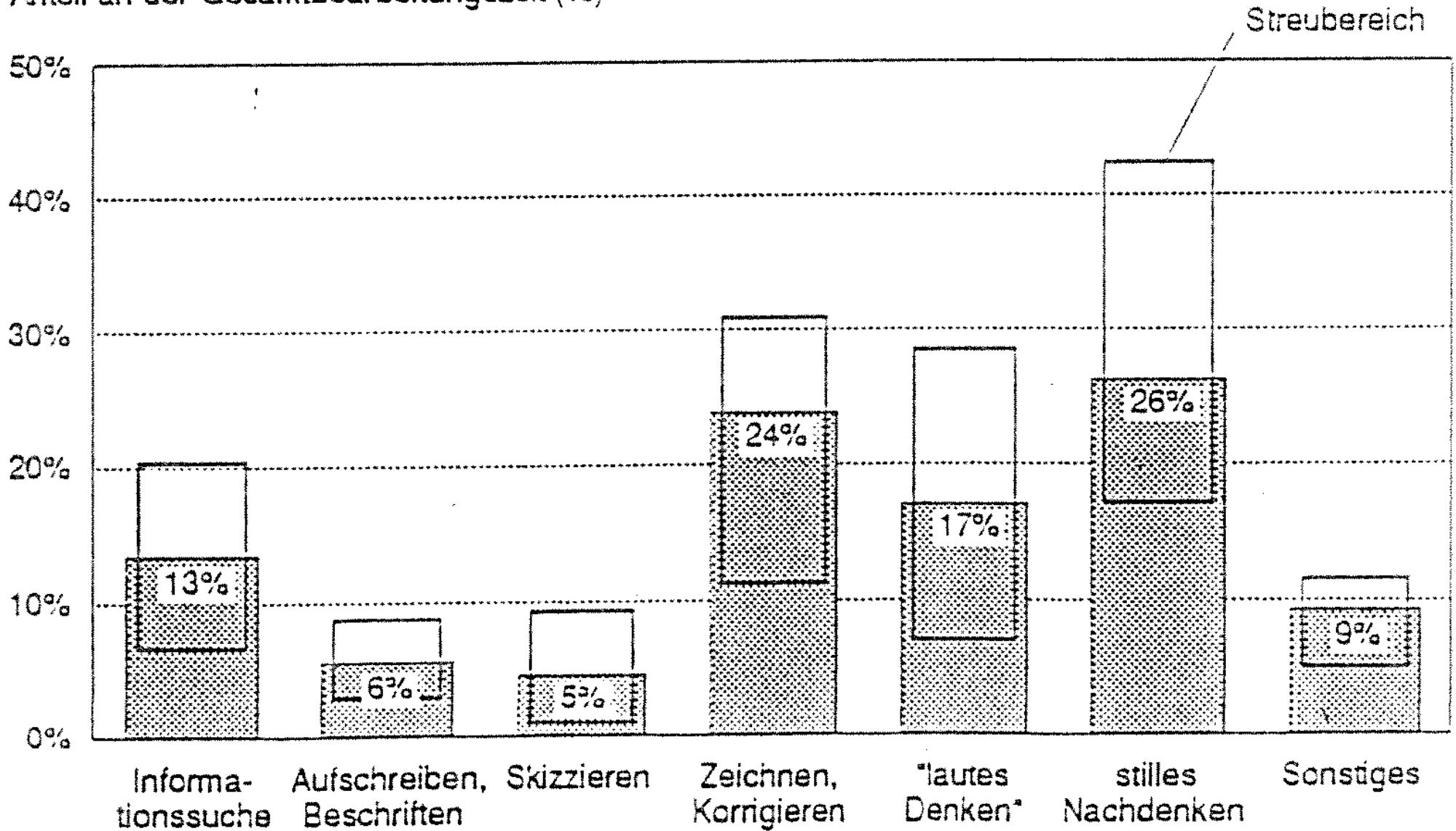
Designprozeß beschreiben (messen): Gesamtbearbeitungszeit



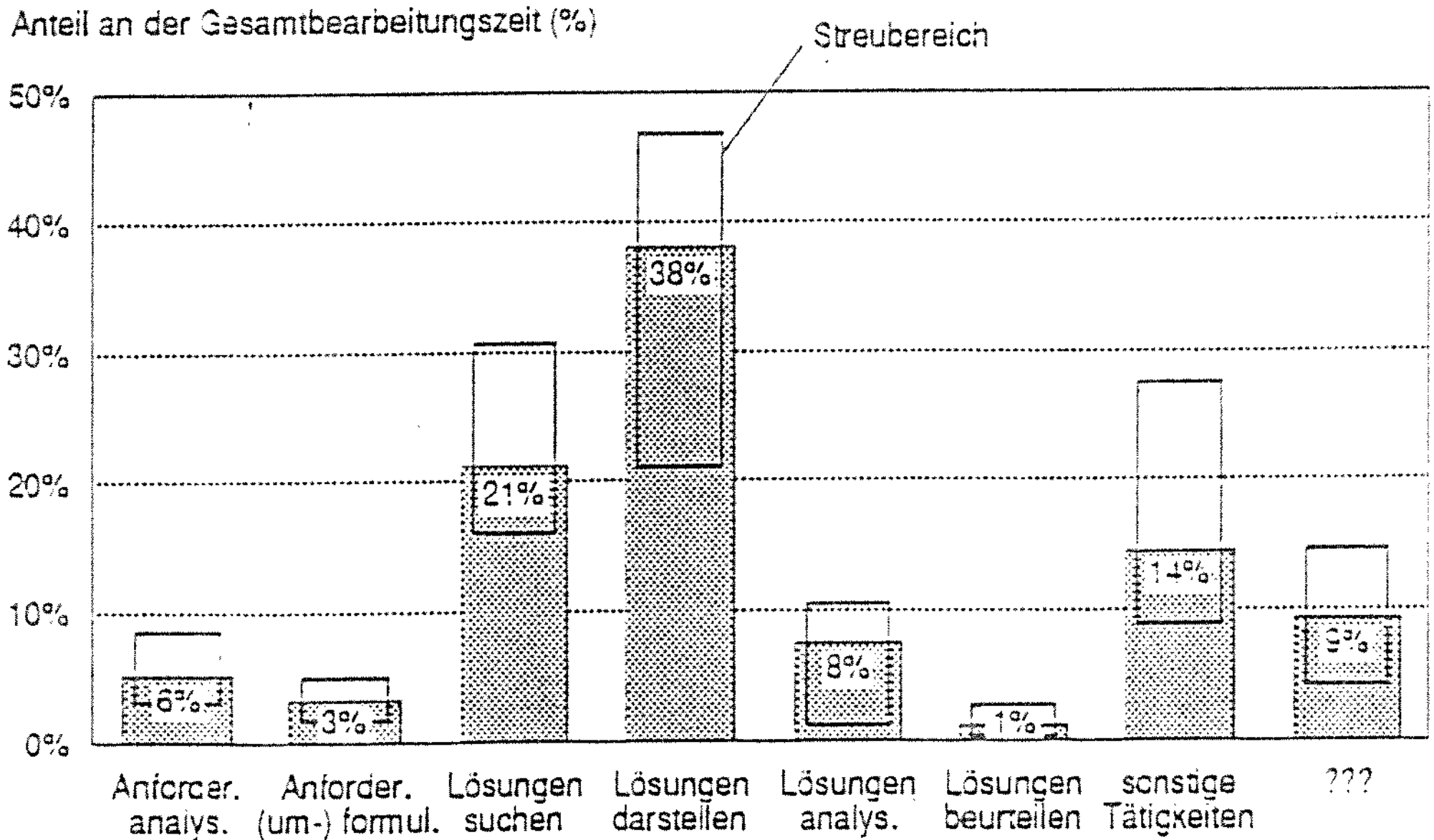
Erfahrene Praktiker -> Bearbeitungszeit, Designprozess Dauer

relative Bearbeitungszeit für Tätigkeiten

Anteil an der Gesamtbearbeitungszeit (%)



Bearbeitungszeit für elementare Arbeitsschritte



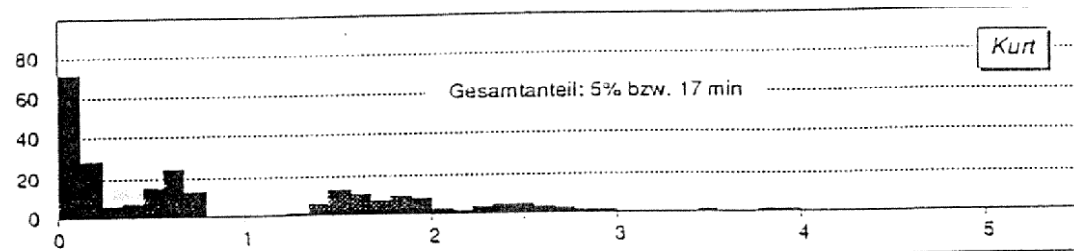
Anforderungsanalyse

Gemeinsamkeiten:

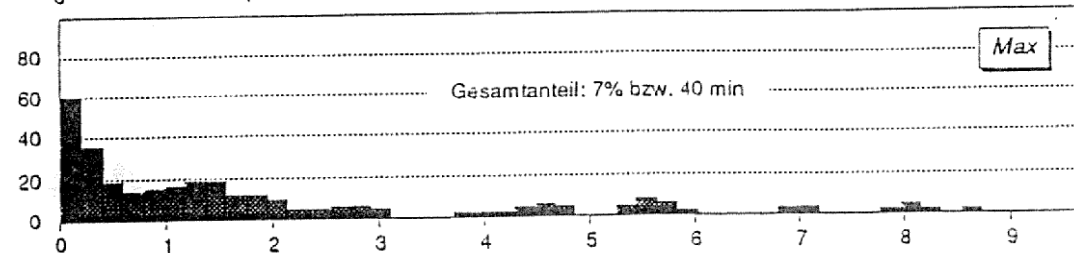
- Schwerpunkt zu Beginn
- während gesamten D.p.

Unterschiede:

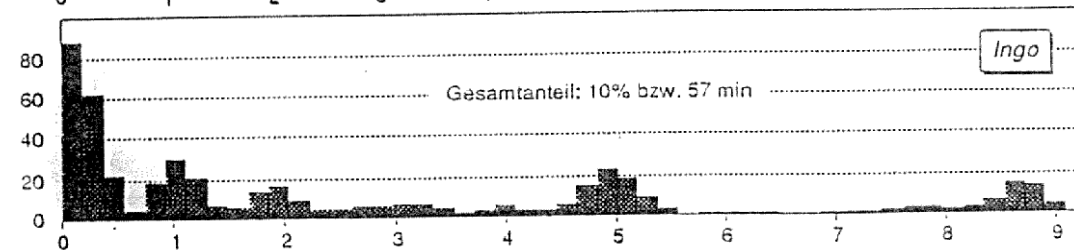
- zeitlicher Anteil 5 – 12 %
- Zeitlich Dauer 17 – 99 min



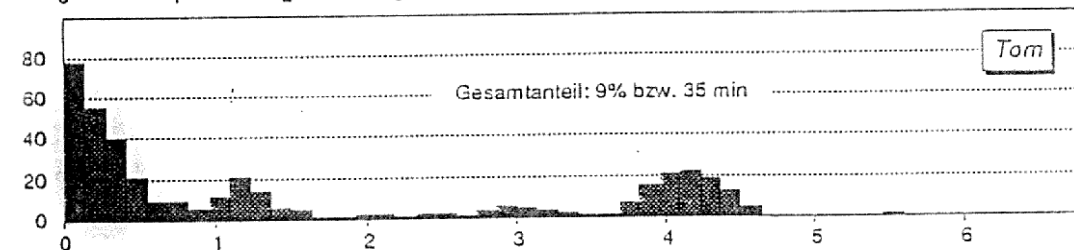
Meister



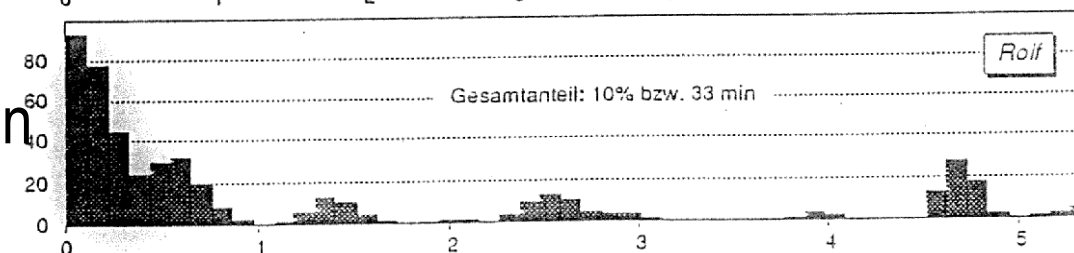
Stud 5.SE



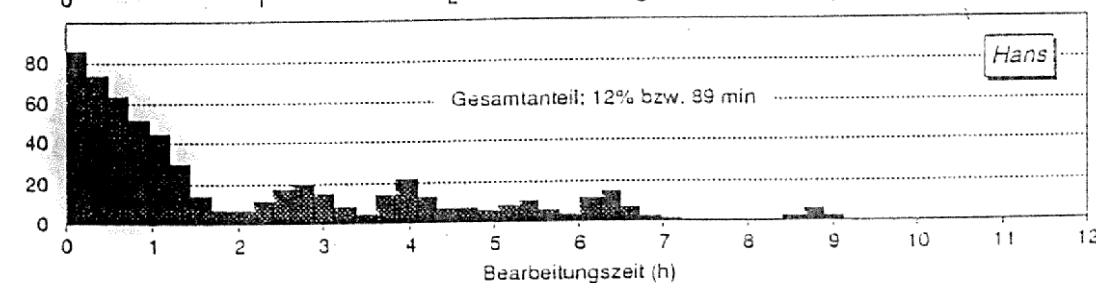
Stud 7.K.m.



DI Kmeth.

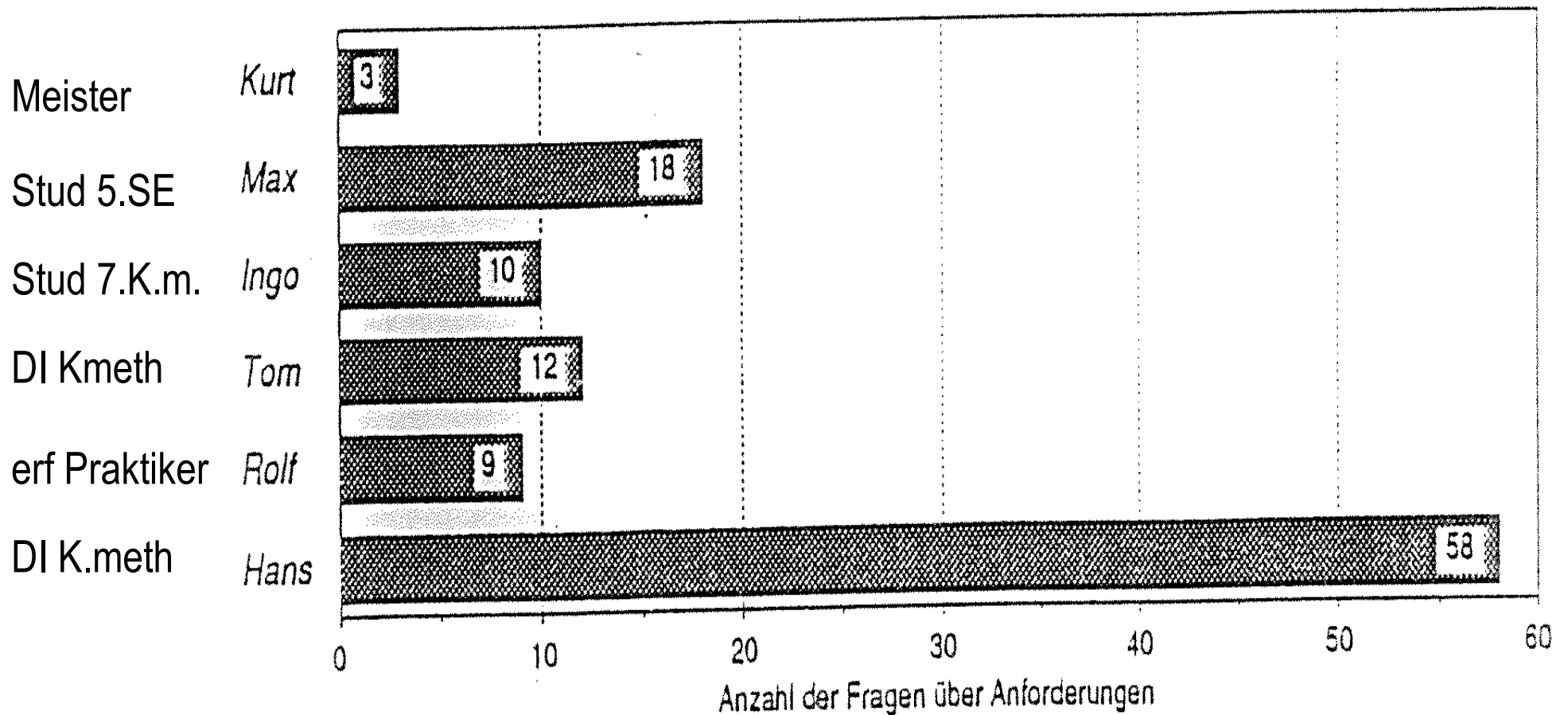


erf Praktiker

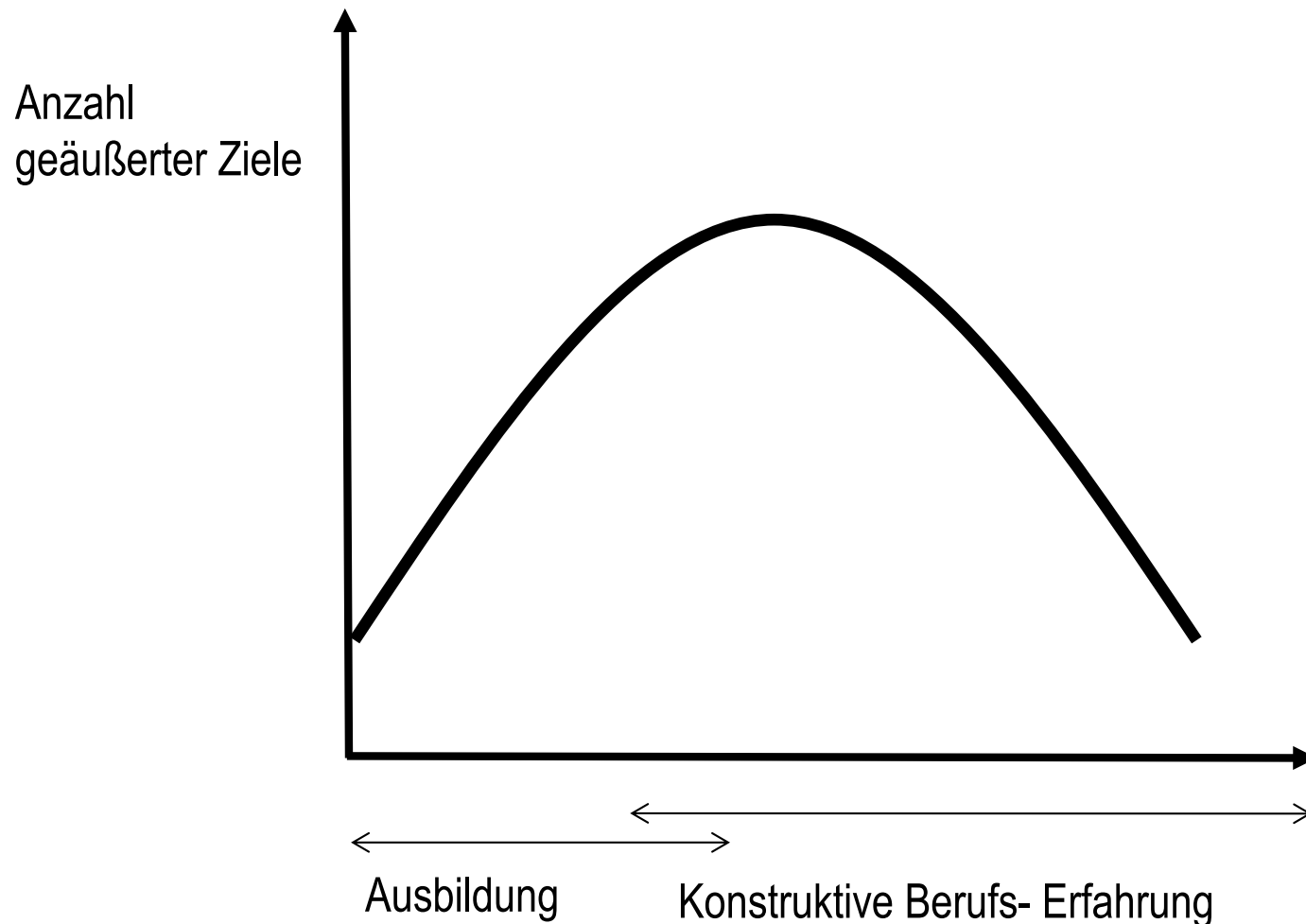


DI K.meth

Fragen über Anforderungen - Anzahl



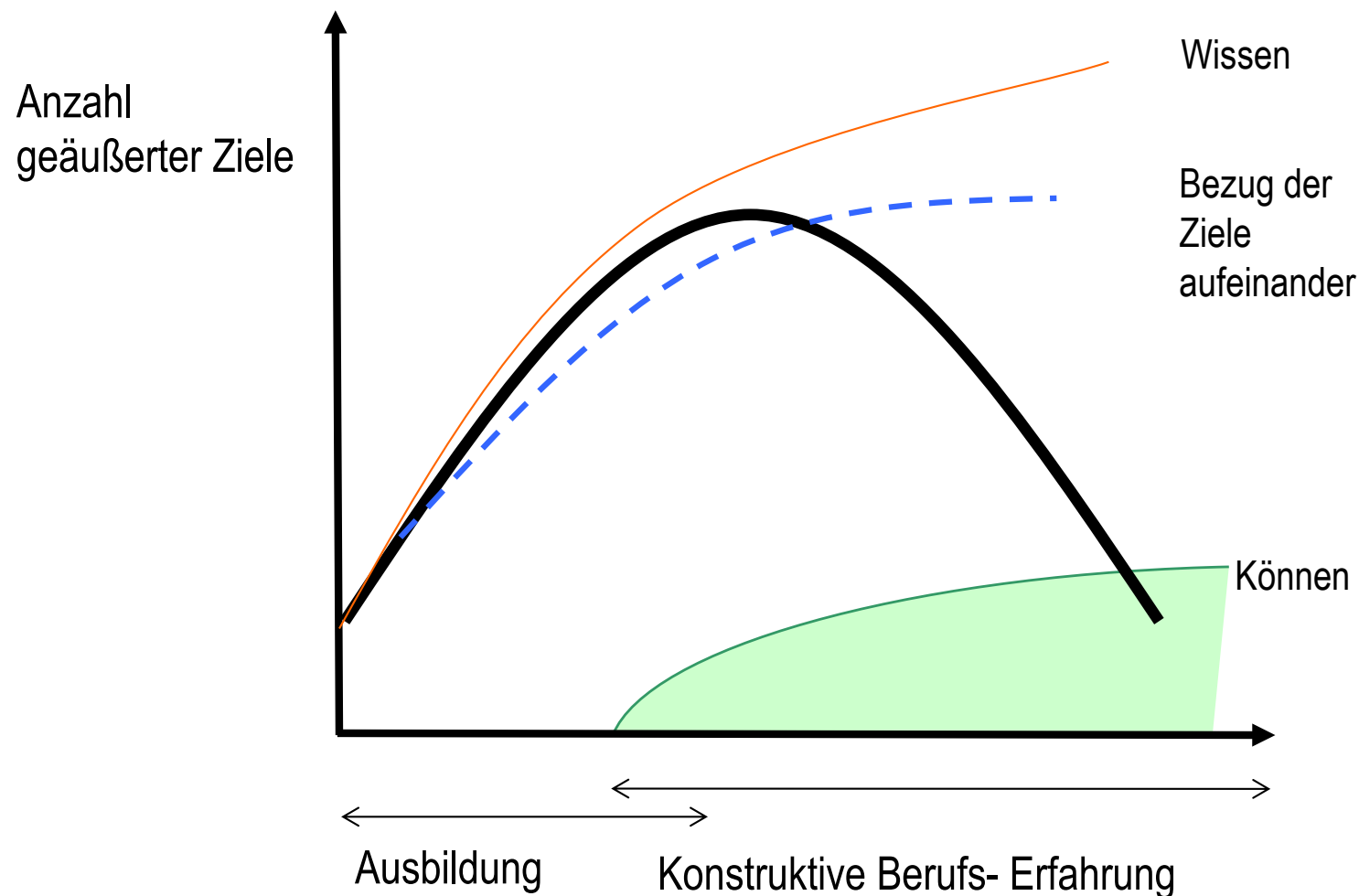
Ergebnisse Zusammenhang: Erfahrung → D.prozess Merkmal: geäußerte Ziele individuelles Vorgehen



Ergebnisse

Zusammenhang: Erfahrung – individuelles Vorgehen

D.prozess-Merkmal: geäußerte Ziele



Zusammenhang: Un-/präzise Problemstellung -> Zielanalyse

erweiterte Untersuchung: Vpn erhalten

präzise Problemstellung	— ⁻ →	Anzahl der Fragen
	— ⁻ →	Zielanalyse – Dauer,
	— ⁻ →	Zielanalyse – Gewichtung
unpräzise Problemstellung	— ⁺ →	Fragen; Zielanalyse -Dauer, Gewichtung

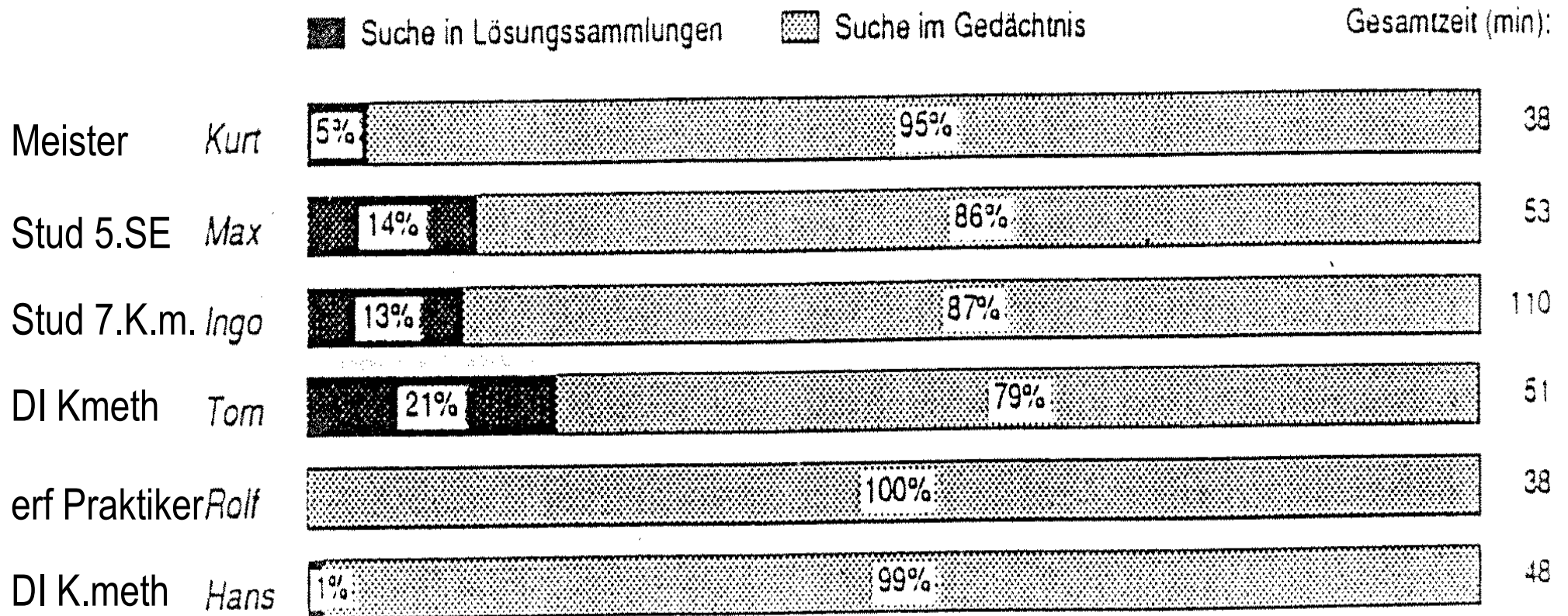
un-/präzise Problemst.: keine Unterschiede in Gesamtbearbeitungszeit

Zusammenhang:
Zielanalyse -> Lösungsqualität

Lösungsneutrale Zielanalyse —→ Lösungsqualität

Lösungsneutrale Zielanalyse (= Konstruktionsmethodik)
nur bei konstruktionsmethodisch ausgebildeten Konstrukteuren →
mäßige Lösungen

Lösungssuche

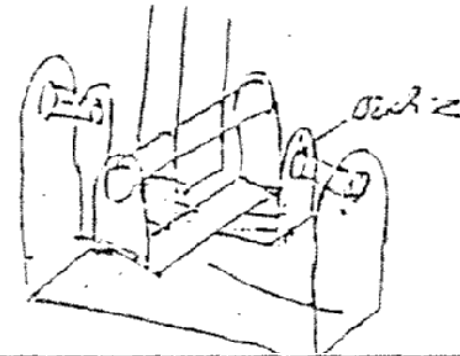
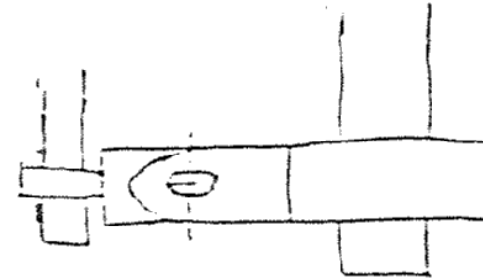


Gesamtzeit für die Lösungssuche (ohne Suche nach Verbindungen, Halbzeugen und Normteilen) = 100%

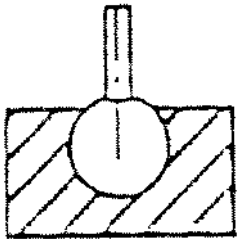
Lösungen werden **vorwiegend** 'im **Gedächtnis** gesucht';
 kaum abstrakte Funktionsbegriffe, **keine Funktionsstruktur**;
Erfahrene Konstrukteure, die Zentralproblem erkennen, beginnen dafür eine
 Lösung zu finden; erst dann werden Teilfunktionen gelöst.
 Erfahrung -> Lösungssuche

Skizzen

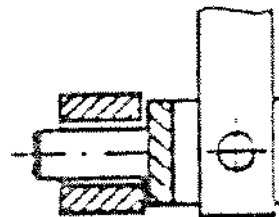
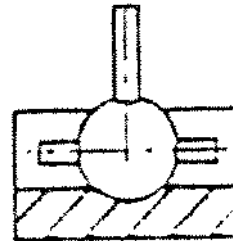
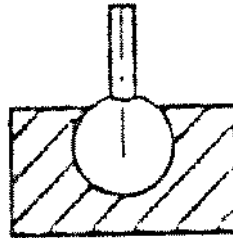
Bei der Lösungssuche wird skizziert
Bs.: erste Skizzen für Säulelagerung



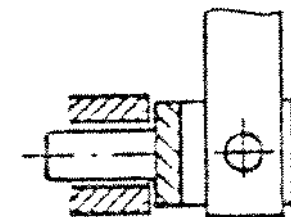
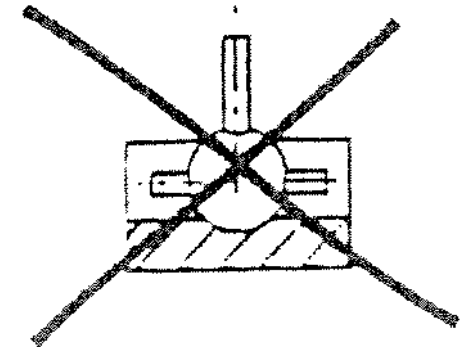
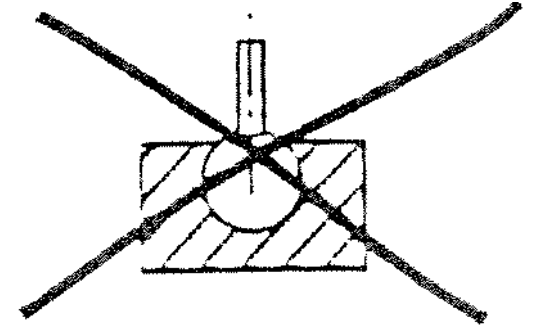
Lösungssuche: Varianten generierende Vorgehensweise (erfahrener Praktiker)



1. Lösung gezeichnet ...



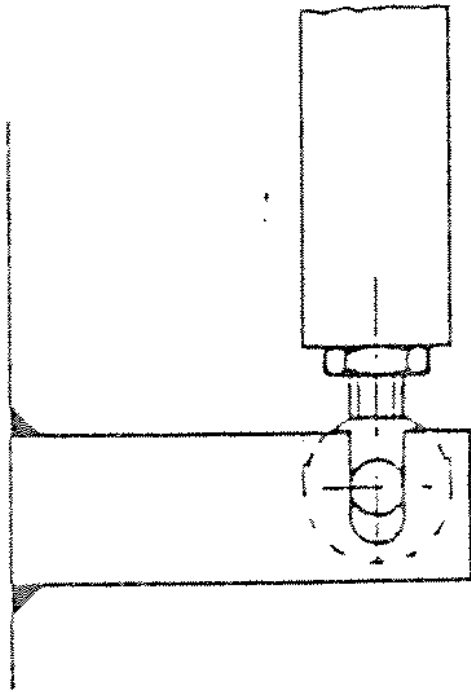
... 2 zunächst gleichberechtigte Varianten hinzugefügt ...



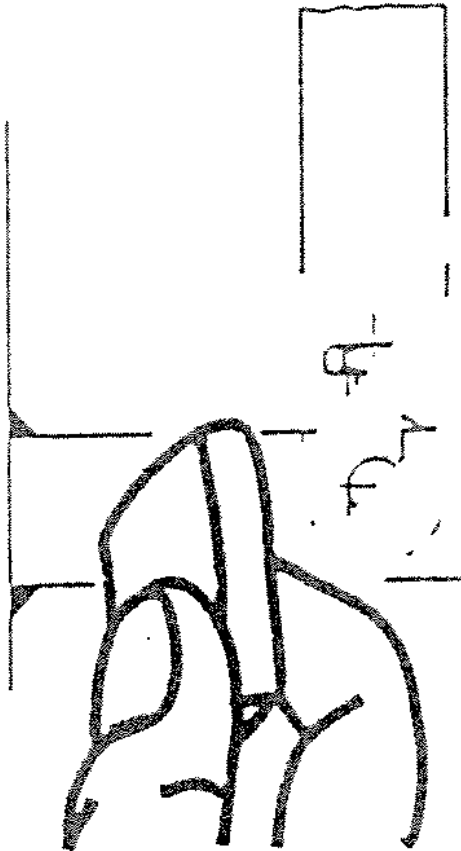
... 3. Möglichkeit ausgewählt.

Lösungssuche: Korrigierende Variation

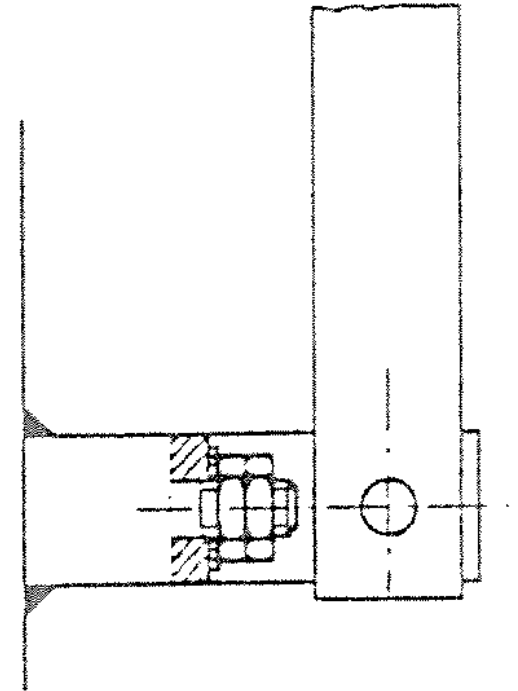
Häufige Vorgehensweise (4/5 der Fälle): eine Lösung wird auf Schwachstellen analysiert, abgeändert od. ersetzt; bleibt an ein vorhandenes Lösungsprinzip gebunden



1. Entwurf gezeichnet ...



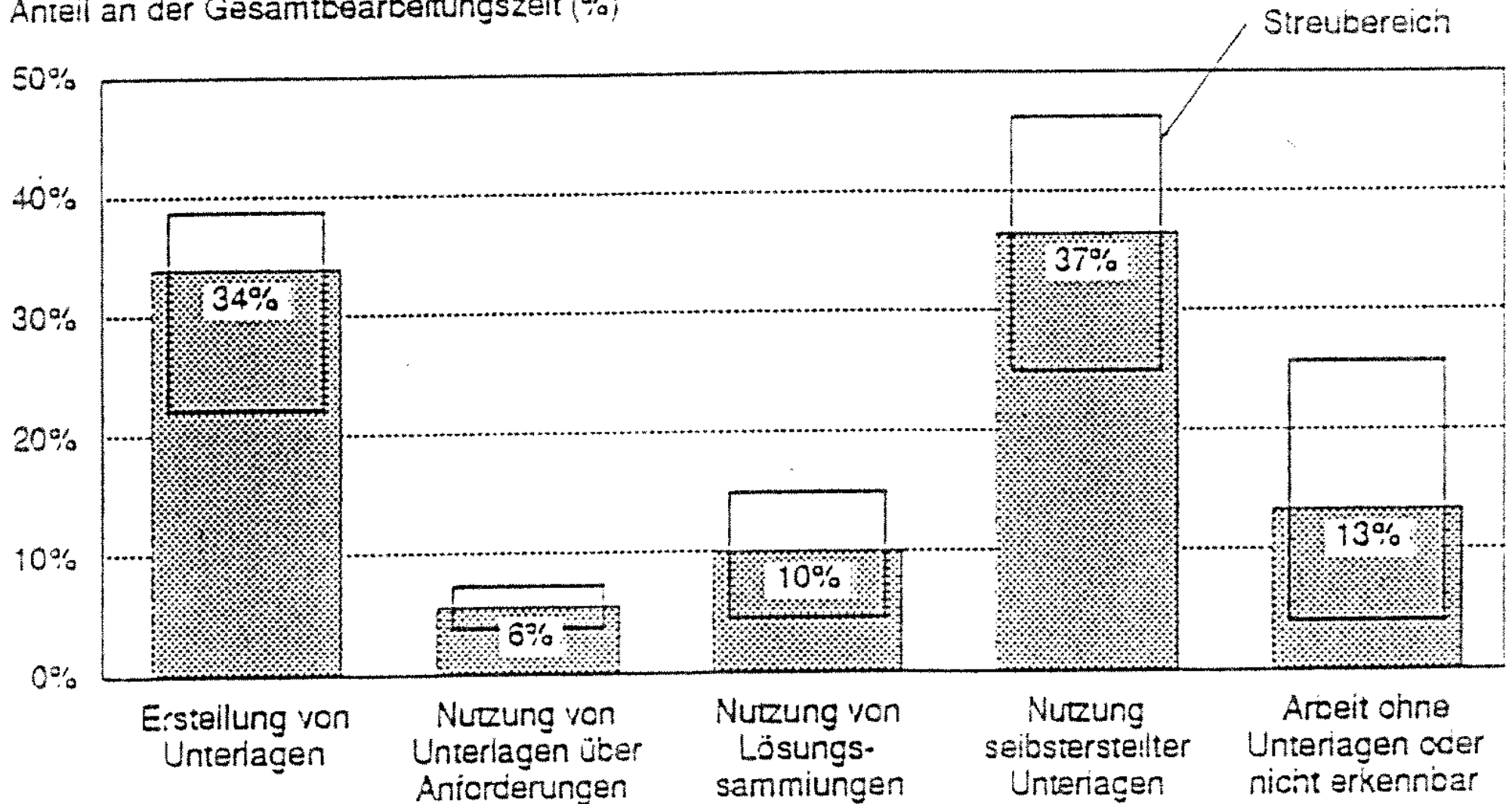
... als unzureichend erkannt
(z. B. schwierig zu fertigen);
deshalb wegradliert ...



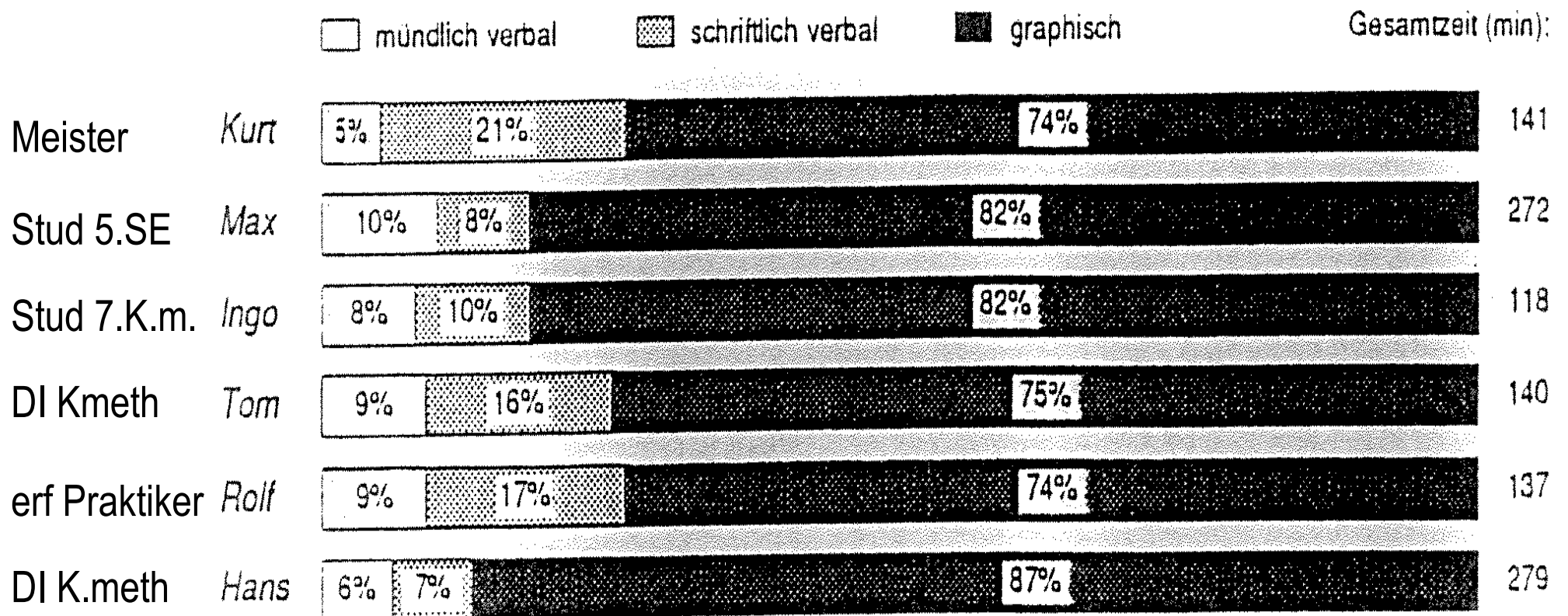
... 2. Entwurf gezeichnet.

Arbeiten mit Unterlagen

Anteil an der Gesamtbearbeitungszeit (%)

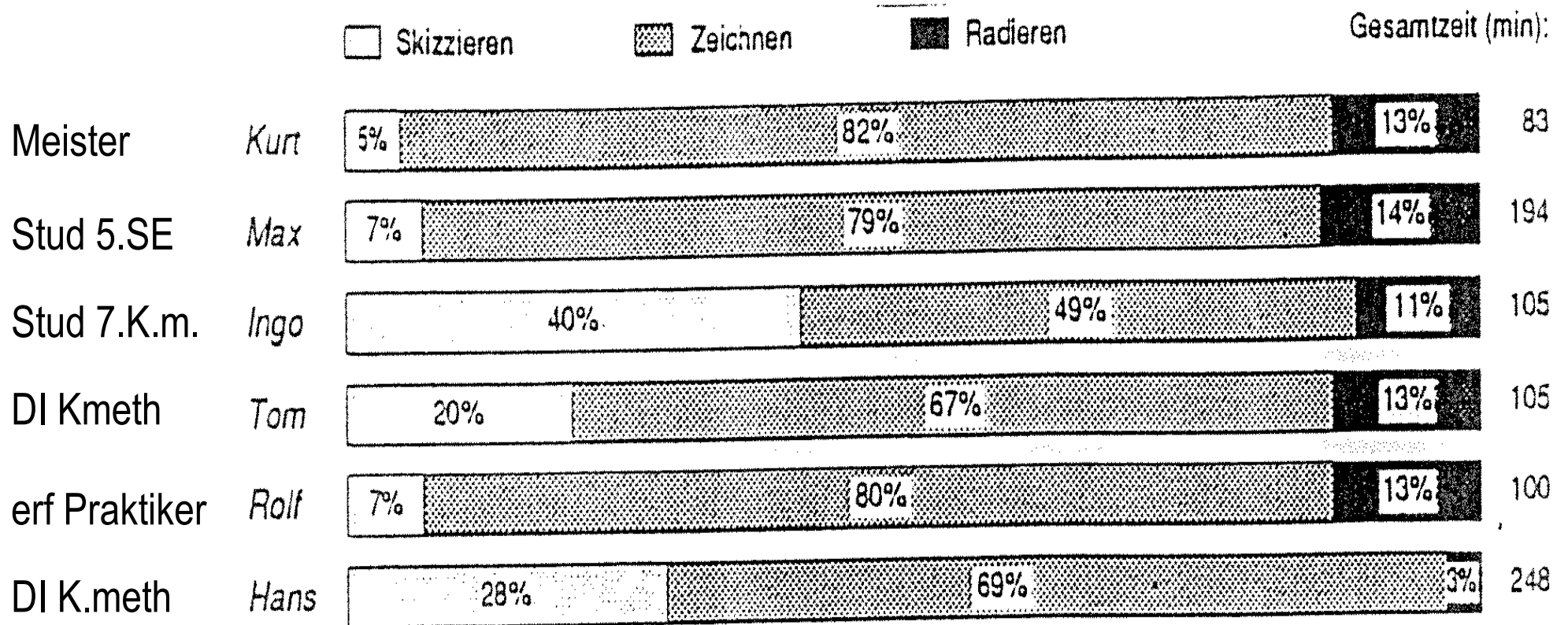


Darstellen von Lösungen



Gesamtzeit für das Darstellen von Lösungen = 100%

Gesamtzeit für Skizzieren, Zeichnen, Radieren



Gesamtzeit für das Skizzieren, Zeichnen und Radieren = 100%

Skizzen, Zeichnungen (ing.wiss. Ansatz)

aufgefasst als

- Externer Speicher
- Hilfsmittel
- Schnittstelle

Zeitlicher Anteil für Beurteilung v Lösungen

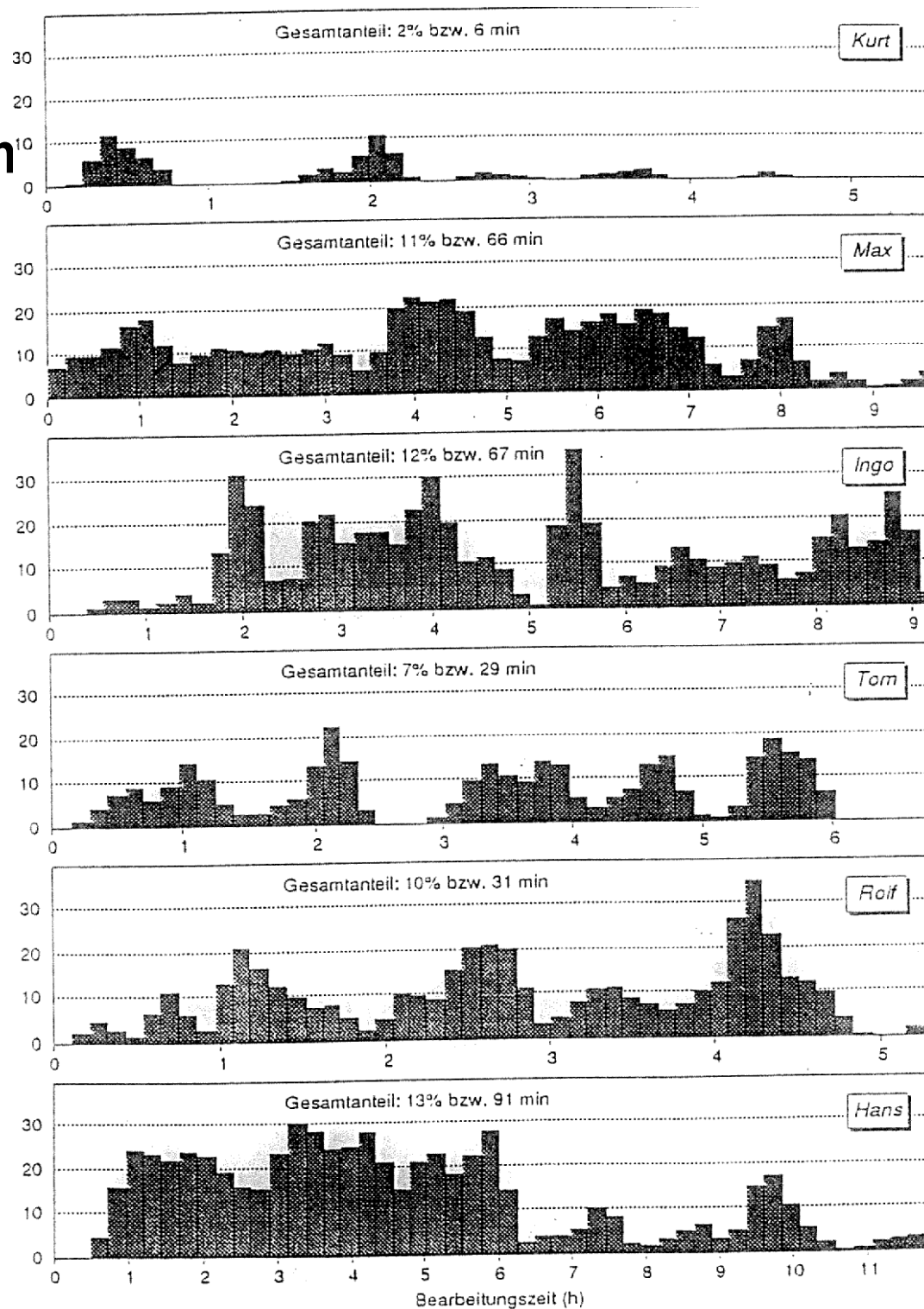
sehr unterschiedlich
2 – 13 % der Bearbeitungszeit
6 – 91 min

Lösungsbeurteilung

zumeist **qualitativ**;

Eigenschaften einer Lösung
meist nicht genau ermittelt
(selten anhand genauer
Zeichnung)

Bei allen Analysevorgängen
ist **Erfahrung** maßgebend



Meister

Stud 5.SE

Stud 7.K.m.

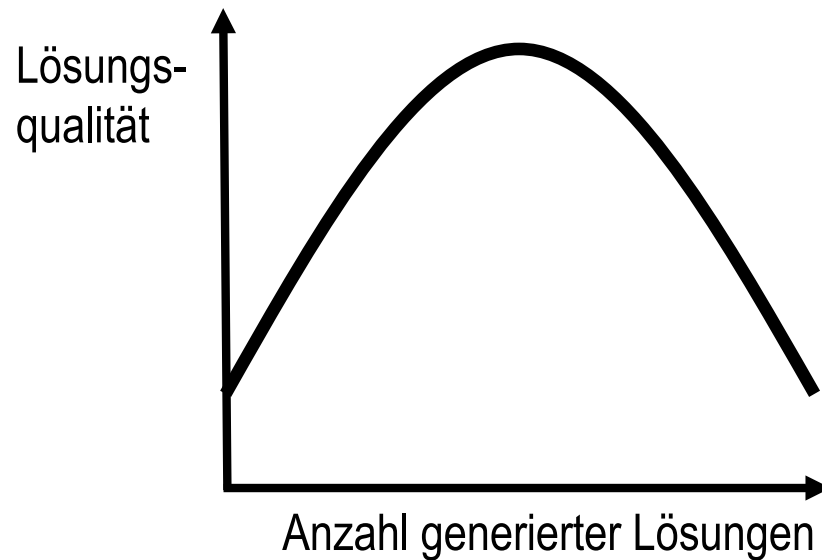
DI Kmeth.

erf Praktiker

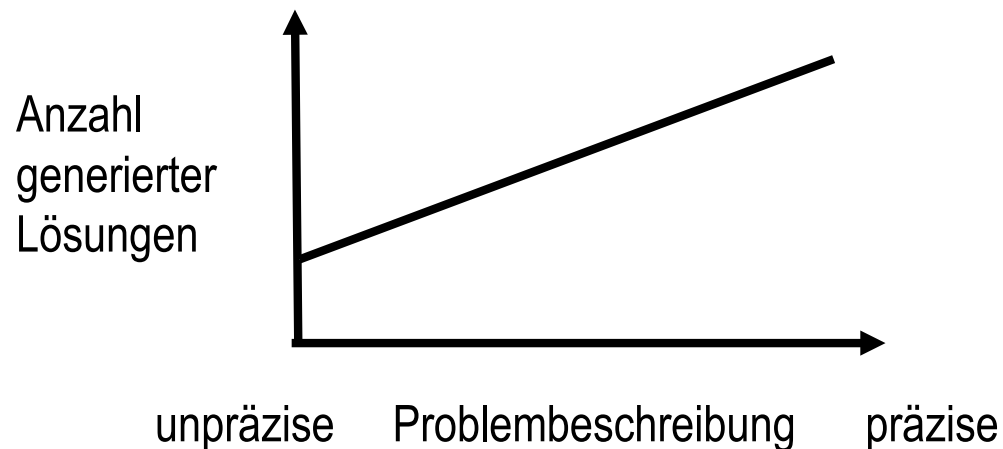
DI K.meth

Ergebnisse: Vorgehensweise

Zusammenhg: Lösungsalternativen – Lösungsqualität

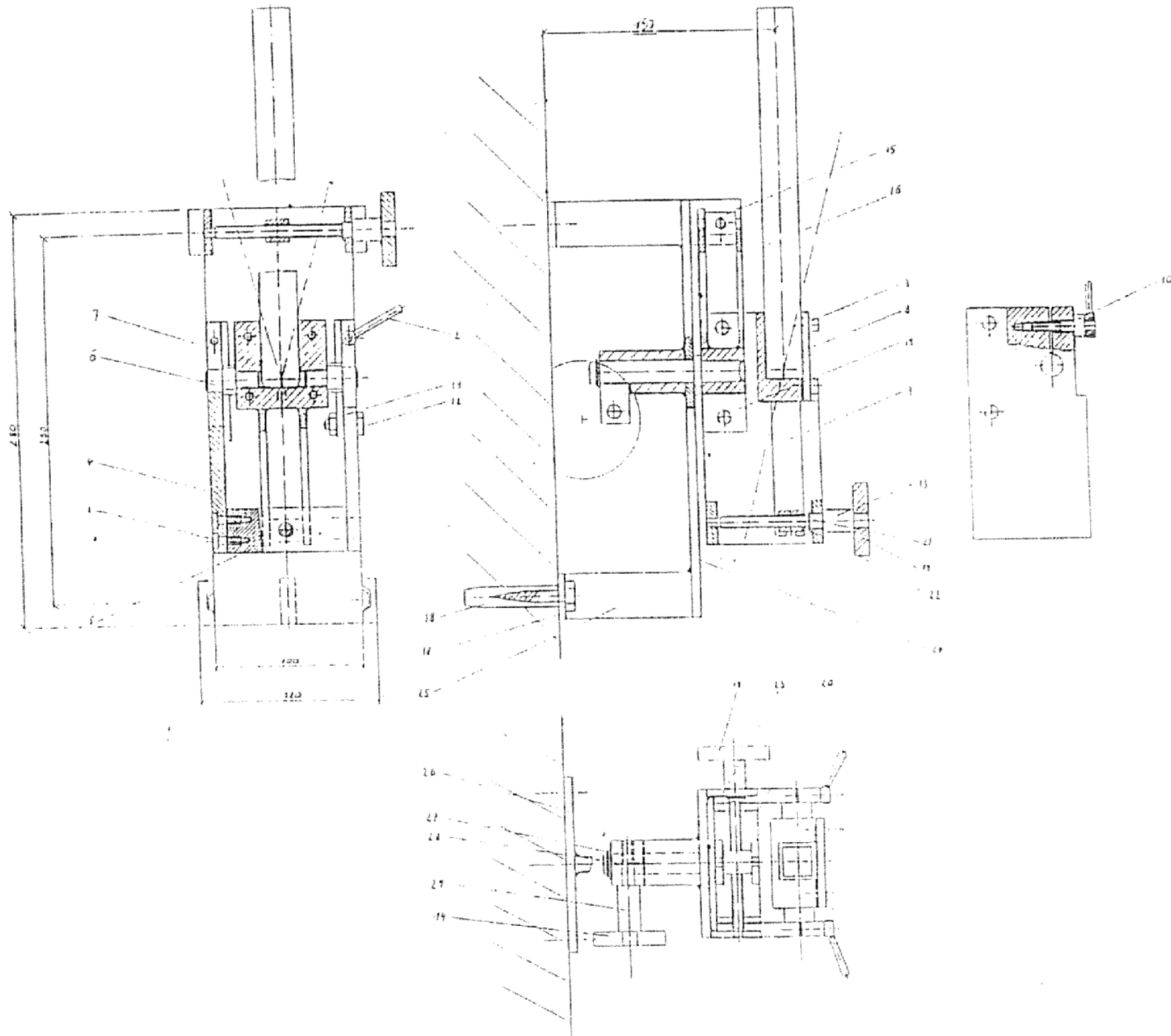


generating **few** alternative concepts and generating a **large number** of alternatives were equally **weak** strategies, leading to poor design solutions

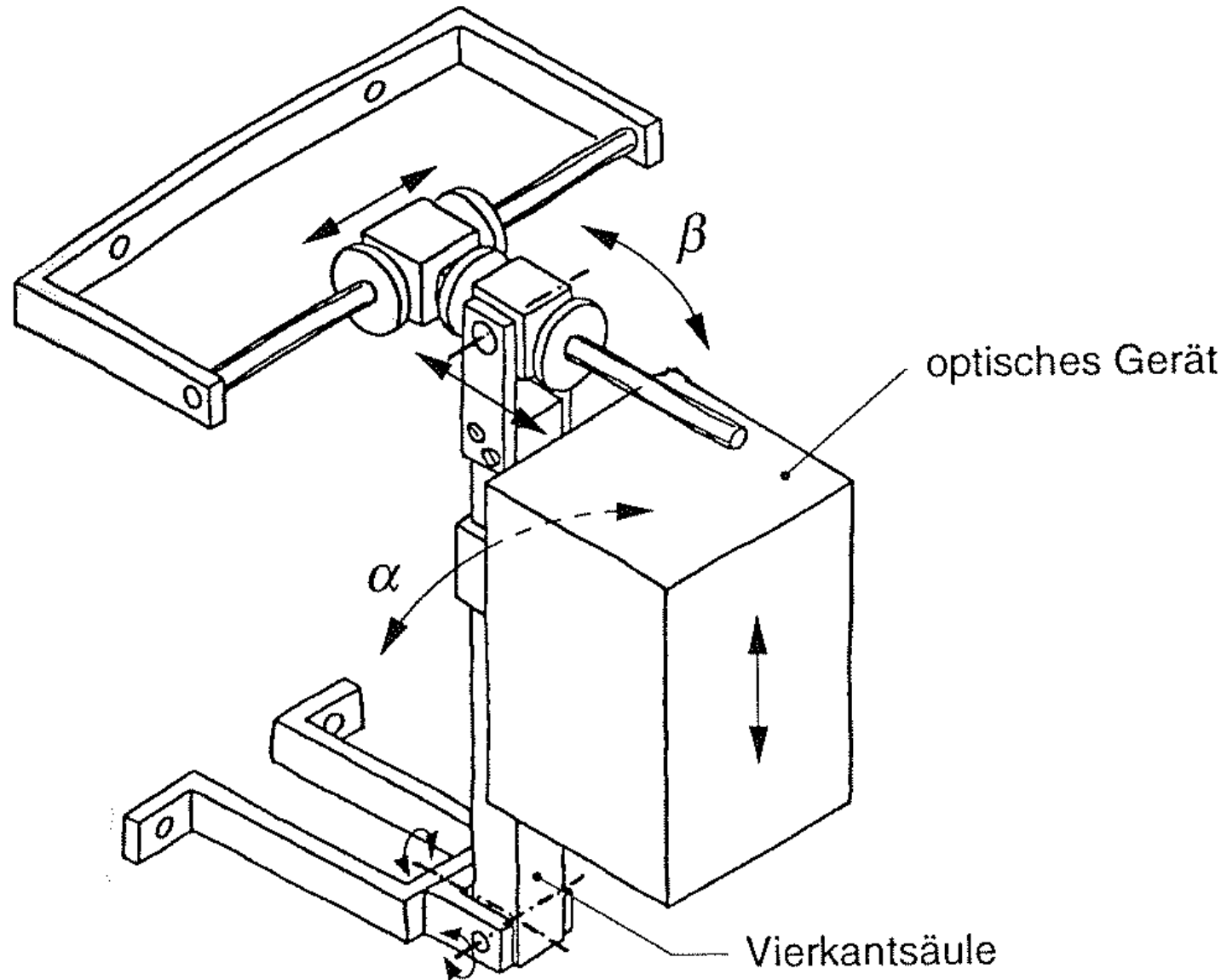


Je präziser die Problem-
beschreibung umso mehr
Lösungsalternativen werden
generiert (Fricke, 1996; engineering)

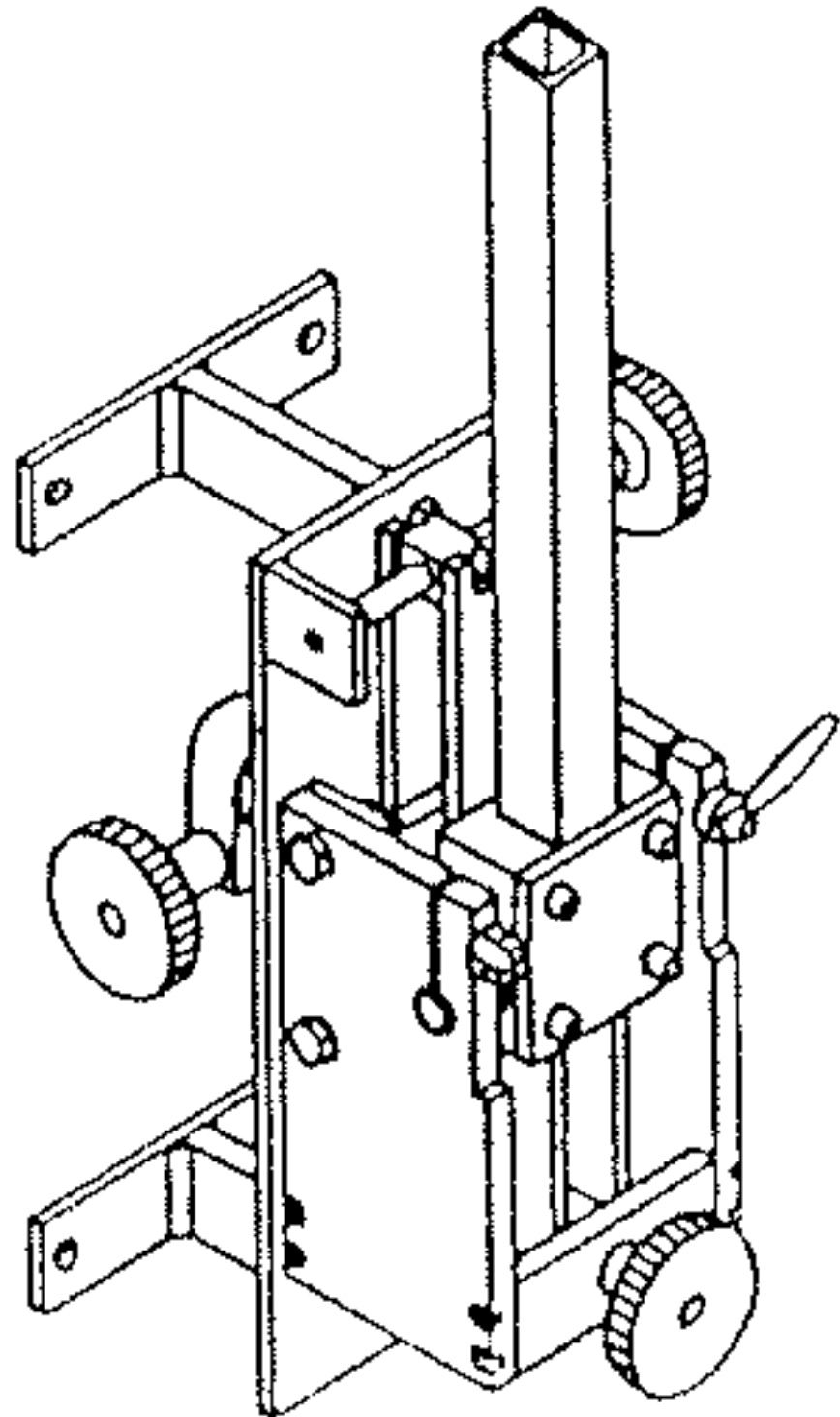
Entwurfs-
zeichnung



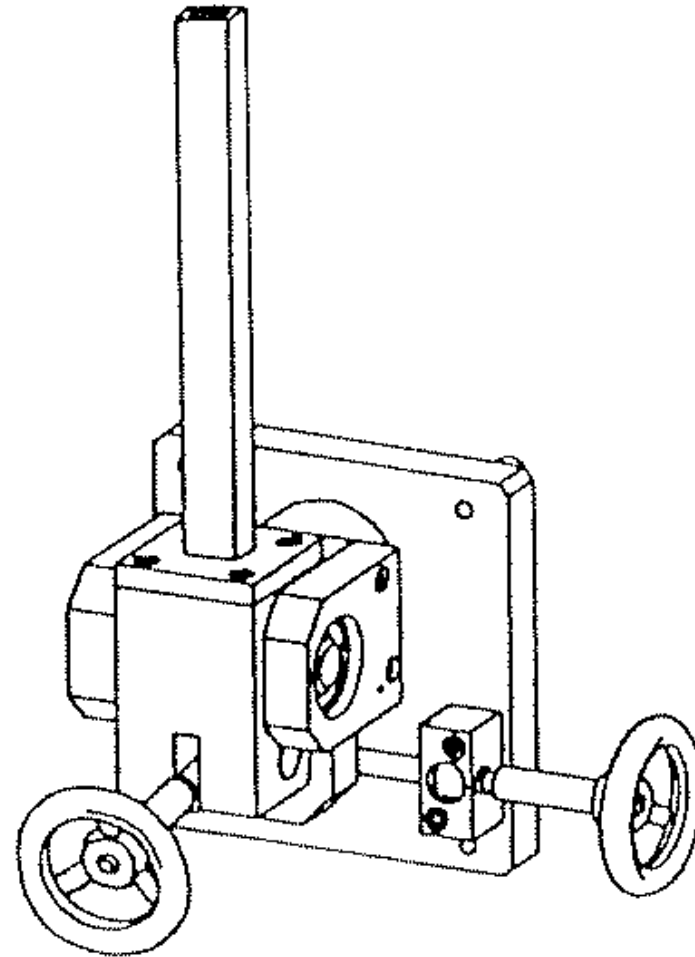
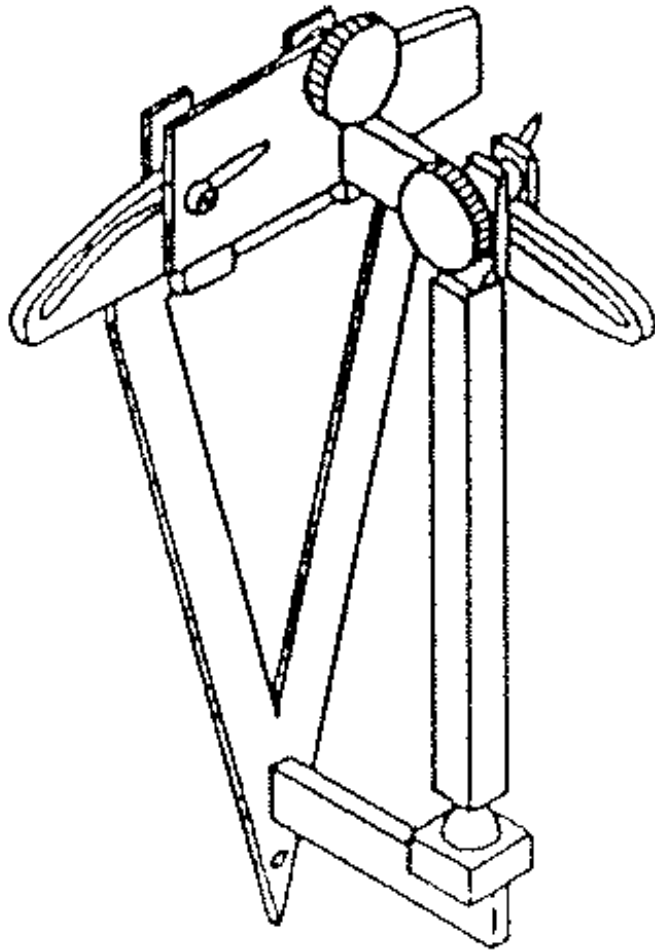
Design-Experiment: Lösungen



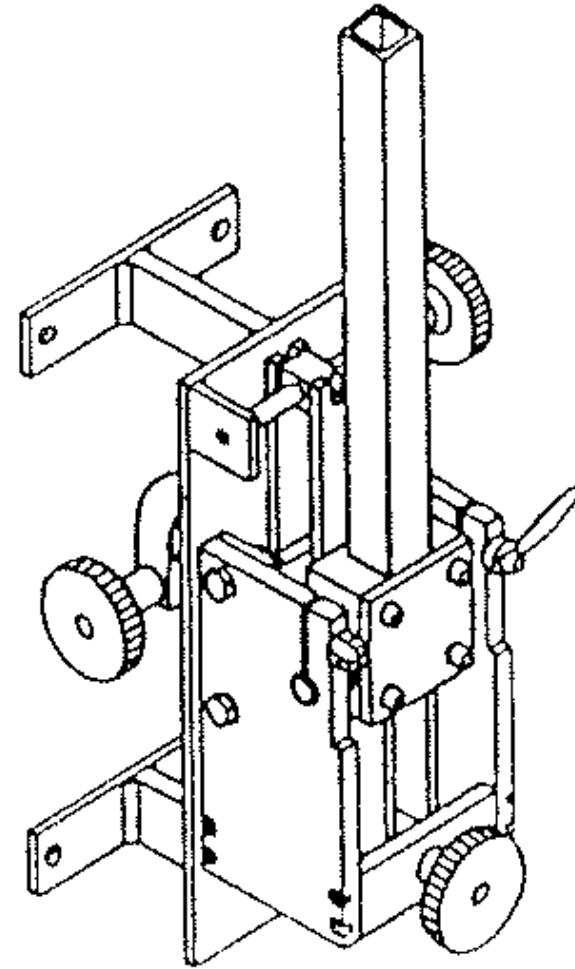
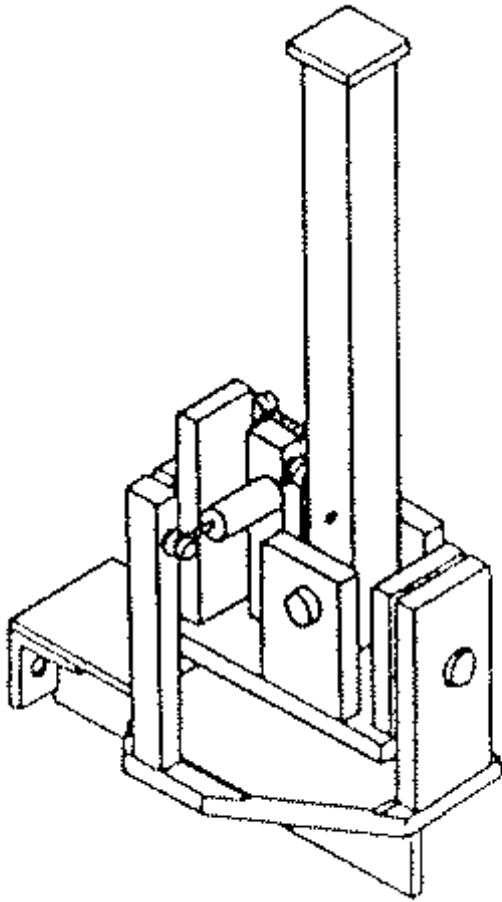
Design-Experiment: Lösungen



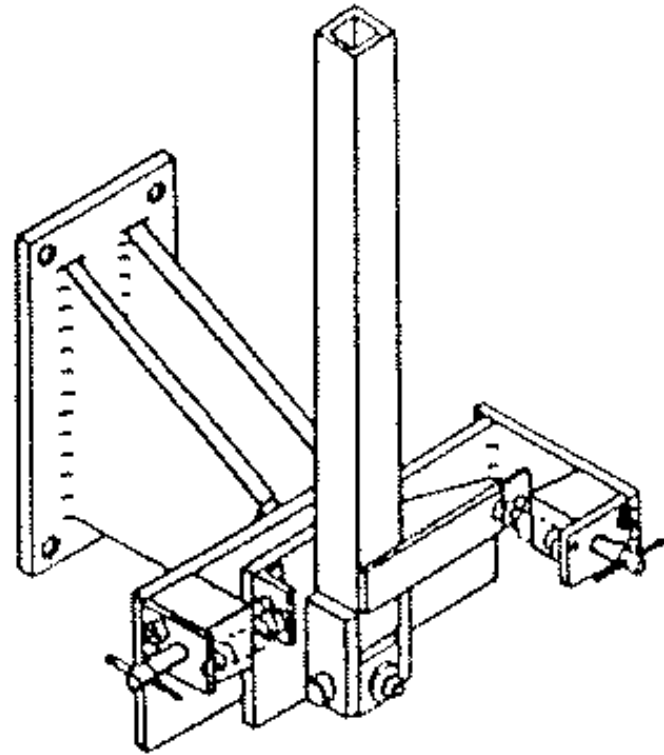
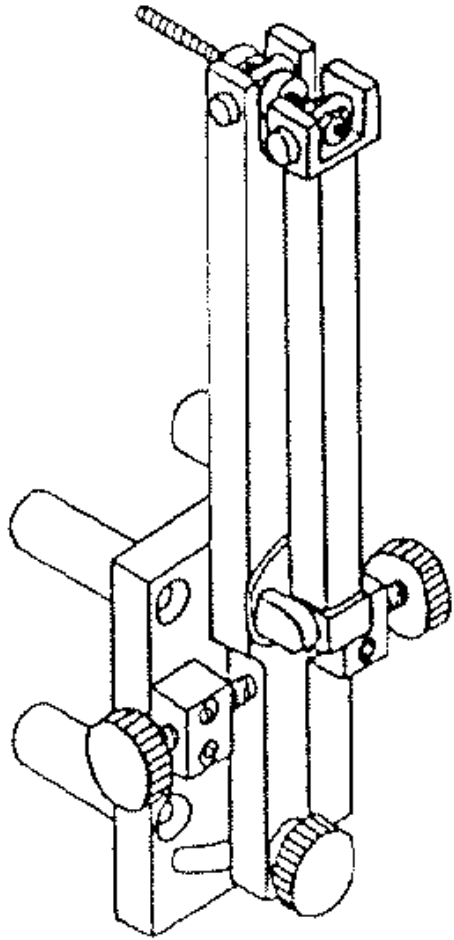
Design-Experiment: Lösungen



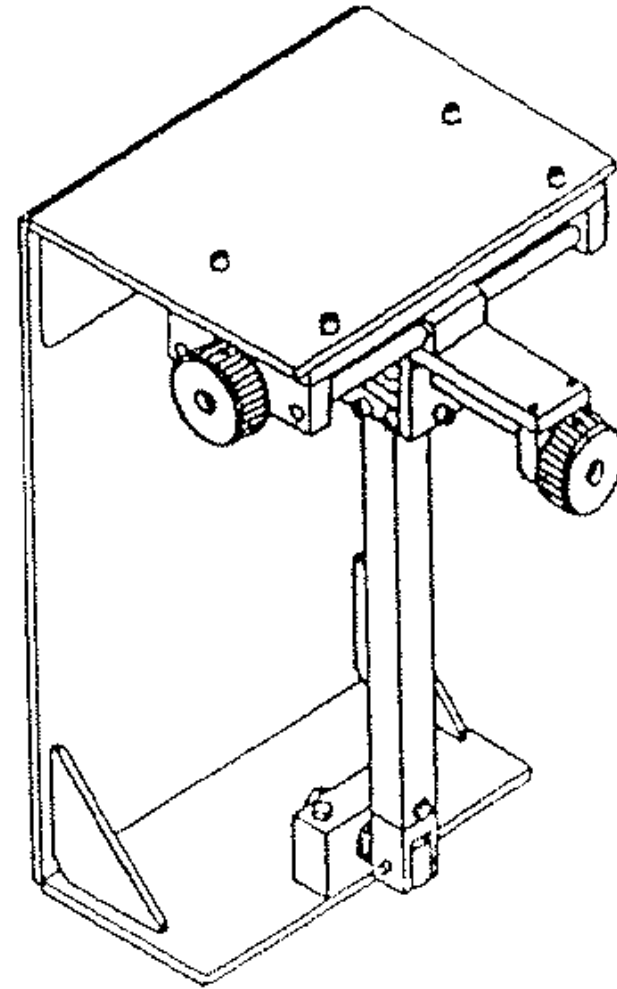
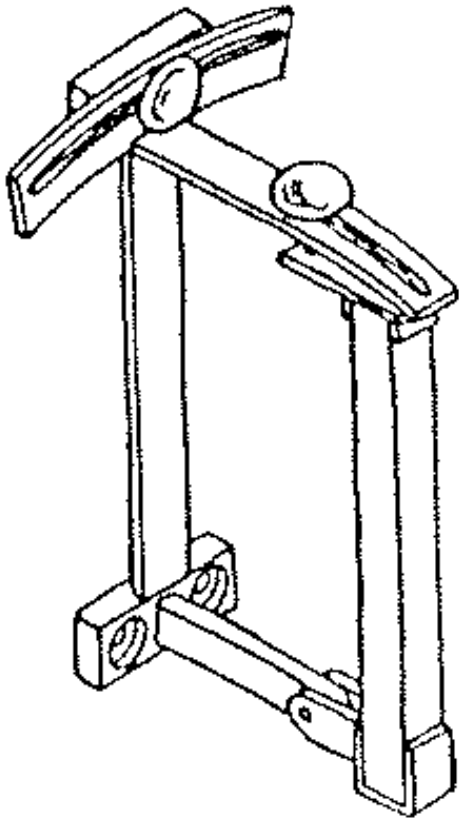
Design-Experiment: Lösungen

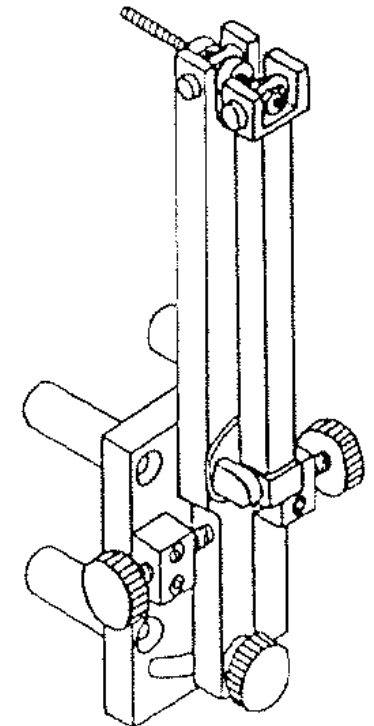
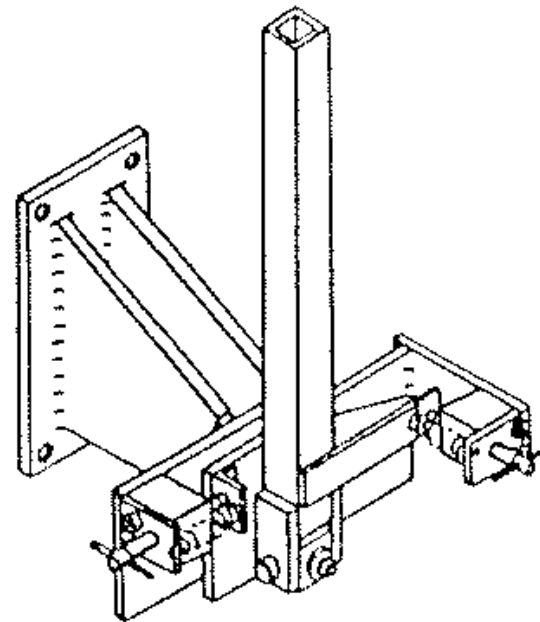
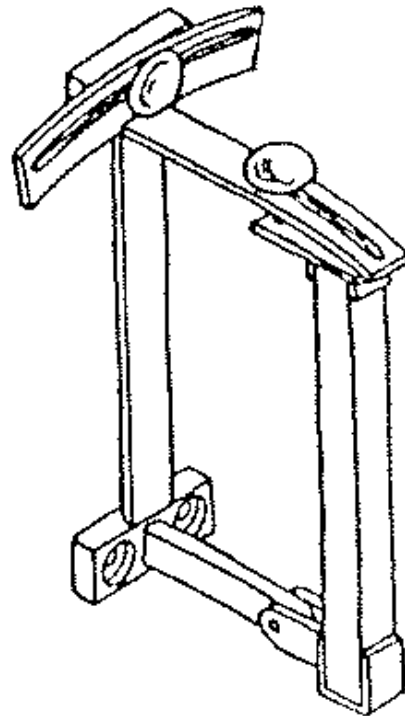
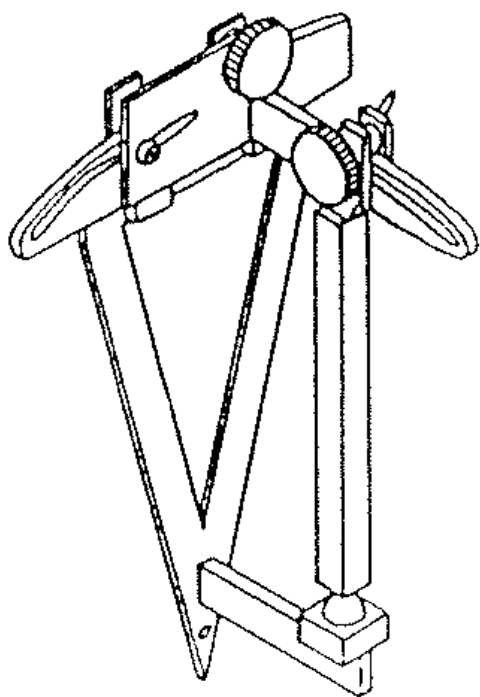
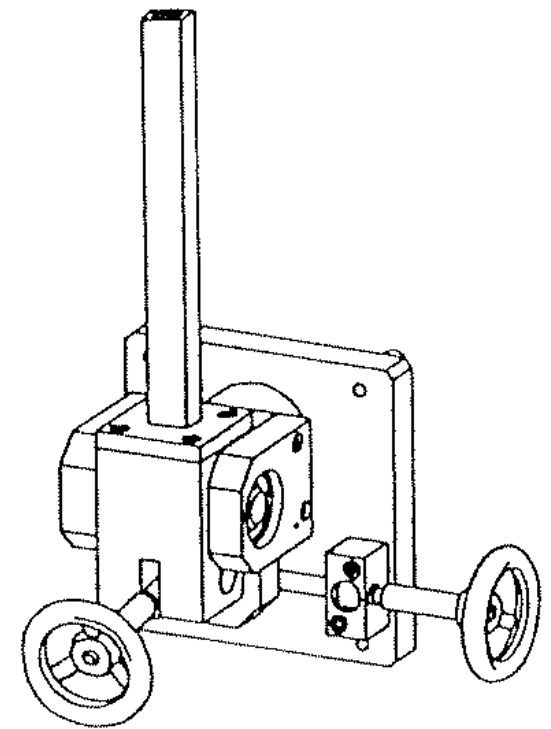
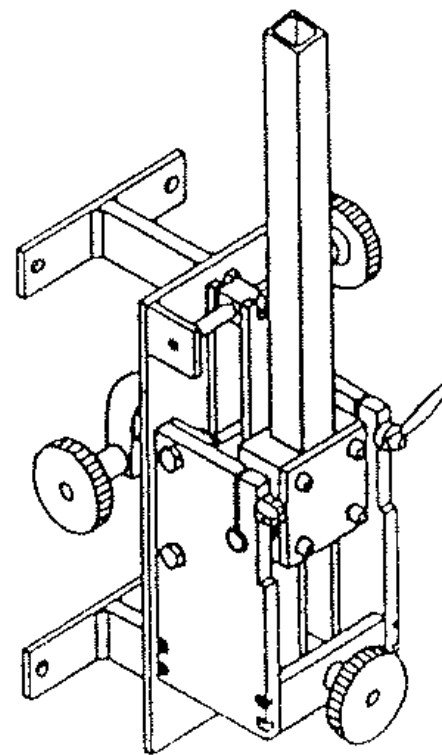
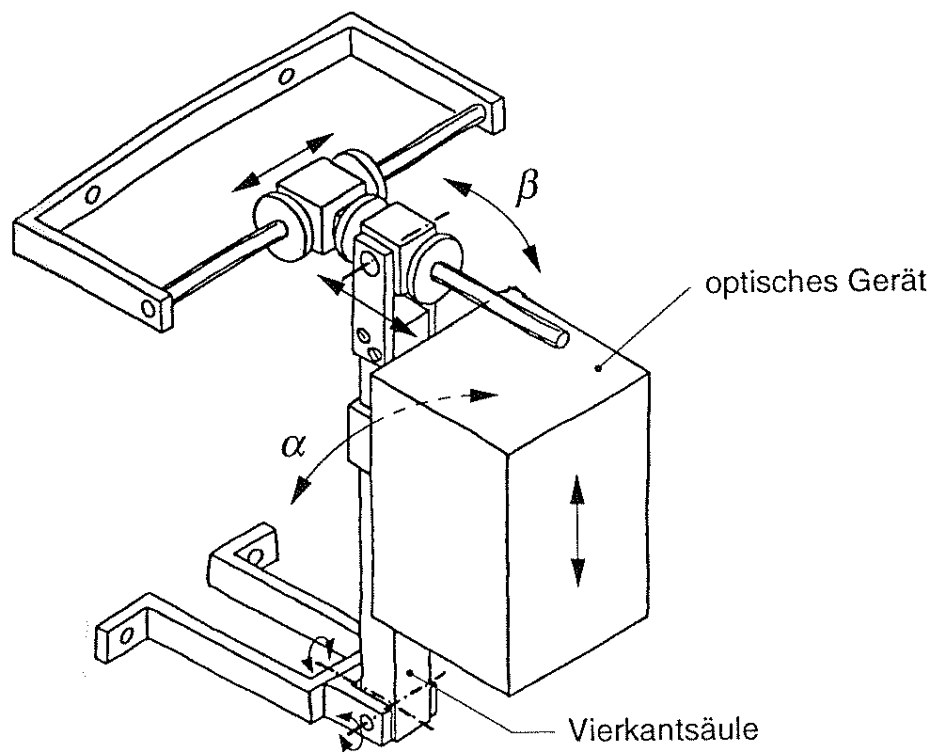


Design-Experiment: Lösungen

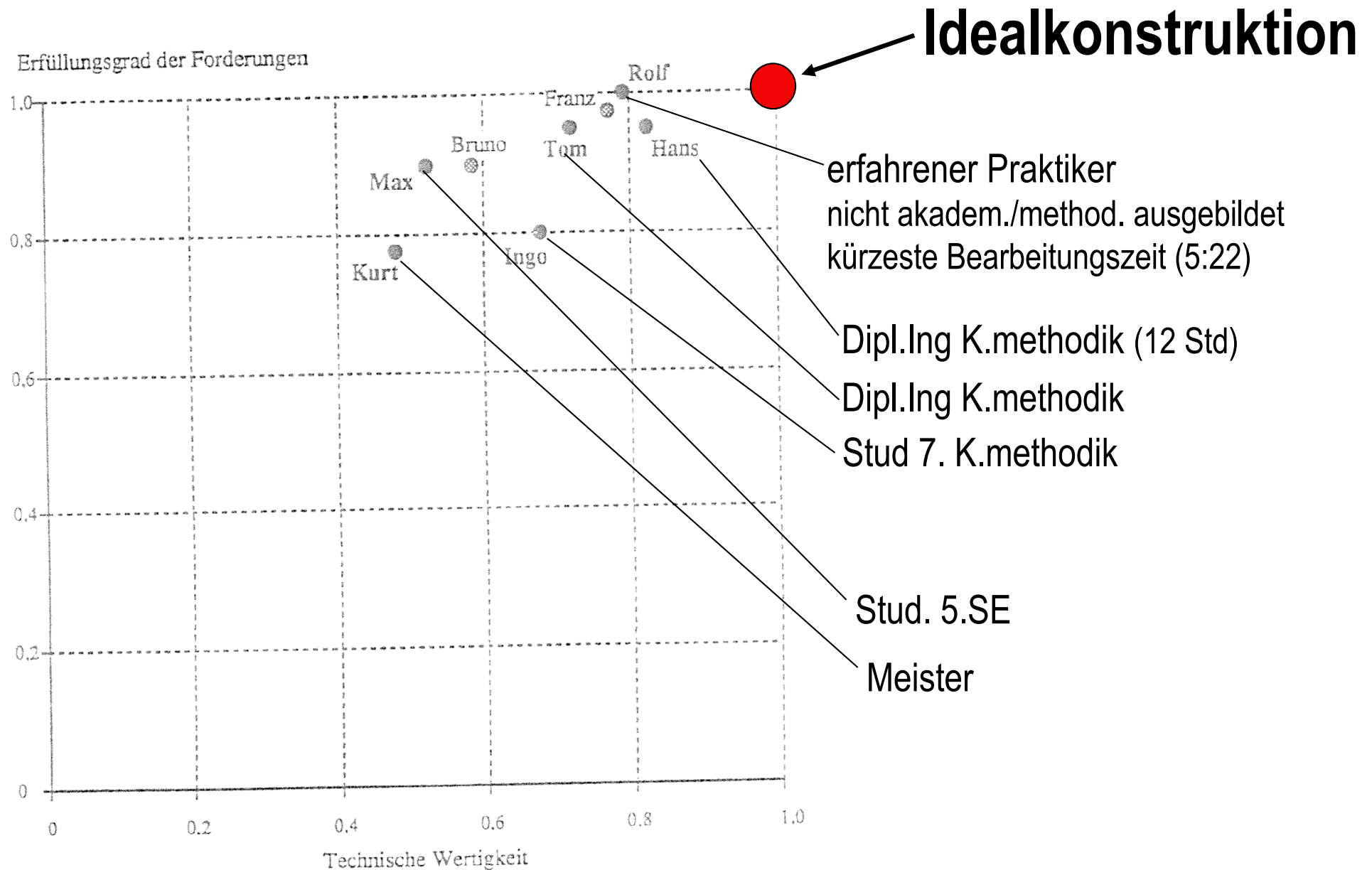


Design-Experiment: Lösungen

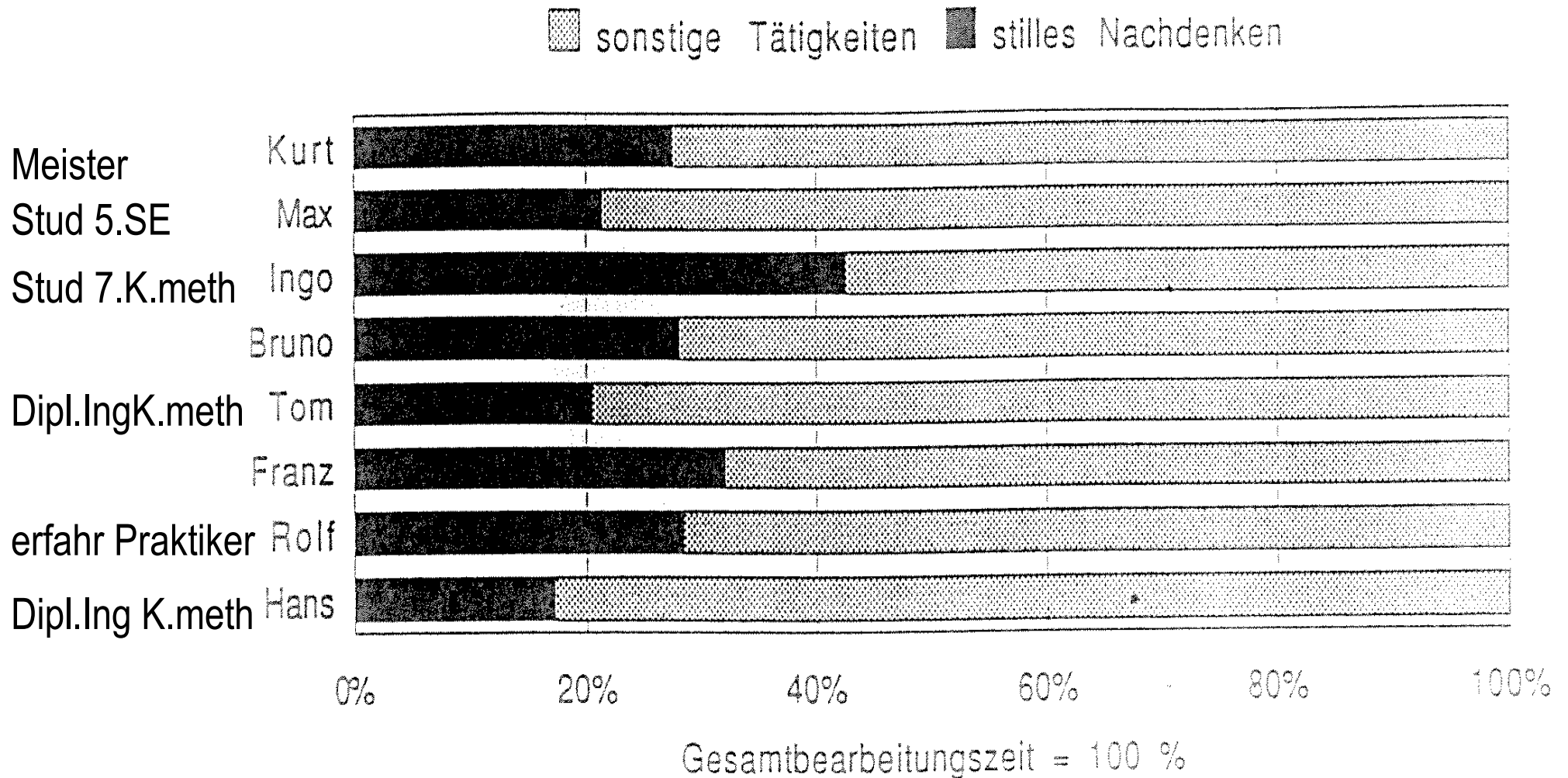




Bewertung der Entwürfe



nicht verbalisieren (\leftrightarrow 'lautes Denken')



Ergebnisse

(individuelle) Unterschiede der beobachteten Designprozesse

- Gesamtbearbeitungszeit 5 ½ – 12 Std.
- Geschätzte / tatsächl. Gesamtbearbeitungszeit
- Tätigkeitsverteilung
- Dauer der Zielanalyse (17 – 99 min; 5 – 12%)
- Anzahl der Fragen über Anforderungen (3 - 58)
- Beurteilung von Lösungen (6 – 91 min)
- Lösungssuche (Dauer: 38 – 110 min; 5 – 21%); vorw. 'im Gedächtnis'
- Lösungen darstellen (140 – 279 min)
- Lösungen verschieden
- Lösungsgüte unterschiedlich
- nicht verbalisieren (\leftrightarrow 'lautes Denken') (18 – 42% d. Ges.zeit)

Ergebnisse

Designprozesse - Lösungsgüte

- Lösungsneutrale Zielanalyse (nur bei K.methodikern) $\xrightarrow{-}$ Lösungsgüte
- Dauer der Lösungssuche $\xrightarrow{0}$ Lösungsgüte
- Dauer der **Lösungsbeurteilung** (2- 13%; 6 – 91 min) $\xrightarrow{+}$ Lösungsgüte
- Genauigkeit der Lösungsbeurteilung $\xrightarrow{+}$ Lösungsgüte

Ergebnisse

Gemeinsame Merkmale der beobachteten Designprozesse

- (Um-) Formulierung von Anforderungen nicht nur zu Beginn, sondern immer wieder im Verlauf des Prozesses.

Manche Fragen ergeben sich erst bei der Lösungssuche oder wenn bereits Lösungselemente gefunden wurden

- Lösungen werden meist nur mit wenigen relativ konkreten Suchbegriffen gesucht.
- Prinzipielle Lösungsideen werden meist im Gedächtnis gesucht
- Selbsterstellte Unterlagen spielen eine wichtige Rolle im Konstruktionsprozess
- Darstellen von Lösungen nimmt Großteil der Bearbeitungszeit ein
- generierende vs. korrigierende Variation unterscheiden. Zeitanteile für die korrigierende Variation überwiegen.
- Für die Analyse von Lösungen ist die Erfahrung des Konstrukteurs von Bedeutung

Vergleich: p-designers – m-designers

p-designers: experienced designers, mainly practical education as draughtsman, technician or master craftsman.

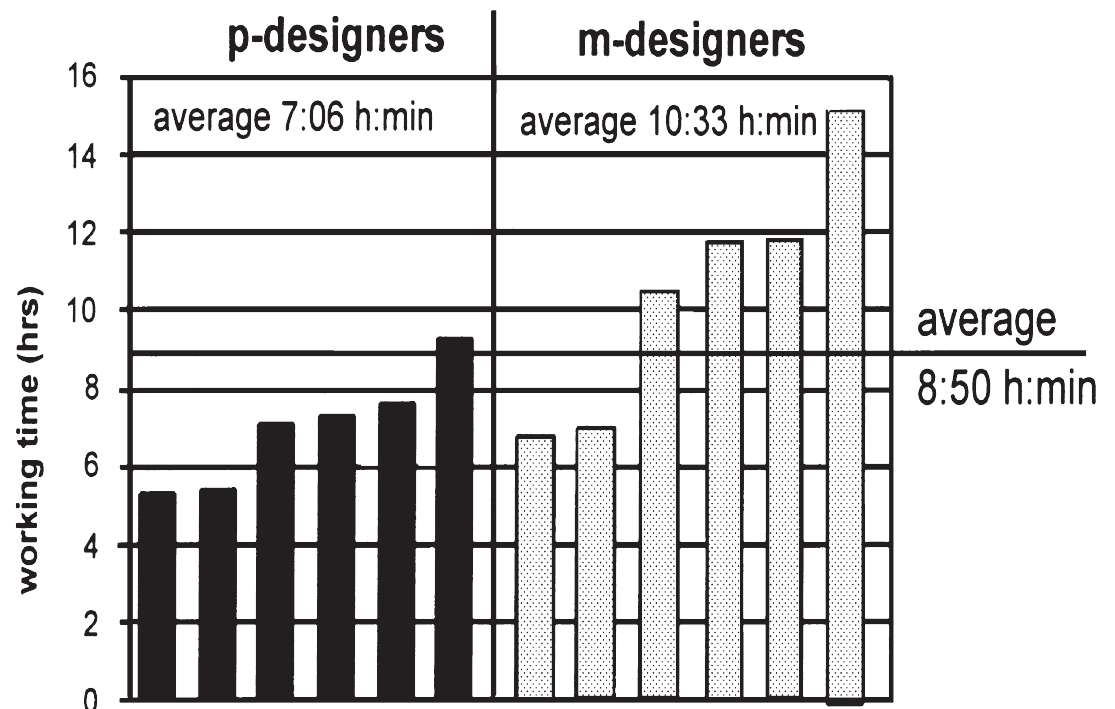
m-designers: education in design methodology at a university; gained design experience from co-operation with industry

p-designers - m-designers

Design process differences

The processes of p-designers differs from those of m-designers in several aspects.

- The time of the design process is shorter - more than 30% below the average of that of m-designers.



Working time of p- designers
and m-designers

p-designers' design process

p-designers

- do not clarify the task in detail at the start of the design process, but during the process, when the first conceptual ideas are elaborated.
- time taken for clarification does not correlate with the quality of the design.
- document conceptual design less intensively and elaborate fewer variants than m-designers.
- prefer corrective variation.

Vorgehensweise, D.p. erfahrener Praktiker

p-designers

- design process shows many changes in design phases;
p-designers in general use a procedure that differs from the recommended methodical design guidelines
- do not make notes (no list of requirements, no notes why they favoured one solution over another).
- utilize only a few sketches of the solutions and a limited number of rough embodiment design drawings.
- work out solutions rapidly on a very concrete level.
- lay stress on documenting the final result rather than the process.

Ergebnisse

Zusammenhang: **Methodisches Vorgehen -> Lösungsgüte**

Gute Lösungen erbringen Designer die

- **flexibel** (methodisch) vorgehen
 - unabhängig von Methodenausbildung

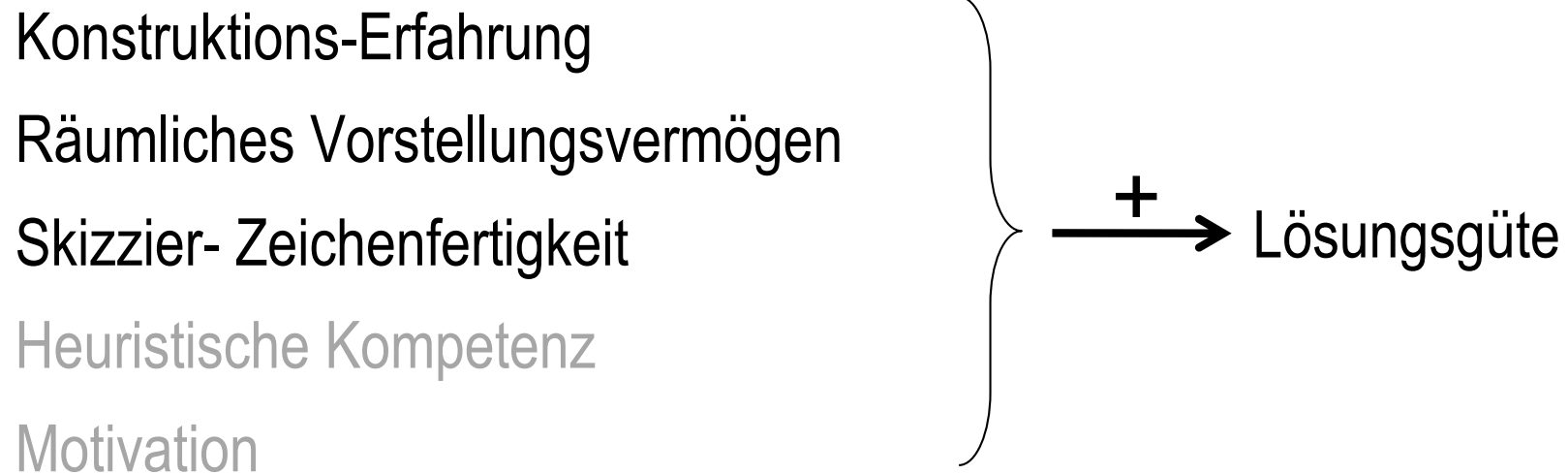
“These designers worked reasonably efficiently and followed a fairly logical procedure“

Schwache Lösungen erbringen Designer die

- »rigide« methodisch oder
- »sehr unsystematisch« vorgehen

Ergebnisse

Personeneigenschaften – Lösungsqualität



Forschungserkenntnisse aus Denkpsychologie und empirische Konstruktionsuntersuchungen

„Wodurch zeichnen sich gute Problemlöser bzw. erfolgreiche Konstrukteure aus?

besitzen ein gut geordnetes Fachwissen.

betreiben sorgfältige Problemanalyse,

finden ein, an das zu lösende Problem angepasstes Maß zwischen Konkretheit und Abstraktion,

haben einen Blick für wesentliche Hauptprobleme bzw. Hauptfunktionen und

beginnen bei diesen mit der Lösungssuche,

betreiben eine, dem Problem angepasste Variantensuche und

verwenden viel Zeit zur genauen Analyse und Beurteilung von Lösungen,

können auch bei auftretenden Schwierigkeiten z.B. durch Umstrukturieren oder

Zusammenfassen von Informationen oder durch Ändern des Arbeitsablaufs handeln;

nutzen inhaltlich begründbare Strategie zur Ablaufsteuerung des Problemlösungsprozesses,

verfügen über besseres Vorstellungsvermögen für Lösungen (beim Konstruieren, vor allem räumliches) und haben

flexibles Entscheidungsverhalten;

verfügen über 'Heuristische Kompetenz', d.h. v.a. Aktivierung zielgerichteter Kreativität, das

Erkennen von Wichtigkeit und Dringlichkeit sowie das Planen, Steuern der eigenen Arbeit;

Fähigkeit zum Erzeugen konkreter Vorstellungsbilder wirkt positiv auf die Kreativität.“

(VDI 2221, S.5)

Descriptive Design Research

Ergebnisse empirischer Untersuchungen

- Wichtiger Einflussfaktor auf Vorgehensweisen ist Erfahrungshintergrund der Designer
- Vorgehen aufgrund von Erfahrung ist kaum verbalisierbar
- Verbalisierungen können von beobachtbarem Verhalten abweichen

Descriptive Design Research

Ergebnisse empirischer Untersuchungen

- **Vorgehensweisen** der Designer weichen von Vorgehensmodellen ab:
- **Zielanalyse** nicht nur am Anfang, sondern während des **gesamten Designprozesses**
- **Zielformulierungen** unvollständig, **ungenau**, vage
- kaum abstrakte Funktionsbegriffe, keine **Funktionsstruktur**
- Viele Aktivitäten von Designern in der Praxis fallen nicht in die Kategorien task clarification, conceptual design, embodied design, detailed design

Empirische, protokollanalyt. Studien von designing, design thinking / cognition (cross-disciplinary)

- Wie formulieren Designer Probleme?
- Wie generieren Designer Lösungen?
- Welche Prozess-Strategien verfolgen Designer?

Wie formulieren Designer Probleme?

- Designer behandeln (gut-definierte Probleme als) schlecht-definierte Problem (Thomas & Carroll, 1979)
- Designer sind lösungsorientiert nicht problemgeleitet (Eastman 1970; architects)
 - (erfahrene) Designer gehen früh zu Lösungsvermutungen über
 - verstehen Probleme von Lösungen(vermutungen) her; v.a. wenn Designer **Erfahrung** mit dem Problemtyp haben
 - perceive design problems in terms of relevant solutions. (Lloyd & Scott)
 - ↳ Lösungsideen vor vollständiger Problemklärung
- problem and solution co-evolve
 - ‘Proposed solutions remind designers of issues to consider.’ (Kolodner & Wills, 1996; engineering)
 - ↳ Ziele werden im D.prozess verändert, z.T. generiert (Akin, 1979; architect)

gut- und schlecht-definierte Probleme

charakterisiert durch:

- gut / schlecht definierter **Anfangszustand**: Problemlöser kennt / kennt nicht alle wesentlichen Merkmale der Ist-Situation (Diagnoseproblem)
- gute / schlechte Verfügbarkeit des Problemlösers über **Operatoren** (z.B. zur Verfügung stehende Mittel), mit denen die Barriere überwunden werden kann.
- gut / schlecht definierter **Zielzustand**, d.h. wie genau kann die gewünschte Situation beschrieben werden damit ein Problemlöser entscheiden kann, ob der Zielzustand erreicht ist oder nicht.



Designproblems

Rittel unterscheidet

zahme Probleme

tame problems

z.B. Schachspiel,
mathemat. Probleme

»well-defined problems«

bösartige Probleme

wicked problems

Designprobleme

»ill-defined problems«

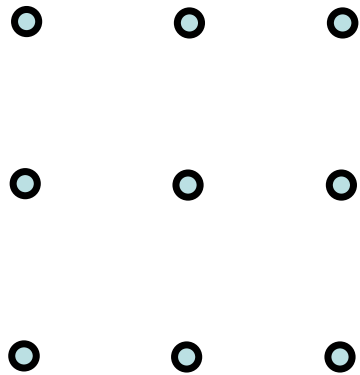
wicked problems

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.

'tame problem' - Beispiel



Ergebnisse protokollanalyt. Studien

Wie formulieren Designer Probleme?

am Beginn (eines D.p.)

problematische Situation

→ “problem of finding the problem“ (~ diagnosis)

Designers are not limited to 'given' problems, but find and formulate problems within the broad context of the design brief.

→ problem framing, problem setting (Schön, 1983)

Ergebnisse protokollanalyt. Studien

Wie generieren Designer Lösungen?

The **solution-focused** nature of designer behaviour is an appropriate response to ill-defined (wicked) problems.

Designers adopt the more realistic strategy of finding a **satisfactory** solution, rather than expecting to be able to generate an optimum solution to a well-defined problem.

potential drawbacks:

↳ **Fixation**

↳ **Attachment to Concepts**

Wie generieren Designer Lösungen?

Attachment to Concepts

Erste Lösungsideen dominieren im Designprozess

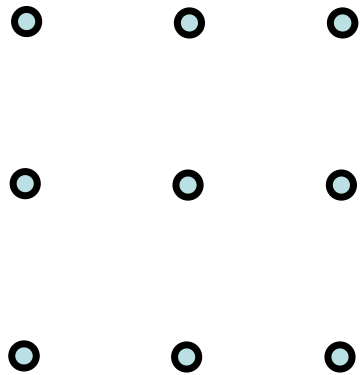
Designer 'kleben' an Lösungsidee (Folge der satisfying strategy)

“Even when severe problems are encountered, a considerable effort is made to **make the initial idea work**, rather than to stand back and adopt a fresh point of departure.” (Rowe, 1987; architect)

“experienced software designers adopted a kernel solution early in the session and do not elaborate any alternative solutions in depth”. (Guindon, 1990)

Designers are reluctant to abandon early concepts, and to generate ranges of alternatives (\leftrightarrow Methodík)

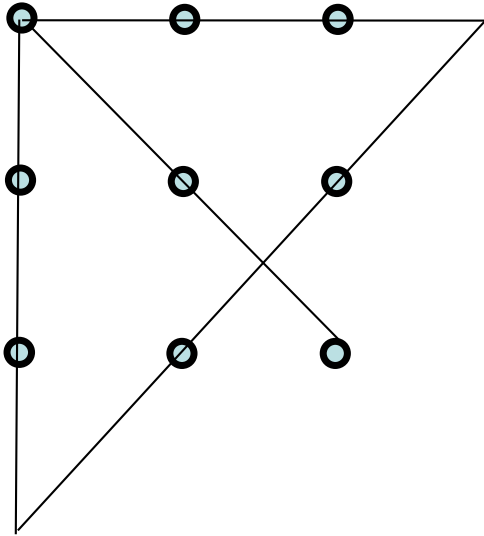
'tame problem' - Beispiel



Ergebnisse protokollanalyt. Studien

Creativity

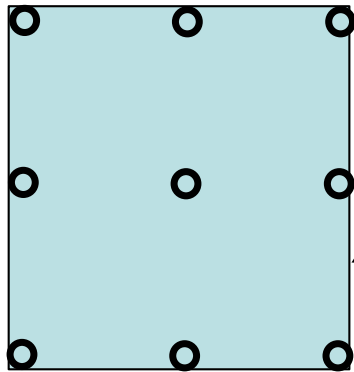
Fixation



Ergebnisse protokollanalyt. Studien

Creativity

Kreativität ist oft mit plötzlicher Einsicht verbunden – »Aha-Erlebnis«



Referenzrahmen - Fixation

Plötzliche Einsicht – kreativer Sprung
→ aufbrechen des Referenzrahmen
Erkennen der Fixation in Referenzrahmen
glz. neuer Rahmen - neuer Lösungsweg

Ergebnisse protokollanalyt. Studien

Prozess-Strategien

Modal Shifts

especially during creative periods of conceptual design,
designers alternate rapidly in shifts of attention
between different

➤ **aspects of their task,**

➤ **modes of activity**

examining-drawing-thinking (Akin & Lin, 1996; experienced eng. designer)

gathering informat-sketching-reflecting (Cross 1994; industrial design)

Ergebnisse protokollanalyt. Studien

Prozess-Strategien

“Opportunism“

Designer weichen vom strukturierten Vorgehensmodell ab
(selbst wenn sie angeben, danach vorzugehen)

“These deviations are not due to bad design habits but are a natural consequence of the ill-structuredness of problems.”

(Guindon, 1990; experienced software system designers)

‘opportunistic’ \neq ‘unprincipled’ behaviour in design

‘opportunism’ = characteristic of expert design behaviour

(Cross, 2006)