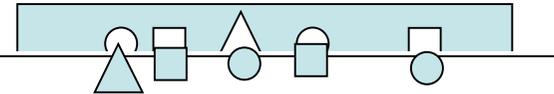


Seminar „Denken“



Einführung in die Forschung zum komplexen Problemlösen

Stand: 24.06.2003

Agenda



1. xx

Was ist Problemlösen?



Definition Problemlösen

„Unter Problemlösen versteht man das Bestreben, einen gegebenen Zustand (Ausgangs- oder Ist-Zustand) in einen anderen, gewünschten Zustand (Ziel- oder Soll-Zustand) zu überführen, wobei es gilt, eine Barriere zu überwinden, die sich zwischen Ausgangs- und Zielzustand befindet.“

(Hussy, 1983, S. 114)

Die Barriere in der obigen Definition ist dadurch definiert, dass sie die unmittelbare Überführung des Ausgangszustands in den Zielzustand verhindert.

Typen von Barrieren

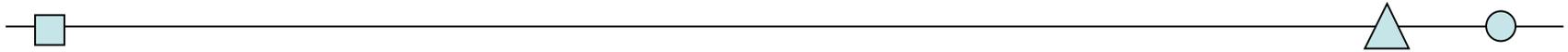
Eine Barriere, die die Überführung des Ausgangszustands in den Zielzustand verhindert, kann von verschiedener Art sein.

- Die Mittel zur Transformation (z.B. eine Rechenregel) können unbekannt sein.
- Es gibt eine zu große Anzahl von Mitteln bzw. zu viele Kombinationsmöglichkeiten
- Der Zielzustand ist unbekannt oder nur ungenau definiert

Verschiedene Barrieren erfordern unterschiedliche Vorgehensweise beim Problemlösen.

Dörner nimmt anhand der verschiedenen Barrieretypen eine Klassifikation von Problemen vor.

Klassifikation von Problemen



1. Interpolations-, Synthese- und dialektische Barrieren

Probleme lassen sich nach Dörner (1979) auch danach unterscheiden, welchen Barrieretyp sie aufweisen:

Interpolationsbarrieren liegen vor, wenn neben dem Ist- und Soll-Zustand auch die Operatoren bzw. Mittel zur Überwindung bekannt sind, nicht jedoch deren spezifische Kombination (z.B. Nummernschloss am Fahrrad).

Bei *Synthesebarrieren* sind Ist- und Soll-Zustand, nicht aber die Operatoren bzw. Mittel bekannt (z.B. Nagel in die Wand schlagen ohne Hammer).

Bei einem dritten Problemtyp sind Ausgangszustand und Mittel bekannt, der Zielzustand ist jedoch unklar. Solche Probleme bezeichnet Dörner als *dialektisch*: die Lösungsvorschläge müssen erst auf interne und externe Widersprüche überprüft und optimiert werden, die Lösung des Problems erfordert eine Art dialektischen Prozess, in dessen Verlauf alternative Vorstellungen über das Ziel entwickelt, revidiert, geprüft und verworfen werden, bis die Lösung zufriedenstellend ist.

Klassifikation von Problemen



1. Interpolations-, Synthese- und dialektische Barrieren - Zusammenfassung

Klarheit der Zielkriterien	hoch	gering
Bekanntheit der Mittel	Interpolationsbarriere	Dialektische Barriere
hoch		
gering	Synthesebarriere	Dialektische und Synthesebarriere

Klassifikation von Problemen



2. Klarheit der Definition von Ausgangs- und Zielzustand:

Ein *geschlossenes Problem (well-defined)* liegt dann vor, wenn Ist- und Soll-Zustand klar definiert sind, die Transformatoren bzw. Operatoren zur Überwindung der Barriere jedoch nicht bekannt sind (z.B. ein mathematischer Beweis).

Bei einem *offenen Problem (ill-defined)* sind weder Ausgangs- noch Zielzustand definiert; auch über die möglichen Operatoren herrscht Unklarheit.

Exkurs Operator

Nach Dörner ist jedes Problem in einen Realitätsbereich eingebettet, der aus Sachverhalten (z.B. Zuständen) und Operatoren (z.B. Werkzeugen) besteht.

Ein *Operator* ist die allgemeine Form einer Handlung, stellt somit ein Handlungsprogramm dar; eine *Operation* bezeichnet dagegen die konkrete Anwendung eines Operators.

Klassifikation von Problemen



3. Prozesse, die zur Lösung notwendig sind (Greeno & Simon, 1988)

- Transformationsprobleme (\approx Interpolationsprobleme)
- Anordnungs- und Designprobleme (\approx synthetische Probleme)
- Induktionsprobleme: erfordern das Finden einer Struktur (z.B. beim Fortsetzen einer Zahlenreihe im Intelligenztest)
- Deduktionsprobleme: machen logische Schlussfolgerungen aus vorgegebenen Prämissen notwendig

4. Bedeutung von Wissen

5. Inhalt / Bereich, aus dem Probleme stammen

Etc.

Merkmale von Problemen



Merkmale

- Anzahl der Elemente (einfache vs. komplexe Probleme) - **Komplexität**
- Anzahl und Dichte der Verknüpfung zwischen den Elementen (gering vs. hoch vernetzte Probleme) - **Vernetztheit**
- Anzahl der Ziele (Probleme mit einem und Probleme mit mehreren evtl. konfligierenden Zielen) - **Polytelie**
- Bekanntheit der Verknüpfungen und der Wirkungsbeziehungen (transparente vs. intransparente Probleme) - **Intransparenz**
- Ausmaß der Eingriffsabhängigkeit des Systems (statische vs. dynamische Probleme) - **Dynamik**
- Anzahl der beteiligten Personen (individuelles vs. kollektives Problemlösen)
- Verfügbare Zeit (Probleme ohne vs. mit Zeitdruck)

Probleme der Klassifikationsversuche



Kritik

- Beliebigkeit
- Klassifikationen sind nicht erschöpfend (es wird nicht das gesamte Spektrum möglicher Probleme abgedeckt)
- Überschneidungen zwischen Kategorien
- Kriterien zur Unterscheidung von Problemen sind nicht unabhängig voneinander, teilweise bedingen sie einander oder schließen sich gegenseitig aus
- Ungeklärtheit der Frage, ob es möglich ist, Probleme unabhängig vom Problemlöser zu klassifizieren

Heurismen zum Lösen synthetischer Probleme (1)



Umstrukturierungsheurismen ...

- ... werden dann notwendig, wenn der Problemlöser eine fehlerhafte oder unzureichende Sichtweise des Problems besitzt und die Suche nach Lösungen daher in einem eingeschränkten Problemraum stattfindet.
- ... entstehen aufgrund von
 - Verbotsirrtum
 - Vorerfahrungen (*oder* mangelnden bereichsspezifischen Kenntnissen)
 - Fixierung
 - funktionaler / figuraler Gebundenheit
- ... und bestehen nach Duncker in Form von
 - Sättigung
 - Ausfällen des Gemeinsamen
 - Resonanzwirkung eines tauglichen Signalelements
 - einer willkürlichen Änderung der Gestaltsauffassung.

Heuristiken zum Lösen synthetischer Probleme (2)



Entdeckungsheuristiken ...

- ... werden dann notwendig, wenn dem Problemlöser bestimmte Mittel zur Lösung eines Problems unbekannt sind, d.h. die Lösung liegt außerhalb des Problemraums weil aufgrund des Fehlens von Operatoren bestimmte Zustände nicht erzeugt werden können.
- ... haben zum Ziel, durch Entdeckung bzw. Synthese neuer Operatoren den Problemraum zu erweitern. Dazu dienen
 - Analogiebildung
 - Modellbildung
 - Abstraktion
 - Metaphorik
 - Imagination

Informationstheoretischer Ansatz



Grundgedanke

- Mensch als offenes System, das Informationen aus der Umwelt aufnimmt, intern verarbeitet und wieder an die Umwelt abgibt (Eingabe > Verarbeitung > Speicherung > Ausgabe)
- Der Organismus wird durch Rückkopplungsschleifen in einem Gleichgewicht gehalten, dafür stehen Maßnahmen zur Zustandsveränderung zur Verfügung.

Definition Problem / Problemlösen

Ein Problem liegt dann vor, wenn der Ausgangszustand nicht in den Zielzustand transformiert werden kann, ohne dass Operatoren zum Einsatz kommen.

Es interessiert jetzt also nicht mehr nur, *was* geschieht, sondern auch *wie* das geschieht, also welche mentalen Operationen ablaufen.

Informationstheoretischer Ansatz



Vorläufermodelle: Modelle elementarer Informationsverarbeitung

- Kapazitätsmodelle, z.B. Broadbents Filtertheorie
- Gedächtnismodelle, z.B. Theorie des Kurzzeitgedächtnisses (Atkinson & Shiffrin)
- Problemlösen als Informationsverarbeitung, Konzept der epistemischen und heuristischen Struktur

Struktur des menschlichen kognitiven Apparats



Zwei Ebenen-Modell

- Dörner (1976) unterscheidet eine epistemische und eine heuristische Struktur
- Epistemische Struktur = „Datenbasis“, beinhaltet das Wissen eines Individuums
- Heuristische Struktur = Steuerung des kognitiven Geschehens, Ort des bewussten Denkens, beinhaltet das Veränderungswissen einer Person (z.B. Operatoren, Transformatoren).
- Sog. Sekundärprozessdenken setzt dann ein, wenn die Überführung eines gegebenen Sachverhalts in einen gesuchten nicht erfolgen kann, weil z.B. die Operatoren unbekannt sind
- Ziel ist es, nicht nur anzugeben, was die Vorgänge machen, sondern auch wie - dazu werden die Elementarprozesse eines Denk-/Problemlöseablaufs analysiert

Die heuristische Struktur



Heurismen

- Unter einem *Heurismus* versteht Dörner ein Verfahren zur Lösungsfindung, d.h. eine bestimmte Abfolge elementarer geistiger Operationen, durch die ein Problem gelöst werden kann, aber nicht unbedingt gelöst werden muss.
- Elementare Operationen
- Prinzipien der Verknüpfung
- Entstehung

Organisation

- siehe Folie -

Über das Lösen von Interpolationsproblemen



Heurismus v. Algorithmus

- Algorithmus: systematische Überprüfung aller Alternativen (häufig zeitaufwändig, führt aber sicher zur Lösung)
- Heurismus: „Daumenregel“, erfahrungsabhängige Hypothesenbildung (zeitsparend und effizient, Lösung wird allerdings nicht sicher gefunden, Interpolationsbarriere wird in Synthesebarriere umgewandelt)
- Der von Newell und Simon (1972) als zentral herausgestellte Heurismus ist die Mittel-Ziel-Analyse („means-ends-analysis“). Dieser Heurismus funktioniert folgendermaßen: (1) Der Abstand zwischen Ist- und Soll-Zustand wird analysiert, (2) es wird ein Zwischenziel zur Reduktion des Abstandes gebildet, (3) es wird ein Operator gewählt, der dieses Zwischenziel erfüllen kann (anschließend Erfolgskontrolle).
- Beispiel für die Anwendung des Mittel-Ziel-Algorithmus: Turm von Hanoi.

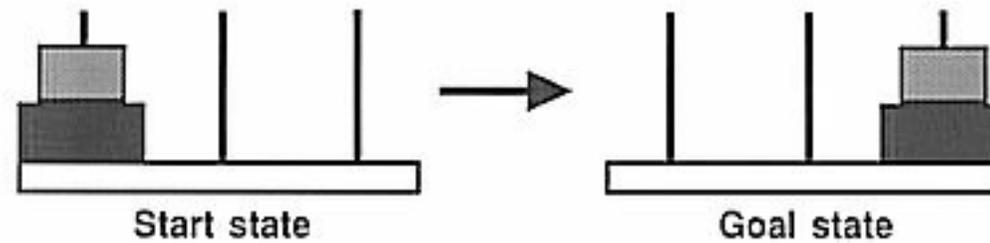
Über das Lösen von Interpolationsproblemen



Schritte im Problemlöseprozess

- Situations- und Zielanalyse
- Operatorauswahl
- Operatoranwendung und Erfolgsanalyse
- Umorientierung bei Misserfolg
 - Zwischenzielbildung
 - Erneute Suche
 - Absichtswechsel
 - Zielwechsel
 - Startpunktwechsel
 - Wechsel des Heurismus

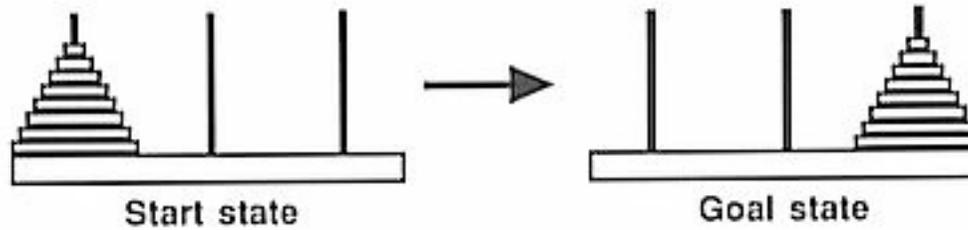
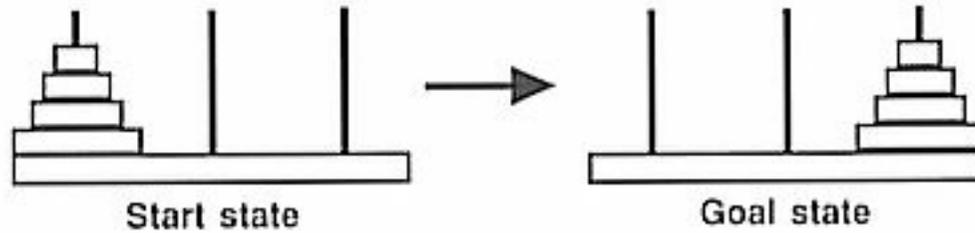
Turm von Hanoi



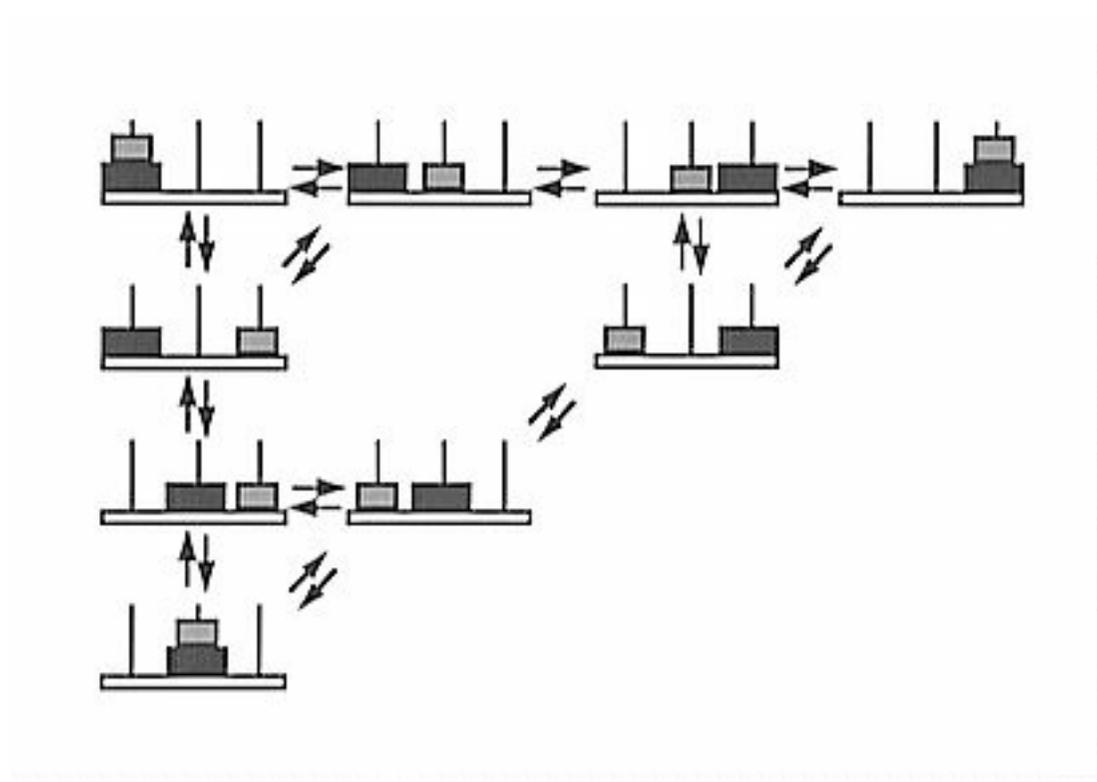
Rules:

1. Move only one disk at a time
2. Move only top disk of a stack
3. Larger disk cannot be put on a smaller disk

Turm von Hanoi

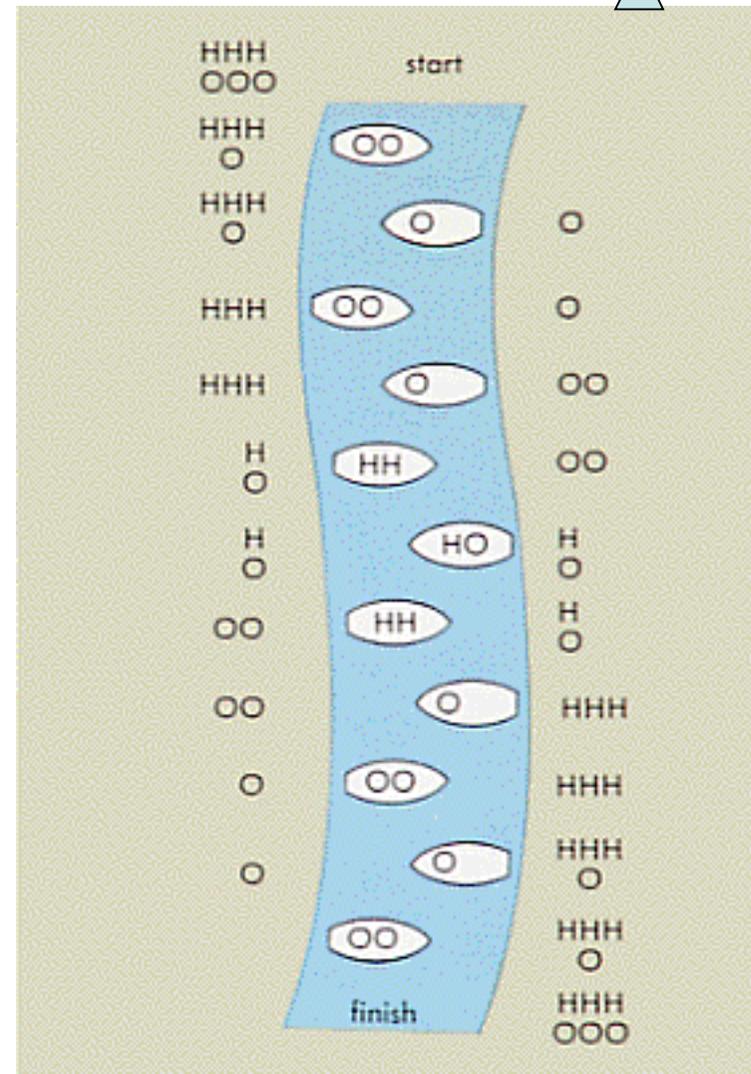


Turm von Hanoi - Lösungsprozess



Das „Missionare und Kannibalen“ - Problem

Drei Missionare und drei Kannibalen (drei Hobbits und drei Orks) müssen in einem Boot einen Fluss überqueren. Das Boot ist klein und fasst nur 2 Leute. Wenn die Kannibalen zu irgendeinem Zeitpunkt - entweder am Ufer oder im Boot - in der Überzahl sind, fressen sie die Missionare auf. Die Aufgabe soll so gelöst werden, dass möglichst wenig Bootsfahrten benötigt werden. Es muss berücksichtigt werden, dass das Boot immer wieder zurückfahren muss, auf dem Rückweg muss sich also auch jemand im Boot befinden.



Klassische Theorie von Newell und Simon (1972)

Problemlösen als Suche im Problemraum

- Ausgehend von einem Ausgangszustand gibt es viele Möglichkeiten (e.g. Operatoren), einen Zielzustand zu erreichen. Entsprechend „wandern“ Personen beim Problemlösen durch verschiedene Wissenszustände, bis sie einen angestrebten mentalen Wissenszustand erreicht haben:

„They move from one knowledge state to the next and ‚search‘ through a space of alternative mental states until they reach a goal knowledge state. Moves from one knowledge state to the next are achieved by the application of ‚mental operators‘.“ (Eysenck & Keane, 1999, p. 362)

Klassische Theorie von Newell und Simon (1972)



Zusammenfassung

Für jedes gegebene Problem existieren eine große Anzahl alternativer Wege vom Ausgangs- zum Zielzustand; die Gesamtanzahl dieser Zustände, die von Operatoren generiert werden, heißt Problemraum („basic problem space“).

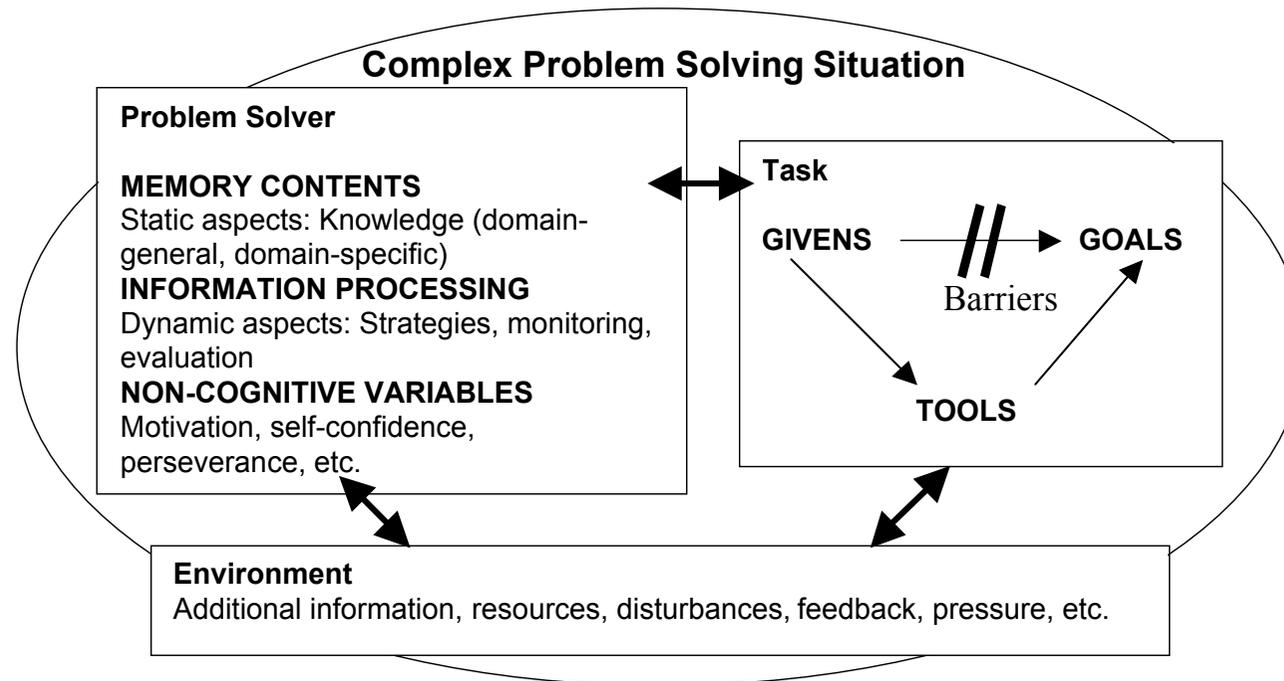
Das Problemlöseverhalten von Menschen kann als Produktion von Wissenszuständen durch die Anwendung von Operatoren gesehen werden. Dabei bewegt sich der Problemlöser von einem Ausgangswissenszustand zu einem Zielwissenszustand.

Mentale Operatoren identifizieren „legale“ Problemlöseschritte und solche, die unter bestimmten Bedingungen nicht möglich sind.

Menschen nutzen ihr Wissen und verschiedene heuristische Methoden (z.B. „means-ends-analysis“) auf dem Weg durch den Problemraum.

Alle mentalen Prozesse finden innerhalb der Einschränkungen des kognitiven Systems statt; berücksichtigt werden muss z.B. die eingeschränkte kognitive Kapazität des Arbeitsgedächtnisses.

Modell für (komplexes) Problemlösen (Frensch & Funke, 1995)

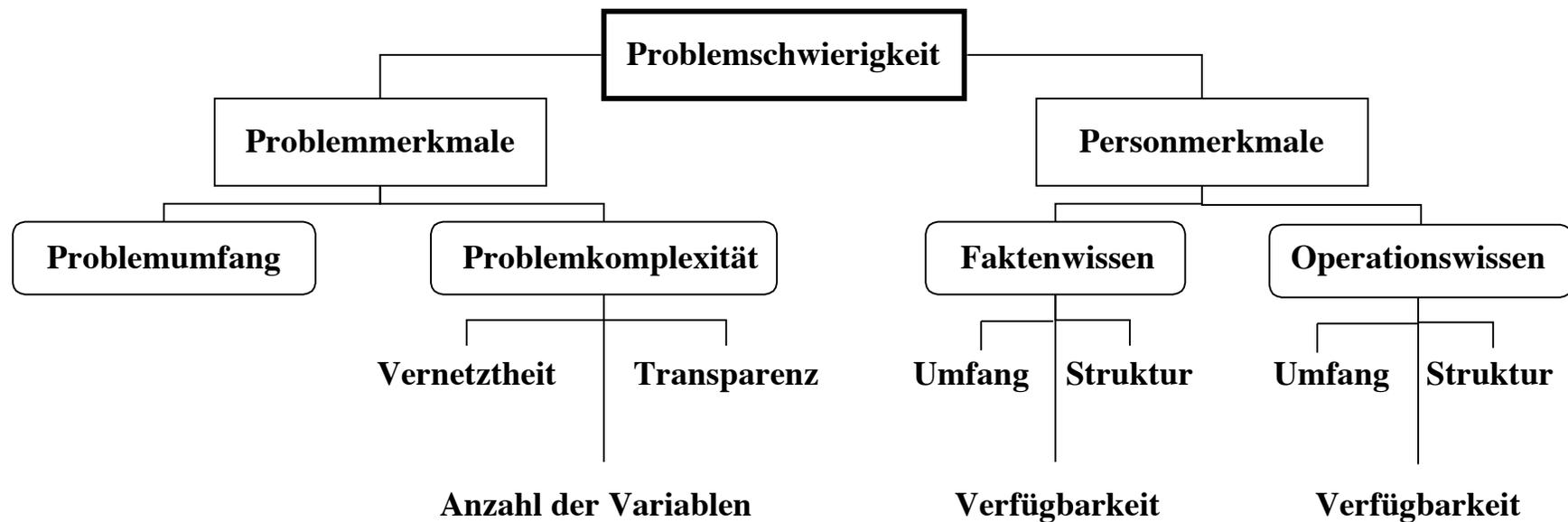


Komplexes Problemlösen als Interaktion zwischen Problemlöser, Aufgabe und Kontext (Frensch & Funke, 1995, Ch. 1)

Determinanten der Problemschwierigkeit (Hussy, 1983)

- Intra- und interindividuelle Unterschiede beim Problemlösen sind auf die Problemschwierigkeit zurückzuführen.

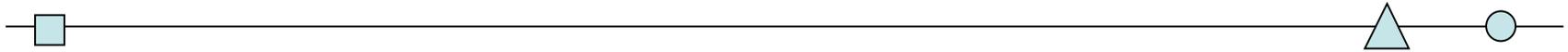
Was macht ein Problem schwer?



Befunde zur Problemschwierigkeit (Hussy, 1983)

- Umfang
- Komplexität
- Wissensumfang und -organisation
- Verfügbarkeit von Wissen

Bewertung des informationstheoretischen Ansatzes

- 
- Ansatz wird der Komplexität des Gegenstandes gerecht und berücksichtigt auch schwierigere Problemlöseprozesse
 - Ungeklärt ist bisher die Organisationsform der verschiedenen Gedächtnisstrukturen (es gibt keinen Homunculus!), es handelt sich um rein hypothetische Konstrukte
 - Ansatz integriert verschiedene Gegenstandsbereiche der Allgemeinen Psychologie (Idee einer Theoretischen Psychologie)