

Was ist komplexes Problemlösen?



Entstehungsgeschichte

- Die Forschungsrichtung „Komplexes Problemlösen“ entstand etwa Mitte der 1970er Jahre aus der Kritik an der klassischen Problemlöseforschung. Kritisiert wurden v.a.
 - die Simplizität der Problemstellungen und
 - die mangelnde Realitätsnähe der zu bearbeitenden Situationen.

Ziele der Forschung zum komplexen Problemlösen

- Allgemeines Ziel der KPL-Forschung ist die Erfassung der Interaktion von kognitiven, emotionalen und motivationalen Prozessen.
- Gefordert wurde neben der Erfassung von Genauigkeit und Geschwindigkeit beim Problemlösen die Erfassung eines operativen / strategischen Moments. Dabei standen im Mittelpunkt
 - die Umsicht (Antizipation von Neben- und Fernwirkungen),
 - die Steuerungsfähigkeit der kognitiven Operationen,
 - die Verfügbarkeit von Heuristiken und
 - die „Weisheit“ des Problemlösers (Dörner, 1986).

Was ist komplexes Problemlösen?



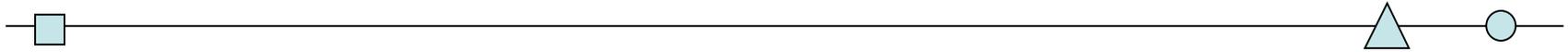
Konstrukt der operativen Intelligenz

- Operative Intelligenz zeichnet sich durch vier wesentliche Faktoren auf Seiten des Akteurs aus:
 - Informationsgewinnung und -integration
 - Zielausarbeitung und Balancierung
 - Maßnahmenplanung und -entscheidung
 - Selbstmanagement

Eigenschaften komplexer, dynamischer Probleme

- System soll in einen besseren Zustand gebracht werden
- System verhält sich dynamisch
- Kritische Variablen sind meistens nur indirekt beeinflussbar
- Entscheidungen haben Neben- und Fernwirkungen.

Computersimulierte Szenarien als neues Reizmaterial



Technischer Wandel - Möglichkeiten durch Rechner in den 1970er Jahren

- Der Einsatz von Computern wurde (auf Initiative Dietrich Dörners, Bamberg) zur Erzeugung sogenannter Szenarien oder Mikrowelten ausgeweitet. In einem Szenario werden Pbn meist mit einer schwierigen Problemstellung konfrontiert und sollen handelnd eingreifen.

Ableitbare Parameter in komplexen Szenarien

- Systemveränderungen
- Ablauf kognitiver Prozesse
- Veränderungen über die Zeit

Was ist komplexes Problemlösen?



Definition „komplexes Problemlösen“

- Dörner (1983) spricht von folgenden Aspekten komplexen Problemlösens:
 - Ein Akteur soll einen Realitätsausschnitt hinsichtlich mehrerer Kriterien optimieren (Polytelie),
 - dabei kann offen sein, welche Kriterien das sind (Intransparenz) und
 - der Realitätsausschnitt ist komplex, die Zahl der zu verarbeitenden Merkmale ist so groß, dass eine Informationsreduktion nötig ist.
- Frensch und Funke (1995, p. 8)

„Complex problem solving occurs to overcome barriers between a given state and a desired goal state by means of behavioral and/or cognitive, multi-step activities. The given state, goal state, and barriers between given state and goal state are complex, change dynamically during problem solving, and are intransparent. The exact properties of the given state, goal state, and barriers are unknown to the solver at the outset.“

Was ist komplexes Problemlösen?



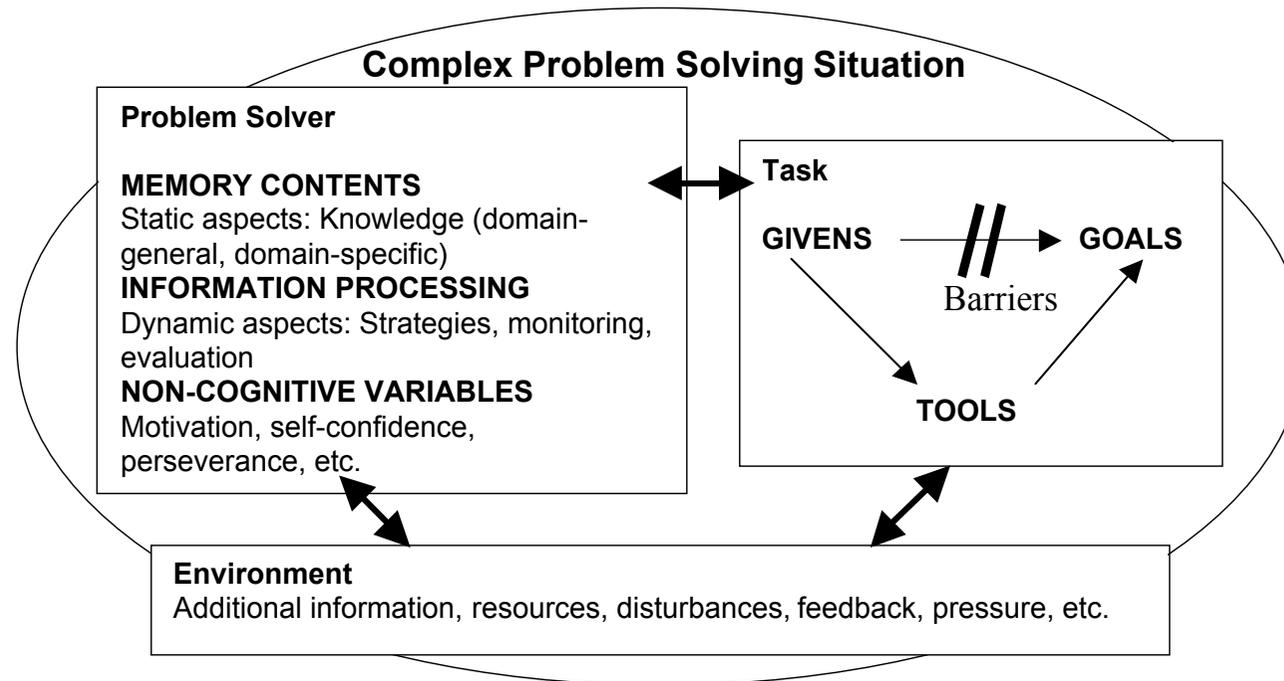
Definition „komplexes Problemlösen“

- Frensch und Funke (1995, p. 8)

„Complex problem solving occurs to overcome barriers between a given state and a desired goal state by means of behavioral and/or cognitive, multi-step activities. The given state, goal state, and barriers between given state and goal state are complex, change dynamically during problem solving, and are intransparent. The exact properties of the given state, goal state, and barriers are unknown to the solver at the outset.“

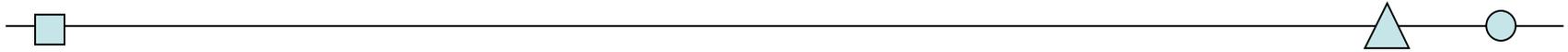
„Complex problem solving implies the efficient interaction between a solver and the situational requirements of the task, and involves a solver’s cognitive, emotional, personal, and social abilities and knowledge.“

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



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

Bestandteile des Modells zum komplexen Problemlösen



Person (problem solver)

- Kognitive Aspekte
 - Gedächtnisinhalte (z.B. bereichsspezifisch vs. bereichsübergreifend)
 - Verarbeitungsmerkmale: Strategien
 - Bewertung
- Nicht-kognitive Aspekte
 - Motivation
 - Selbstsicherheit
 - Ausdauer

Situation (environment)

- Verfügbare Ressourcen
- Störungen (z.B. Zeitdruck)

System (task)

- Barrieren zwischen Ist- und Soll-Zustand
- Mittel zur Überwindung von Barrieren

Merkmale von komplexen Problemen (1)



Systemmerkmale: Formale Aspekte

- 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**

Merkmale von komplexen Problemen (2)



Systemmerkmale: Inhaltliche Aspekte

- Semantische Einbettung (Rahmengeschichte)
- Variablenetiketten

Situationsmerkmale

- Systemrepräsentation (Art [grafisch, numerisch, sprachlich], Umfang [Simulationstakt vs. Zeitreihe])
- Transparenz (Bekanntheit der Bewertungskriterien/Zielvorgabe)
- Weitere äußere Merkmale:
 - Anzahl der beteiligten Personen (individuelles vs. kollektives Problemlösen, also Individual- vs. Gruppendurchführung),
Versuchsleiter-Anwesenheit
 - Verfügbare Zeit (Probleme ohne vs. mit Zeitdruck)

Systemmerkmal *Komplexität*



Komplexität

- Die Komplexität einer Situation wird durch die Anzahl der Einzelmerkmale des Systems und der Anzahl der Eingriffsmöglichkeiten sowie deren wechselseitigen Einfluss bestimmt. Erst die *Verknüpfung* der Merkmale macht die Komplexität aus, da eine gleichzeitige Betrachtung verschiedener Merkmale nötig ist.
- Eine hohe Komplexität stellt hohe Anforderungen an die Fähigkeit des Akteurs, Informationen zu sammeln, zu integrieren und Handlungen zu planen.
- Bei Überschreitung der Verarbeitungskapazität des Akteurs besteht die Notwendigkeit der Informationsreduzierung.
- Komplexität lässt sich schwer messen, da neben der Anzahl der Verknüpfungen auch ihre Art berücksichtigt werden muss. Komplexität ist eine *subjektive Größe*. Komplex ist ein System also immer in Hinblick auf einen bestimmten Akteur.

Systemmerkmal *Vernetztheit*



Vernetztheit

- Vernetztheit bedeutet, dass die Beeinflussung einer Variable nicht isoliert bleibt, sondern *Neben- und Fernwirkungen* hat. Ein Eingriff, der einen bestimmten Teil des Systems betreffen soll, wirkt sich auch auf andere Teile des Systems aus, es gibt also *Wirkungsrelationen* zwischen Variablen.
- Ein vernetztes System stellt an den Problemlöser die Anforderung, Abhängigkeiten zwischen Variablen und die Neben- und Fernwirkungen seiner Eingriffe zu berücksichtigen und ein mentales Modell der Problemlösesituation zur Informationsstrukturierung zu bilden.

Systemmerkmal *Dynamik*



Dynamik

- Ein System, das Dynamik bzw. *Eigendynamik* aufweist, entwickelt sich unabhängig von den Eingriffen des Akteurs weiter. Anders als beim Schachspiel ist der Realitätsausschnitt *aktiv*.
- Durch Eigendynamik wird Zeitdruck erzeugt. Zusätzlich ist die Erfassung der *Entwicklungstendenzen* des Systems notwendig.
- Für den Problemlöser besteht also die Notwendigkeit, Entscheidungen schnell zu treffen (was zu oberflächlicher Informationsverarbeitung führen kann).

Systemmerkmal *Intransparenz*



Intransparenz

- Intransparenz bedeutet, dass viele Merkmale der Situation dem Akteur *nicht zugänglich* sind (Unzulänglichkeiten von Informationen, Variablenverknüpfungen oder Konsequenzen).
- Selbst wenn der Akteur vollständige Kenntnisse über die Struktur des Systems hat, wird er nie genau wissen, welche Situation gerade wirklich vorhanden ist.
- Die Intransparenz ist eine wesentliche Quelle der *Unbestimmtheit* der Planungs- und Entscheidungssituation und erfordert eine aktive Informationsbeschaffung auf Seiten des Akteurs.

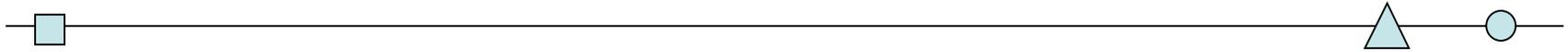
Systemmerkmal *Polytelie*



Polytelie

- Polytelie (*Vielzieligkeit*) bedeutet, dass es gleichzeitig oder aufeinanderfolgend gegebene multiple, eventuell gegensätzliche Teilziele gibt (= kontradiktorisches Verhältnis der Teilziele), die bei der Bearbeitung der Problemlösesituation gleichzeitig berücksichtigt werden müssen.
- Der Problemlöser muss Informationen auf mehreren Ebenen bewerten und eine differenzierte Zielstruktur aufbauen.

Wozu sind komplexe Problemlösesimulationen nützlich?

- 
- Erforschung des Verhaltens in einer komplexen unbekanntem Situation: Postulat, dass Szenarien „strategische Kompetenzen“, „die Fähigkeit zum vernetzten Denken“, „operative Intelligenz“ und ähnliches erfassen.
 - Selektion geeigneter Personen für bestimmte Funktionen (Einsatz von Szenarien in der Eignungsdiagnostik)
 - Das Trainieren solcher Situationen (Einsatz von Szenarien im Personaltraining)
 - Wichtige Aufgabe für die Grundlagenforschung: Festlegen von Kriterien für die Akzeptanz von Szenarien in Anwendungskontexten, Hinweis auf kritische Aspekte bei der Verwendung von Szenarien

Anforderungen an komplexes Problemlösen



Bildung eines Realitätsmodells

- Die Gesamtmenge der Annahmen über das System beim Akteur werden als Realitätsmodell bezeichnet. Ein Realitätsmodell kann explizit (in bewusster, jederzeit abfragbarer Weise) oder implizit (wenn der Akteur nicht weiß, dass er das Wissen hat) vorhanden sein.
- Wissen kann dabei als theoretisches Wissen oder als Handlungswissen verfügbar sein.

Anforderungen an den Problemlöser



- Umgang mit *Zielen*
 - Zielsetzung, Zielelaboration
 - Zielverfolgung

- Fähigkeit zur *Situationsanalyse*
 - Erfassen von Zusammenhängen
 - Identifikation der Systemstruktur
 - Informationssammlung
 - Informationsintegration und Modellbildung
 - Hypothesenbildung

- Richtige *Handlungswahl*
 - Absichtsauswahl und Schwerpunktbildung
 - Planen und Entscheiden
 - Maßnahmen treffen
 - Prognose und Extrapolation
 - Handlungskontrolle und Strategiemodifikation

Beispiel für ein komplexes Problem: Lohhausen



Was ist Lohhausen?

- „Lohhausen“ (Dörner et al., 1983) ist das prominenteste Beispiel für die Umsetzung eines komplexen Problems in ein computersimuliertes Szenario.
- „Lohhausen“ ist der Name einer simulierten Kleinstadt, in der die Probanden über 10 fiktive Jahre hinweg (aufgeteilt in zwei achtstündige Sitzungen oder acht wöchentlich aufeinander folgende Sitzungen) für das Wohlergehen der Stadt in der näheren und fernerer Zukunft sorgen.
- Gemessen werden (zur Operationalisierung der Problemlöseleistung der Probanden) z.B. Kapital, Zufriedenheit der Bürger, Produktion, Anzahl Arbeitslose, etc. Es ist keine direkte Interaktion des Akteurs mit dem Szenario möglich!
- Dem Szenario „Lohhausen“ liegen gut 2000 Systemvariablen zugrunde, damit stellt das Szenario ein Extrembeispiel dieses Forschungsbereichs dar.

Lohhausen

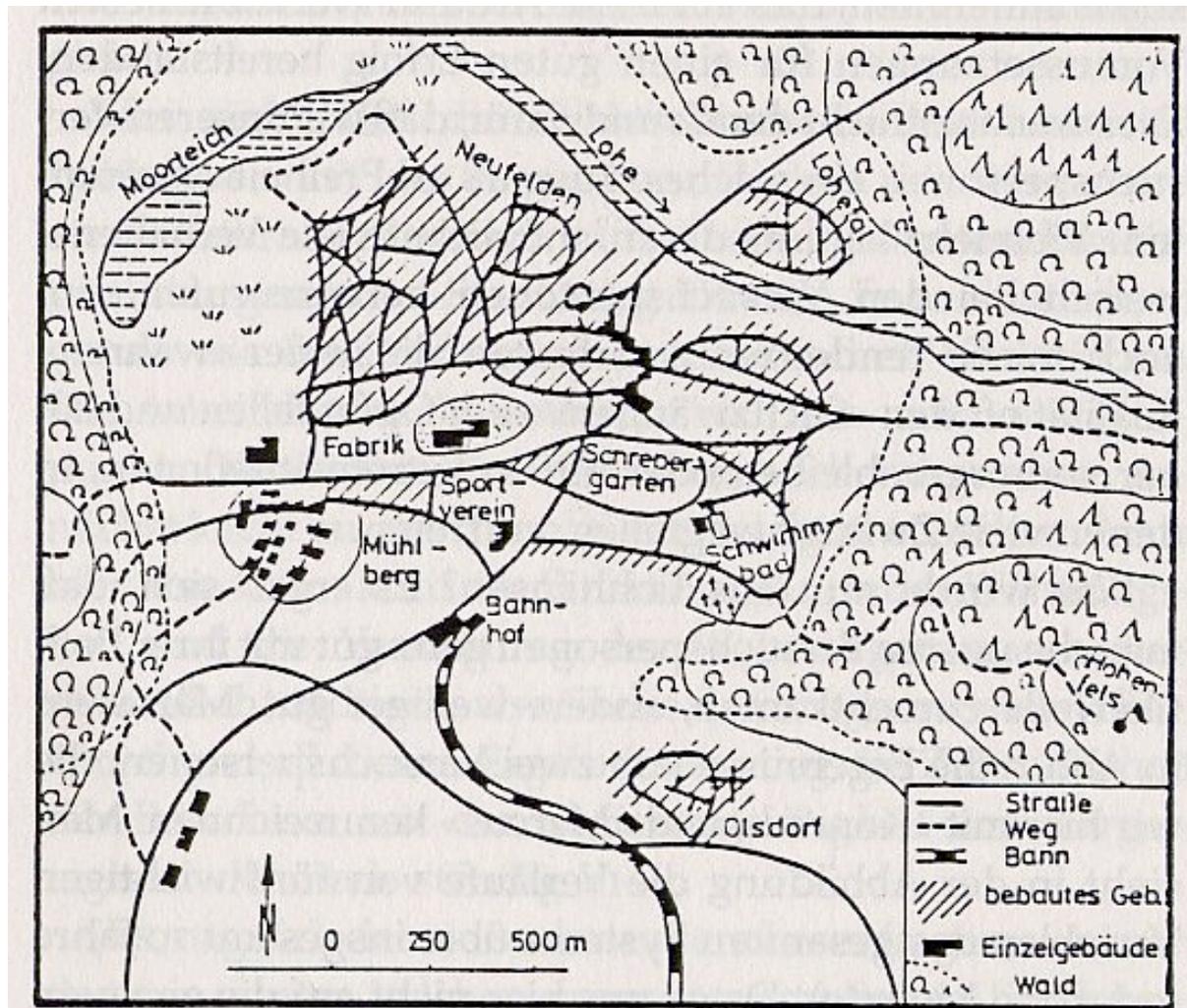


Abb. 8: Stadtplan von Lohhausen

Lohhausen

*Lohhausen - Grobdarstellung der inneren Struktur des Systems
(Dörner et al., 1989)*

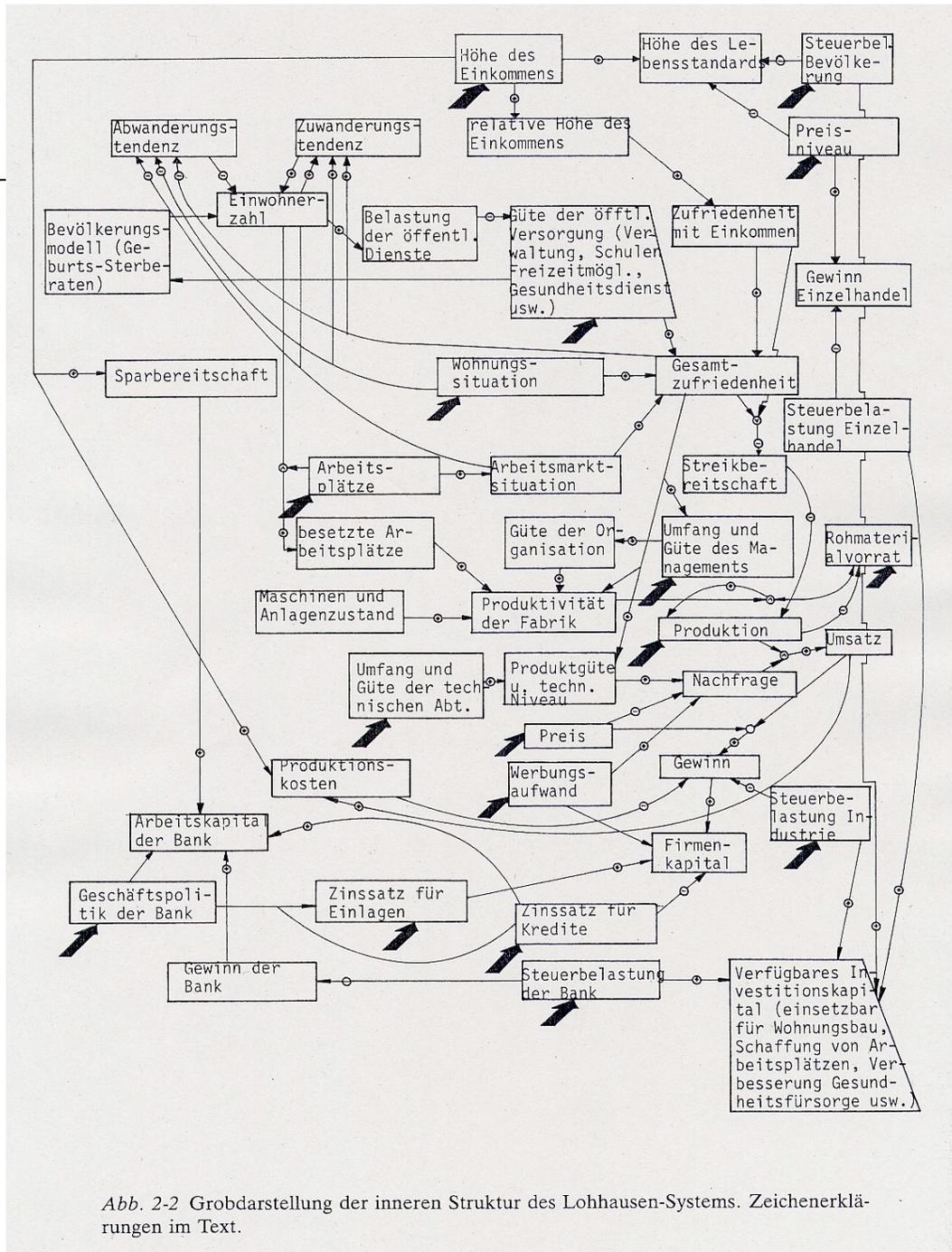


Abb. 2-2 Grobdarstellung der inneren Struktur des Lohhausen-Systems. Zeichenerklärungen im Text.

Zentrale Befunde zu Lohhausen

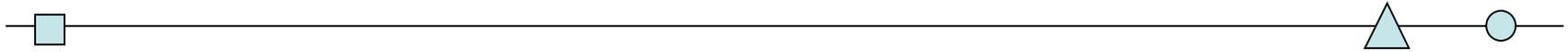
Primärfehler beim Umgang mit einem komplexen System

- Beim komplexen Problemlösen kommt es häufig zu falschen Annahmen über das System, von denen sich Problemlöser oft nur schwer lösen können.
- Zudem kann es (a) zur mangelnden Berücksichtigung zeitlicher Abläufe, (b) zu Schwierigkeiten bei exponentiellen Entwicklungsverläufen und (c) zum Denken in Kausalketten anstatt in Kausalnetzen kommen.

Zusammenhang von Problemlöseleistung und Intelligenztestergebnis

- Testintelligenz ist - im Gegensatz zu Personvariablen wie Selbstsicherheit und Extraversion - kein Prädiktor für den Erfolg bei der Bearbeitung des Szenarios „Lohhausen“.

Kritische Bewertung von Lohhausen



Positives

- Kreative Elemente und interessantes Fallmaterial

Negatives

- Geringe Reliabilität der abhängigen Variablen
- Unklare Validität der abhängigen Variablen
- Unklare Instruktion (was heißt „Wohlbefinden“?), daher mangelnde Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Probanden
- Mangelnde Prüfbarkeit theoretischer Aussagen (siehe auch PSI-Theorie!)

Modell der Handlungsregulation

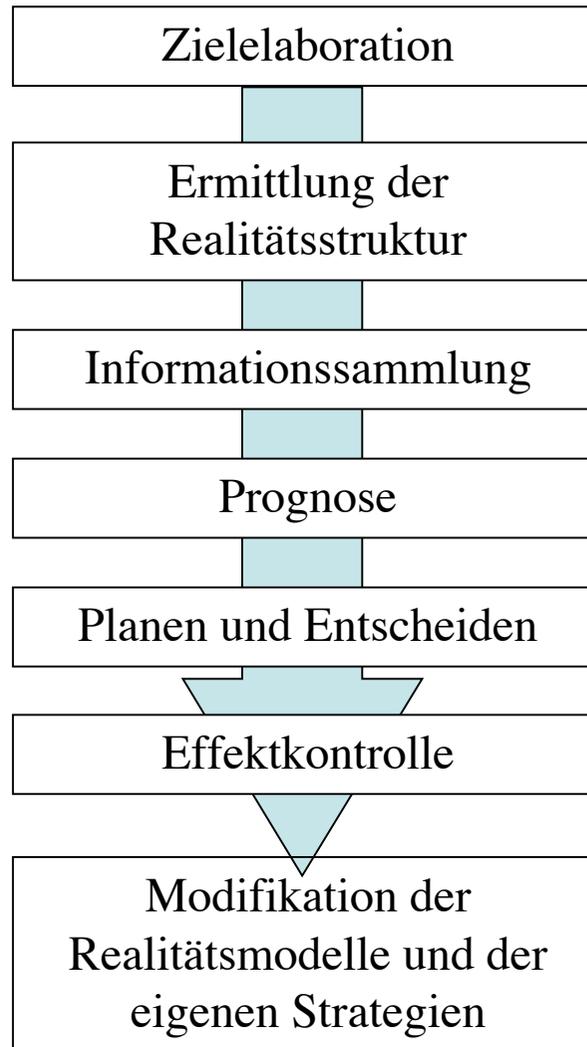


Normatives Modell der Handlungsregulation

- Die bisherigen Untersuchungen von Dörner et al. haben v.a. zur Identifikation einer Reihe von Fehlleistungen beim Umgang mit komplexen Systemen geführt.
- Ausgangspunkt der Klassifikation von Verhaltensweisen als Fehlleistungen ist ein normatives Modell der Handlungsregulation.
- Das Modell enthält *sieben Phasen einer Handlung*, deren Ergebnisse teilweise in wechselseitiger Abhängigkeit stehen.

Modell der Handlungsregulation

Stationen der Handlungsorganisation nach Dörner (1989)



Modell der Handlungsregulation



Auf dem Weg zu einer Theorie des komplexen Problemlösens

- Dörners Theorie des komplexen Problemlösens ist im Wesentlichen eine Theorie der Absichtsregulation.
- Ziele bestimmen Absichten, Absichten führen zu Entscheidungen (bzw. jeweils die Absicht mit dem höchsten Absichtsdruck wird weiter verarbeitet).
- Der Prozess der Absichts- und Handlungsregulation hängt ab von äußeren Faktoren (Dringlichkeit, Wichtigkeit) und inneren Faktoren (Wissen, Kompetenz).
- Siehe PSI-Modell!

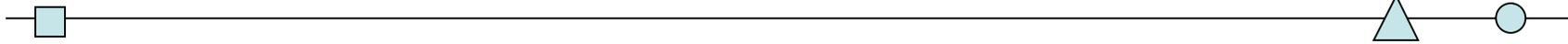
Fehler beim Lösen komplexer Probleme



Typische Fehler

- Mangelnde Konkretisierung des Handlungsziels, mangelnde Balancierung gegenläufiger Ziele
- Mangelnde Hintergrundkontrolle, d.h. Vernachlässigung von Neben- und Fernwirkungen
- Reduktive Hypothesenbildung, d.h. komplex bedingte Wirkungen werden auf eine Ursache reduziert (dann häufig Bekämpfung der Symptome anstatt der Ursachen)
- Unzulänglichkeiten beim Erfassen von zeitlichen Abläufen, Schwierigkeiten, zeitliche Entwicklungen vorherzusagen
- Lineares Denken in Ursache-Wirkungs-Ketten, d.h. Wechselwirkungen werden nicht berücksichtigt
- Ballistisches Handeln, d.h. Effekte von Handlungen werden nicht kontrolliert (keine Erfolgskontrolle)
- Ungenügende Exploration des Problems, daraus folgend falsche Dosierung der Maßnahmen
- Mangelnde Selbstreflektion

Fehler beim Lösen komplexer Probleme



„Logik des Misslingens“ - 4 Ursachen für Fehlleistungen

- *Ökonomietendenzen*

Begrenztheit der Ressourcen führt zu Reduktion verfügbarer Information, daraus folgt:

- *Überwertigkeit des aktuellen Motivs* (aufgrund reduzierter Informationsverarbeitung).

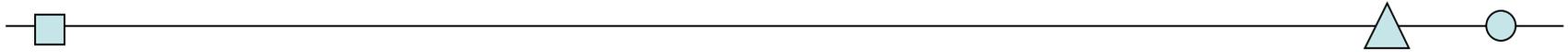
- *Schutz des eigenen Kompetenzzempfindens*

Beeinträchtigung der Suche und Berücksichtigung von Informationen; mittel ausgeprägte Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen besonders förderlich?

- *Vergessen*

Insbesondere emotional neutrale Ereignisse werden vergessen.

Argumente für komplexe Problemlöseszenarien (1)



Zeitraffer-Argument

Durch die geraffte Simulation werden Neben- und Fernwirkungen von Handlungen schneller sichtbar.

Problem:

Zeitraffer gilt nicht nur für Effekte des Handelns, sondern auch für Handeln selbst, d.h. auch das Handeln geschieht schneller als in der Wirklichkeit und hat entsprechend weniger Tragweite.

Kondensations-Argument

Szenarien stellen eine Vergrößerung der Umwelt dar, es wird Wichtiges von Unwichtigem unterschieden.

Probleme

Wie soll das Auflösungs niveau gewählt werden? In einem nicht realitätsgetreuen Szenario ist auch das Verhalten der Pbn eine Vergrößerung ihres normalen Verhaltens.

Belehrungs-Argument

Durch Agieren in komplexen Problemlöseszenarien können Denkfehler und ihre Determinanten ausfindig gemacht werden. Dazu ist ein aktiver Umgang mit dem zu steuernden System notwendig.

Argumente für komplexe Problemlöseszenarien (2)

Vorteile computersimulierter Szenarien (Funke, 1998)

- Computersimierte Szenarien erlauben die Konstruktion komplexer und dynamischer Umgebungen, die neue Anforderungen an den Problemlöser stellen
- Es ist eine ökonomische, prozessbegleitende Datenerhebung möglich.
- Daten werden automatisch verarbeitet und teilweise auch automatisch interpretiert.
- Komplexe Szenarien werden standardisiert präsentiert.
- Die Akzeptanz auf Seiten des Benutzers / der Testperson ist sehr hoch (= „soziale Validität“).
- Training ist durch „learning by doing“ möglich, ohne dass Kosten und Risiken entstehen. Auf diese Weise kann deklaratives und prozedurales Wissen über einen komplexen Sachverhalt erworben werden.
- Feedback (über Folgen und Konsequenzen des eigenen Handelns) ist unmittelbar möglich.
- Computersimierte Szenarien erhöhen die Motivation (die Neugier und Explorationsfreude) der Teilnehmer.
- Die Komplexität vieler Computersimulationen kann den Bedürfnissen der Teilnehmer angepasst werden.

Kritikpunkte komplexer Problemlöseszenarien (1)

Argument 1: Überforderung durch die unbekannte Situation

„Man denkt sich ein System aus, welches den Pbn unbekannt ist, überlässt es den Pbn zur Manipulation, um dann festzustellen, dass diese mit ihrer Aufgabe überfordert sind.“

Doch eine solche Situation ist typisch z. B. für den Umgang mit politischen, wirtschaftlichen und ökologischen Problemen!

Argument 2: Fehlendes Fachwissen

„Gewöhnlich verfügen Entscheidungsträger in solchen Bereichen über ein größeres Fachwissen und sind aus diesem Grunde für diese Aufgabe besser gerüstet.“

Oft genug werden Entscheidungsprozesse ohne Sachwissen getroffen bzw. wird Sachwissen erst durch die Tätigkeit im jeweiligen Feld erworben. Zudem haben viele komplexe Problemlöseszenarien das Ziel, fachübergreifende Problemlösefähigkeit zu trainieren!

Argument 3: Entscheidungsprozesse sind Gruppenprozesse

„Entscheidungsprozesse finden gewöhnlich in Gruppen statt.“

Stimmt teilweise. Oft sind aber auch Einzelentscheidungen notwendig. Entscheidungsprozesse des Einzelnen interessieren insofern, als festgestellt werden kann, welche Fähigkeiten Einzelne in die Gruppenkommunikation einbringt.

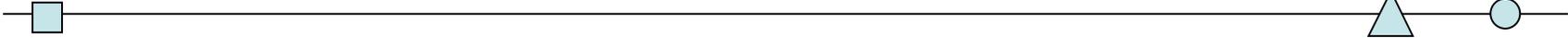
Kritikpunkte komplexer Problemlöseszenarien (2)

Gütekriterien und damit verbundene Kritikpunkte

- Fehlende Validität
- Fehlende Retest-Reliabilität (mangelnde Wiederholbarkeit einer Mikrowelt-Interaktion)
- Zufälligkeit von Korrelationen
- Schwierigkeit der Realitätsabbildung, Problem der Wirklichkeitsnähe, Problem des Transfers vom Szenario in die Realität
- Beeinflussung durch Vorwissen
- Situationsunabhängigkeit der Problemlösefähigkeit
- Scheitern des Prinzips isolierter Bedingungsvariation
- Inkommensurabilität (= Unvergleichbarkeit) von Verhaltensformen und Anfangsbedingungen über verschiedene Pbn hinweg
- Statistische Probleme bedingt durch Datenmassen
- Soziale Variablen kommen zu kurz

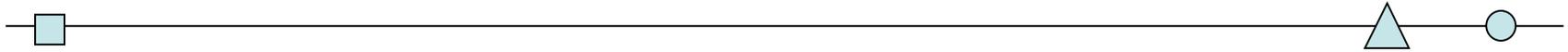
(vgl. Dörner, 1992; Funke, 1995)

Backup KPL und Intelligenz



BACKUP

Intelligenztests vs. komplexe Problemlösesimulationen



Herkömmliche Intelligenztests

- » Monotelische Situation
- » Klare Problemstellung
- » Bekannte Handlungsmöglichkeiten
- » Informationen sind bekannt
- » Eindeutige Zielzustände
- » Bekannte Ziele

Komplexe Problemlöseszenarien

- » Polytelische Situation
- » Teils unbekannte, zumindest komplexe Problemstellung
- » ganz bis teilweise unbekannte Handlungsmöglichkeiten
- » Aktive Informationssuche
- » Kontradiktorische Zielzustände
- » Aufstellen und Ableiten von Problemlösezielen

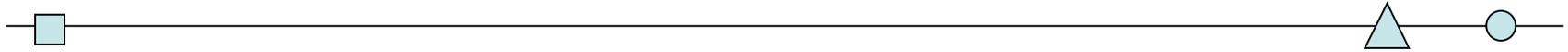
Intelligenztests vs. komplexe Problemlösesimulationen



Die Problemlösefähigkeit basiert auf den Intelligenzleistungen, misst aber zusätzlich deren Umsetzungsmöglichkeit in eine alltagsähnliche Situation.

... denn es gilt: Die Bearbeitung der Problemlösesimulation kann als Situation interpretiert werden die intelligentes Handeln erfordert.

Hypothesen zur Korrelation von Intelligenz und PL



Hypothesen zur schlechten Korrelation von Dörner & Kreuzig

- Problemsituationen sind Situationen mit einem jeweils so einzigartigen Anforderungsprofil, dass sie untereinander (und auch mit den Problemsituationen von Intelligenztests) nicht oder nur wenig kovariieren. Problemsituationen sind keine reliablen Testsituationen
- Stimmt nur wenn Zielwerte statt Handlungsstrategien analysiert wird.
- Problemsituationen sind mehr vom Typ derjenigen Anforderungen an den Intellekt, wie ihn Kreativitätstests stellen. Kreativitätstests sollen ja eine andere Form intellektueller Leistungen prüfen als Intelligenztests.
- Studien haben nur eine geringe Korrelation zu Kreativitätsleistungen gezeigt.
- Problemlösesituationen stellen andere Anforderungen als Intelligenztests.
- Problemlösesimulation stellen zusätzliche Anforderungen.

Hypothesen zur Korrelation von Intelligenz und PL



Hypothesen zur schlechten Korrelation von Strohschneider

- Der Erfolg beim Umgang mit einem komplexen Problem ist weitgehend vom Zufall (oder einem instabilen Konglomerat verschiedener Fähigkeitsaspekte) abhängig und daher nicht reliabel messbar.
- Leistungen in komplexen Problemlösesimulationen sind reliabel, wenn tiefer liegende Handlungsstrategien eingeschätzt werden.
- Komplexe Probleme vom bisher verwendeten Typ sind keine konstruktvaliden Modelle lebens-bedeutsamer alltäglicher Problemstellungen.
- Gute Konstruktvalidität führt nicht automatisch zu besseren Korrelationen, wenn man davon ausgeht, dass der IQ nicht unbedingt ein relevantes Konstrukt für den Umgang mit lebensbe-deutsamen alltäglichen Problemstellungen ist.
- Unterschiedliche Intelligenztests erfassen nicht die allgemeine Problemlösefähigkeit, sondern jeweils nur unterschiedliche Ausschnitte davon.