

## Gliederung

- Problemlösen durch analogen Transfer
  - Gick & Holyoak (1980): Tumor & General
  - Schemainduktion
  - Oberflächen- vs. Strukturähnlichkeit
  - Strukture Mapping Theory (Gentner & Gentner, 1983)
- Problemlösen durch Einsicht
  - Definition von Einsicht
  - Beispiele für Einsichtsprobleme
  - Das Modell von Ohlsson (1992)

---

---

---

---

---

---

---

---

### Problemlösen durch analogen Transfer

- Beim analogen Transfer wird für die Lösung eines Problems ein anderes Problem herangezogen, für das die Lösung bereits bekannt ist.
- Die beiden Probleme werden entsprechend als Ziel- und Quellproblem bezeichnet.
- Das Quellproblem kann dieselbe Wissensdomäne betreffen oder aber auch eine andere Wissensdomäne.
- Man unterscheidet zwei Teilprozesse beim analogen Transfer:
  1. Abruf eines Quellproblems aus dem Gedächtnis. (*retrieval*)
  2. Herstellen einer Abbildung zwischen Quell- und Zielstruktur. (*mapping*)

---

---

---

---

---

---

---

---

### Beispiel: Tumor & General

Zielproblem: „Tumor“-Problem

Ein Arzt behandelt einen Patienten mit einem bösartigen Magen-Tumor. Wenn der Tumor nicht zerstört wird, wird der Patient sterben. Nur eine Bestrahlung kann den Tumor vernichten, aber die nötige Dosis würde viel zuviel gesundes Gewebe auf dem Weg zum Magen zerstören. In geringerer Dosis sind die Strahlen zwar unschädlich für das gesunde Gewebe, aber leider auch für den Tumor. - Wie kann der Arzt den Tumor durch Bestrahlung vernichten, ohne dass dabei gesundes Gewebe zu Schaden kommt?

---

---

---

---

---

---

---

---

### Quellproblem: „General“-Problem

Ein kleines Land wird von einem König regiert, der in einer Festung lebt. Diese Festung liegt genau in der Mitte des Landes, und mehrere Straßen führen sternförmig zu ihr hin. Ein rebellischer General will nun diese Festung einnehmen, wofür er seine gesamte Armee benötigt. So sammelt er seine Armee am Ende einer der Straßen. Aber der König hat die Straßen vermint, so dass immer nur sehr wenige Männer sie gefahrlos passieren können. Eine Detonation der Minen würde auch die umliegenden Dörfer zerstören. Es ist also unmöglich, mit der gesamten Armee direkt anzugreifen. Aber der General weiß, was zu tun ist: Er teilt die Armee in kleine Truppen ein und placiert je eine am Ende jeder Straße. Dann gibt er ein Signal, und alle Truppenteile marschieren gleichzeitig los. So kommt die gesamte Armee zum selben Zeitpunkt in der Festung an und kann den König stürzen.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Gick & Holyoak (1980)

- Vpn wurden in zwei Gruppen eingeteilt:
  - Die Kontrollgruppe bekam nur das „Tumor“-Problem,
  - Die Experimentalgruppe bekam zusätzlich zum „Tumor“-Problem das „General“-Problem mit Lösung
- Bei Gruppe 2 bestand also prinzipiell die Möglichkeit des analogen Transfers, wobei das „General“-Problem als Quellproblem für das Lösen des „Tumor“-Problems herangezogen werden kann.
- Die Probleme stimmen insofern miteinander überein, als in beiden Fällen eine starke Kraft benötigt wird, die nicht direkt ausgeübt werden kann, die aber durch ein gleichzeitiges Ausüben vieler schwächerer Kräfte aus verschiedenen Richtungen ersetzbar ist.
- Retrieval: Zunächst ohne expliziten Hinweis, dann Hinweis.  
Mapping: Festung–Tumor    Truppen–Strahlen    General–Doktor  
Strahlenintensität–Truppenstärke    Gewebe–Gelände    Organe–Minen

---

---

---

---

---

---

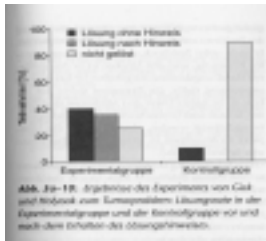
---

---

---

---

### Gick & Holyoak (1980)



- Analoges Transfer findet statt (Experimentalgruppe besser als Kontrollgruppe), aber eher selten (ohne Hinweis lösten nur 40% der Exp. Gruppe das Problem).
- Abbildung auf ein analoges Quellproblem fällt leichter, wenn man weiß dass es relevant ist (mit Hinweis lösten zusätzliche 35% das Zielproblem).

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Schemainduktion

- Ein generelles Lösungskonzept, welches für die Lösung einer ganzen Klasse von Problemen verwendet werden kann, wird als *Problemschema* bezeichnet.
- Schema für Konvergenzprobleme (General / Tumor etc) :  
Starke Kraft aus einer Richtung ⇔ Vielen simultan angewendeten schwachen Kräften aus verschiedenen Richtungen.
- Gick & Holyoak (1983): Untersuchungen zur Schemainduktion  
Die beste Voraussetzung für die Schemainduktion ist die Vorgabe von zwei (möglichst unterschiedlichen) Quellproblemen, für die das zugrunde liegende Lösungsprinzip explizit gemacht wurde (nach Instruktion von der VP selbst herausgearbeitet oder vom VL vorgegeben).

---

---

---

---

---

---

---

---

### Ähnlichkeit zwischen Quell- und Zielproblem

- Die Ähnlichkeit zwischen dem „General“- und dem „Tumor“-Problem besteht nur in den Relationen zwischen Problemelementen, nicht in den Problemelementen selbst.  
(Festung – Tumor / Truppen – Strahlen / General - Doktor)  
--> *Strukturähnlichkeit*
- Besteht eine Ähnlichkeit zwischen den Elementen selbst, so spricht man von *Oberflächenähnlichkeit*  
(z.B. Ein Arzt behandelt einen Patienten mit einem bösartigen Gehirntumor. ....)

---

---

---

---

---

---

---

---

### Struktur- vs. Oberflächenähnlichkeit



Markman & Gentner (1993)

Oberflächenähnlichkeit:

Frau (oben) → Frau (unten)

Strukturähnlichkeit:

Frau (oben) → Eichhörnchen (unten)

Mann (oben) → Frau (unten)

Lebensmittel (oben) → Futter (unten)

Beachtung der Struktur kann evoziert werden, wenn die Aufmerksamkeit auf mehrere Elemente gelenkt wird:  
„Welche Elemente in der unteren Abbildung passen zu der Frau, dem Mann und den Lebensmitteln?“

---

---

---

---

---

---

---

---

**Holyoak & Koh (1987): Struktur- vs. Oberflächenähnlichkeit**

Zielproblem: „Tumor“-Problem

Quellproblem:

1. Glühfaden verschmelzen mit Laser ohne Glas zu zerstören  
→ Hohe Struktur- und hohe Oberflächenähnlichkeit (70%)
2. Glühfaden trennen mit Ultraschall ohne Glas zu zerstören  
→ Hohe Strukturähnlichkeit (33%)
3. Glühfaden verschmelzen mit Laser (wobei vorhandene Instrumente einzeln betrachtet zu geringe Intensität ausüben)  
→ Hohe Oberflächenähnlichkeit (38%)
4. Glühfaden trennen mit Ultraschall (wobei vorhandene Instrumente einzeln betrachtet zu geringe Intensität ausüben)  
→ Niedrige Struktur- und Oberflächenähnlichkeit (13%)

=> Vergleichbarer Einfluss von Struktur- und Oberflächenähnlichkeit.

---

---

---

---

---

---

---

---

**Holyoak & Koh (1987): Struktur- vs. Oberflächenähnlichkeit**

- Wenn die Vpn darauf hingewiesen wurden, dass das Quellproblem für die Lösung des Zielproblems relevant ist, hatte die Strukturähnlichkeit einen größeren Einfluss auf den Lösungserfolg als die Oberflächenähnlichkeit.

→ *Retrieval*: Sowohl Oberflächenähnlichkeit als auch Strukturähnlichkeit spielen eine Rolle.

→ *Mapping*: Strukturähnlichkeit ist wichtiger als Oberflächenähnlichkeit.

---

---

---

---

---

---

---

---

**Structure Mapping Theory (Gentner & Gentner, 1983)**

Quell- und Zielproblem werden als Strukturen von Objekten und Prädikaten repräsentiert.

Objekte sind mentale Entitäten (also Repräsentationen von Personen, von konkreten Gegenständen, von Teilen komplexer Objekte, von fiktiven Gegenständen etc.)

Prädikate sind Eigenschaften von Objekten (z.B. A ist blau), Relationen zwischen Objekten (z.B. A ist größer als B) oder Relationen zwischen Relationen (z.B. A und B sind weiter auseinander als C und D).

---

---

---

---

---

---

---

---

**Beispiel: Sonnensystem als Quelldomäne**

Objekte: Sonne und Planeten

Eigenschaften: Masse, Temperatur, Farbe

Relationen: Sonne hat mehr Masse als Planet, Planet zieht Sonne an, Sonne zieht Planet an, Planet kreist um Sonne.

Relationen höherer Ordnung: Wenn Objekt x mehr Masse hat als Objekt y, dann kreist Objekt y um Objekt x.

[→ Manche Relationen niedriger Ordnung werden durch Relationen höherer Ordnung gebunden]

---

---

---

---

---

---

---

---

**Beispiel: Atomare Struktur als Zieldomäne**

- Über die Zieldomäne besteht rudimentäres Wissen. Repräsentiert sind zunächst nur die Objekte und deren Eigenschaften, aber keine Relationen (niedriger oder höherer Ordnung).
- Objekte der Zieldomäne werden auf die Objekte der Quelldomäne abgebildet [Elektronen → Planeten / Nukleus → Sonne].
- Eigenschaften werden nicht abgebildet [z.B. Temperatur der Objekte]
- Nun werden einige Relationen übertragen, und zwar vornehmlich die, die durch Relationen höherer Ordnung gebunden sind [„Anziehung“ und „Umkreisung“, aber nicht „heißer\_als“].
- Durch die Übertragung wird neues Wissen erworben [Nukleus und Elektronen ziehen sich gegenseitig an; Elektronen kreisen um Nukleus; Objekt in Zentrum hat mehr Masse als Objekte in Peripherie.

---

---

---

---

---

---

---

---

**Gentner & Gentner (1983)**

Verschiedene Analogien für Elektrizität:

- Elektrizität ist wie das Fließen von Flüssigkeit durch eine Röhre.
- Elektrizität ist wie die Bewegung einer Menschenmenge durch ein Drehkreuz.

Bei (1): Spannung → Druck; Strom → Fließrate; Widerstand → Röhrendurchmesser; Batterien → Flüssigkeitsreservoir

Bei (2): Spannung → Ausmaß des Schubsens; Strom → Leute pro Zeiteinheit; Widerstand → Drehkreuzes; Batterien → ?????

- Bei (1) besseres Verständnis von Batterien als von Widerstand
- Bei (2) besseres Verständnis von Widerstand als von Batterien.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Einsicht

Der Begriff *Einsicht* ist schwer zu definieren, da in der Forschung keine Einigkeit darüber besteht, was beim Problemlösen mit Einsicht von statten geht.

Bei den bislang im Seminar betrachteten Problemlöseprozessen wurden Probleme durch ein „schrittweises“ Annähern an die Zielkonstellation gelöst.

Im Gegensatz dazu treten beim Problemlösen mit Einsicht plötzliche Lösungsideen auf, typischerweise nach einer unproduktiven Phase, in der das Problem unlösbar schien.

Den meisten Einsichtsproblemen ist gemeinsam, dass anfänglich eine unvollständige oder irreführende Repräsentation gebildet wird, die die Lösung unmöglich macht. Sobald die Repräsentation umstrukturiert wird, wird die Lösung offensichtlich (Aha Erlebnis).

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Einsicht: Ein Beispiel

Eine Studentin möchte innerhalb ihrer Wohngemeinschaft in ein größeres Zimmer umziehen, das freigeworden ist, weil eine Mitbewohnerin ausgezogen ist. Da ihre Habseligkeiten nur von einem um anderen Ende des Gangs gebracht werden müssen, möchte sie an einem ruhigen Tag den Umzug alleine erledigen. Nachdem sie einen großen Teil ihrer Besitztümer in das neue Zimmer geräumt hat, sticht ihr eine große Bücherkiste ins Auge. Sie versucht diese hochzuheben, stellt aber fest, dass sie zwar dazu in der Lage ist, sie aber wegen hohen Gewichts sofort wieder absetzen muss. Ein Blick auf den frisch lackierten Holzfußboden sagt ihr, dass sie die Kiste unmöglich ins andere Zimmer schleifen kann. Ziemlich genervt davon, dass sie die Kiste jetzt ausräumen muss, beschließt sie, erst einmal Kaffee zuzukochen. Grübelnd betritt sie die Küche, stolpert über den dort ausgelegten Läufer und setzt ihren Weg zur Kaffeemaschine fort. Plötzlich dreht sie sich zufrieden lächelnd wieder um, zieht den Läufer in ihr immer, wuchtet die Bücherkiste darauf und schleift ihn samt Kiste über den Gang.

[aus Knoblich, G. (1997). Repräsentationswechsel als Grundlage von Einsicht]

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Einsicht: Ein Beispiel

*Eine Studentin möchte innerhalb ihrer Wohngemeinschaft in ein größeres Zimmer umziehen, das freigeworden ist, weil eine Mitbewohnerin ausgezogen ist. Da ihre Habseligkeiten nur von einem um anderen Ende des Gangs gebracht .....*

Erkundung möglicher Lösungsansätze (Kiste tragen, Kiste über Boden schleifen, Kiste ausräumen).

Keine dieser Methoden führt auf unumständliche Weise zum Ziel.

→ Es werden keine weiteren Lösungsansätze generiert.

→ Plötzlich tritt eine neue Lösungsidee ins Bewusstsein.

→ Die Lösung erfolgt ohne Verzögerung.

[aus Knoblich, G. (1997). Repräsentationswechsel als Grundlage von Einsicht]

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Beispiele für Einsichtsprobleme**

- In Deiner Schublade befinden sich nur braune und schwarze Socken im Verhältnis 4 zu 5. Wie viele Socken musst Du rausnehmen um sicher zu sein, dass Du ein Paar Socken der gleichen Farbe hast?
- Du sollst mit 4 geraden Strichen alle 9 Punkte ohne abzusetzen miteinander verbinden.
- Wasserlilien verdoppeln sich flächenmäßig alle 24 Stunden. Zu Sommeranfang ist nur eine Wasserlilie im See. Nach 60 Tagen ist der gesamte See mit Wasserlilien bedeckt. An welchem Tag ist der See nur zu Hälfte mit Wasserlilien bedeckt?
- Ordne 6 Streichhölzer so, dass 4 gleichseitige Dreiecke entstehen.




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Beispiele für Einsichtsprobleme**

- In Deiner Schublade befinden sich nur braune und schwarze Socken im Verhältnis 4 zu 5. Wie viele Socken musst Du rausnehmen um sicher zu sein, dass Du ein Paar Socken der gleichen Farbe hast?

Einsicht: Es gibt nur zwei verschiedene Farben!

- Du sollst mit 4 geraden Strichen alle 9 Punkte ohne abzusetzen miteinander verbinden.



Einsicht: Man darf über das Quadrat hinausmalen.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Beispiele für Einsichtsprobleme**

- Wasserlilien verdoppeln sich flächenmäßig alle 24 Stunden. Zu Sommeranfang ist nur eine Wasserlilie im See. Nach 60 Tagen ist der gesamte See mit Wasserlilien bedeckt. An welchem Tag ist der See nur zu Hälfte mit Wasserlilien bedeckt?

Einsicht: Lösung von hinten angehen!

- Ordne 6 Streichhölzer so, dass 4 gleichseitige Dreiecke entstehen.



Einsicht: Lösung muss nicht zwei dimensional sein!

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Forschung zum Problemlösen mit Einsicht

- In der Gestaltpsychologischen Forschung zum Problemlösen wurde dem Phänomen der Einsicht (in Abgrenzung zu Versuch-und-Irrtum Vergehensweisen) große Bedeutung zugemessen.
- Im Informationsverarbeitungsansatz wurden Einsichtsphänomene zunächst kaum untersucht.
- Dafür gibt es hauptsächlich zwei Gründe:
  - Es ist nicht vollständig klar, wie sich Einsichtsprobleme von regulären Problemen, bei denen die Lösung Schritt für Schritt erfolgt, abgrenzen lassen.
  - Es ist nicht klar, ob beim Lösen von Einsichtsproblemen (wirklich) etwas anderes „passiert“ als beim Lösen regulärer Probleme.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Einsichtsprobleme: Spezielle Prozesse

Metcalf & Wiebe (1987):

Vpn wurden beim Lösen von Problemen gefragt, ob sie das Gefühl hätten, das Problem lösen zu können.

Bei regulären Problemen korrelierte die eingeschätzte Lösungswahrscheinlichkeit mit der tatsächlichen Lösungswahrscheinlichkeit.

Bei Einsichtsproblemen korrelierten die beiden Maße nicht.

- Dieses Ergebnis legt nahe, dass sich Einsichtsprobleme tatsächlich von regulären Problemen, die sich Schritt-für-Schritt lösen lassen, unterscheiden.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Das Modell von Ohlsson, 1992

In herkömmlichen kognitiven Theorien des Problemlösens wird der Problemlöseprozess konzeptualisiert als schrittweises Anwenden elementarer Operatoren unter der Kontrolle einer Problemlösestrategie zum Zwecke der Absuchung des Problebraumes.

Wäre diese Konzeptualisierung angemessen, sollte es eigentlich weder vorkommen, dass Problemlöser plötzlich nicht mehr weiter wissen, noch dass die Lösung plötzlich vom Himmel fällt (Knoblich, 1997).

In Ohlsson's Modell werden herkömmliche Ansätze so erweitert, dass sich diese Einsichtsphänomene erklären lassen.

Einsicht wird in diesem Modell als das Ausbrechen aus Sackgassen (*impasse*) konzeptualisiert. Sackgassen sind Zustände in denen keine neuen Lösungsansätze generiert werden können.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Zentrale Annahmen in Ohlson's Modell (I)

Die anfängliche Problemrepräsentation stellt die subjektive Sicht des Problemlösers auf das Problem dar.

Diese Repräsentation aktiviert Vorwissen (Konzepte, Fakten, Methoden, Operatoren ..), welches möglicherweise für die Lösung relevant ist.

Wie der anfänglich durchsuchte Lösungsraum geartert ist, hängt wesentlich vom aktivierten Vorwissen ab, denn es stehen nur die Operatoren zur Verfügung, die anfänglich aktiviert wurden.

Es ist also möglich, dass der anfänglich repräsentierte Lösungsraum die Lösung des Problems gar nicht enthält.

Ist dies der Fall, so gerät der Problemlöser in eine Sackgasse. In diesem Zustand können keine neuen Lösungsansätze mehr generiert werden. Es entsteht das Gefühl, dass das Problem unlösbar ist.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Zentrale Annahmen in Ohlson's Modell (II)

- Um aus einer Sackgasse auszubrechen, muss die anfängliche Problemrepräsentation verändert werden.
  - Anreicherung durch weitere Problemmerkmale (*Elaboration*)
  - Lockerung von Randbedingungen (*Constraint Relaxation*)
  - Neue Interpretation der Problemsituation (*Reencoding*)
- Es wird ein veränderter oder erweiterter Lösungsraum durchsucht.
- Möglicherweise ist die Lösung in diesem Lösungsraum unmittelbar auffindbar (volle Einsicht).
- Im anderen Fall muss die Problemlösung durch schrittweises Durchsuchen des Lösungsraumes fortgesetzt werden (partielle Einsicht).

(vgl., Kaplan & Simon, 1990)

---

---

---

---

---

---

---

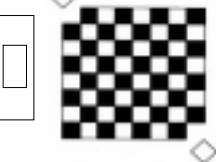
---

---

---

### Elaboration: Verstümmeltes Schachbrett (Wickelgren, 1974)

Bedecken Sie die 62 Felder mit 31 Dominosteinen (wie rechts angedeutet), die je zwei aneinander-grenzende Felder bedecken. Oder: Beweisen Sie wieso dies nicht möglich ist.



Wichtiges Merkmal: Die beiden fehlenden Steine haben dieselbe Farbe!

Dieses Merkmal wird häufig nicht repräsentiert (unvollständige Anfangsrepräsentation).

Wird dieses Merkmal zur Anfangsrepräsentation hinzugefügt (Elaboration), so kann das Problem schnell als unlösbar erkannt werden.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Lockerung von Randbedingungen**

- Beispiel 1: Neun Punkte Problem

Implizite Randbedingung: Linien dürfen nicht über das Quadrat hinausgehen.  
 Lockerung: Linien dürfen darüber hinaus gehen.



- Beispiel 2: Vier Dreiecke

Implizite Randbedingung: Lösung zwei-dimensional  
 Lockerung: Lösung kann drei-dimensional sein



- Beispiel 3: Umgekehrte Pyramide

[Eine Stahlpyramide steht perfekt ausbalanciert auf der Spitze auf einem 100 Euro Schein. Aufgabe: Entferne den Schein, ohne dass die Pyramide umstürzt.]

Implizite Randbedingung: Geldschein muss erhalten bleiben  
 Lockerung: Vernichtung des Geldscheines ist möglich

→ Nach Lockerung von Randbedingungen sind die Problemlösungen offensichtlich.

---

---

---

---

---

---

---

---

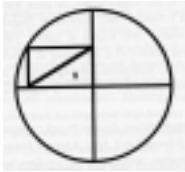
---

---

**Repräsentationswechsel (Reencoding)**

- Beispiel: Köhler (1969)

Wenn die Länge des Radius gleich  $r$  ist, wie lang ist dann  $x$ ?




---

---

---

---

---

---

---

---

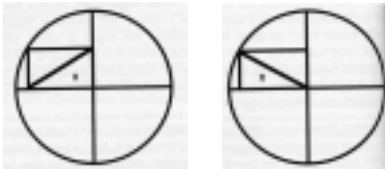
---

---

**Repräsentationswechsel (Reencoding)**

- Beispiel: Köhler (1969)

Wenn die Länge des Radius gleich  $r$  ist, wie lang ist dann  $x$ ?



→ Nach visueller Re-Enkodierung ist die Problemlösung offensichtlich.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---