

## Seminar Denken und Problemlösen

Überblick über das Seminar - 17. Oktober 2000

## Ablauf des Überblicks

- Überblick über die ersten Stunden
- Einführung in die Methodik der kognitiven Psychologie

- **Überblick über die ersten Stunden**
  - Methodik der kognitiven Psychologie
  - Problemlösen
  - Schlußfolgern
  - Expertise
- Einführung in die Methodik der kognitiven Psychologie

## Methodik: Wie kommt man zu wissenschaftlicher Einsicht?

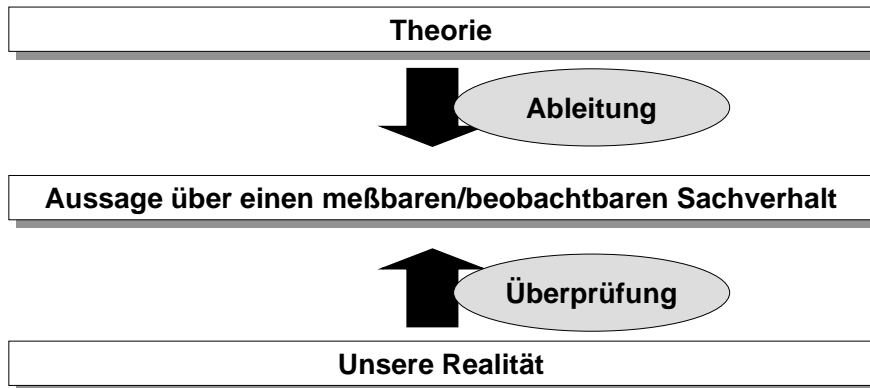
### Mögliche wissenschaftliche Aussage:

- Kinder, die nicht krabbeln, sind in der sprachlichen Entwicklung verlangsamt
  - Krabbeln trainiert die Synchronisation der beiden Gehirnhälften; diese ist wiederum für höhere kognitive Leistungen wichtig
  - ☞ deshalb sollten Kinder möglichst zuerst Krabbeln lernen, bevor sie anfangen zu laufen



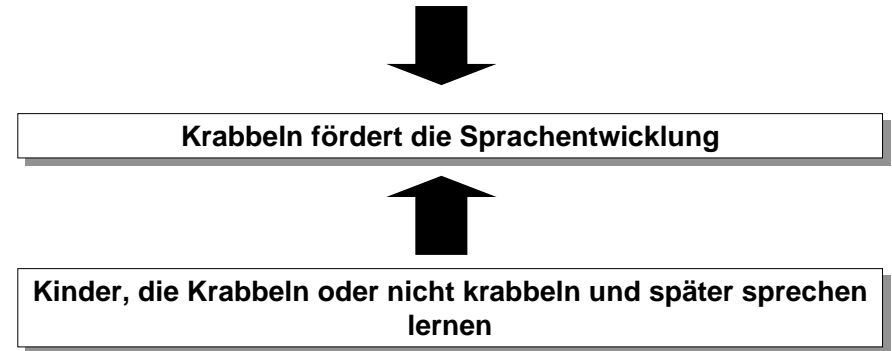
Stimmt's ?

## Wissenschaftliche Aussagen müssen aus theoretischen Prämissen ableitbar und empirisch überprüfbar sein

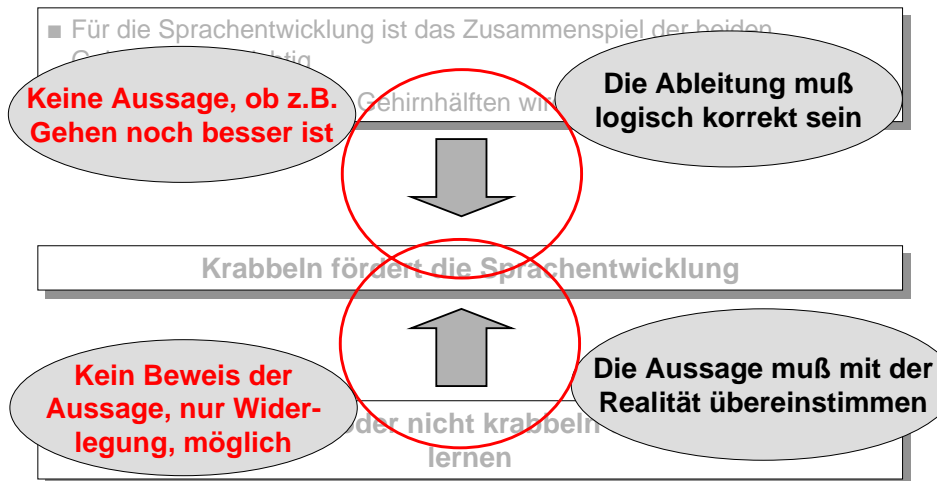


## Konkretisiert am Krabbel-Beispiel:

- Für die Sprachentwicklung ist das Zusammenspiel der beiden Gehirnhälften wichtig
- Das Zusammenspiel der Gehirnhälften wird durch Krabbeln trainiert



## Konkretisiert am Krabbel-Beispiel



## Kernfrage: Wie kommt man zu Aussagen, die vernünftigerweise anzuerkennen sind?

### Übersicht über die Themen der Einführung:

- Was sind Kriterien einer wissenschaftlichen Theorie?
- Wie kann man psychologische Variablen messen?
- Wie kann man zwischen Alternativerklärungen für bestimmte Phänomene unterscheiden (Statistik, Experimentallogik)

Noch einmal: Ist die Krabbel-Aussage begründet?

## Problemlösen: Ein experimentelles Beispiel

### Luchins Wasser-Krug-Problem

- Drei Krüge unterschiedlicher Größe
- Aufgabe: Bestimmte Menge Wasser in einem der Krüge herstellen
- Wasser darf beliebig oft nachgeholt werden

### Beispiel

Problem Nr.	Volumen der Krüge			Ziel- menge
	A	B	C	
Bsp.	13	45	1	20

- Lösung:  $B - 2A + C =$  „B füllen. A aus B zweimal füllen. C füllen und zu B hinzugießen.“

## Arbeiten Sie die Aufgaben der Reihe nach durch!

Problem Nr.	Volumen der Krüge			Ziel- menge
	A	B	C	
1	21	127	3	100
2	14	163	25	99
3	18	43	10	5
4	9	42	6	21
5	20	59	4	31

Weitere  
fünf Aufgaben  
folgen!

## Arbeiten Sie die Aufgaben der Reihe nach durch!

Problem Nr.	Volumen der Krüge			Ziel- menge
	A	B	C	
6	23	49	3	20
7	15	39	3	18
8	28	76	3	25
9	18	48	4	22
10	14	36	8	6

## Die ersten 5 Aufgaben sollten ein *mental set* generieren

### Luchins Wasser-Krug-Problem (1942)

- Methode
  - 10 Aufgaben
  - Aufgaben 1 - 5 sind mit der Formel „ $B-2C-A$ “ am einfachsten zu lösen
  - Aufgabe 8 ist mit dieser Formel nicht lösbar (aber mit „ $A-C$ “!)
  - bei Aufgaben 6-7 und 10-11 gibt es viel einfachere Lösungen ( $A \pm B$ )
- Ergebnisse
  - 64% der Versuchspersonen (Vpn) Luchins konnten Aufgabe 8 nicht lösen (Kontrollgruppe 5%)
  - 83% (79%) verwandten die komplexere Lösung bei den Aufgaben 6 - 7 (10 -11) gegenüber 1% der Vpn der Kontrollgruppe
- Schlußfolgerung: Die Lösung der ersten fünf Aufgaben mit immer demselben Algorithmus schafft eine Einstellung (*mental set*), daß Aufgaben dieser Art *immer* mit diesem Algorithmus gelöst werden

## Kernfrage: Was sind die grundlegenden, situations- Und wissensunabhängigen Prozesse beim Problemlösen?

### Übersicht über die Themen der Einführung

- Das Rahmenmodell von Newell und Simon (1972)
- Gut-definierte vs. Schlecht-definierte Probleme
- Einsichtsprobleme
- Behinderungen und Erleichterungen bei der Problemlösung
- Kreativität

## Schlußfolgern: Menschen denken nicht Logisch

**Experiment von Ross und Sicoly (1979):** Eheleute wurden einzeln gefragt, welcher der zwei Partner öfter 20 einzelne Haushaltsarbeiten erledigt. Beide meinten 16 der 20 Arbeiten häufiger auszuführen

↓  
Experiment ist  
Beispiel für

↑ Verfügbarkeits-  
heuristik ist  
Grundlage für

**Verfügbarkeitsheuristik<sup>1</sup> (Tversky & Kahneman, 1973):**  
Leichtigkeit des Gedächtnisabrufs dient als Grundlage für Schätzung der relativen Häufigkeit

<sup>1</sup> Heuristik ≈ Daumenregel

## Kernfrage: Warum denken Menschen nicht rational / logisch?

### Übersicht über die Themen der Einführung

- **Deduktives Schließen**
  - Konditionales (bedingtes) Schlußfolgern (Wenn A dann B. ...)
  - Syllogistisches Schließen (A impliziert B. B impliziert A. ...)
- **Induktives Schließen:**
  - Kausale Inferenzen (Schluß auf eine Ursache)
  - Probabilistische Schlüsse (Denken mit Wahrscheinlichkeiten)
- **Entscheidungsfindung**

## Expertise: Situationsgebunden und vorwissensabhängig

### Experiment von Carraher, Carraher und Schliemann (1985):

- **Methode**
  - Vpn waren brasilianische Schulkinder, die auf der Straße Obst verkauften
  - Protokollierung der Genauigkeit der Preisberechnung beim Obstverkauf
  - Anschließend Vorgabe der Aufgaben in abstrakter Form (schriftlich), z.B. „5×35“ für 5 Zitronen à 35 Cruzeiros
- **Ergebnis**
  - Auf der Straße 98% korrekt
  - im Labor 37% korrekt

## Kernfrage: Warum lösen Experten Probleme so gut?

### Übersicht über die Themen der Einführung

- Merkmale von Experten / Definition des Begriffs
- Untersuchte Domänen (Wissensbereiche, z.B. Schach, Physik)
- Unterschiede zwischen Experten und Novizen bei Gedächtnisleistungen
- Charakteristika expertenhaften Problemlösens
- Entwicklung von Expertise
- Die instruktionspsychologische cognitive-flexibility Theorie

## Seminar Denken und Problemlösen

Methodik der kognitiven Psychologie - 17. Oktober 2000

- > **Wozu Methodik**
- > **Die Hypothetico-deduktive Methode**
- > **Elementare Statistik**

## Wozu braucht Wissenschaft Methode?

### Ziele der Wissenschaft:

- „Hauptziel der Wissenschaft ist die rationale, nachvollziehbare Erkenntnis der Zusammenhänge, Abläufe, Ursachen und Gesetzmäßigkeiten der natürlichen wie der historisch und kulturell geschaffenen Wirklichkeit.“ (dtv-Lexikon, 1992)
- “In general, a science involves a pursuit of knowledge covering general truths or the operations of fundamental laws.” (Encyclopædia Britannica, 2000)



Wie kommt man zu solchen Erkenntnissen?

## Wozu braucht Wissenschaft Methode?

### Ziele der Wissenschaft:

- „Hauptziel der Wissenschaft ist die rationale, nachvollziehbare Erkenntnis der Zusammenhänge, Abläufe, Ursachen und Gesetzmäßigkeiten der natürlichen wie der historisch und kulturell geschaffenen Wirklichkeit.“ (dtv-Lexikon, 1992)
- “In general, a science involves a pursuit of knowledge covering general truths or the operations of fundamental laws.” (Encyclopædia Britannica, 2000)



Wie kommt man zu solchen Erkenntnissen?

## Wozu braucht Wissenschaft Methode?

### Ziele der Wissenschaft:

- „Hauptziel der Wissenschaft ist die **rationale, nachvollziehbare Erkenntnis** der Zusammenhänge, Abläufe, Ursachen und Gesetzmäßigkeiten der natürlichen wie der historisch und kulturell geschaffenen Wirklichkeit.“ (dtv-Lexikon, 1992)
- “In general, a science involves a pursuit of knowledge covering **general truths** or the operations of **fundamental laws**” (Encyclopædia Britannica, 2000)



Wie kommt man zu solchen Erkenntnissen?

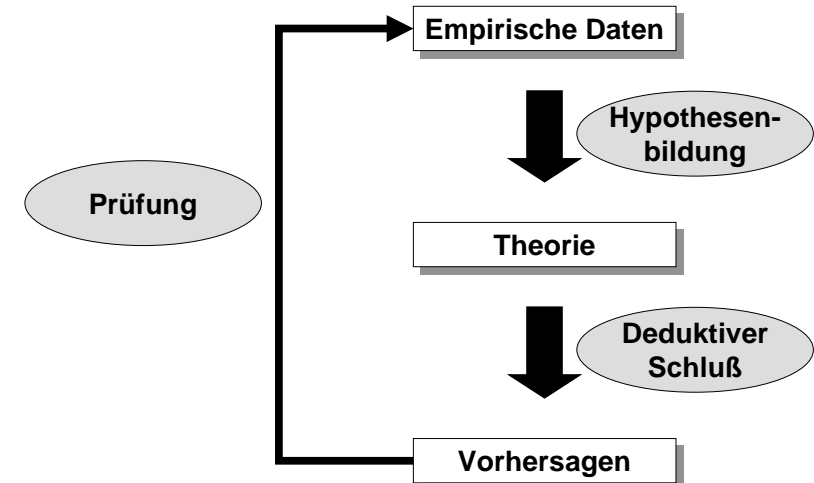
### > Wozu Methodik

### > Die Hypothetico-deduktive Methode

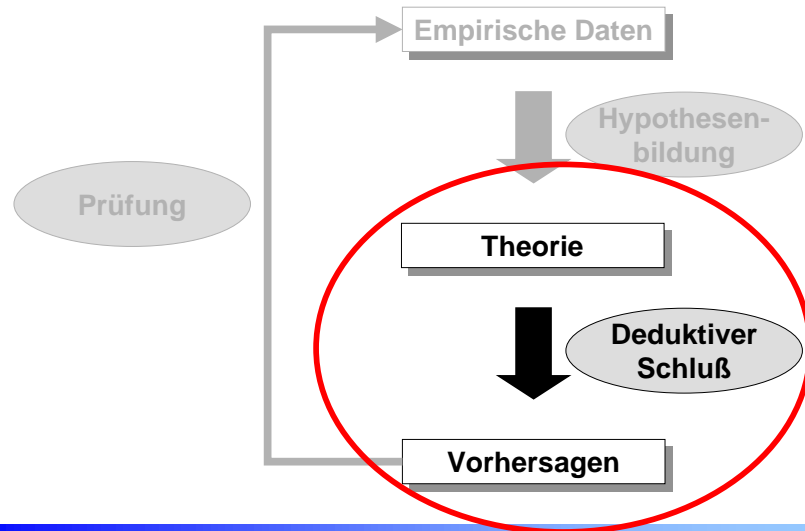
- Kriterien einer Theorie
- Prüfung psychologischer Hypothesen
- Paradigmenwechsel

### > Elementare Statistik

## Empirische Wissenschaften verwenden grob gesagt die Hypothetico-deduktive Methode

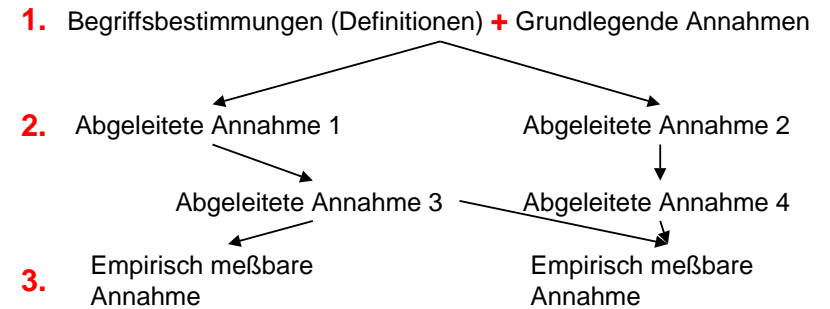


## Vertiefung I: Was ist eine wissenschaftliche Theorie?



## Nicht alle Teile einer Theorie sind prüfbar

Eine Theorie ist eine Menge von Prämissen, aus der empirische Gesetze logisch deduktiv ableitbar sind



Da nur ihre Vorhersagen prüfbar sind, muß die eigentliche Theorie nach anderen Kriterien bewertet werden

Eine gute Theorie muß mit den empirischen Daten übereinstimmen und sollte außerdem

- präzise, d.h. unmißverständlich, formuliert sein
- in sich widerspruchsfrei sein (nicht ganz möglich)
- mit möglichst wenigen Annahmen und Konzepten auskommen



Das wichtigste ist aber, daß möglichst viele Phänomene erklärt werden können

## Das wichtigste Kriterium: Falsifizierbarkeit (Popper, 1934)

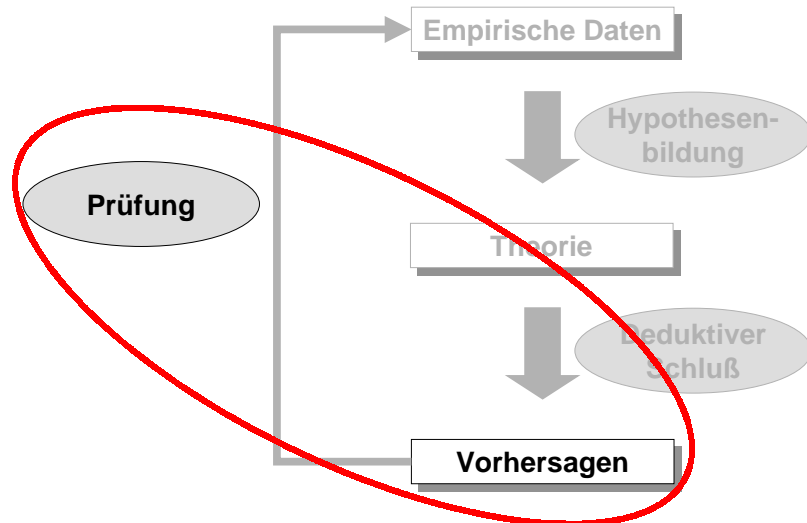
Eine Theorie ist dann und nur dann wissenschaftlich (im Sinne empirischer Wissenschaft), wenn sie widerlegbar, d.h. falsifizierbar ist. Beweisen läßt sich generell keine Theorie.



### Creationism (creation science)<sup>1</sup>

- Gott schuf die Welt und alle Lebewesen aus dem Nichts
- Die Schöpfung fand vor ca. 4000 Jahren statt
- ▷ Schlüsse, die aus Fossilien und deren Datierung gezogen wurden müssen falsch sein
- ▷ Gott fälschte die geologische Abfolge von Fossilien
- ▷ Gott versteckte Fossilien in der Erde

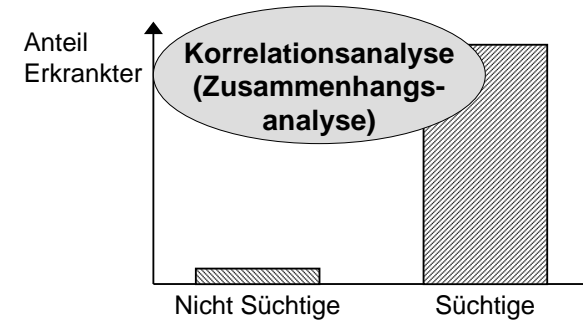
## Vertiefung II: Prüfung (psychologischer) Hypothesen



## Prüfung einer Zusammenhangshypothese

### Zusammenhangshypothese

- A tritt zusammen mit B auf
- Bsp.: Heroinsucht geht mit AIDS und/oder Hepatitis einher
- Prüfung durch gleichzeitige Messung von A und B. Wenn die Hypothese stimmt, geht mit mehr A auch mehr B einher



## Kausalhypothesen: Prüfung per Experiment

### Ist Heroin/Heroinsucht die Ursache der Erkrankungen?

- Die eben gezeigte Korrelation (=Zusammenhang) zwischen AIDS-/Hepatitis-erkrankungen und Heroinsucht sagt nichts über die Verursachung der Krankheiten aus
- Um festzustellen, ob Heroin ursächlich für die Erkrankungen ist, müssen
  - zwei Gruppen gebildet werden, bei denen nur dieses Merkmal verändert wird
  - alle anderen Merkmale bei den beiden Gruppen Süchtige/Nicht-Süchtige konstant gehalten werden, d.h. in gleicher Ausprägung vorhanden sein
- ▷ Genau dies leistet ein Experiment

## Ein beispielhaftes Experiment

### Ist Psychotherapie eine effektive Behandlungsmethode für Depressive?

- Zwei Gruppen mit je 20 unbehandelten Depressiven bilden
  - alle sind in gleichem Maße depressiv
  - die beiden Gruppen sind hinsichtlich Alter, Bildungsgrad, Geschlechterverteilung usw. vergleichbar
- Eine Gruppe bekommt 20 Stunden psychotherapeutische Behandlung, die andere Gruppe nicht
- Anschließend werden die Depressivitätswerte beider Gruppen verglichen



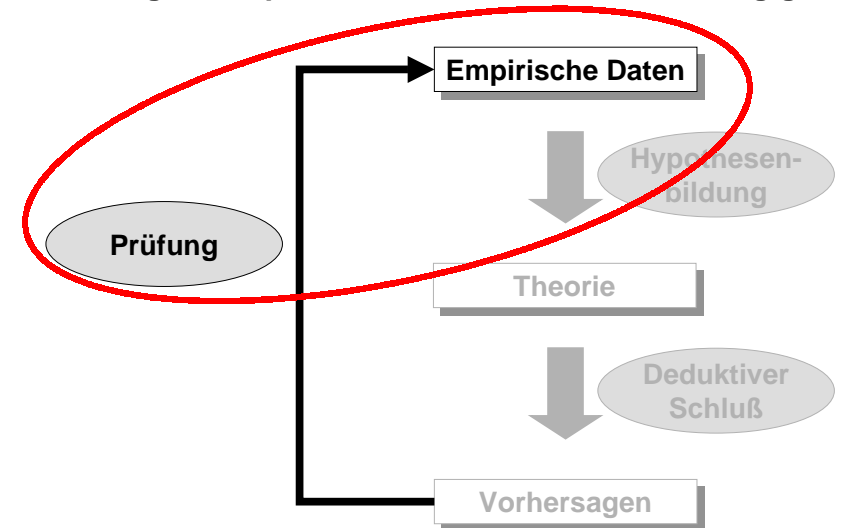
Ist das Experiment ohne Makel?



## Verallgemeinerung des experimentellen Vorgehens

- Ist Psychotherapie eine effektive Behandlungsmethode für Depressive? = Nach Theorie xy müßte A (Psychotherapie) B (Besserung) bewirken
- Eine Gruppe bekommt 20 Stunden psychotherapeutische Behandlung, die andere Gruppe nicht = Eine und nur genau eine Variable wird variiert. Dies ist die unabhängige Variable
- Zwei Gruppen mit je 20 unbehandelten Depressiven bilden, die (a) alle in gleichem Maße depressiv und (b) hinsichtlich Alter, Bildungsgrad, Geschlechterverteilung usw. vergleichbar sind = Alle anderen Variablen werden konstant gehalten
- Anschließend werden die Depressivitätswerte beider Gruppen verglichen = Bestätigung oder Falsifizierung der Theorie

## Vertiefung III: Empirische Daten sind theorieabhängig



## Auch in der Forschung findet man nur das, was man auch sucht

**Wissenschaftler betreiben Forschung immer von einer bestimmten Blickrichtung (Perspektive) aus**

- sie glauben an bestimmte Methoden
- sie denken in bestimmten Theorien
- sie halten bestimmte Experimente für besonders geeignet für die Forschung

**Forschung innerhalb eines bestimmten Paradigmas<sup>1</sup>**

## Eines der bekanntesten Paradigmen in der Geschichte der Psychologie war der Behaviorismus

**Paradigma der operanten Konditionierung (→ Behaviorismus)**

- ein bestimmtes Verhalten tritt zufällig auf
- das Verhalten wird bestraft oder belohnt
- ▷ die Auftretenshäufigkeit des Verhaltens ändert sich

**Kein Platz für Denkprozesse**

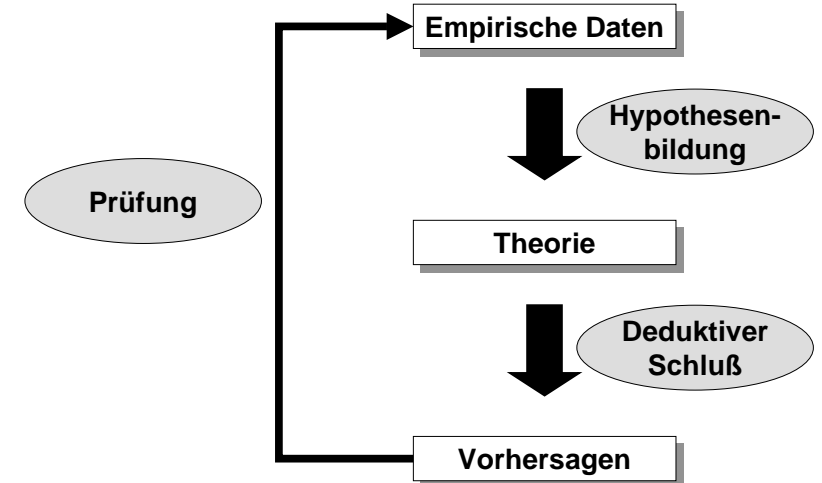


## Behavioristen hätten niemals die empirischen Daten gefunden, die kognitive Psychologen fanden

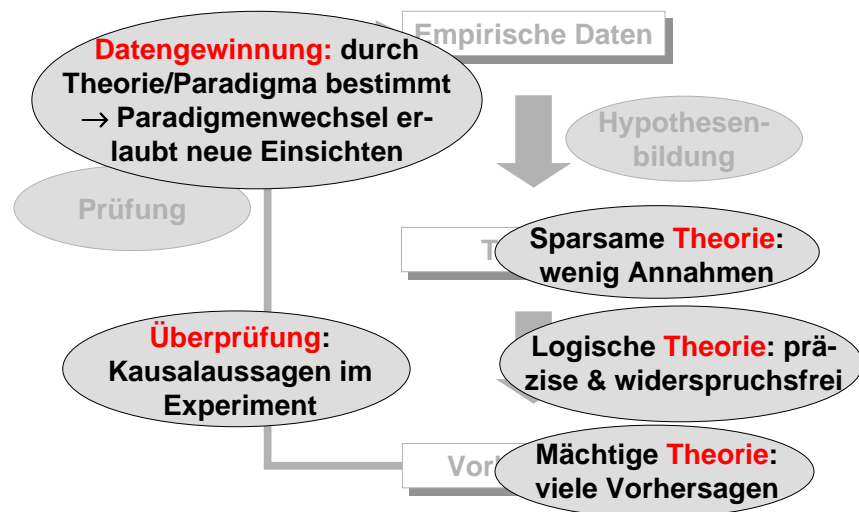
Die „kognitive Revolution“ wurde durch Daten eingeleitet, die aus Fragen wie der folgenden entstanden<sup>1</sup>:

- Ist der Satz „Grüne Wolken fliegen ärgerlich.“ syntaktisch richtig?
- Ist der Satz „Wolken grüne ärgerlich fliegen.“ syntaktisch richtig?
- Haben Sie jemals einen der beiden Sätze zuvor gehört?
- Mit einer black-box ist kaum zu erklären, warum beide Sätze einerseits neu sind, andererseits zu unterschiedlichen Reaktionen führen

## Zusammenfassung



## Die Kernpunkte



### Wozu Methodik?

#### Die Hypothetico-deduktive Methode

#### Elementare Statistik

- Wozu Statistik ?
- Stichproben beschreiben
- Von der Stichprobe auf die Gesamtheit schätzen
- Wann ist ein Unterschied nicht mehr durch Zufall zu erklären?
- Repräsentativität von Stichproben

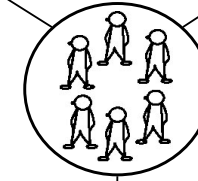
## Wir ziehen eine Stichprobe aus einer Grundgesamtheit



## ... Und machen Aussagen über sie und die Grundgesamtheit

Die Stichprobe soll möglichst exakt mit möglichst wenig Daten beschrieben werden: Mittelwert, Streuung, (Stichprobenkennwerte)

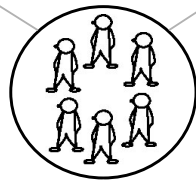
Es soll zwischen zufälligen und überzufälligen Abweichungen der Stichprobenkennwerte von denen anderer Gruppen unterschieden werden



Mit den Stichprobenkennwerten sollen die Kennwerte der Grundgesamtheit geschätzt werden: Verteilung, Standardfehler, Konfidenzintervall

## Dazu gibt es also Statistik und so ist auch diese Einführung gegliedert

Die Stichprobe soll möglichst exakt mit möglichst **1** nig Daten beschrieben **1** werden: Mittelwert, Streuung, (Stichprobenkennwerte)

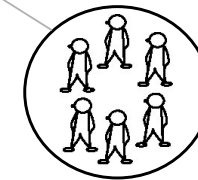


Es soll zwischen zufälligen und überzufälligen Abweichungen **3** der Stichprobe **3** nwerte von denen anderer Gruppen unterschieden werden

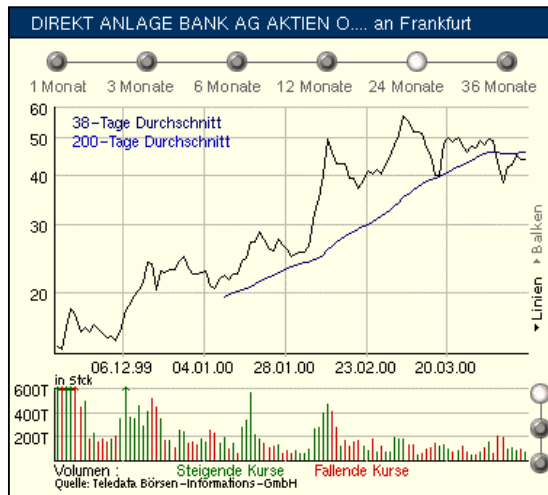
Mit den Stichprobenkennwerten sollen die Kennwerte der Grundgesamtheit **2** it geschätzt werden: Verteilung, Standardfehler, Konfidenzintervall

## Beschreibende Statistik

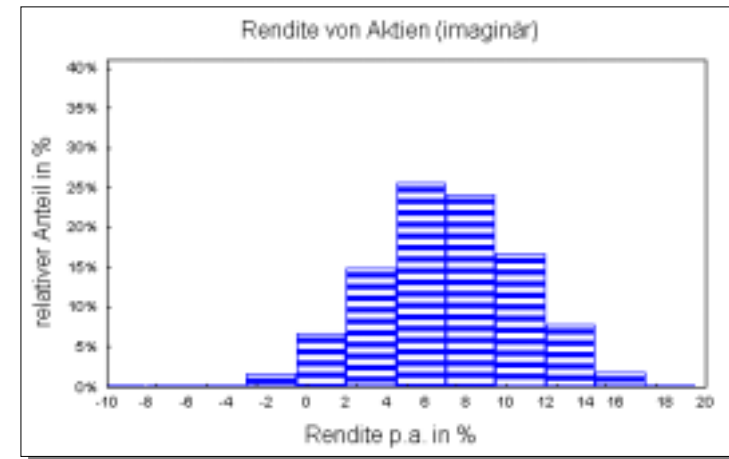
Die Stichprobe soll möglichst exakt mit möglichst **1** nig Daten beschrieben **1** werden: Mittelwert, Streuung, (Stichprobenkennwerte)



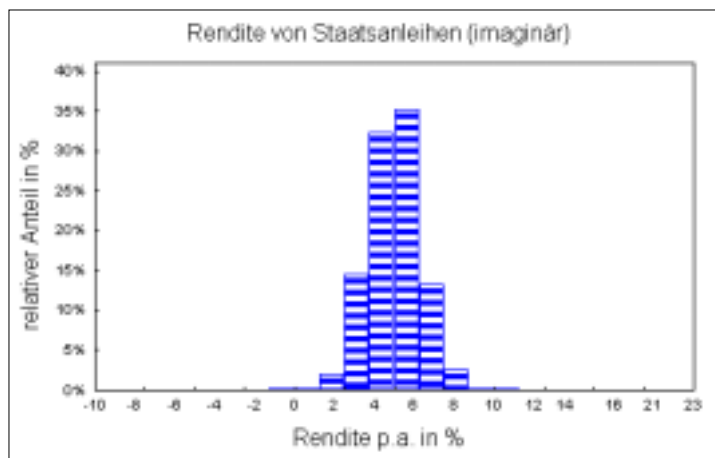
**Im Mittel liefern Aktien eine hohe Rendite. Warum legen so viele Profis ihr Geld dennoch auch in Staatsanleihen an?**



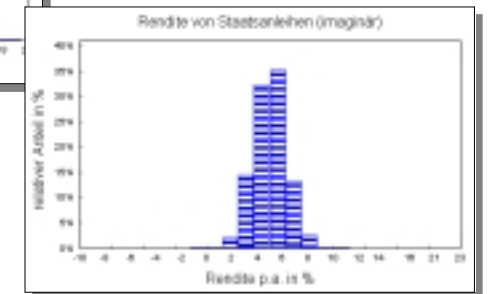
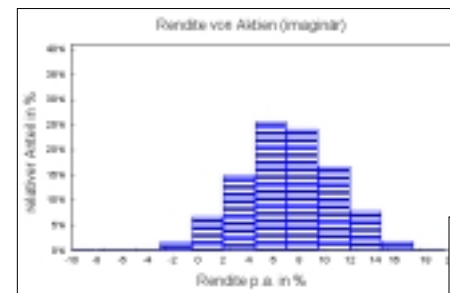
**Weil die erwartete Rendite von Aktien stark schwankt (Risiko) ...**



**... Während Staatsanleihen eine sichere Anlage sind**



**Wer über Mittelwerte spricht, sollte auch die Streuung kennen**



**Maß-  
stab identisch!**

## Die Standardabweichung ist das gebräuchlichste Maß der Streuung

Die Standardabweichung „s“ ist (fast) die mittlere Abweichung der Einzelwerte (z.B. Temperatur pro Tag) vom Mittelwert (z.B. Jahresmittel):

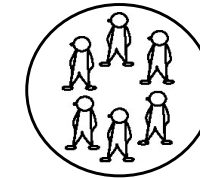
$$s = \sqrt{\sum_i (x_i - \bar{X})^2}$$

oder in Worten: s ist die die Wurzel aus der mittleren quadratischen Abweichung der Einzelwerte vom Mittelwert

Weniger anschaulich aber besser zum Rechnen ist folgende, Varianz genannte, Vereinfachung:

$$s^2 = \sum_i (x_i - \bar{X})^2$$

## Schließende Statistik I: Kennwerte der Grundgesamtheit schätzen



Mit den Stichprobenkennwerten sollen die Kennwerte der Grundgesamtheit geschätzt werden: Verteilung, Standardfehler, Konfidenzintervall

## Bei vielen sozialwissenschaftlichen Fragestellungen will man den Stichprobenfehler ermitteln

Oft ist man weniger an der Streuung innerhalb einer Stichprobe sondern an der Streuung von Stichprobenkennwerten (meistens der Mittelwert!) interessiert

- Stichprobenkennwerte sind Werte, die sich aus der Nutzung von Daten aus Stichproben ergeben, z.B. die Werte bei EMNID-Umfragen. Die Kennwerte beziehen sich dann eben nur auf eine Stichprobe und nicht auf die gesamte Population
- Problem: Stichproben werden erhoben, um Aussagen über eine Population zu machen, nicht um Aussagen über die Stichprobe zu machen. Wie genau schätzt ein Stichprobenkennwert den wahren Kennwert (Populationskennwert)?
- Lösung: Wenn man weiß, wie weit Mittelwerte aus zufällig gezogenen Stichproben (mit n Personen) um den wahren Mittelwert der Grundgesamtheit streuen, kann man den mittleren Schätzfehler angeben

## Bei vielen sozialwissenschaftlichen Fragestellungen will man den Stichprobenfehler ermitteln

Oft ist man weniger an der Streuung innerhalb einer Stichprobe sondern an der Streuung von Stichprobenkennwerten (meistens der Mittelwert!) interessiert

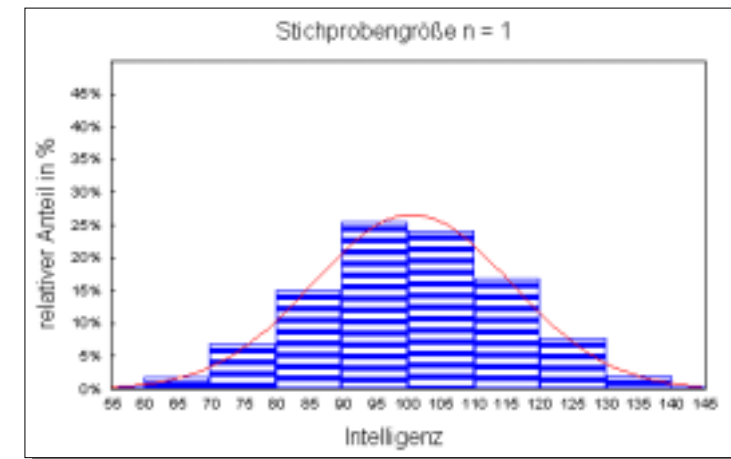
- Stichprobenkennwerte sind Werte, die sich aus der Nutzung von Daten aus Stichproben ergeben, z.B. die Werte bei EMNID-Umfragen. Die Kennwerte beziehen sich dann eben nur auf eine Stichprobe und nicht auf die gesamte Population
- Problem: Stichproben werden erhoben, um Aussagen über eine Population zu machen, nicht um Aussagen über die Stichprobe zu machen. Wie genau schätzt ein Stichprobenkennwert den wahren Kennwert (Populationskennwert)?
- Lösung: Wenn man weiß, wie weit Mittelwerte aus zufällig gezogenen Stichproben (mit n Personen) um den wahren Mittelwert der Grundgesamtheit streuen, kann man den mittleren Schätzfehler angeben

**Standardabweichung der Mittelwertverteilung = „Standardfehler“**

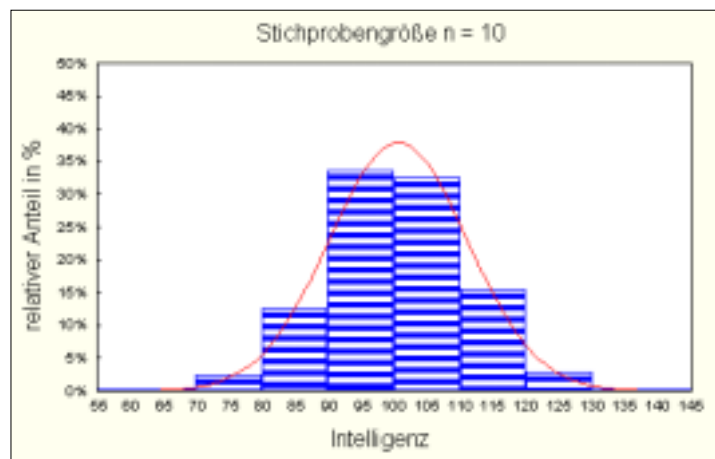
## Ein Gedankenexperiment zur Verdeutlichung des Standardfehlers

- Eine Grundgesamtheit wird definiert, indem bei 100.000 Personen die Intelligenz gemessen wird
- Das Kontinuum der bestimmten Intelligenzwerte wird in wenige Intervalle unterteilt. Für jedes Intervall wird die Zahl der Personen mit einem darin enthaltenen Intelligenzwert notiert
- Danach werden die 100.000 Personen zufällig in Stichproben mit je 10 Personen geteilt. Die jeweiligen Stichprobenmittelwerte werden bestimmt. Danach das gleiche Vorgehen wie oben

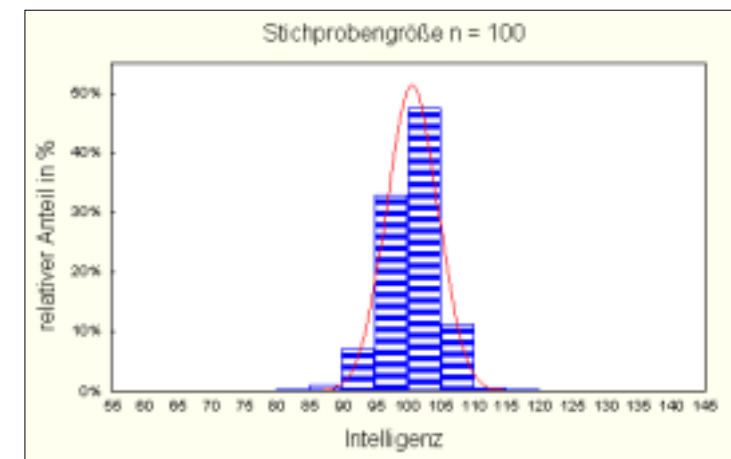
## Beispiel: 100.000 Werte bilden die Grundgesamtheit, der wahre Mittelwert ist 100, die Standardabweichung 15



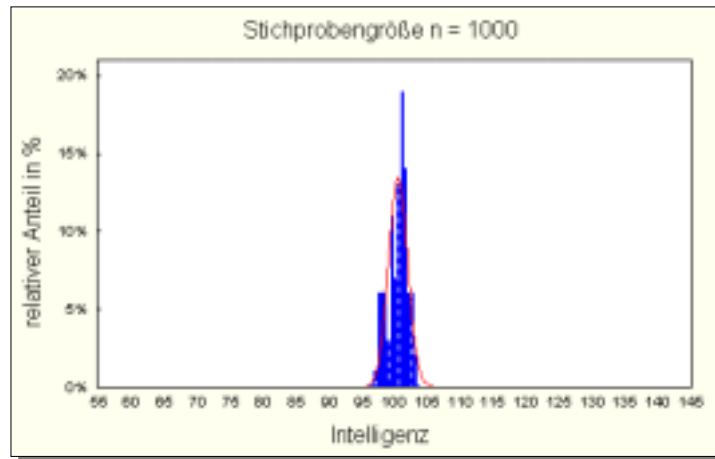
## 10.000 Stichproben mit je 10 Personen, gleicher Maßstab



## 1.000 Stichproben mit je 100 Personen, gleicher Maßstab



## 100 Stichproben mit je 1.000 Personen, gleicher Maßstab



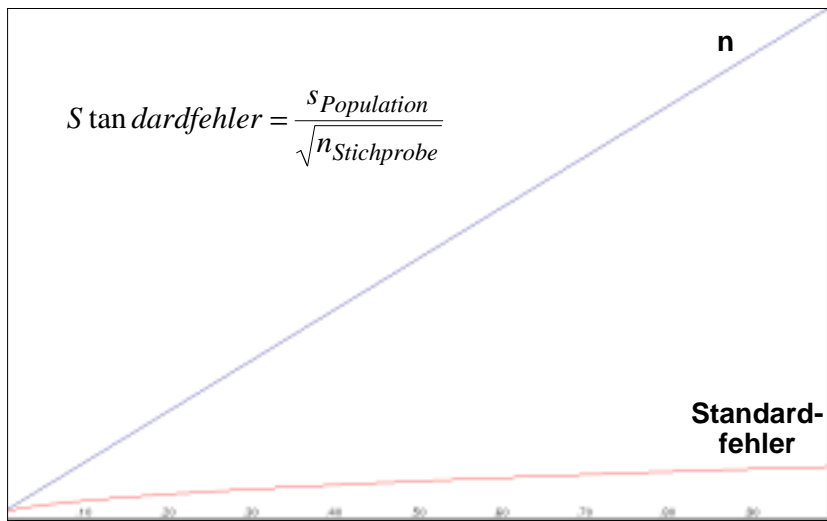
## Anscheinend verringert sich der Standardfehler mit zunehmendem n

### Aufgabe:

- Bitte schätzen sie in Zweier-Teams wie die Beziehung zwischen Standardfehler ( Standardabweichung des Stichprobenmittelwertes vom wahren Mittelwert) und n der Stichprobe ist
- Möglichkeiten sind:
  - linear
  - quadratisch
  - Wurzel
  - ...
- Begründen sie ihre Schätzung!
- Nach fünf Minuten werden alle Schätzungen gesammelt. Was wohl die häufigste Schätzung ist?

## Wird das n verdoppelt, verringert sich der Fehler nur um den Faktor $\sqrt{2}$

$$\text{Standardfehler} = \frac{s_{\text{Population}}}{\sqrt{n_{\text{Stichprobe}}}}$$

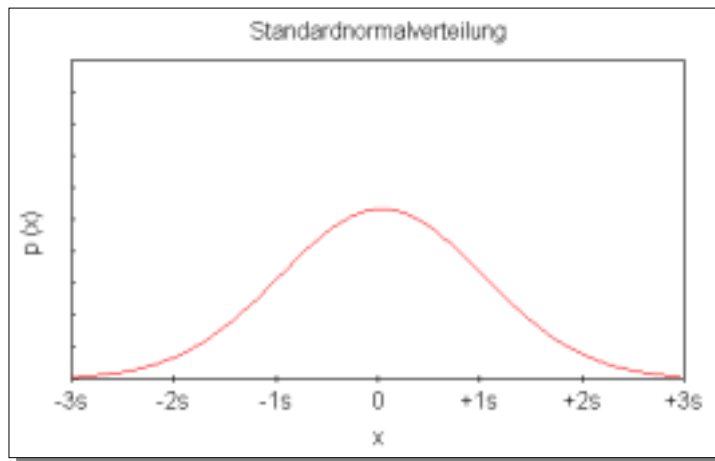


## Zur Berechnung des Konfidenzintervalls benötigt man neben dem Standardfehler noch eine Verteilungsannahme

Ist ein Wert (z.B. Intelligenz) normalverteilt, so kann genau angegeben werden, wie wahrscheinlich es ist, per Zufall einen Wert in einem bestimmten Werteintervall zu ziehen.

- Beispielsweise sollten nur drei Prozent der Deutschen einen Intelligenzwert von über 130 haben ( $M = 100, s = 15$ )
- Die gleiche Logik lässt sich bei anderen Verteilungen anwenden. Meist wird jedoch angenommen, ein Wert sei normalverteilt

Bei der Normalverteilung liegen im Bereich  $-1s$  bis  $+1s$  ungefähr 66% aller Werte

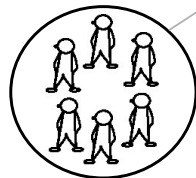


Verteilungsannahme + Standardfehler = Konfidenzintervall

**Das Konfidenzintervall gibt an, in welchem Bereich ein wahrer Wert mit hoher Wahrscheinlichkeit liegt**

- Ein Konfidenzintervall zu bestimmen bedeutet, eine Verteilung wie die des Gedankenexperiments mit Hilfe einer Verteilungsannahme, des Stichprobenmittels und des Standardfehlers zu konstruieren. Diese Verteilung ist natürlich nur eine Schätzung, grobe Abweichungen von der echten Verteilung sind aber unwahrscheinlich
- Mit einer Wahrscheinlichkeit von  $p = 66\%$  liegt der wahre Wert (Populationsmittelwert) im Bereich: Stichprobenmittelwert  $-1$  Standardfehler/ $+1$  Standardfehler
- Mit einer Wahrscheinlichkeit von  $p = 95\%$  liegt der wahre Wert im Intervall Stichprobenmittelwert  $-1,96$  Standardfehler/ $+1,96$  Standardfehler. Dies wird meist als Konfidenzintervall bezeichnet
- ▶ Mit fünf Prozent Wahrscheinlichkeit liegt der wahre Wert also noch außerhalb der Grenzen des Konfidenzintervalls

Schließende Statistik II: Ist ein Unterschied zufällig oder überzufällig?



Es soll zwischen zufälligen und überzufälligen Abweichungen der Stichprobe **3** inwerte von denen anderer Gruppen unterschieden werden

Frage: Hat Medikament A einen signifikanten Nutzen?

**Ein Medikament gegen Schläfrigkeit wurde an einer für die BRD repräsentativen Stichprobe von  $n = 100$  Personen getestet**

- Die 100 Personen schliefen pro Tag 7 Stunden,  $s = 2$
- Der Schlafdurchschnitt in der BRD sind 8 Stunden,  $s = 2$

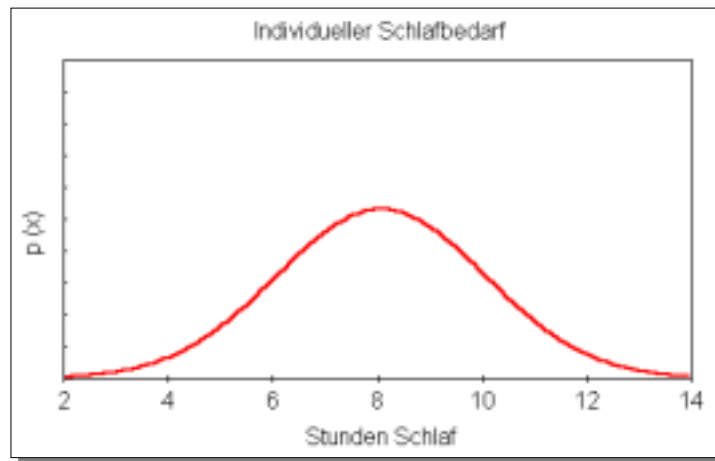
■ Standardfehler  $s_{\bar{x}} = \frac{s_{Population}}{\sqrt{n_{Stichprobe}}}$



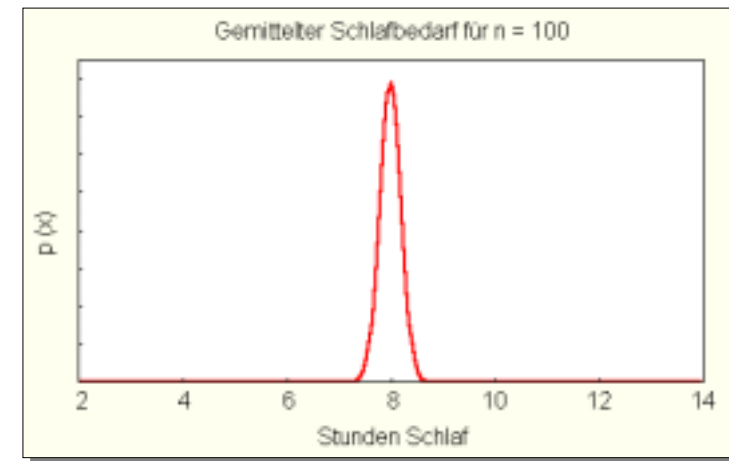
**Ein Wert unterscheidet sich dann signifikant von einem anderen, wenn die Differenz nur schwer durch Zufallsfehler zu erklären ist. Wie gut ist dieses Ergebnis durch Zufallsfehler, d.h. Stichprobenfehler zu erklären?**



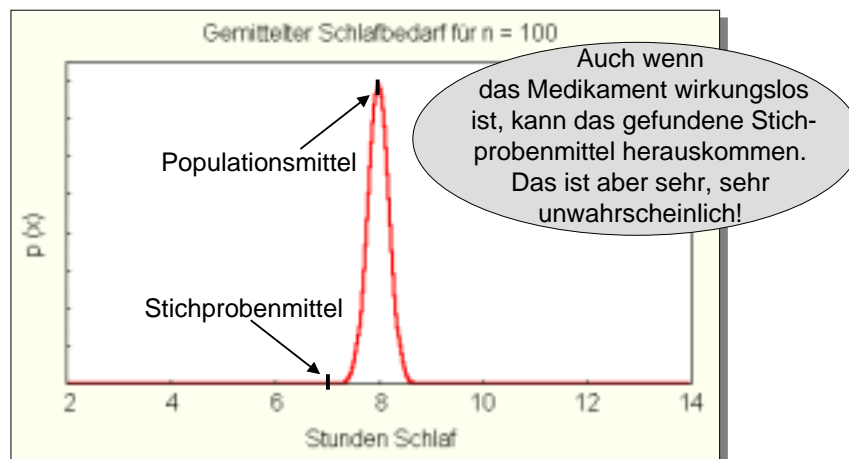
Aus der Kenntnis der Verteilung des Schlafbedürfnis der interessierenden Gesamtpopulation ...



... können wir die erwartete Verteilung der Mittelwerte von Stichproben mit  $n = 100$  aus der Population bestimmen



... und den gefundenen Stichprobenmittelwert eintragen



**Bestimmung der Signifikanz: Null- und Alternativhypothese**

**Wenn man etwas (sozialwissenschaftlich) untersucht, untersucht man auf bestimmte Hypothesen hin, z.B.**

- Gymnasiasten sind leistungsstärker als Gesamtschüler
- Schulleistung hängt mit Versagensangst in Prüfungssituationen zusammen
- Diese Hypothesen werden Alternativhypothesen genannt

**Den Alternativhypothesen entsprechen sogenannte Nullhypothesen, die die eigentliche Hypothese genau verneinen, z.B.**

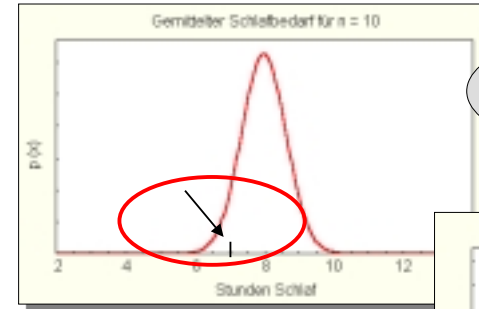
- Gymnasiasten und Gesamtschüler sind gleich leistungsstark
- Schulleistung hängt nicht mit Versagensangst zusammen

## Bestimmung der Signifikanz: Signifikanzniveau

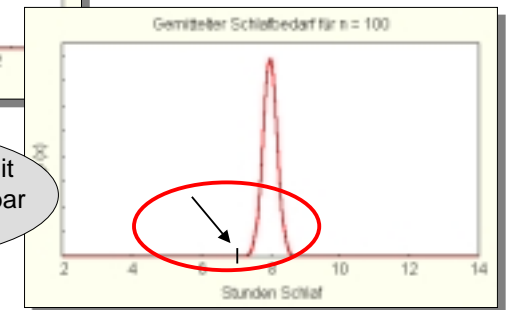
Ist ein empirisch ermittelter Wert unter der Annahme der Nullhypothese nur in einem sehr unwahrscheinlichen Fall zu erwarten, wird die Nullhypothese verworfen und die Alternativhypothese angenommen

- Beispielsweise war das mittlere Schlafbedürfnis der behandelten Gruppe in unserem Beispiel nur sehr schlecht mit der Nullhypothese, daß das Medikament keine Wirkung hat, zu vereinbaren
- Üblicherweise spricht man dann von einem signifikanten Unterschied (von der Nullhypothese), wenn ein Ergebnis nur in maximal 5% aller Fälle unter der Annahme der Nullhypothese zu erwarten wäre
- ▷ Daraus folgt, daß unter 20 Testungen (= 5% der Testungen) ein zufällig signifikant gewordenes Ergebnis zu erwarten ist

## Abhängigkeit des Signifikanzniveaus von der Stichprobengröße: Medikamententest als Beispiel



Wert noch recht gut mit Nullhypothese vereinbar ( $p > .05$ )



Wert sehr schlecht mit Nullhypothese vereinbar ( $p < .05$ )

Bei genügend großem  $n$  kann praktisch jede Nullhypothese verworfen werden!

Bei großen Stichproben wird der Standardfehler und damit die Verteilung der Gruppenmittelwerte so eng, daß selbst (absolut) kleinste Unterschiede signifikant werden!



Deshalb sollte man sich bei großen Stichproben immer die Größe des Effekts anschauen. Bei kleinen Stichproben und fehlender Signifikanz muß man sich umgekehrt fragen, ob der erwartete Effekt bei der gegebenen Stichprobengröße überhaupt eine gute Chance auf Signifikanz hat

Warum sollte eine Stichprobe repräsentativ sein? Was heißt repräsentativ?

Warum können kognitive Psychologen ihre Experimente fast ausschließlich mit Studenten durchführen?

Was für Stichproben brauchen Wahlforscher („Sonntagsfrage“)?

## Seminar Denken und Problemlösen

Problemlösen - 07. November 2000

## Vorab: Was ist ein Problem?

Man steht dann und nur dann vor einem Problem, wenn die Antwort auf eine Frage oder der Weg zu einem angestrebten Ziel nicht sofort angegeben werden kann

- **Das Rahmenmodell von Newell und Simon (1972)**
- **Gut-definierte vs. Schlecht-definierte Probleme**
- **Einsichtsprobleme**
- **Behinderungen und Erleichterungen bei der Problemlösung**
- **Kreativität**

- **Das Rahmenmodell von Newell und Simon (1972)**
  - Warum das Modell hier auftaucht
  - Der Problemraum
  - Mögliche Suchstrategien durch den Problemraum
- Gut-definierte vs. Schlecht-definierte Probleme
- Einsichtsprobleme
- Behinderungen und Erleichterungen bei der Problemlösung
- Kreativität

## Ein grundsätzliches Modell aus dem Informationsverarbeitungsansatz:

### Was ist „Human Problem Solving“ von Newell und Simon?

- ein *Rahmenmodell* für das Problemlösen, d.h. es ist eigentlich nicht zu widerlegen, bietet aber einen Rahmen für genauere Modelle
- ein Modell, das Denken als Informationsverarbeitung versteht
- ein Modell, das aus Forschungen mit Computern hervorging (das Programm „General Problem Solver“, Newell et al., 1960)

### Wozu das Modell?

- Als Rahmenmodell zum Nachdenken. Das ist alles

## Der erste Begriff des Modells: Problemraum

### Ein Problemraum enthält:

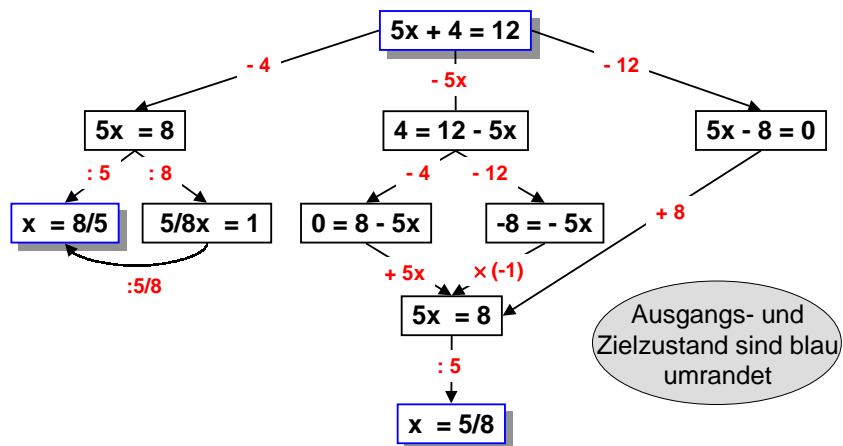
- den Anfangszustand
- den Zielzustand
- alle Zustände dazwischen

**In den meisten Fällen ist ein Problemraum sehr, sehr groß!**

### Operatoren:

- Ein Operator ist eine Handlung, die einen Problemzustand in einen anderen Problemzustand transformiert
- Der Problemraum kann vom Problemlöser durch die Anwendung von Operatoren „durchwandert“ werden

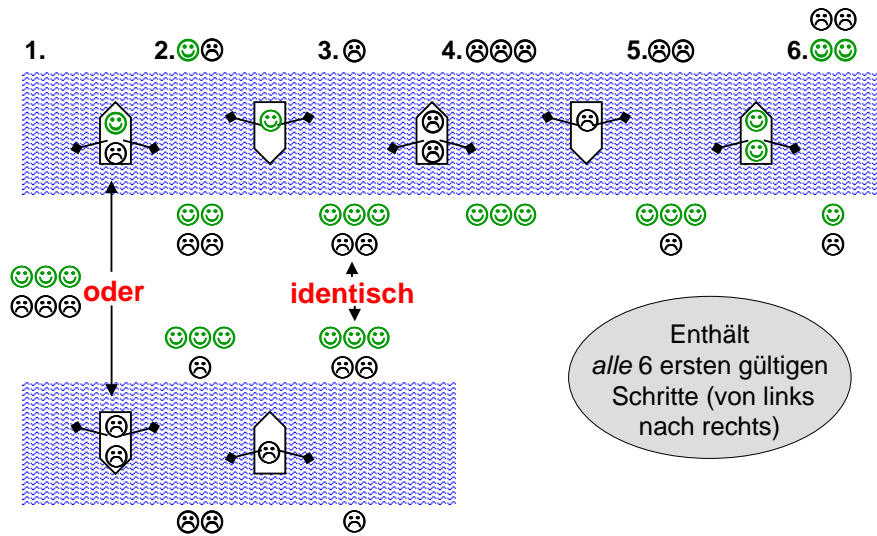
## Ausschnitt des Problemraums von „ $5x + 4 = 12$ “



## Ein weiteres Beispiel: Das Kannibalen-Missionare-Problem

- Drei Kannibalen und drei Missionare wollen einen Fluß überqueren
- Sie haben dazu ein Boot, das maximal zwei Personen faßt
- Sobald auf einem Ufer die Kannibalen in der Überzahl sind, werden die dortigen Missionare verspeist

## Teil des Problemraums des Kannibalen-Mission.-Problems



## Der zweite Begriff des Modells: Suchstrategien

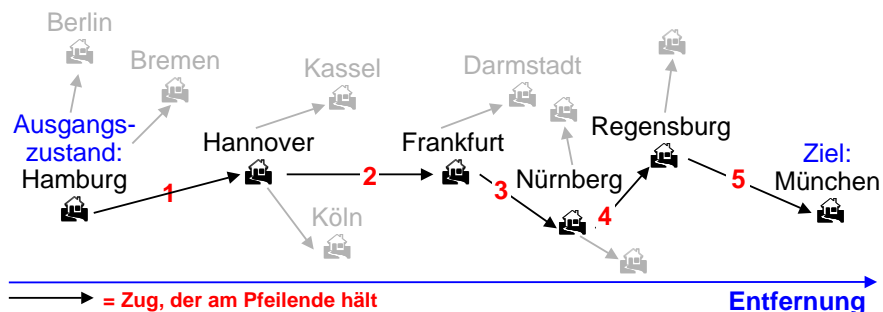
Im „Human-Problem-Solving“-Modell ist das Problemlösen gleich der Suche nach einem Pfad vom Ausgangszustand zum Zielzustand

- Problem: Im Problemraum einen Weg vom Ausgangszustand zum Ziel finden
- Lösung: Bestimmte Suchstrategie (= Suchmethode) anwenden.
- Durch die Nutzung der Strategien ist es nicht mehr nötig, den ganzen Problemraum zu repräsentieren (= „im Kopf zu haben“)
- Diese Strategien werden manchmal auch Heuristiken genannt

## Vorwärts-gerichtete Suche (Unterschiedsreduktion)

**Definition:** Der Problemlöser versucht das Problem direkt vom Ausgangszustand hin zum Zielzustand zu transformieren

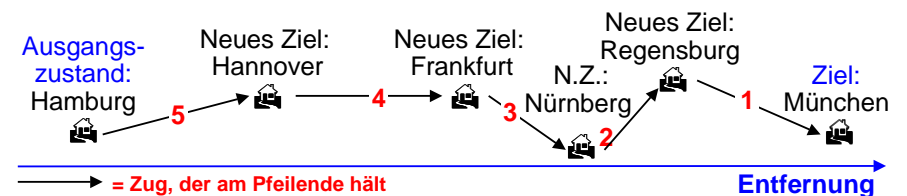
**Anwendungsbeispiel:** Um von Hamburg nach München zu fahren, benutze als erstes den Zug, der am nächsten in München hält



## Rückwärts-gerichtete Suche (Unterschiedsreduktion)

**Definition:** Der Problemlöser versucht das Problem von Zielzustand zurück zum Ausgangszustand zu transformieren

**Anwendungsbeispiel:** Um von Hamburg nach München zu fahren, finde heraus, welcher in München ankommende Zug den nächsten Abfahrtsort zu Hamburg hat. Dieser Ort ist dein neues Ziel

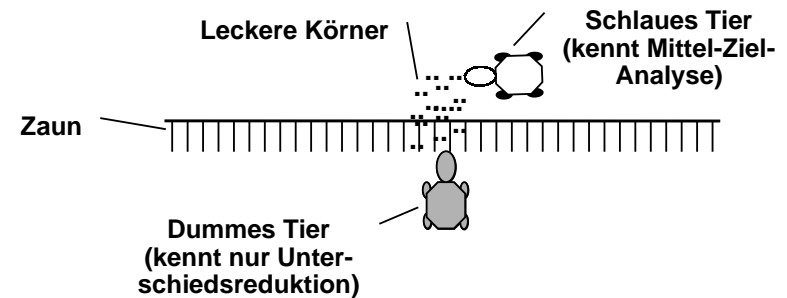


## Mittel-Ziel-Analyse

**Definition:** Der Operator, der den Ausgangszustand in den Zielzustand überführen kann (das Mittel) wird gesucht. Ist dieser nicht anwendbar, wird die Anwendbarkeit selber zum Ziel

**Anwendungsbeispiel:** Um von Hamburg nach München zu gelangen, finde heraus, welcher Operator dies ermöglicht. Das Flugzeug. *Neues Ziel:* Anwendbarkeit des Flugzeugs. Um das Flugzeug benutzen zu können, muß ich am Flughafen sein. Ich bin nicht am Flughafen. *Neues Ziel:* Am Flughafen sein. Usw.

## Mittel-Ziel-Analyse im Vergleich zur Unterschiedsreduktion (vorwärts- / rückwärtsgerichtete Suche)



## Generate and Test

**Definition:** Alternative Pfade durch den Problemraum werden (unsystematisch) generiert und dann auf ihre Brauchbarkeit hin überprüft

**Anwendungsbeispiel:** Hunderte verschiedener Zugkombinationen werden generiert. Anschließend wird geprüft, welche am schnellsten in München ankommt

**Generate and Test kann nützlich sein:** Bei manchen Problemen sind bei einem gegebenen Zustand nur so wenige Züge möglich, das ausprobiert werden kann. Ein Beispiel dafür ist das Kannibalen-Missionare-Problem

- > Das Rahmenmodell von Newell und Simon (1972)
- > Gut-definierte vs. Schlecht-definierte Probleme
- > Einsichtsprobleme
- > Behinderungen und Erleichterungen bei der Problemlösung
- > Kreativität

## Bei einem schlecht-definierten Problem gibt es keinen eindeutig definierten Problemraum

**Gut-definiertes Problem:** ein Problem, bei dem der Ausgangszustand, der Zielzustand und die erlaubten Operationen alle genau spezifiziert sind, z.B.

- Schach, Gleichungen umformen, Teile der Physik, ...
- Die gezeigten Beispiele (Kannibalen-Missionare, „ $5x + 4 = 12$ “)

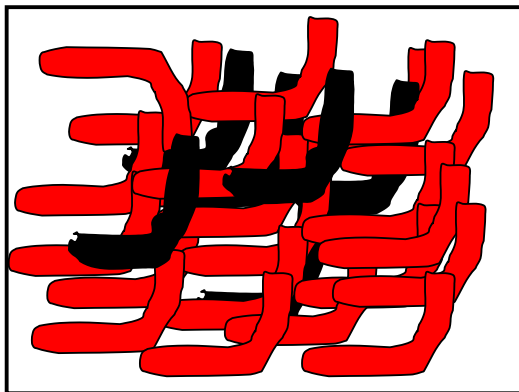
**Schlecht-definiertes Problem:** ein Problem, bei dem der Ausgangszustand, der Zielzustand und/oder die Operationen unklar/vage sind, z.B.

- „Wie kann die Welt sicherer gemacht werden?“
- Quantentheorie und Relativitätstheorie vereinen
- Ein schönes Bild malen
- Einsichtsprobleme (Beispiel folgt)

## Bei schlecht-definierten Problemen wird die *Repräsentation* des Problems entscheidend. Dazu ein Beispiel:

**Lösen Sie bitte folgendes Problem:** Sie haben einzelne rote und schwarze Socken in einer Schublade. Es sind fünfmal mehr rote als schwarze Socken. Wie viele Socken müssen Sie aus der Schublade nehmen, um sicher ein Paar der selben Farbe zu haben?

## Lösungshilfe für das Sockenproblem: Entnehmen Sie in Ihrer Vorstellung drei Socken aus der Schublade unten!



## Das Sockenproblem zeigt: Wird ein Problem falsch repräsentiert, kann es nicht gelöst werden

### Lehren aus dem Sockenproblem:

- es ist leicht zu lösen, wenn die Socken in der Vorstellung (analog zur realen Welt) aus der Schublade entnommen werden
  - es ist nicht zu lösen, wenn es als Wahrscheinlichkeitsproblem repräsentiert wird
  - es ist ein schlecht-definiertes Problem, da die Operatoren unklar sind
    - Die Unklarheit der Operatoren hängt vom Betrachter ab. Daher sind *schlecht-* und *gut-definiert* subjektive Eigenschaften
    - Da wir alle ungefähr das gleiche wissen, erscheinen diese Eigenschaften jedoch unabhängig vom Betrachter zu sein
- ☞ Ein schlecht-definiertes Problem ist ein Problem, das für den Durchschnittsmenschen schlecht-definiert ist

- > Das Rahmenmodell von Newell und Simon (1972)
- > Gut-definierte vs. Schlecht-definierte Probleme
- > **Einsichtsprobleme**
  - Definitionen
  - Einsicht durch Lockerung von Randbedingungen
  - Einsichtsprobleme werden anders gelöst als normale Probleme
- > Behinderungen und Erleichterungen bei der Problemlösung
- > Kreativität

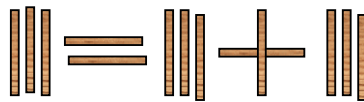
## Das Sockenproblem ist ein klassisches Einsichtsproblem

**Was *Einsicht* bzw. ein *Einsichtsproblem* ist, ist nicht klar definiert:**

- Anderson (1996): Einsichtsprobleme = „Probleme, deren Lösung von einer plötzlichen Einsicht („Aha-Erlebnis“) abhängt“
- Sternberg (1999): Einsicht = „Das als plötzlich erlebte Verstehen eines Problems. Einsicht beruht oft auf einer Veränderung des konzeptuellen Raums, d.h. einer neuartigen Repräsentation eines Problems“
- Knoblich & Wartenberg (1998): Einsicht = „Veränderung der Problemrepräsentation, die in Sackgassen auftritt, also in Situationen, in denen die aktuelle Problemrepräsentation keine Lösung des Problems zuläßt“
- Wichtig sind das *Einsichtserlebnis* und die Notwendigkeit, die anfängliche Repräsentation des Problems zu verändern

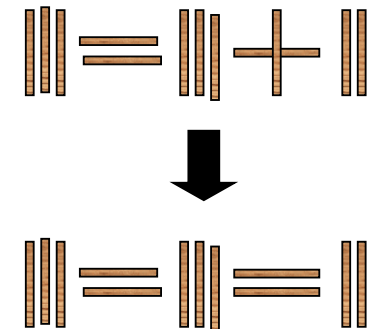
## Lösung eines Einsichtsproblems durch die Lockerung von Randbedingungen

Bitte legen Sie *irgendeines* der Stäbchen um, so daß eine wahre Aussage entsteht! Die römische Schreibweise bleibt erhalten.



## Lösung des Problems aus der Streichholzalgebra

Bitte legen Sie *irgendeines* der Stäbchen um, so daß eine wahre Aussage entsteht! Die römische Schreibweise bleibt erhalten.





## Randbedingungen konkretisieren automatisch das Ziel der Problemlösung

- Nur 35% der Vpn von Knoblich (1997) lösten ein Problem wie „III = III + III“ innerhalb von drei Minuten
- Zur Lösung muß eine tautologische (wahre aber sinnlose) Aussage gebildet werden
  - Anscheinend wird bei der Enkodierung der Aufgabe automatisch die Randbedingung „sinnlose Aussagen sind kein Zielzustand“ aktiviert
  - Diese Randbedingung ist normalerweise sehr sinnvoll
- ◉ Ein neuartiges Problem wird „Opfer“ der Erfahrung mit oberflächlich ähnlichen Problemen

## Einsichtsprobleme werden anders gelöst als Routine-Probleme

### Experiment von Metcalfe & Wiebe (1987):

- Methode:
  - Vorgabe von Einsichtsproblemen und Routine-Problemen (z.B. Algebra)
  - Vpn schätzen vor jedem Lösungsversuch ihre Erfolgswahrscheinlichkeit
  - Vpn geben alle 15s an, wie nahe sie der Lösung sind
- Ergebnisse:
  - Erfolgswahrscheinlichkeit wird bei Routine-Problemen sehr genau eingeschätzt, bei Einsichtsproblemen sehr ungenau
  - Umso zeitlich näher eine Vp an der Lösung eines Routine-Problems ist, desto näher fühlt sie sich der Lösung. Bei Einsichtsproblemen ist dieses Gefühl unabhängig von der realen Nähe zur Lösung

- > Das Rahmenmodell von Newell und Simon (1972)
- > Gut-definierte vs. Schlecht-definierte Probleme
- > Einsichtsprobleme
- > **Behinderungen und Erleichterungen bei der Problemlösung**
  - Mental Sets und Fixation
  - Inkubation
  - Entlastung mentaler Ressourcen
  - Nutzung von Analogien
- > Kreativität

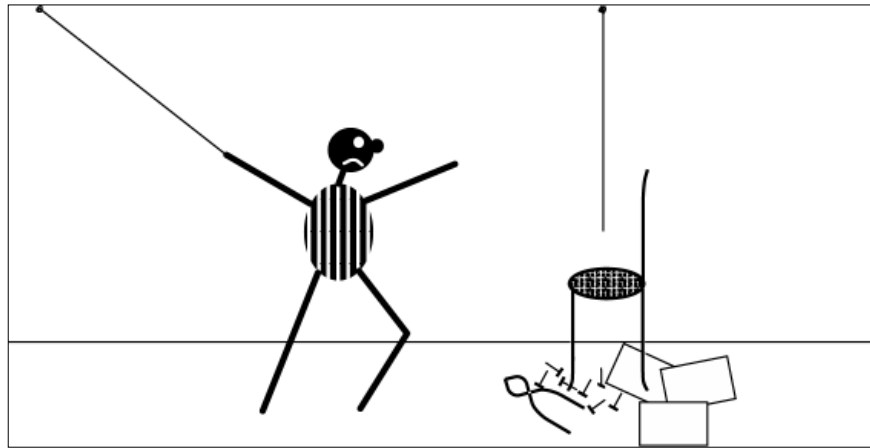
## Luchins Wasser-Krug-Problem (1942) ist das bekannteste Beispiel für die Induzierung eines mental set

### Das Problem ist aus der Einführung bekannt, zur Erinnerung:

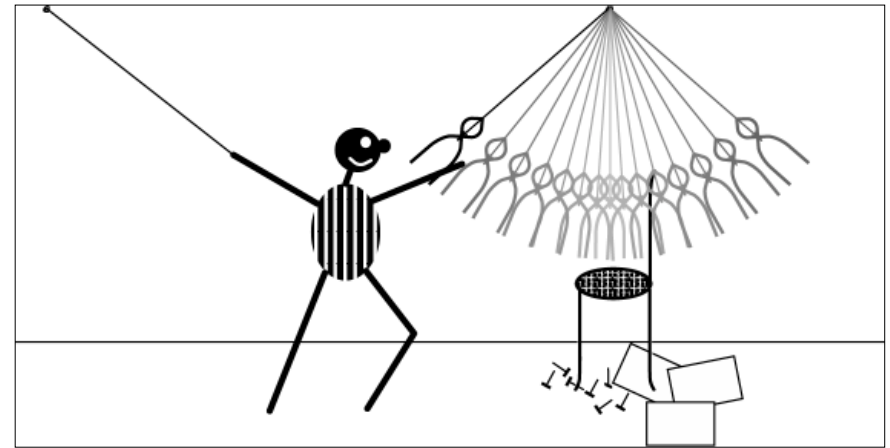
- Die ersten Aufgaben sind immer mit dem selben Algorithmus optimal lösbar
- Die folgenden Aufgaben sind damit schlecht oder gar nicht lösbar
- ◉ Viele Vpn haben erhebliche Probleme mit den letzten Aufgaben

**Mental Set:** Ein Lösungsweg, der sich bei früheren Problemen bewährt hat wird beibehalten, obwohl eine einfachere Lösung möglich wäre

## Fixation: Halten Sie gleichzeitig beide Seile!



## Lösung zum Zwei-Seile-Problem von Maier (1931)

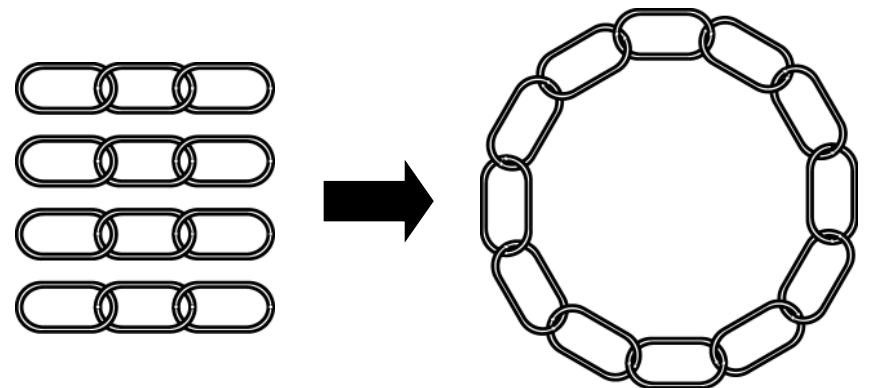


## Funktionale Fixierung hinderte 61% der Vpn Maiers, innerhalb 10 Minuten eine Lösung zu finden

### Zwei-Seile-Problem von Maier (1931)

- Vpn befinden sich tatsächlich in einem Raum mit Seilen etc.
  - Aufgabe: Seile zusammenbinden
  - Einzige Lösung: Zange an Seil binden und in Schwingung versetzen
  - Innerhalb 10 Minuten lösen nur 39% der Vpn das Problem
- ▷ Anscheinend haben die Vpn einen speziellen mental set: Sie nehmen die Zange nicht als ein Gewicht für ein Pendel wahr
- ▷ Funktionale Fixierung: Ein mental set, bei dem nicht realisiert wird, daß ein bekannter Gegenstand auch eine andere als die normale Funktion erfüllen kann

## Stellen Sie die Kette aus den Kettenstücken her! Sie dürfen nur drei Kettenglieder öffnen und wieder schließen



## Bei dem Ketten-Problem kann eine Pause während der Bearbeitung die Lösungswahrscheinlichkeit steigern

### Silveira (1971):

- Vorgabe des Ketten-Problems
- Vpn haben 30 Minuten Zeit zur Lösung des Problems
  - ohne Pause
  - mit 30 Minuten Pause (mit anderer Aktivität)
  - mit 4 Stunden Pause (mit anderer Aktivität)
- Ergebnisse:
  - ohne Pause 55% Lösungen
  - mit 1/2 h Pause 64% Lösungen
  - mit 4 h Pause 85% Lösungen

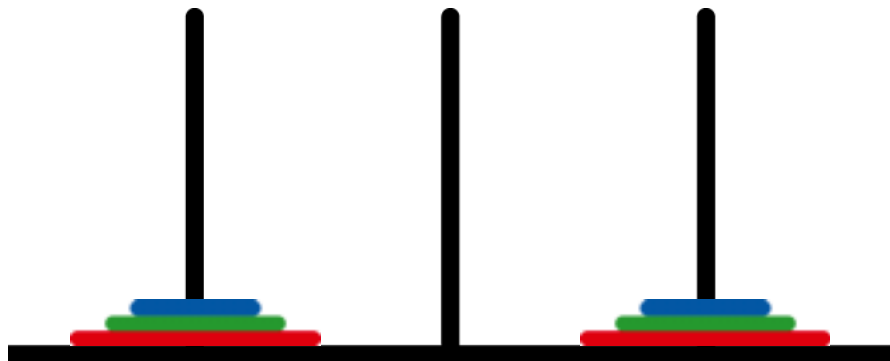
◊ Einige Zeit nicht über das Problem nachzudenken half den Vpn

## Inkubation = Eine Pause während der Problembearbeitung hilft bei der Lösungsfindung

**Inkubation:** Ein Zeitraum in dem, nach intensiver vorheriger Beschäftigung mit einem Problem, nicht mehr bewußt über das Problem nachgedacht wird. Dies soll z.T. zu Einsicht führen

- nur bei Einsichtsproblemen wirksam
- bei Routine-Problemen führt eine Pause zu negativen Effekten; die Position des Problemlösers im Problem wird vergessen
- Möglicherweise verliert während der Pause ein mental set an Aktivierung und damit an (negativen ) Einfluß

## Das „Turm von Hanoi“-Problem



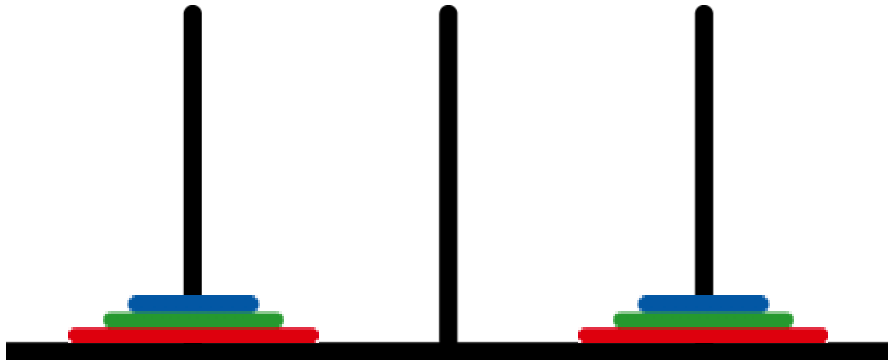
1. Pro Zug darf eine Scheibe bewegt werden
2. Nur die kleinste Scheibe eines Stiftes darf bewegt werden
3. Es darf nie eine größere auf eine kleinere Scheibe gelegt werden

### ➤ Behinderungen und Erleichterungen bei der Problemlösung

- Die Oberfläche eines Problems entscheidet seine Schwierigkeit: Isomorphe Probleme
- Manchmal lösen wir ein anderes und einfacheres Problem als wir wollen: Überlastung mentaler Ressourcen
- Ein bekanntes Problem zur Lösung eines neuen nutzen: Analogien

### ➤ Kreativität

## Isomorphe Probleme: Das „Turm von Hanoi“-Problem



1. Pro Zug darf eine Scheibe bewegt werden
2. Nur die kleinste Scheibe eines Stiftes darf bewegt werden
3. Es darf nie eine größere auf eine kleinere Scheibe gelegt werden

## Das Monster-Problem

- Drei Kristallkugeln unterschiedlicher Größe (klein, mittel, groß)
- Drei Monster unterschiedlicher Größe, die die Kristallkugeln halten
- Regeln:
  1. Pro Zug darf nur eine Kristallkugel von Monster zu Monster verschenkt werden
  2. Ein Monster darf nur seine größte Kristallkugel verschenken
  3. Ein Monster wird nur eine solche Kristallkugel annehmen, die größer ist als alle seine eigenen
- Ausgangszustand: Das kleinste Monster hat alle Kugeln
- Zielzustand: Das größte Monster hat alle Kugeln

## Das Monster-Problem kann durch einige Wortersetzungen in das „Turm von Hanoi“-Problem verwandelt werden

- Monster = Stifte
- Kristallkugeln = Scheiben
- Große Kristallkugel = Kleine Scheibe
- verschenken = (Scheibe) bewegen



Das Monster-Problem und das „Turm von Hanoi“-Problem sind isomorph, d.h. sie unterscheiden sich nur oberflächlich

## Isomorphe Probleme sind unterschiedlich schwer. Was sind dafür die Gründe?

### Lösungszeiten von „Turm von Hanoi“ und dem Monster-Problem (Kotovsky, Hayes & Simon, 1985)

- Turm von Hanoi: 1,83 Minuten
- Monster-Problem: 13,95 Minuten



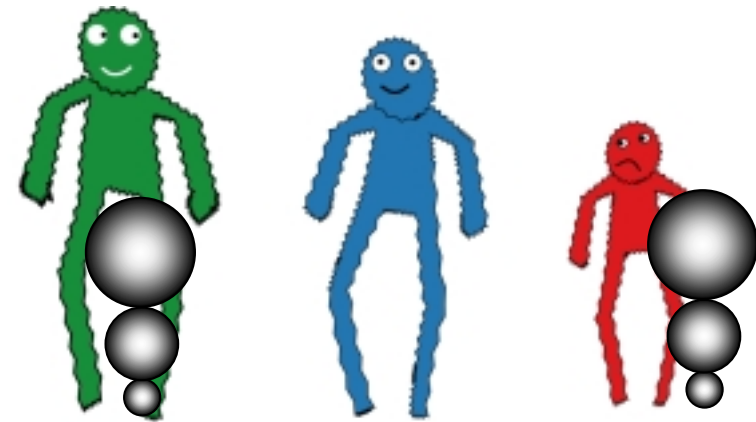
Die Probleme sind objektiv gleich schwer. Deshalb muß die unterschiedliche Schwere durch eine unterschiedliche Repräsentation des Problems begründet sein.

## Überlastung mentaler Ressourcen: Das Arbeitsgedächtnis wird beim Monsterproblem überlastet

### Vorgabe einer externen Gedächtnis-Hilfe (Kotovsky, Hayes & Simon, 1985, Experiment 4a)

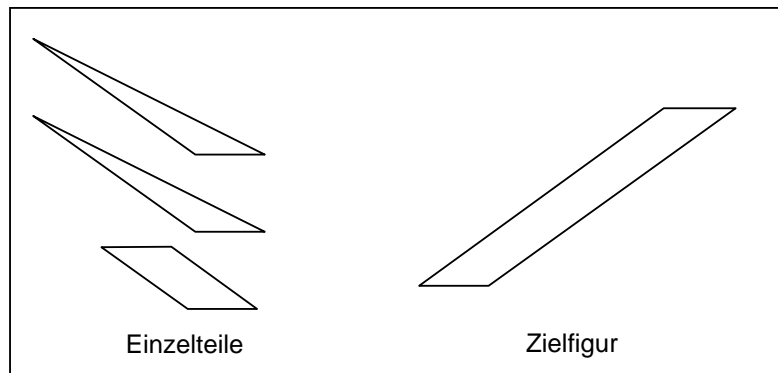
- Das „Turm-von-Hanoi“ Problem wird normalerweise an einem physisch vorhandenen Modell gelöst. Das Monster-Problem wird dagegen als Textaufgabe vorgegeben
- ◊ Beim „Turm-von-Hanoi“ muß keine Gedächtnisrepräsentation des Problemraums aufgebaut werden, da ein reales Modell manipuliert werden kann
- ◊ Das Monster-Problem wird viel einfacher, wenn ein Monster-Modell vorgegeben wird:
  - 6.12 Minuten bei Vorgabe eines Monster-Modells
  - 14.08 Minuten ohne Vorgabe eines Monster-Modells

## Ein Monstermodell: Die Vpn kann die Kugeln zwischen den Monstern hin- und herbewegen



## Wie wird ein Problem bei Überlastung mentaler Ressourcen gelöst?

Klauer (1992) gab Vpn geometrische Puzzle-Probleme wie unten vor:



## Eine Überlastung mentaler Ressourcen führt zu einer vereinfachten Repräsentation des Problems

### Experiment I von Klauer (1992):

- Methode
  - Vpn lösen geometrische Puzzle-Probleme aus zwei oder drei Teilen
  - Eine Minute je Problem
  - Es dürfen keine Figuren gelegt werden, d.h. das Problem muß im Kopf gelöst werden
- ◊ Überlastung der mentalen Ressourcen
- Ergebnisse
  - 85% der Fehler waren *falsche Alarme*, d.h. die Vpn dachten, sie hätten das Problem gelöst
  - bei 52% der falschen Alarme wurde als Lösung des Problems eine Lösung angegeben, die entsteht, wenn die Dreiecke als regelmäßige Dreiecke repräsentiert werden (Ankathete = Kathete)

## Umsetzung dieser Erkenntnisse für den Lerner

### Design des Experiment II von Klauer (1992):

- Aufgabe: Einen kleinen Käfer mit Flügeln und zwei Punkten durch Anwendung bestimmter Operatoren in einen mittleren Käfer mit Flügeln und drei Punkten verwandeln
- Operatoren: Unterscheiden sich in ihren Voraussetzungen
  - Anzahl Punkte darf immer verändert werden
  - Anzahl Flügel darf nur bei bestimmter Größe verändert werden
  - Größe darf nur bei bestimmter Größe, Anzahl Flügel und Anzahl Punkte verändert werden
- Manipulation:
  - Rückmeldung jeder Verletzung von Voraussetzungen
  - Beim ersten Lösungsversuch nur Rückmeldung solcher Verletzungen, die nur schwer zu kompensieren sind (Flügel), dann Rückmeldung leicht zu kompensierender Verletzungen (erst Größe, dann Punkte)

## Manchmal ist es sinnvoll, zuerst nur ein vereinfachtes Problem zu lösen

### Ergebnisse des Experiment II von Klauer (1992):

- Vpn, denen anfangs nur die kritischen Fehler zurückgemeldet werden, kommen am schnellsten zu einer komplett fehlerfreien Lösung
- Eine bisher unerwähnte Gruppe von Vpn, denen anfangs nur die unkritischen Fehler (Anzahl Punkte) zurückgemeldet wurden, braucht am längsten bis zur Lösungsfindung
- Die Kontrollgruppe, der von Anfang an alle Fehler zurückgemeldet wurden, liegt in der Leistung dazwischen
- Beide Gruppen mit nur partieller Rückmeldung lösten anfangs ein vereinfachtes Problem (ein Planungsproblem). Die zwei Planungsprobleme unterschieden sich aber in der Schwierigkeit, mit der die vereinfachten Teile der Lösung in eine fehlerfreie Lösung übersetzt werden konnten

## Analoger Transfer: Das Strahlenproblem (Duncker, 1935)

- Patient mit bösartigem Tumor im Magen
- Falls der Tumor unangetastet bleibt, wird der Patient sterben
- Der Tumor kann durch eine Operation nicht entfernt werden
- Der Tumor kann durch Bestrahlung zerstört werden
- Strahlen von einer den Tumor schädigenden Intensität schädigen auch gesundes Gewebe

**Wie kann der Tumor zerstört und das gesunde Gewebe unangetastet bleiben?**

## Das analoge Militärproblem (Gick & Holyoak, 1980)

- General will Festung in der Mitte eines Landes einnehmen
- Viele Straßen führen von allen Seiten des Landes zur Festung
- Alle Straßen sind vermint, es kann jeweils nur ein Teil der Armee sicher über eine Straße gehen

**Wie kann der General seine ganze Armee für einen Angriff nutzen?**

**Lösung: Armee in kleine Gruppen aufteilen, auf verschiedenen Straßen zur Festung marschieren und dort wieder zusammentreffen**

## Das Militärproblem und das Strahlenproblem unterscheiden sich nur oberflächlich, d.h. sind analog

### Abstrakte Struktur der beiden Probleme:

- Ziel: Mittel einsetzen, um ein zentrales Ziel zu zerstören
- Ressourcen: Mittel sind stark genug
- Randbedingung: Mittel können nicht auf einmal auf einem Weg zum Ziel gebracht werden
  
- Lösung: Mittel teilen und auf vielen verschiedenen Wegen parallel zum Ziel bringen

## Die vorherige Vorgabe des Militärproblems hilft Menschen bei der Lösung des Strahlenproblems

### Gick & Holyoak (1983):

- Nur Vorgabe des Strahlenproblems: 10% Lösungswahrscheinlichkeit
  - Vorab Aufgabe, das Militärproblem mit Lösung (= kleine Geschichte) zu memorieren: 30% Lösungswahrscheinlichkeit
  - Vpn lösen das Militärproblem vorab selber: 41% Lösungswahrscheinlichkeit (von den 50% der Vpn die das Militärproblem lösten)
  - Vorgabe des Militärproblems mit Lösung und Hinweis auf Transfer: 75% Lösungswahrscheinlichkeit
- ☞ Vpn übertragen die Lösung des Militärproblems auf das Strahlenproblem
- ☞ Die meisten Vpn schaffen diesen analogen Transfer jedoch nicht. Das wird auch von anderen Studien bestätigt (z.B. Gentner & Gentner, 1983)

## Generelles Problem bei Analogien: Die Oberfläche ist irrelevant, wird von uns aber besonders beachtet

### Beispiel für Analogiebildung nach Kriterien der Oberfläche:

- Schüler erwarten, daß die bereits gelösten Beispielaufgaben in einem Kapitel eines Physikbuchs die zur Lösung der Übungsaufgaben erforderlichen Lösungsmethoden enthalten (Chi, Bassok, Lewis, Reimann & Glaser, 1989)

### Wie soll man erkennen, was die relevanten strukturellen Merkmale eines Problems sind?

> Das Rahmenmodell von Newell und Simon (1972)

> Gut-definierte vs. Schlecht-definierte Probleme

> Einsichtsprobleme

> Behinderungen und Erleichterungen bei der Problemlösung

> **Kreativität**

## Was ist an diesem Bild kreativ?



## Eine ungewöhnliche aber sinnvolle Lösung ist kreativ

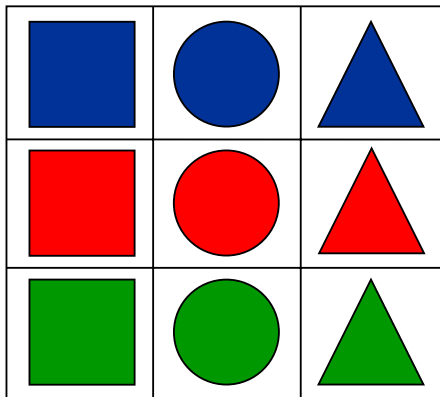
**Die Standarddefinition von Kreativität ist, daß eine ungewöhnliche aber sinnvolle Problemlösung kreativ ist**

- Sinnvoll = Löst das Problem
- Dementsprechend messen verschiedene Tests die Kreativität einer Person über die Anzahl, Unterschiedlichkeit und Angemessenheit von Antworten auf offene Fragen und zu vervollständigende Bilder (z.B. *Torrance Tests of creative thinking*; Torrance 1974, 1988)
- Verwandtschaft zum Konzept des divergenten Denkens (Guilford, 1950), bei dem nicht das logisch notwendige (*konvergentes Denken*), sondern das logisch mögliche generiert wird



**Was ist ungewöhnlich? Ist Pop-Art heute noch kreativ?**

## Zur Klärung des Konzepts „Ungewöhnlich“: Was fehlt (im Sinne einer Reihenfortsetzung)?



## Was muß zur Lösung des „Form × Farbe“-Problems kognitiv repräsentiert sein?

**Problemraum mit**

- Elementen: Form und Farbe
- Operatoren, d.h Regeln, mit denen die Elemente verändert, zueinander in Beziehung gesetzt etc. werden können
  - in diesem Falle ist der kritische Operator die logische Und-Verknüpfung von Form und Farbe



**Jemand, dem diese Elemente und Operatoren zur Verfügung stehen, ist in der Lage verschiedenste Probleme zur logischen Verknüpfung von Form und Farbe zu lösen. Man sagt, sein *konzeptueller Raum* von Form und Farbe ermöglicht die Lösung solcher Probleme**



## Definition von „Ungewöhnlich“ aus einer allgemeinpsychologisch, (Denk-)prozeßorientierten Sichtweise

**Ungewöhnlich ist, wozu der konzeptuelle Raum einer Person verändert werden mußte**

- Geht es um die Lösung eines Problems, kann gesagt werden:
  - Der vom Problemlöser konstruierte Problemraum beruht auf seinem konzeptuellen Raum der Wissensdomäne
  - ◊ Eine Lösung, die voraussetzt, daß der Problemlöser die Randbedingungen, Operatoren oder Elemente seines Problemraums verändert, ist ungewöhnlich
  - Das gilt natürlich nicht für Veränderungen von Fehlrepräsentationen, die auf Müdigkeit, fehlender Aufmerksamkeit etc. entstehen



**Randbedingungen gehören ebenfalls zum konzeptuellen Raum**

## Was ist hier kreativ?



**Das Regal ist eine für mich kreative Leistung, da mein konzeptueller Raum vom „Einrichten“ verändert wurde**

**Mein konzeptueller Raum vom Einrichten ist um das Element „Regal aus Bausteinen und Holzplatte“ erweitert worden**

- vorher war das Problem „Wo stelle ich meine Sachen rauf?“ nur durch die Zuhilfenahme des Elementes „Ikea“ lösbar
- ich habe ein Einsichtsproblem gelöst



**Definition von Kreativität, die nur das Individuum beachtet**

## Wo ist der Unterschied in der Qualität der Kreativität?



## Pop Art ist historisch kreativ

### Encyclopedia Britannica zu Pop Art:

art in which commonplace objects (such as comic strips, soup cans, road signs, and hamburgers) were used as subject matter and were often physically incorporated in the work. [...]



**Pop Art hat den konzeptuellen Raum der westlichen Malerei erweitert (*historische Kreativität*)**

**Mein Regal hat den konzeptuellen Raum von genau einer Person erweitert (*persönliche Kreativität*)**

## Wie verändert man seinen konzeptuellen Raum?

- Über Analogien neue Relationen (Operatoren) im konzeptuellen Raum „entdecken“
- Über visuelle (oder eine andere analoge) Vorstellung den konzeptuellen Raum aus einer neuen Perspektive sehen, z.B.
  - visuelles Modell für mathematische Zusammenhänge generieren
  - zum Kochen Geschmack von Zutaten vorstellen und zusammenwürfeln
- gezielt divergent Denken (Brainstorming), um auf übersehene Möglichkeiten zu kommen



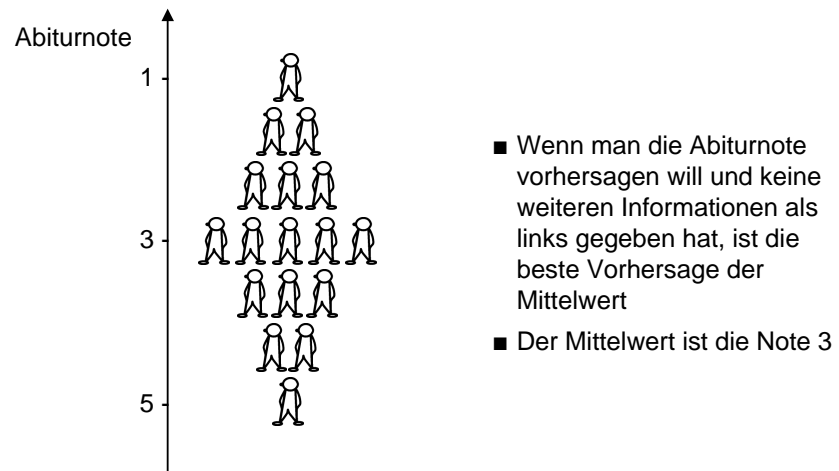
**Kreativität ist schwer!**

## Seminar Denken und Problemlösen

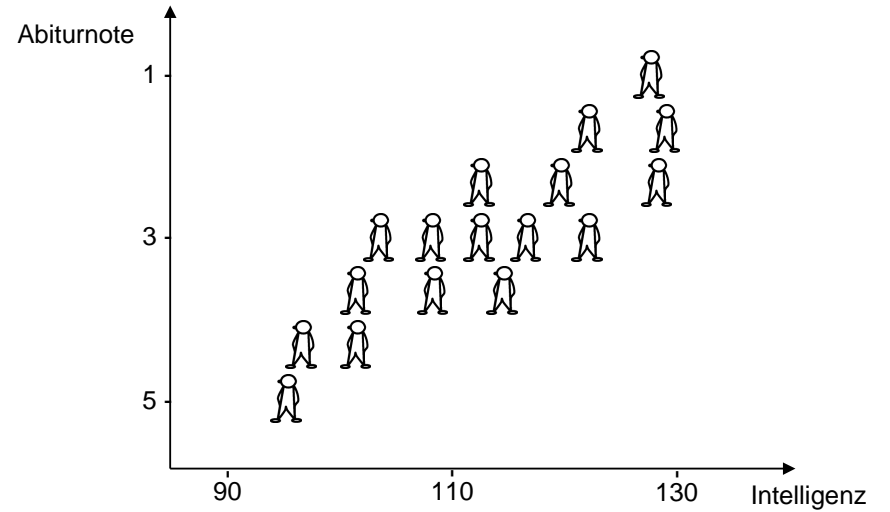
Intelligenz, Vorwissen und Matheleistung - 05. Dezember 2000

- **Methodischer Exkurs: Korrelation und Partialkorrelation**
- **Empirische Ergebnisse aus einer Langzeitstudie**

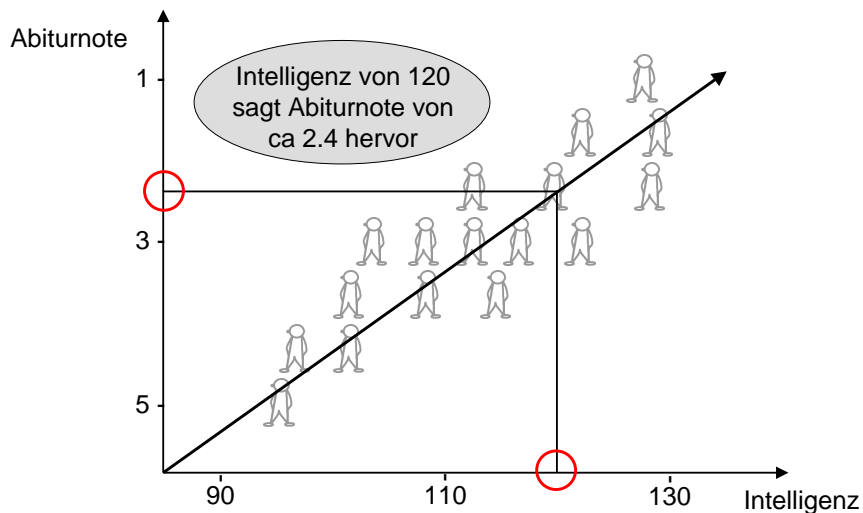
### Korrelation I



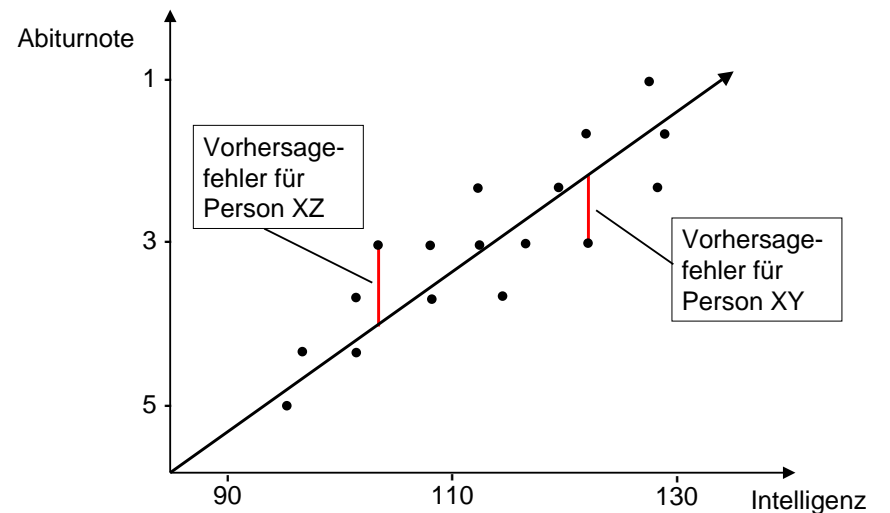
### Korrelation II: Hinzunahme der Intelligenz



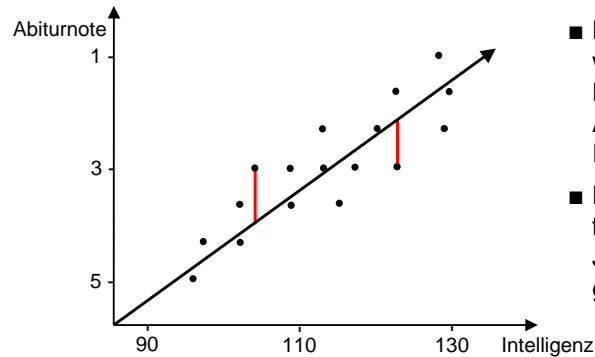
### Korrelation III: Die Regressionsgerade



### Korrelation IV: Der Residualfehler



## Korrelation V: Zusammenfassung

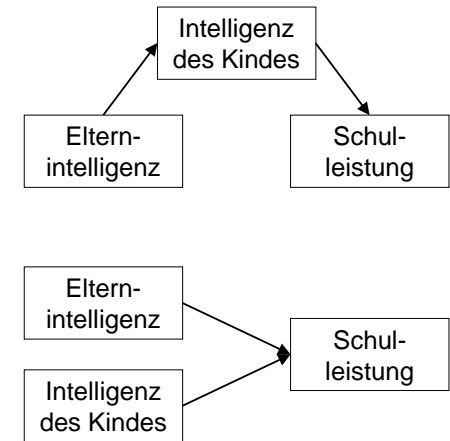


- Die beste Vorhersage für die Note eines Abiturienten ist abhängig von der Intelligenz des Schülers
- Der Fehler der Vorhersage wird als Residuum bezeichnet. Das ist sozusagen der Teil der Abiturnote, der nicht durch Intelligenz erklärt wird
- Die Korrelation  $r$  ist ein Maß für die Güte der Regression: Je höher die Korrelation, desto geringer der Residualfehler

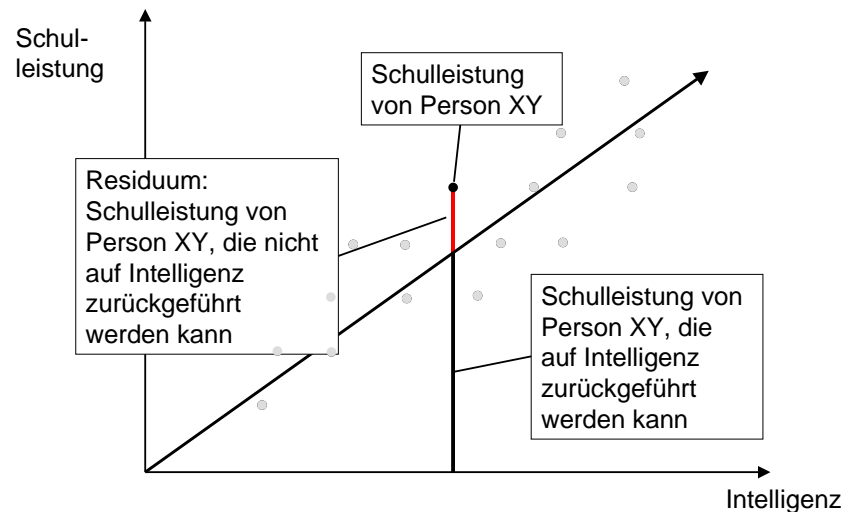
## Partialkorrelation I: Beeinflusst die Intelligenz der Eltern direkt die Schulleistung eines Kindes?

### Zwei Möglichkeiten

1. Intelligenz der Eltern wird dem Kind vererbt. Es gibt nur deshalb einen Zusammenhang zwischen Elternintelligenz und Schulleistung, weil beide mit der Drittvariablen *Intelligenz des Kindes* zusammenhängen
2. Intelligente Eltern sind besser in der Lage, ihre Kinder angemessen zu fördern. Es gibt einen direkten Einfluß der Elternintelligenz auf die Schulnoten des Kindes



## Partialkorrelation II: Das Residuum stellt einen statistisch um den Einfluß einer Variablen bereinigten Wert dar



## Partialkorrelation III: Die abhängige Variable wird vorab um dem Einfluß einer Drittvariablen bereinigt

### Eine Partialkorrelation gibt den Zusammenhang zweier Variablen an, der nicht auf eine Drittvariable zurückgeht

- Vor der Korrelation von Variable X mit Variable Y wird die Korrelation der Variable A mit Y berechnet und die Residuen notiert
- Anschließend wird die Variable X mit den Residuen von Y korreliert
- ➔ Resultiert eine Korrelation, so kann sie nicht auf die Drittvariable A zurückgehen, da die Residuen unabhängig von A sind (sie enthalten nur noch Anteile von Y, die nicht mit A zusammenhängen)
- ➔ Beispiel: Korrelation zwischen Schülerintelligenz und Schulleistung berechnen. Anschließend die resultierenden Residuen mit der Elternintelligenz korrelieren. Resultiert ein Zusammenhang, kann er nicht auf Schülerintelligenz zurückgehen

## Das Vorwissen scheint für die Matheentwicklung entscheidend zu sein

	Arithmetik	Textaufgaben
Mathe Klasse 2 – Mathe Klasse 4	$r = .57$	$r = .55$
Intell. Klasse 1 – Mathe Klasse 4	$r = .26$	$r = .47$
Mathe Klasse 2 – Mathe Klasse 4 Intell. Klasse 1 herauspartialisiert	$r = .53$	$r = .42$
Intell. Klasse 1 – Mathe Klasse 4 Mathe Klasse 2 herauspartialisiert	$r = .05$	$r = .29$

Quelle: Weinert (1996)<sup>1</sup>

## Seminar Denken und Problemlösen

Kognitive Entwicklung von Kindern - 06. Februar 2001

- Jean Piagets Theorie der kognitiven Entwicklung
- Piagets Annahmen im Licht der modernen Säuglingsforschung
- Kognitive Entwicklung als Entwicklung zum Experten

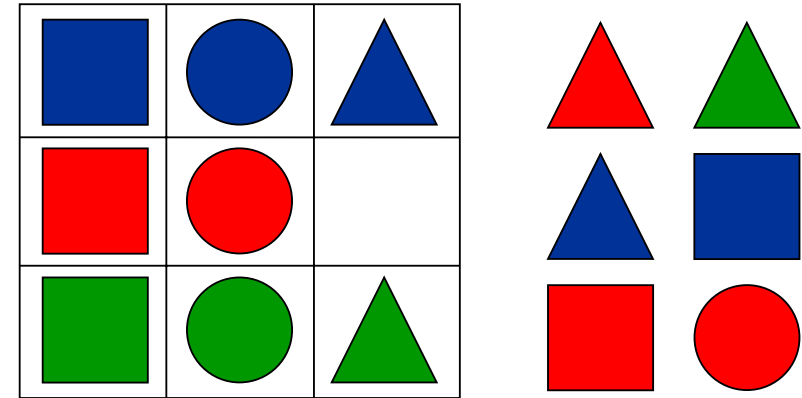
- Jean Piagets Theorie der kognitiven Entwicklung
  - Was entwickelt sich I: Piaget am Beispiel
  - Was entwickelt sich II: Vorstellungen und Operationen
  - Warum entwickelt es sich: Äquilibration
- Piagets Annahmen im Licht der modernen Säuglingsforschung
- Kognitive Entwicklung als Entwicklung zum Experten

## Piagets Theorie der kognitiven Entwicklung

Jean Piagets (1896 - 1980) Theorie der kognitiven Entwicklung ist die bekannteste und umfassendste überhaupt. Entwickelt hat er sie, indem er seine eigenen und später auch andere Kinder genau beobachtete und ihnen Fragen und Probleme vorlegte.

Dazu im folgenden zwei Beispiele:

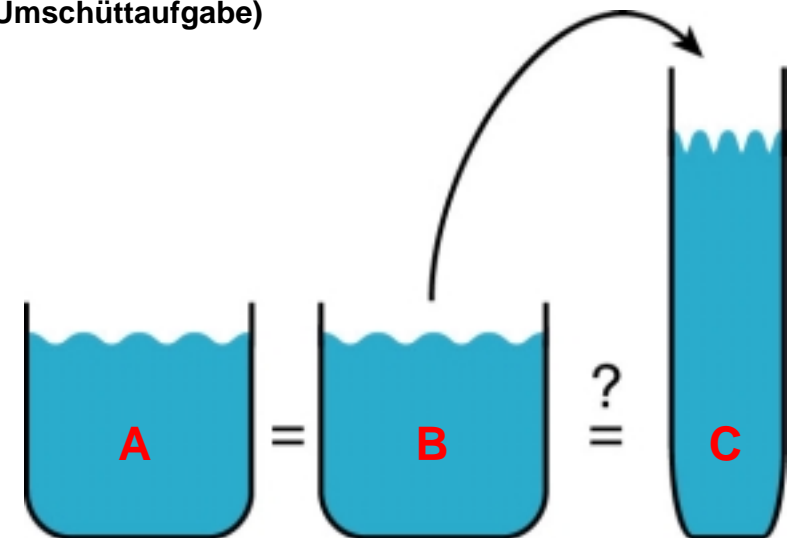
## Zentrierung auf einen Aspekt - Beispiel Nr. 1 (Symbolauswahlaufgabe)



## Zentrierung auf einen Aspekt - Beispiel Nr. 1 (Symbolauswahlaufgabe)

- Die gezeigte Matrize wird zuzüglich sechs Symbolkarten einem Kind vorgelegt
- Das Kind findet nun erst einmal selbst heraus, daß in den Spalten die Formen und in den Zeilen die Farben übereinstimmen
- Ist dies klar, wird das Kind gebeten, aus den Karten diejenige auszuwählen, die in das freie Feld paßt
- Ein etwa fünfjähriges Kind wählt meist nur irgendein rotes Symbol oder irgendein Dreieck. Nur durch Zufall wird manchmal das rote Dreieck gewählt.

## Zentrierung auf einen Aspekt - Beispiel Nr. 2 (Umschüttaufgabe)



## Zentrierung auf einen Aspekt - Beispiel Nr. 2 (Umschüttaufgabe)

- Zwei gleiche Gefäße A und B werden mit der gleichen Menge an Flüssigkeit gefüllt
- Wiederum etwa fünfjährige Kinder läßt man nun konstatieren, daß in beiden Gläsern gleichviel Flüssigkeit sei
- Der Inhalt von B wird nun in ein schmaleres Glas C gegossen und das Kind gefragt ob C weniger, gleich viel oder mehr Flüssigkeit enthalte als A
- ☞ Die meisten Kinder werden sagen, die beiden Gläser enthielten nicht gleich viel Flüssigkeit. Viele meinen, in C sei mehr, da die Füllhöhe größer ist. Andere vertreten die Auffassung C enthalte weniger Flüssigkeit, da es schmalere ist.

## Was ist den fehlerhaften Lösungen bei beiden Aufgaben gemeinsam?



## Nach Piaget fehlt jungen Kindern die Möglichkeit, Elemente des Denkens regelhaft zu verknüpfen

- Die Kinder betrachten nur eine Dimension (sie *zentrieren* auf eine Dimension)
- ☞ Anscheinend fehlt ihnen die Möglichkeit:
  - Die Schnittmenge aus Farbe „Rot“ und Form „Dreieck“ zu bilden
  - Höhe und Breite multiplikativ zu verknüpfen
- Da Piaget ähnliche Fehler bei Kindern dieses und jüngeren Alters bei einer Vielzahl von Aufgaben fand, schloß er, daß diese Kinder Dinge, die sie im Kopf haben, noch nicht regelhaft, d.h. z.B. logisch, additiv, multiplikativ etc. verknüpfen könnten
- Da solche regelhaften Verknüpfungen Operationen genannt werden, nannte er diese Art zu denken **voroperational**

## Noch schlimmer als ohne Operationen denken zu müssen: Gar nicht denken können

### Versuch zur Objektpermanenz

- Einem Kind von wenigen Monaten wird ein interessantes Objekt gezeigt
- Das Kind schaut es an, greift danach usw.
- Das Objekt wird vor den Augen des Kindes hinter einem Tuch versteckt
- ☞ Das Kind scheint jegliches Interesse an dem Objekt zu verlieren
- ☞ Das Kind scheint keine innere Repräsentation des Objekts zu haben



**Denken ist nach Piaget das innere Repräsentieren und Umgehen mit Objekten, Personen und Situationen. Ein Kind ohne Objektpermanenz kann also noch nicht denken!**

## Eigenversuch zur Objektpermanenz (5 Monate alte Vp)



## Die Stadien der kognitiven Entwicklung nach Piaget

- Sensumotorische Intelligenz = Keine innere Repräsentationen
- Voroperatorisches, anschauliches Denken = Innere Repräsentation aber keine Operatoren zum Verknüpfen des Repräsentierten
- Konkret-operatorisches Denken = Innere Repräsentationen und Verknüpfung dieser mit Operatoren. Das Denken ist aber noch an die Anschauung gebunden (d.h. z.B. kann kein Hund mit sechs Köpfen vorgestellt werden)
- Formal-operatorisches Denken = Wie vorher, aber alles ist denkbar



Wie kommt es zur Weiterentwicklung?

## Nach Piaget entwickelt sich das Denken durch Äquilibration

**Äquilibrationsprinzip:** Ungleichgewichtszustände werden von einem Gleichgewicht auf höherem Niveau abgelöst

1. Nutzung einer bereits vorhandenen *kognitiven Struktur* bzw. eines *Schemas* (= Handlungsplan) zur Lösung einer Aufgabe
  - ▷ Veränderung der Aufgabe, damit sie sich in das Schema einpaßt = *Assimilation* (von Information in ein Schema).
2. Durch die Erfahrung, daß die Lösung falsch ist, ergibt sich ein kognitives Ungleichgewicht
  - ▷ Das Ungleichgewicht kann behoben werden, indem das Schema bzw. die kognitive Struktur der Aufgabe angepaßt wird = *Akkommodation* (eines Schemas an neue Information)

## Äquilibration am Beispiel von Zenos Paradoxon

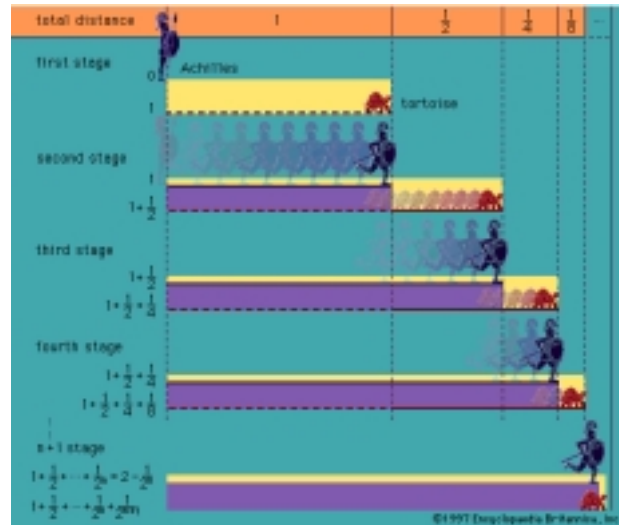
### Zenos Paradoxon:

- Achilles und eine Schildkröte veranstalten ein Wettrennen
- Da Achilles deutlich schneller als die Schildkröte ist, bekommt sie einen Vorsprung
- ▷ Wenn Achilles an dem Ort ankommt, an dem die Schildkröte war, als Achilles loslief, ist die Schildkröte schon weiter
- ▷ Wenn Achilles an diesem neuen Punkt ankommt, ist die Schildkröte wiederum weiter
- ▷ ...

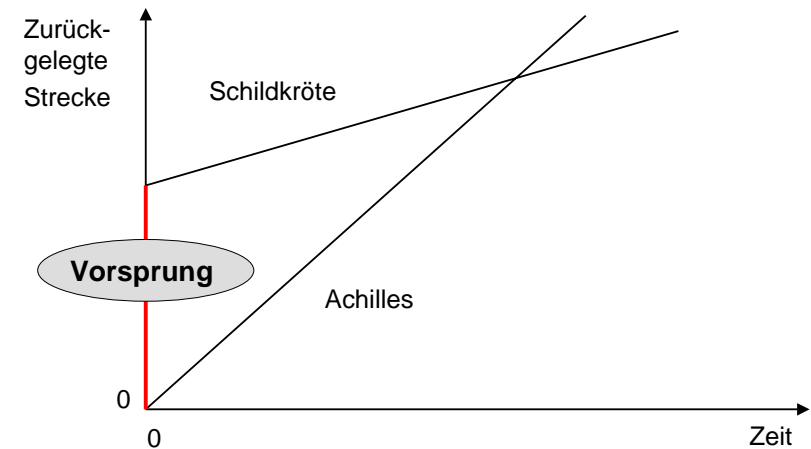
**Holt Achilles die Schildkröte ein?**



## Zenos Paradoxon: Repräsentation als Reihenentwicklung führt zu einem kognitiven Ungleichgewicht



## Zenos Paradoxon: Äquilibration durch Repräsentation der Bewegung der Läufer als Funktion der Zeit



## Fragen an Piagets Theorie

Erscheint Ihnen die Theorie sinnvoll?

Einer der am stärksten kritisierten Punkte dieser Theorie ist die Aussagekraft der Experimente. Was meinen Sie? Sind z.B. die Schlüsse aus dem Umschütt- und dem Symbolauswahlversuch zwingend?

➤ Jean Piagets Theorie der kognitiven Entwicklung

➤ Piagets Annahmen im Licht der modernen Säuglingsforschung

➤ Das Habituationparadigma

➤ Der kompetente Säugling

➤ Kognitive Entwicklung als Entwicklung zum Experten

## Hat Piaget wirklich das gemessen, was er messen wollte?

- Häufig beobachten Erwachsene, daß Kinder auf triviale Fragen falsche und/oder naive Antworten geben, sich weniger merken können und Aufgaben und Probleme langsamer lösen als Erwachsene
- ▷ Beispielsweise antworten manche Kinder auf die Frage, warum die Sonne abends untergeht, „weil sie müde ist“



**Kann man daraus auf grundlegende kognitive Defizite schließen oder verhalten sich Kinder so, weil die Versuche/Fragen nicht kindgerecht sind, d.h. die Kinder in vielen Bereichen überfordert werden?**

## Die methodische Antwort: Das Habituationparadigma

- Einem Kind (Säugling) wird ein Ereignis solange gezeigt, bis es sich langweilt und nicht mehr hinschaut (= an das Ereignis habituiert ist)
- Das gezeigte Ereignis wird leicht verändert dem Kind erneut vorgegeben. Je nachdem ob das Kind die Veränderung als groß oder klein erlebt schaut es länger oder kürzer zu (erneute Habituation)



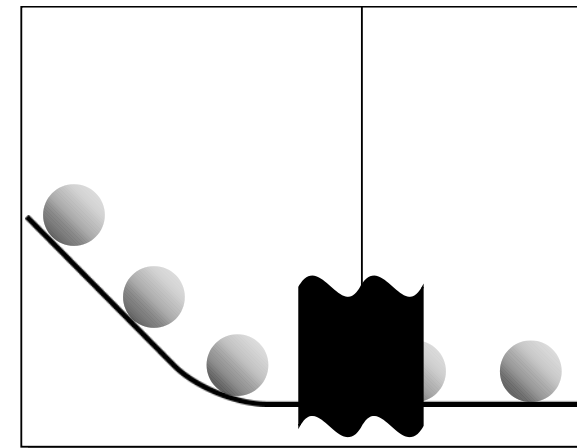
**Verändert wird etwas, das nur bei Vorhandensein bestimmten Wissens als große Veränderung erlebt wird. Ist das Wissen beim Kind nicht vorhanden, sollte es die Veränderung als unbedeutend erleben und schnell wieder habituiert werden**

## Das Habituationparadigma am Beispiel Objektpermanenz

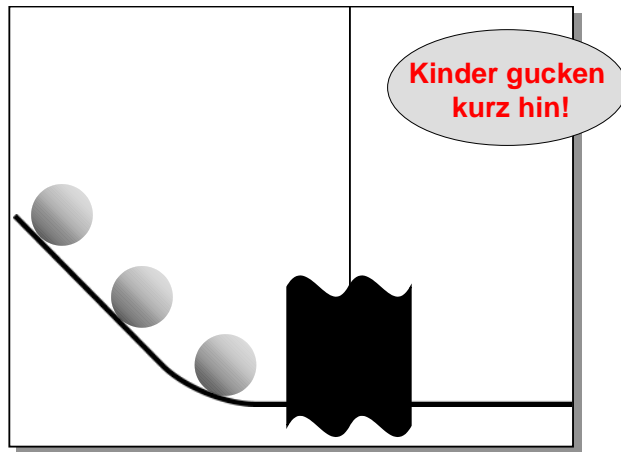
**Das folgende Beispiel (nach Baillargeon, 1986) testet drei verschiedene Wissenskomponenten:**

- Ein Objekt existiert auch dann noch, wenn es nicht mehr zu sehen ist (Objektpermanenz)
- Objekte sind solide, d.h. ein Objekt kann nicht durchs andere „hindurchgehen“ (Solidität)
- Wenn ein Objekt sich bewegt, dann bewegt es sich auf einem kontinuierlichen Pfad (Kontinuität)

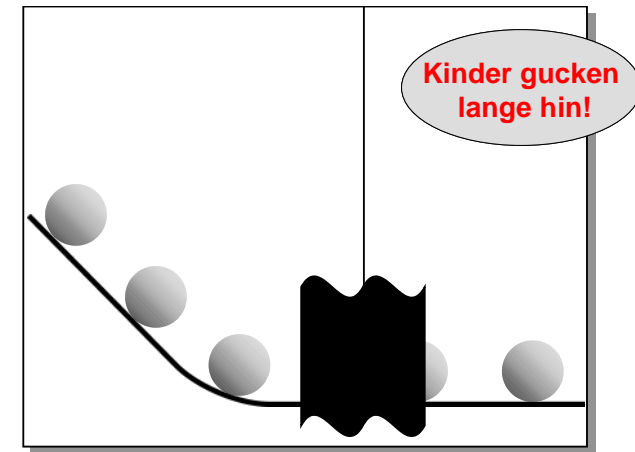
## Habituerungsphase



## Testphase in der Kontrollbedingung



## Testphase in der Experimentalbedingung



## Der kompetente Säugling

**Vor allem die Befunde aus Forschungen mit dem Habitierungsparadigma trugen zum Bild des „kompetenten Säuglings“ bei**

- Bomba & Siqueland (1983) zeigten, daß bereits drei Monate alte Säuglinge an den Prototyp gezeigter Stimuli habitieren - auch wenn sie den Prototypen selber nie gesehen hatten (*Begriffsbildung*)
- Leslie (1982) zeigte, daß schon sechs Monate alte Säuglinge überrascht sind, wenn sich eine gezeigte Kausalität (Objekt A stößt Objekt B an) umkehrt. Dabei erschlossen die Kinder die Kausalität anscheinend über die zeitliche Kontingenz zwischen Bewegung Objekt A und Bewegung Objekt B (*Kausales Denken*)

## Die moderne Säuglingsforschung hat das Bild von der kognitiven Entwicklung des Kindes revolutioniert

### Piagets Theorie im Licht der neueren Forschung

- Piaget: Der kognitiven Entwicklung liegen grundsätzliche Entwicklungen in der Möglichkeit zu Denken zugrunde
- ▷ Wenn sich eine Entwicklung noch nicht vollzogen hat, muß sich ein bereichsübergreifendes Leistungsdefizit (z.B. Objektpermanenz) zeigen
- ≠ Die Defizite zeigen sich aber nicht bereichsübergreifend



**Falls überhaupt grundlegende Veränderungen in der Art zu denken stattfinden, dann in den ersten Lebensmonaten**

- Jean Piagets Theorie der kognitiven Entwicklung
- Piagets Annahmen im Licht der modernen Säuglingsforschung
- **Kognitive Entwicklung als Entwicklung zum Experten**
  - **Kinder als globale Novizen**
  - **Kinder bringen nicht kein Vorwissen, sondern falsches Vorwissen mit: Kindliche Theorien**
  - **Kindliche Alltagspsychologie (Theory of mind)**

## Auch die Annahme eines grundsätzlich weniger leistungsstarken kognitiven Systems genügt nicht

### Chi (1978)

- Schacherfahrenen Kindern und schachunerfahrenen Erwachsenen wird kurz ein Schachfeld präsentiert
- Unmittelbar nach der Vorgabe sind die Figurenpositionen zu rekonstruieren
- ⦿ Die Kinder erinnern mehr Positionen richtig, benötigen weniger Versuche bis zum Erreichen eines Lernkriteriums und sagen ihre Leistung präziser voraus



**Normalerweise sind Kinder Erwachsenen in solchen Aufgaben unterlegen. Vielleicht weil sie überall Novizen sind?**

## Kinder können als globale Novizen verstanden werden

- Kinder können grundsätzlich so denken wie Erwachsene (siehe Objektpermanenz)
- Kinder verfügen grundsätzlich über eine ähnliche Informationsverarbeitungskapazität wie Erwachsene (siehe kindliche Schachexperten)
- Kinder verfügen in fast allen Wissensbereichen über weniger Expertise als Erwachsene
  - z.B. kann ein Erwachsener die Zahl „19451918“ wahrscheinlich als eine Informationseinheit abspeichern, ein Kind aber nicht



**Müssen bei Kindern einfach Informationsdefizite aufgefüllt werden?**

## Kinder wissen nicht einfach quantitativ weniger. Ihr Wissen unterscheidet sich qualitativ von dem Erwachsener

- Vosniadou (1991) befragte Kinder zu ihrem Wissen über Astronomie und fand dabei abstruse Vorstellungen
- ⦿ Anscheinend versuchen die Kinder Informationen von Erwachsenen (z.B. die Erde ist eine Kugel) in ihr aus der Anschauung entstandenes Weltbild zu integrieren
- Solche abstrus wirkenden Vorstellungen kennt man aber auch von Erwachsenen (z.B. Krist, 1992, zu Vorstellungen über Trägheit)
- Kinder haben zwar einen Begriff von Dichte (spezifisches Gewicht), geben aber dennoch an, daß bestimmte Gegenstände nichts wiegen (Carey, 1991)
- ⦿ Anscheinend haben Kinder einen anderen Dichtebegriff als Erwachsene

## Egal ob Kind oder Erwachsener, man steht nie vor einer Tabula Rasa

- Dadurch das Menschen (Kinder und Erwachsene) für fast alles ein naives Modell haben, muß neues Wissen in ein solches Modell integriert werden
- Das ist aber sehr schwer, wie schon die Wissenschaftsgeschichte zeigt (Kuhn, 1962)

## Sind Kinder kleine Wissenschaftler?

**Halten Sie Kinder für kleine Wissenschaftler oder unterscheidet sich kindliches Denken grundsätzlich von dem Erwachsener?**

**Wenn Kinder kleine Wissenschaftler sind, wie unterrichtet man sie dann am besten?**

**Äquilibrationsprinzip vs. Kinder als Novizen: Leiten sich aus diesen zwei Annahmen unterschiedliche Lehrformen ab?**

**Ist eine Umstrukturierung des Denkens auch ohne Wissens- bzw. Informationszuwachs denkbar?**

## Warum verstehen Kinder falschen Glauben nicht?

- Einerseits verhalten sich Kinder unter 4-5 Jahren so, als verstünden sie nicht, daß eine andere Person eine unrealistische Überzeugung haben könnte
  - z.B. lassen sie die imaginäre Figur „Maxi“ in einem Schrank nach Schokolade suchen, in den die Mutter die Schokolade *ohne* Maxis Wissen getan hat (Wimmer & Perner, 1983)
- Andererseits können schon Dreijährige klar zwischen mentaler und physikalischer Welt unterscheiden; z.B. verbalisieren sie, daß *nur* ein realer Hund gestreichelt werden kann (Wellman & Estes, 1989)
- Andererseits führen schon Dreijährige Handlungen auf Absichten und Wünsche des Handelnden zurück
  - z.B. Geschichte eines Kindes, das sein Kaninchen mit in den Kindergarten nehmen will. Das Kaninchen muß an Ort A oder B sein, bei A hat das Kind schon gesucht und nichts gefunden. Frage an die Kinder, was das Kind als nächstes machen wird. Antwort: Bei B suchen