

## Lerntheorien

### Inhaltsverzeichnis:

Was ist lernen? .....	2
Lernparadigmen .....	2
Überblick über Lerntheorien .....	3
Klassisches Konditionieren (Pawlow) .....	3
Emotionales Konditionieren (Watson) .....	4
Versuch & Irrtum (Thorndike) .....	4
Operantes Konditionieren (Skinner) .....	5
Modelllernen (Bandura) .....	6
Entwicklungsstufenmodell (Piaget) .....	8
Regellernen (Gagné) .....	11
Sinnvoll-rezeptives Lernen (Ausubel) .....	11
Entdeckendes Lernen (Bruner) .....	12
Konstruktivismus .....	13
Literatur .....	14

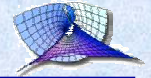



---

# Lerntheorien

Grundfragen der Mathematikdidaktik WS 2003/2004      1      Jürgen Roth

## Was ist Lernen?



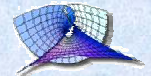
**Lernen ist ein Prozess, der zu relativ stabilen Veränderungen im Verhalten oder Verhaltenspotential führt und auf Erfahrung aufbaut.**

**Lernen ist nicht direkt zu beobachten. Es muss aus den Veränderungen das beobachtbaren Verhaltens erschlossen werden.**

Nach Zimbardo: Psychologie, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1995<sup>6</sup>

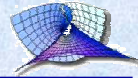


## Lernparadigmen



Kategorie	Behaviourismus	Kognitivismus	Konstruktivismus
Hirn ist ein	passiver Behälter	informationsverarbeitendes "Gerät"	informationell geschlossenes System
Wissen wird	abgelagert	verarbeitet	konstruiert
Wissen ist	eine korrekte Input-Output-Relation	ein adäquater interner Verarbeitungsprozess	mit einer Situation operieren zu können
Lernziele	richtige Antworten	richtige Methoden zur Antwortfindung	komplexe Situationen bewältigen
Paradigma	Stimulus-Response	Problemlösung	Konstruktion
Strategie	lehren	beobachten und helfen	kooperieren
Lehrer ist	Autorität	Tutor	Coach, Trainer
Feedback	extern vorgegeben	extern modelliert	intern modelliert

## Überblick über Lerntheorien



### Behavioristische Lerntheorien

- Klassisches Konditionieren (Pawlow)
- Emotionales Konditionieren (Watson)
- Lernen durch Versuch und Irrtum (Thorndike)
- Operantes Konditionieren (Skinner)

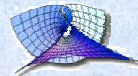
### Kognitivistische Lerntheorien

- Modelllernen (Bandura)
- Entwicklungsstufenmodell (Piaget)
- Regellernen (Gagné)
- Sinnvolle-rezeptives Lernen (Ausubel)
- Entdeckendes Lernen (Bruner)

### Konstruktivistische Lerntheorien

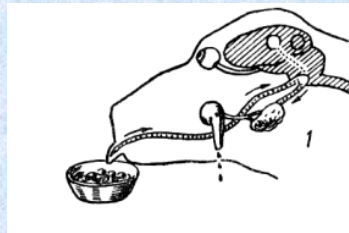


## Klassisches Konditionieren (Pawlow)



### Experiment

- Futter → Speichel fließt
- Glocke / Lampe + Futter  
→ Speichel fließt
- mehrere Wiederholungen ...
- Glocke / Lampe **ohne Futter**  
→ Speichel fließt

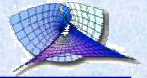


### Ergebnis & Diskussion:

- Immer wenn die Glocke klingelt, läuft dem Hund das „Wasser im Mund“ zusammen. Er wurde konditioniert.
- Dieses Prinzip findet z.B. in der Werbung Anwendung.



## Emotionales Konditionieren (Watson)



### Experiment

- Während Albert (9 Monate) mit einer Ratte spielt, schlägt Watson hinter Alberts Rücken laut mit einer Eisenstange auf den Boden.  
→ Albert weint und bekommt Angst.

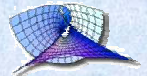


### Ergebnis & Diskussion:

- Dies führte dazu, das Albert Angst vor Ratten bekam und seine Angst auch auf einige Stofftiere generalisierte.
- Bei einem anderen Jungen wurde auf ähnliche Weise die Angst vor Kaninchen abgebaut! (Jung)



## Versuch & Irrtum (Thorndike)



### Experiment

- Thorndike sperrte eine Katze in einen Käfig.
- Die Tür war so präpariert, das sie mit einem Tatzenschlag gegen eine bestimmte Stelle aufging.



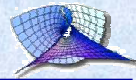
### Ergebnis & Diskussion:

- Die Katze wollte hinaus und drückte Versuchsweise überall einmal gegen die Käfigwände.
- Schließlich sprang die Tür auf.
- Die Katze hatte daraus gelernt und versuchte es beim nächsten Mal sofort an dieser Stelle.  
→ Learning by doing





## Operantes Konditionieren (Skinner)



Sowohl Tiere als auch Menschen können sehr gut zwischen Belohnung und Bestrafung unterscheiden.

**Erwartete Konsequenzen bestimmen das Verhalten.**

### Arten von Verstärkern:

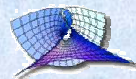
- materielle Verstärker (Geld & Co.)
- soziale Verstärker (Lob und Anerkennung)
- Aktivitäts- und Handlungsverstärker (Tun, was Spaß macht)

### Arten des Verhaltenskontrolle/-manipulation:

- etwas Gutes erhalten (**Positive Verstärkung**)
- etwas Negatives bleibt erspart (**Negative Verstärkung**)
- etwas Negatives erhalten (**Bestrafung durch aversive Reize**)
- etwas Gutes wird entzogen (**Bestrafung durch Verstärkerentzug**)



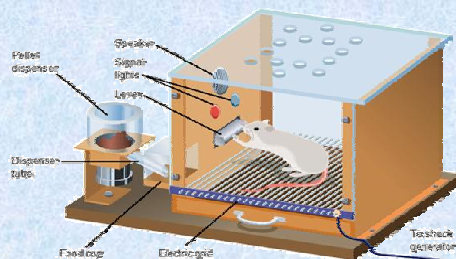
## Operantes Konditionieren (Skinner)



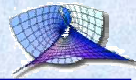
### Skinnerbox:

Ziel: Eine Ratte soll lernen, einen Hebel zu betätigen.

- Ratte erhält Stromschläge, bis sie mit der Pfote einen Hebel betätigt → Stromfluss endet (Negative Verstärkung).
- Ratte betätigt den Hebel → Futter (Positive Verstärkung).



## Operantes Konditionieren (Skinner)



### Shaping:

Ziel: Taube soll sich einmal im Kreis drehen.

- Bewegung in gewünschte Richtung → Futter
- Nach und nach muss sich die Taube immer weiter drehen um Futter zu bekommen.
- Nach mehreren Versuchen hat die Taube gelernt sich um 360° zu drehen, um Futter zu bekommen.

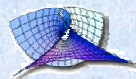
### Chaining:

Ziel: Komplexe Dressur eines Zirkushundes.

- Einzelkunststücke werden einzeln „geshapet“, aneinandergereiht und verbunden.
- Begonnen wird mit dem letzten Kunststück.  
→ Kette baut sich rückwärts auf.
- Belohnung nur dann, wenn alle Kunststücke vorgeführt wurden.



## Modelllernen (Bandura)



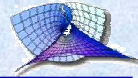
### Experiment

- Eine Gruppe von Kindern sieht einen Film, in dem ein Erwachsener mit einem Baseballschläger auf eine Plastikpuppe einschlägt.
- Kurz darauf werden die Kinder in ein anderes Zimmer eingeladen, in dem diese Puppe und der Basballschläger liegen.
- Eines der Kinder nimmt die Keule und schlägt auf die Puppe ein.





## Modellernen (Bandura)



### Definition

Modell- oder Beobachtungslernen ist Beeinflussung von Verhaltensweisen durch Beobachtung eines Modells (Vorbildes), das entweder real (z. B. als Person) oder symbolisch (z. B. als Text) gegeben sein kann.

### Anwendung

Vor allem bei komplexen Verhaltensweisen im Bereich des sprachlichen und sozialen Verhaltens.

### Mögliche Effekte

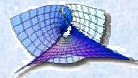
(der Beobachtung des Modells)

- Aneignung neuer kognitiver Fähigkeiten und Verhaltensmuster

- Hemmung bzw. Enthemmung von bereits gelernten Verhaltensweisen  
Insbesondere die beim Modell beobachteten Konsequenzen bestimmen die Richtung der Verhaltensweise.
- Reaktionserleichterung / -bahnung  
Verhalten des Modells dient als **Auslöser** für die Ausführung des gleichen Verhaltens.
- Veränderung des emotionalen Erregungsniveaus  
durch Beobachtung emotionaler Inhalte beim Modell
- Stimulusintensivierung  
Modell lenkt die Aufmerksamkeit des Beobachters auf spezifische Stimuli die vom Beobachter in Zukunft häufiger verwendet bzw. beachtet werden.



## Modellernen (Bandura)

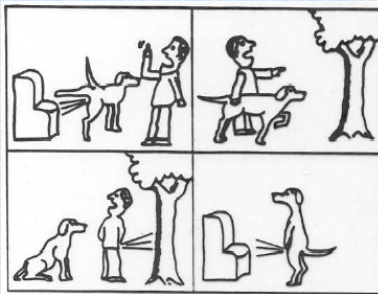


### Regelfall

Modellverhalten wird weitgehend in der dargebotenen Art übernommen.

### Sonderfälle

- **abstrakte Modellierung**  
Übernahme von Regeln oder Prinzipien, die dem Modellverhalten zugrunde liegen
  - Erkennen von Merkmalen einer sozialen Situation
  - Abstraktion der Gemeinsamkeiten in Form von Regeln
  - Anwendung der Regeln in neuen situativen Feldern
- **Kreative Modellierung**  
Einflüsse mehrerer Modelle werden zu neuen Kombinationen zusammengeführt.



### Prozesse beim Modellernen

#### Aneignung (Akquisition)

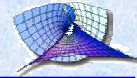
- Aufmerksamkeitsprozesse
- Gedächtnis- / Behaltensprozesse

#### Ausführung (Performanz)

- motorische Reproduktionsprozesse
- Verstärkungs- / Motivationsprozesse



## Piagets Entwicklungsstufenmodell



Kognitive Entwicklung durch Anpassung (Adaption) an die Umwelt

Assimilation

Akkomodation

Bei der **Assimilation** wird die Information, die das Individuum aufnimmt, so verändert, dass sie sich in vorhandene kognitive Schemata einfügt.

Bei der **Akkomodation** werden die Schemata selbst verändert, um der Information angemessen zu sein oder um nicht zu anderen Schemata oder der Gesamtstruktur im Widerspruch zu stehen.

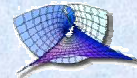


### Äquilibriansprinzip:

Das Individuum hat das Bedürfnis, ein **Gleichgewicht** zwischen der wahrgenommenen **Umwelt** und den **eigenen kognitiven Strukturen** herzustellen bzw. zu erhalten. Der Aufbau immer komplexerer Strukturen erfolgt aus der Erfahrung eines „Ungleichgewichtes“ (fehlschlagende Assimilationsversuche, Widersprüche zwischen verschiedenen Assimilationsversuchen, **kognitive Konflikte**).



## Stufen der kognitiven Entwicklung

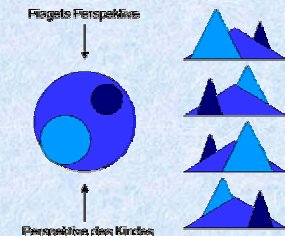
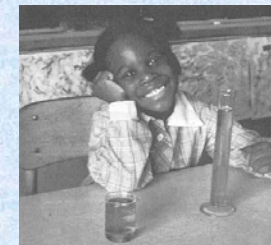


### Sensomotorisches Stadium (0 – ca. 2 Jahre)

- Reiz und (motorische) Reaktion bilden eine Einheit

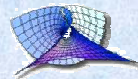
### Präoperationales Stadium (ca. 2 – ca. 7 Jahre)

- **Zentrierung:**  
Nur ein Merkmal kann gleichzeitig berücksichtigt werden.
- **Egozentrismus:**  
Schwierigkeit sich etwas aus der Sicht eines anderen vorzustellen.



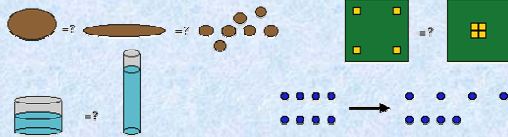


## Stufen der kognitiven Entwicklung



### Konkret-operationales Stadium (ca. 7 – ca. 12 Jahre)

- **Überwindung des Egozentrismus**
- **Dezentrierung:**  
Verschiedene Aspekte eines Sachverhaltes können gleichzeitig berücksichtigt und zur Beurteilung herangezogen werden.
- **Verständnis für Erhaltung** bei Transformationen
  - Masse
  - Volumen
  - Fläche
  - Anzahl
- **Reversibilität:** Beobachtete Abläufe bzw. ausgeführte Handlungen können gedanklich umgekehrt werden.
- **Fähigkeit zum schlussfolgernden Denken bei konkreten Problemen** aber die **Fähigkeit zur Abstraktion** fehlt.



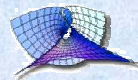
Grundfragen der Mathematikdidaktik WS 2003/2004

16

Jürgen Roth



## Stufen der kognitiven Entwicklung



### Formal-operationales Stadium (ab ca. 12 Jahre)

- Denken wird **abstrakter**, d.h. es löst sich von einzelnen Inhalten.
- **Prinzip des hypothetisch-deduktiven Schließens** wird eingesetzt, d.h. es werden Hypothesen aufgestellt und anhand der Wirklichkeit überprüft.
- **Variablenkontrolle:** Bei der Kausalanalyse von Ereignissen können verschiedene Faktoren systematisch variiert werden.
- Logische Verknüpfungen zwischen verschiedenen Aussagen werden hergestellt (**Aussagenlogik**).
- **Reversibles Denken** ist möglich.
  - Inversion (Umkehrung einer Operation)
  - Reziprozität (Kompensation einer Operation)

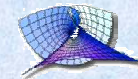
Grundfragen der Mathematikdidaktik WS 2003/2004

17

Jürgen Roth



## Stufen der kognitiven Entwicklung

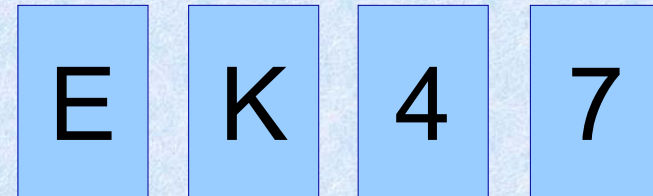


Bei einem Kartenspiel wurde jeder Karte auf einer Seite eine Zahl und auf der anderen Seite ein Buchstabe aufgedruckt.

Es gilt folgende Regel:

**Wenn der Buchstabe auf einer Karte ein Vokal ist, dann ist die Zahl auf der anderen Seite der Karte eine gerade Zahl.**

Welche der abgebildeten Karten müssen umgedreht werden um zu überprüfen ob die Regel eingehalten wurde?



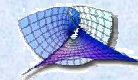
Grundfragen der Mathematikdidaktik WS 2003/2004

18

Jürgen Roth



## Piagets empirische Hauptresultate



Die kindliche Entwicklung verläuft

- **etappenweise**, d. h. in Stufen.
- **sequentiell**, d. h. alle Kinder durchlaufen die Stadien (Stufen) in gleicher Reihenfolge.

**Wichtig:** Es können erhebliche zeitliche Verschiebungen eintreten!

Übergang von einem Stadium zum nächsten bedeutet

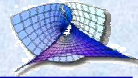
- **nicht** eine Aufgabe bereits erworbener Schemata,
- **nicht** ein bloße Hinzufügung weiterer Schemata,
- **Reorganisation der verfügbaren Schemata** bzgl. neuer effektiverer Organisationsformen.

Grundfragen der Mathematikdidaktik WS 2003/2004

19

Jürgen Roth

## Regellernen (Gagné)



### Regeln

- Aussagen jeder Form
- Begriffsketten

### Wissen

- Kombination von Begriffen

### Lernen einer Regel

- Erkennen der Beziehungen zwischen den Begriffen (Im Gegensatz zum Lernen einer verbalen Kette.)
- Voraussetzung: Alle Begriffe sind bekannt.

Regellernen erfolgt meist durch verbale Unterweisung.

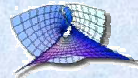
### Lehrmethode:

- Definition
- Beispiele
- redundanter Sprachgebrauch
- Test

### Hierarchischer Aufbau:

- **Begriffsbildung**
  - Begriffe sind Bausteine des Wissens
- **Wissenserwerb**
  - Regeln sind Begriffsketten
  - Regelhierarchie
    - Gemeinsamkeiten
    - Unterschiede
- **Problemlösen**
  - Anwenden von Regeln

## Sinnvoll-rezeptives Lernen (Ausubel)



### Sinnvolles Lernen

- inhaltlich (nicht wortwörtlich)
- zufallsfreie Angliederung an das Vorwissen (Assimilation)
  - untergeordnet
    - progressive Wissensdifferenzierung
  - übergeordnet
  - kombinatorisch

### Mechanisches Lernen

- Lernen verbaler Ketten
- Auswendiglernen

### Rezeptives Lernen

- Lernmaterial wird fertig dargeboten

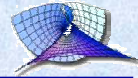
### Entdeckendes Lernen (EL)

- Lernmaterial muss vom Lernenden erarbeitet werden, wird nicht fertig vorgegeben

### Sinnvoll-rezeptives Lernen

- inhaltliche Assimilation
- aktiver Prozess
- advance organizer
- tritt in der kognitiven Entwicklung nach dem EL auf
- besser als EL für den Erwerb von Sachwissen und größere Stoffgebiete geeignet (ökonomischer)
- (alltägliche Probleme des Lebens werden eher entdeckend gelöst)

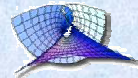
## Sinnvoll-rezeptives Lernen (Ausubel)



Die vier Grundformen des Lernens nach Ausubel	<b>mechanisch</b> (nicht inhaltlich)	<b>sinnvoll</b> (inhaltlich, zufallsfrei)
<b>rezeptiv</b> (fertig dargeboten)	Dargebotene Informationen werden wortwörtlich gelernt und nicht mit Vorwissen assimiliert.	Dargebotene Informationen werden inhaltlich gelernt und mit Vorwissen assimiliert.
<b>entdeckend</b> (selbst erarbeitet)	Ein vom Lernenden entdeckter Sachverhalt wird wortwörtlich gelernt und nicht mit Vorwissen assimiliert.	Ein vom Lernenden entdeckter Sachverhalt wird inhaltlich gelernt und mit Vorwissen assimiliert.



## Entdeckendes Lernen (Bruner)



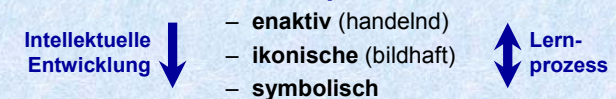
### Lernen ist aktive

- Informationsaufnahme,
- Informationsverarbeitung,
- Informationsspeicherung.

### Prozesse des Lernvorgangs:

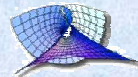
- Wissenserwerb
- Wissenstransformation
- Bewertung von Wissen

### Wissensrepräsentation





## Entdeckendes Lernen (Bruner)



### Entdeckendes Lernen

1. eigenständige, induktive Organisation
2. sprachliche Assimilation

### Ziele des Lernens

- Verständnis
- Erwerb von Problemlösefähigkeiten
- intuitives, selbständiges, spontanes Denken

### Transferförderung

- spezieller Transfer
- allgemeiner Transfer
  - general ideas
  - induktive und
  - deduktive Denkvorgänge

### Problemlösefähigkeit

- Problemlösestrategien
- Problemlösetechniken
- lernen wie man lernt

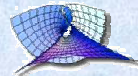
### Intuitives Denken

- (Rechtshemisphärisch)
- spontan
- nonverbal
- sprunghaft

### Förderung intrinsischer Motivation

- „Kompetenzmotivation“

## Konstruktivismus

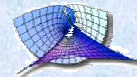


Der kognitive Ansatz steht in enger Verbindung zum

### Konstruktivismus:

- Jedes Individuum konstruiert ein individuelles und subjektives Bild seiner Umwelt.
- Aufgrund verschiedenster Erfahrungen entsteht so eine kognitive Landkarte der Welt, die das Individuum beeinflusst.
- Diese Wirklichkeitskonstruktionen beeinflussen wiederum – und das unwillkürlich – was dieses Individuum sieht, wie es das Gesehene bewertet, welche Verhaltenspläne es entwickelt und wie es sich dann tatsächlich verhält.
- Es gibt demnach nicht eine für alle gültige Wirklichkeit, sondern viele subjektive und individuelle Wirklichkeiten.

## Konstruktivismus



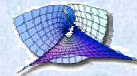
### Wissen

- stellt keine bloße Reflexion einer außerhalb des Menschen existierenden, objektiven "Realität" dar,
- ist ein subjektives "Konstrukt", das innerhalb des Individuums durch Erkenntnisprozesse neu geschaffen werden muss.

### Lernen

- ist kein rezeptiver Vorgang, bei dem eine objektiv bestimmbare und begrenzte Menge an Fakten und Regeln aus dem Kopf des Lehrenden in den des Lernenden "transportiert" wird,
- ist ein aktiver, selbst gesteuerter, kreativer Prozess.

## Literatur



### Bücher

- Anderson: Kognitive Psychologie. Spektrum Verlag, Heidelberg Berlin, 2001<sup>3</sup>
- Edelman: Lernpsychologie. Beltz Verlag, Weinheim, 1994<sup>4</sup>
- Krapp, Weidenmann: Pädagogische Psychologie. Beltz Verlags, Weinheim, 2001<sup>4</sup>
- Stampe: Repetitorium Fachdidaktik Mathematik. Klinkhardt, Bad Heilbrunn / Obb., 1984
- Wittmann: Grundfragen des Mathematikunterrichts. Vieweg, Braunschweig Wiesbaden, 1981<sup>6</sup>
- Zech: Grundkurs Mathematikdidaktik. Beltz Verlag, Weinheim, 1998<sup>9</sup>
- Zimbardo: Psychologie. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1995<sup>6</sup>

### Internet-Seiten

- <http://ddi.cs.uni-potsdam.de/Lehre/SPS/MaterialMicroteaching.htm#ged>
- <http://www.lern-psychologie.de>
- <http://www.stangl-taller.at/ARBEITSBLAETTER/LERNEN/>
- <http://www.ship.edu/~cgboeree/piaget.html>
- <http://dsor.uni-paderborn.de/de/forschung/publikationen/blumstengel-diss/Lerntheorien.html>
- [http://www.medizin-lernplaner.de/Lerntechnik/lerntechnik\\_lerntheorie.html](http://www.medizin-lernplaner.de/Lerntechnik/lerntechnik_lerntheorie.html)
- [http://www.psychologie.uni-wuerzburg.de/i4pages/Download/Schneider\\_Psycho/11-08-00-I.pdf](http://www.psychologie.uni-wuerzburg.de/i4pages/Download/Schneider_Psycho/11-08-00-I.pdf)