

# Was ist Lernen?

- ***Behavioristisch:*** Relativ permanente Veränderung des **Verhaltens** in Abhängigkeit von der Erfahrung
- ***Kognitionswissenschaftlich:*** Relativ permanente Veränderung **von mentalen Repräsentationen und Assoziationen im Geist** in Abhängigkeit von der Erfahrung
- ***Neurobiologisch:*** Verbindungen zwischen Nervenzellen werden hergestellt und aufgelöst

# Was ist Lernen?

- ***Behavioristisch:*** Relativ permanente Veränderung des **Verhaltens** in Abhängigkeit von der Erfahrung
- ***Kognitionswissenschaftlich:*** Relativ permanente Veränderung **von mentalen Repräsentationen und Assoziationen im Geist** in Abhängigkeit von der Erfahrung
- ***Neurobiologisch:*** Verbindungen zwischen Nervenzellen werden hergestellt und aufgelöst

# Grundlegende Reaktionsmöglichkeiten auf die Umgebung

- Sensitivierung: Auf einen Stimulus wird bei einmaliger oder bei wiederholter Darbietung reagiert (Reflex, Neugierreaktion, erlernte Reaktion)
- Habituation: Bei wiederholter Darbietung eines Stimulus kommt es zum Abbau einer Reaktion

# Behavioristische Lernforschung

- Reiz-Reaktionslernen
- Lernprinzipien bei allen Lebewesen

# Klassisches Konditionieren (Pavlov)

- Stimulus-Response-Lernen (S-R-Lernen)
- Neutraler Stimulus (NS) löst keine Reaktion aus
- Un(k)conditionierter Stimulus (UCS) führt zu unc(k)onditionierter Reaktion (UR)
- NS wird mit UCS gekoppelt
- NS wird zum c(k)onditionierten Stimulus (CS)
- CS führt zu c(k)onditionierter Reaktion (CR)

# Klassisches Konditionieren (Pavlov)

- CS kann hinweisen auf: Positive Konsequenz (Futter)
  - CR: Erwartungsreaktion (Speichelfluss)
- CS kann hinweisen auf: Negative Konsequenz (Schmerz, z.B. durch Schock)
  - CR: Vermeidungsreaktion (z.B. Fluchtversuch, Angstsymptome)
- Sinn der Konditionierung: Hinweise auf Gefahr oder Ressourcen rechtzeitig erkennen

# Klassisches Konditionieren

- Wovon hängt die Stärke und Geschwindigkeit der CR ab?
- Häufigkeit der zeitlichen Koppelung???
  - Kontiguität (Wahrscheinlichkeit, mit der auf den CS ein UCS folgt, bzw. mit der der CS ohne den UCS auftritt)
- Logische Abfolge der Koppelung???
  - Kontingenz (Wahrscheinlichkeit, mit der dem UCS ein CS vorangeht, bzw. mit der der UCS ohne CS auftritt)

## Klassisches Konditionieren: Rescorla-Experiment

- 4 Gruppen von Ratten, die einen Schock erhielten (UCS), dem ein Glockenton (CS) vorangehen konnte
- Bei allen Gruppen gleich: Kontiguität
  - Wahrscheinlich, mit der der UCS auf den CS folgte: .4  
(Wenn ein Glockenton ertönte, folgte in 40% der Durchgänge Schock und in 60% blieb der Glockenton ohne Folgen)
- Variiert wurde an 4 unabhängigen Gruppen: Kontingenzt
  - Wahrscheinlichkeit, mit der der Schock (UCS) erfolgte, ohne dass zuvor ein Glockenton (CS) erfolgte
    - 0
    - .1
    - .2
    - .4

## Klassisches Konditionieren: Rescorla-Experiment

- 4 Gruppen von Ratten, die einen Schock erhielten (UCS), dem ein Glockenton (CS) vorangehen konnte
- Bei allen Gruppen gleich: Kontiguität
  - Wahrscheinlich, mit der der UCS auf den CS folgte: .4  
(Wenn ein Glockenton kam, folgte in 40% der Durchgänge Schock und in 60% blieb der Glockenton ohne Folgen)
- Variiert wurde an 4 unabhängigen Gruppen: Kontingenzt
  - Wahrscheinlichkeit, mit der der Schock (UCS) erfolgte, ohne dass zuvor ein Glockenton (CS) erfolgte
    - 0 starke Konditionierung
    - .1 leicht abgeschwächte Konditionierung
    - .2 deutlich abgeschwächte Konditionierung
    - .4 keine Konditionierung

# Klassisches Konditionieren: Rescorla-Experiment

- Kontingenz (Wahrscheinlichkeit, mit der dem UCS ein CS vorangeht) wichtiger als Kontiguität (absolute Häufigkeit der zeitlichen Koppelung von CS und UCS)
- Zeitlicher Abstand zwischen CS und UCS weniger wichtig als Kontingenz
- D.h. es kann konditioniert werden, wenn nicht auf jeden US ein UCS folgt, aber wenn dem UCS kein US vorangeht, wird Konditionierbarkeit deutlich eingeschränkt

# Klassisches Konditionieren

- Verhaltensweisen unterschiedlich gut konditionierbar. Besonders Nahrungsmittelaversion, Angst (kleiner Albert)
- Stimulusgeneralisierung (kleiner Albert: weisse Wolle)
- Konditionierung höherer Ordnung: US-CS1-CS2
- Extinktion (Löschung)

# Klassisches Konditionieren: Relevanz für die Schule

- Symbolschock
- $\Sigma$
- Angst vor bestimmten Typen von Lehrern
- Möglichkeit, unerwünschte S-R Verbindungen aufzulösen, indem eine Situation hergestellt wird, in der der Stimulus eine neue Reaktion erfordert, die mit der alten inkompatibel ist.
  - Hundetraining:
  - Flucht verhindern

# Klassisches Konditionieren: Erkenntnisfortschritt

- Stimuli verwandeln sind unterschiedlich schnell in CS. Bei Reizen, die in anderen Kontexten als US dienen dauert es länger (so lassen sich sexuell erregende Bilder nur schwer in CS für nicht-sexuelle Reaktionen verwandeln)
- CS und UR können schwer kompatibel sein: schlechte Gerüche sind schwer als Appetitanreger zu konditionieren
- Wenn mehrere Stimuli zur als CS zur Auswahl stehen, zählt Ähnlichkeit zum US: z.B. Nahrungsmittelaversion durch Seekrankheit.

# Bedeutung des klassischen Konditionierens für menschliches Lernen

- Psychotherapie
- Gestaltung von Signalen

# Klassisches Konditionieren: Relevanz für die Schule

- Bedeutung von Assoziationen für das Lernen: Wiederholung
- Lernstoff in der Schule sollte mit positiven Emotionen verbunden sein
- Unerwünschtes Verhalten sollte mit negativen Emotionen verbunden sein
- Prävention von unerwünschtem Verhalten: Eindeutige Warnsignale

# Klassisches Konditionieren: Reflektionsmöglichkeiten für Lehrpersonen

- Ist man aufgrund der Erfahrungsgeschichte der Schüler unbeabsichtigt CS?
- Sind bestimmte Schüler oder Aspekte der Lernumgebung für mich als Lehrperson aufgrund meiner Erfahrungsgeschichte CS?

# **Operantes bzw. Instrumentelles Konditionieren (Thorndike, Skinner, Hull, Watson)**

- **Unterschied zum klassischen Konditionieren:**
- neues Verhalten wird gezeigt oder unterlassen als FOLGE von positiven oder negativen Konsequenzen
- Response-Stimulus-Lernen (R-S Lernen)
- Der Lernende steuert das Auftreten der Stimuli

# Operantes Konditionieren

## Gesetz des Effektes

- Dem Verhalten folgen positive Konsequenzen: Assoziation zwischen R und S wird gestärkt
  - Verfügbares latentes Verhalten wird gezeigt
  - Neues Verhalten wird aufgebaut
- Dem Verhalten folgen negative Konsequenzen: Assoziation zwischen R und S wird geschwächt
  - Verhalten wird unterdrückt, ist aber weiterhin verfügbar
  - Verhalten wird verlernt
- Verstärker (positive Konsequenzen): erhöhen die Auftretenswahrscheinlichkeit
- Bestrafung (negative Konsequenzen): verringern die Auftretenswahrscheinlichkeit

# Operantes Konditionieren

|  | <i>Positiv erlebter<br/>Stimulus</i> | <i>Negativ erlebter<br/>Stimulus</i> |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
|  |                                      |                                      |
|  |                                      |                                      |

# Operantes Konditionieren

|   | <i>Positiv erlebter Stimulus</i> | <i>Negativ erlebter Stimulus</i> |
|---|----------------------------------|----------------------------------|
| <i>Stimulus folgt der Reaktion</i>              |                                  |                                  |
| <i>Stimulus wird nach der Reaktion entzogen</i> |                                  |                                  |

# Operantes Konditionieren

|   | <i>Positiv erlebter Stimulus</i>                    | <i>Negativ erlebter Stimulus</i> |
|---|---|----------------------------------|
| <i>Stimulus folgt der Reaktion</i>              | Positiver Verstärker<br>(Verhaltens <b>aufbau</b> ) |                                  |
| <i>Stimulus wird nach der Reaktion entzogen</i> |   |                                  |

# Operantes Konditionieren

|   | <i>Positiv erlebter Stimulus</i>                    | <i>Negativ erlebter Stimulus</i>                |
|---|---|---|
| <i>Stimulus folgt der Reaktion</i>              | Positiver Verstärker<br>(Verhaltens <b>aufbau</b> ) | Aktive Bestrafung<br>(Verhaltens <b>abbau</b> ) |
| <i>Stimulus wird nach der Reaktion entzogen</i> |   |   |

# Operantes Konditionieren

|   | <i>Positiv erlebter Stimulus</i>                    | <i>Negativ erlebter Stimulus</i>                |
|---|---|---|
| <i>Stimulus folgt der Reaktion</i>              | Positiver Verstärker<br>(Verhaltens <b>aufbau</b> ) | Aktive Bestrafung<br>(Verhaltens <b>abbau</b> ) |
| <i>Stimulus wird nach der Reaktion entzogen</i> | Passive Bestrafung<br>(Verhaltens <b>abbau</b> )    | )   |

# Operantes Konditionieren

|   | <i>Positiv erlebter Stimulus</i>                    | <i>Negativ erlebter Stimulus</i>                    |
|---|---|---|
| <i>Stimulus folgt der Reaktion</i>              | Positiver Verstärker<br>(Verhaltens <b>aufbau</b> ) | Aktive Bestrafung<br>(Verhaltens <b>abbau</b> )     |
| <i>Stimulus wird nach der Reaktion entzogen</i> | Passive Bestrafung<br>(Verhaltens <b>abbau</b> )    | Negativer Verstärker<br>(Verhaltens <b>aufbau</b> ) |

# Unterschiedliches Vorgehen bei Bestrafung und Belohnung

- Verhaltensabbau: möglichst massive negative Konsequenzen müssen sofort und immer auf das unerwünschte Verhalten folgen
- Verhaltensaufbau: Kontinuierliche Verstärkung (Immerverstärkung, d.h. jeder Reaktion folgt positive Konsequenz) wenig effizient
  - Grund: Bei positiver Konsequenz nehmen Bedürfnis und Anreiz ab, erwünschte Verhaltensaufbau schwächt ab
- Verhaltensaufbau: Verstärker so schwach wie möglich dosieren, da ansonsten Gewöhnung und Sättigung eintritt

Intermittierende Verstärkung: nicht auf jedes erwünschte Verhalten erfolgt eine positive Konsequenz

- Vorteil: Verhalten ist besonders löschungsresistent, wenn positive Konsequenz ausbleibt
- Mechanismus: Die Lebewesen lernen den Umgang mit Frustration, d.h. ausbleibender Verstärkung

# Intermittierende Verstärkerpläne

|                 | <i>Verhältnis von verstärkten zu unverstärkten Reaktionen</i>  | <i>Mindestintervall: zwischen zwei Reaktion</i>   |
|-----------------|--|---|
| <i>fix</i>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Fixes Verhältnis:</li> <li>•z.B. Jede 5. Reaktion wird verstärkt</li> <li>•Starker, aber diskontinuierlicher Lernanstieg:</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Fixes Intervall:</li> <li>•Z.B. erstes Verhalten nach nach 4 Minuten</li> <li>•Lernanstieg: stark, unstetig</li> </ul>                                    |
| <i>variabel</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Variables Verhältnis</li> <li>•Verstärkung erfolgt regelmässig aber in nicht vorhersagbaren Abständen</li> <li>•Lernanstieg: stark und stetig</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Variables Intervall</li> <li>•Verstärkung erfolgt regelmässig aber in nicht vorhersagbaren Abständen</li> <li>•Lernanstieg: schwach und stetig</li> </ul> |

# Intermittierende Verstärkerpläne

|                 | <i>Verhältnis von verstärkten zu unverstärkten Reaktionen</i>  | <i>Mindestintervall: zwischen zwei Reaktion</i>   |
|-----------------|--|---|
| <i>fix</i>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Fixes Verhältnis:</li> <li>•z.B. Jede 5. Reaktion wird verstärkt</li> <li>•Starker, aber diskontinuierlicher Lernanstieg:</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Fixes Intervall:</li> <li>•Z.B. erstes Verhalten nach nach 4 Minuten</li> <li>•Lernanstieg: stark, unstetig</li> </ul>                                    |
| <i>variabel</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Variables Verhältnis</li> <li>•Verstärkung erfolgt regelmässig aber in nicht vorhersagbaren Abständen</li> <li>•Lernanstieg: stark und stetig</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Variables Intervall</li> <li>•Verstärkung erfolgt regelmässig aber in nicht vorhersagbaren Abständen</li> <li>•Lernanstieg: schwach und stetig</li> </ul> |

# Typen von Verstärkern

Externe Verstärker:

- Materielle Verstärker
- Soziale Verstärker
- Aktivitäten als Verstärker
- Stellvertretende Verstärker (Geld)
- Erfolgserleben als Verstärker

# Verhaltensaufbau durch positive Konsequenzen:

## Warum Verstärkung nicht immer klappt

- Verstärker müssen wirklich verstärkend sein
  - Individuell sehr verschieden
  - Sättigung sollte nicht eintreten
- Verstärker sollten keine neuen Probleme schaffen
  - Nicht sinnvoll in Überflussgesellschaften: Essen als Verstärkung bzw. Essensentzug als Bestrafung
- Verstärker können intrinsische Motivation zerstören
  - Externe Verstärkung von selbstverstärkenden Handlungen KONTRAPRODUKTIV

# Verstärker in der Schule

- Externe Verstärker bei langweiligen aber wichtigen Aktivitäten (Vokabellernen)
- **WICHTIGSTER VERSTÄKER IN DER SCHULE: ERFOLGSERLEBEN**
  - Aufgabe der Lehrpersonen: Übungsgelegenheiten so gestalten, dass nach Anstrengung Erfolgserleben wahrscheinlich ist

# Verhaltensabbau durch negative Konsequenzen: Was Bestrafung schwierig macht

- Verhalten wird unterdrückt, aber nicht gelöscht
- Wenn die Strafe nicht hart genug ist, kommt es zum erhöhten Auftreten es Verhaltens
- Unerwünschtes Verhalten wird in Situationen, in denen eine mildere Bestrafung zu erwarten ist, gezeigt (z.B. bei einem weniger strengen Lehrer)
- Strafe lenkt vom eigentlichen Verhalten ab
- Harte Strafen können Selbstkonzept und Fähigkeit zur Empathie beeinträchtigen

# Probleme mit der Bestrafung

- verabreichte Strafreize werden vom Lernenden nicht als solche erlebt.
- Eventuell sind sie sogar Belohnungen
- gilt insbesondere in sozialen Situationen mit mehreren Beteiligten
  
- **MIT BESTRAFUNG LASSEN SICH PROBLEME NUR LÖSEN, WENN VERHALTENSALTERNATIVEN AUFGEZEIGT WERDEN**
  
- Nicht Vergessen: mit Bestrafung kann kein erwünschtes Verhalten aufgebaut, sondern nur unerwünschtes Verhalten abgebaut werden

# Guidelines für effektive Bestrafung

- Strafreize müssen für das Individuum wirklich bestrafend sein
- Strafreize müssen hart aber nicht zu hart sein, da sie sonst Vermeidungsverhalten hervorrufen, statt die Aufmerksamkeit auf das unerwünschte Verhalten zu lenken.
- Strafreize sollten angedroht werden, damit das Individuum eine Chance hat, das Verhalten zu unterlassen (Vorsicht: keine leeren Drohungen)
- Das zu unterlassende Verhalten muss klar umschrieben und dem Lernenden deutlich sein

# Verhaltensabbau durch Ignorieren (Extinktion)

- Problem: Das unerwünschte Verhalten wird zunächst stärker
- Ist in sozialen Situationen schwer auszuhalten
- Möglichst alternatives, positiv erlebtes Verhalten verstärken

# Operantes Konditionieren

- Shaping: Ausformung von komplexem Verhalten durch gezielte Verstärkung von Einzelaktivitäten (Skinner's (unzureichende) Erklärung für Spracherwerb)
- Fading: Ausblenden der Verstärker
- Erlernte Hilflosigkeit (keine Kontrolle über negative Konsequenzen): kann zu Depressionen führen
- Abergläubisches Verhalten: Positive Konsequenzen werden nach dem Zufall verabreicht

# Anwendung behavioristischer Lerntheorien in der Schule

- Programmierte Instruktion von Skinner
- Mastery Learning von Benjamin Bloom
  
- Bild vom Lernenden: Direct Transmission
- Lehrperson als Dompteur des Wissens
- Osterhasenpädagogik
  
- *Statt dessen:* Lernen als spiralförmige Wissenskonstruktion
  
- Operantes Konditionieren kann nicht mit grosser Verzögerung auftretende Lerneffekte erklären
  
- Allerdings: verfügbares, aber als Bequemlichkeit nicht gezeigtes Verhalten kann durch Verstärkung gesteuert werden

# Übergang von behavioristischen zu kognitiven Lerntheorien: **Lernen am Modell** (Albert Bandura)

- Komplexes Verhalten kann nicht kleinschrittig durch Shaping gelernt werden
- Bei allen Säugetieren gibt es artspezifische Imitation: Imitiert wird sinnvoller Weise vor allen Dingen Verhalten, zu dem man physiologisch auch in der Lage ist
- Hirnphysiologische Grundlagen des Imitationslernens recht gut erforscht: Spiegelneuronen

# Imitation bei Neugeborenen: Andrew Melzoff



*Abbildung 1.7: Babys imitieren verschiedene Mienen von Melzoff (Herausstrecken der Zunge, Öffnen des Mundes, Schürzen der Lippen). Nachdruck mit freundlicher Genehmigung aus Melzoff und Moore (1977). Copyright 1977 American Association for the Advancement of Science.*

# Lernen am Modell: Warum kognitiv

- artspezifische Vorbereitung auf bestimmtes Verhalten
- Lernen am Modell ist outcome-orientiert: Ziele sind entscheidend (Fehler werden nicht zwangsläufig imitiert)
- Verstärkung kann stellvertretende erlebt werden
- Modelle und zu imitierende Merkmale bzw. werden ausgewählt

# Berühmtes Experiment von Bandura: Stellvertretendes Lernen

Film: Einem Modellkind wird verboten, Spielzeug zu benutzen. Es soll stattdessen lesen. Das Kind verstößt gegen das Verbot. 75% der Versuchspersonen (Kinder) sehen den Film

Danach werden die Versuchspersonen nach dem Zufallsprinzip in drei unabhängigen Gruppen eingeteilt, in zwei Gruppen ging der Film weiter:

1. Belohnungsgruppe: Eine erwachsene Person lobt das Kind für das phantasievolle Spiel
2. Bestrafungsgruppe: Eine erwachsene Person schimpft mit dem Kind
3. Keine Konsequenzen-Gruppe: niemand kommentiert das Verhalten
4. 25% der Versuchspersonen werden einer Kontrollgruppe zugeteilt und sehen keinen Film

# Berühmtes Experiment von Bandura: Stellvertretendes Lernen

- Nach dem Film wurden Versuchsteilnehmer in das gleiche Spielzimmer gesetzt mit der Aufforderung, zu lesen und nicht zu spielen (wie das Modell im Film)
- Abhängige Variable: Häufigkeit, mit der gegen Verbote verstossen wurde
- Ergebnis: Reihenfolge der Gruppen
  1. Belohnungsgruppe
  2. Keine-Konsequenzengruppe
  3. Bestrafungsgruppe
  4. Kontrollgruppe
- Wichtigstes Ergebnis: Modellernen stärker als Bestrafung (da in Bestrafungsgruppe häufiger gegen das Verbot verstossen wurde als in der Kontrollgruppe)

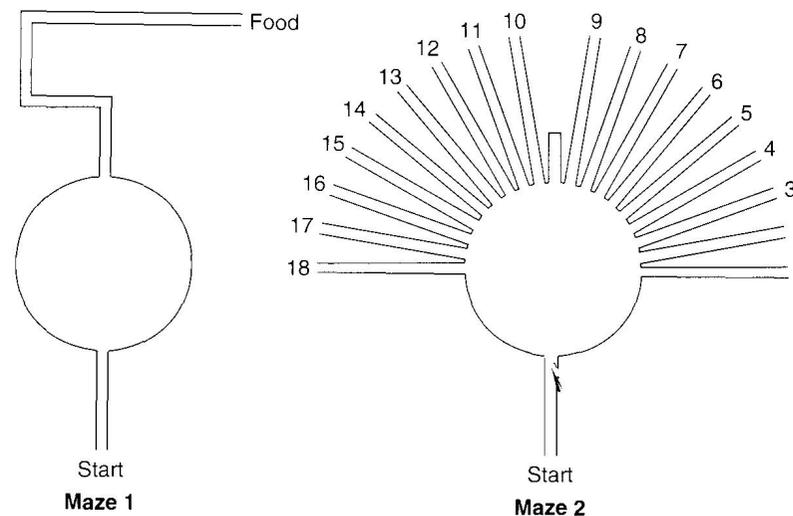
# Lernen am Modell in der Schule

- Bestimmte Schüler als Modell für die anderen nahe legen? Kann nach hinten losgehen
- Wo Lehrpersonen als negative Modelle dienen: zeigen mit Arbeitsaufträgen inkompatibles unpassendes Verhalten
- Vergleich mit anderen: Selbstwirksamkeit (self-efficacy)
- Selbstregulation als zentrales Lernziel: Bedeutung von Modellen

Fazit: Warum Lernen nicht ausschliesslich das Ergebnis von Verstärkung und Bestrafung ist  
(Grenzen behavioristischer Erklärungen)

- Lernen muss sich nicht zwangsläufig in Verhaltensänderung niederschlagen  
(verzögertes Lernen)
- Auch wenn man Lernen als den Aufbau von Assoziationen verstehen kann, so kann doch nicht jede Assoziation durch die Verabreichung von Konsequenzen gesteuert werden

# Übergang zu kognitiven Lerntheorien: Cognitive Maps nach Edward Tolman



**Figure 8-2**  
Mazes used by Tolman, Ritchie, and Kalish (1946).

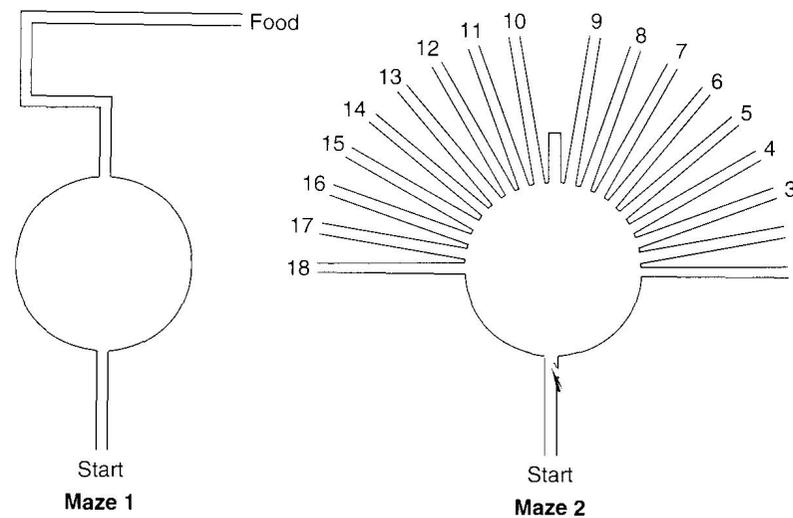
Schritt 1: Ratten lernen Maze 1

Schritt 2: Ratten werden in Maze 2 gesetzt. Welchen Gang wählen sie?

Wenn S-R lernen 9 oder 10 (Stimulusgeneralisierung)

Wenn Cognitive Maps 6

# Übergang zu kognitiven Lerntheorien: Cognitive Maps nach Edward Tolman



**Figure 8-2**  
Mazes used by Tolman, Ritchie, and Kalish (1946).

Schritt 1: Ratten lernen Maze 1

Schritt 2: Ratten werden in Maze 2 gesetzt. Welchen Gang wählen sie?

Wenn S-R lernen 9 oder 10 (Stimulusgeneralisierung)

**Wenn Cognitive Maps 6**

# Kognitive Wende