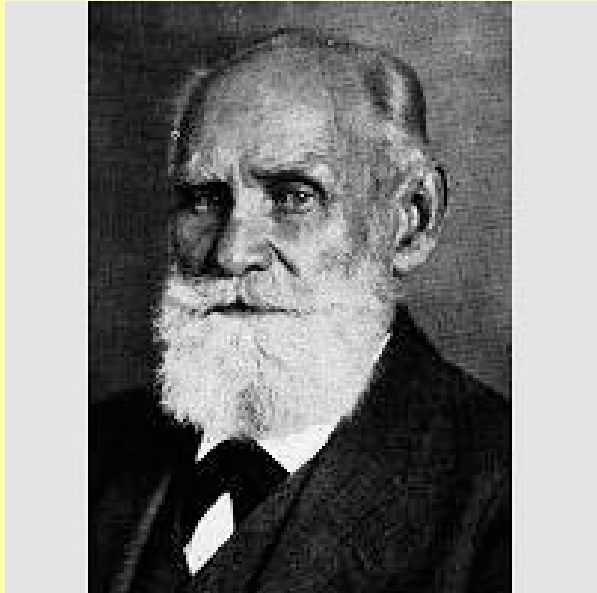


# **Klassische Konditionierung**

(nach einer Vorlage von Ira Ludwig)

- **Terminologie**
- **Versuchsanordnungen zur Klassischen Konditionierung**
- **Theoretische Ansätze zum Wesen der CR**
- **Ursprüngliche und neuere Ansätze der Klass. Konditionierung**
- **Ausgewählte Phänomene**

# 1. Ursprünglicher Ansatz der Klassischen Konditionierung nach Pavlov



**Ivan Petrovic Pavlov**

**Russischer Naturwissenschaftler**

**1849 – 1936 (1904 Nobel-Preis**

**für seine Arbeiten zur**

**Physiologie der Verdauung, der**

**daran beteiligten Drüsen und**

**ihrer nervalen Steuerung).**

**Speichel schon beim Erblicken der Nahrung (sog. „psychische Speichelbildung“). Später genauere Untersuchung.**

**Entwicklung des Konzeptes des *bedingten* oder *konditionierten Reflexes***

# **Reflexbegriff:**

- **von Descartes (1596 - 1650) stammend; mechanistischer Begriff**
- **ursprüngliche Bedeutung: „Automatisch“ ablaufende Reiz-Reaktions-Verbindungen**
- **Reflex: Verknüpfung (funktionaler Zusammenhang) zwischen Reiz und Reaktion (nicht die Reaktion selbst!)**

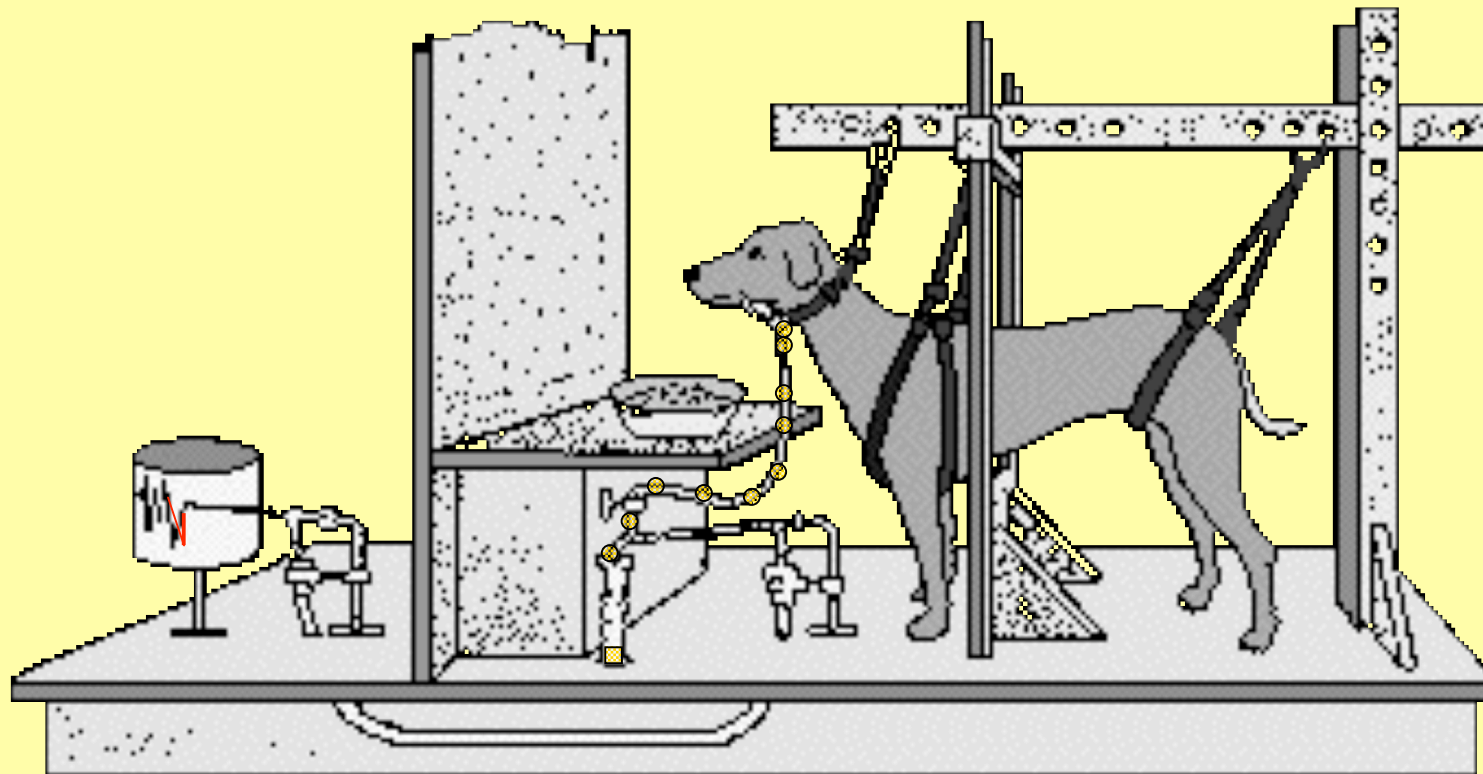
## **Arten von Reflexen:**

**Unbedingter Reflex (Eigenreflex: monosynaptisch;  
Fremdreflex: polysynaptisch)**

**Orientierungsreflex (Hinwendung der Aufmerksamkeit auf  
neue Reize)**

**Bedingter Reflex**

# Die Versuchsanordnung von Pavlov:



## 2. Terminologie

### *2.1. Unbedingter / unkonditionierter Reiz (unconditioned stimulus, US, UCS)*

Ein Reiz, der immer eine bestimmte gleichartige Reaktion hervorruft.

Beispiele: Luftstrom auf das Auge, Säure auf der Zunge

### *2.2. Unbedingte / unkonditionierte Reaktion (unconditioned response, UR, UCR)*

Eine feste (angeborene, genetisch determinierte und artspezifische) Reaktion auf einen auslösenden unbedingten Reiz.

Beispiele: Lidschlag nach Luftstrom, Drüsensekretion nach Säure.

### ***2.3. Bedingter / konditionierter Reiz (conditioned stimulus, CS)***

Ursprünglich für den Organismus neutraler Reiz (NS); im Ergebnis eines Konditionierungsvorgangs löst er eine bedingte bzw. konditionierte Reaktion aus

Beispiele: Anblick einer Speise, Schritte des Wärters beim Füttern, Geräusch des Zahnarztbohrers usw.

### ***2.4. Bedingte oder konditionierte Reaktion (conditioned reaction, CR):***

Eine erworbene Reaktion auf einen auslösenden bedingten Reiz, die als Ergebnis einer erfolgreichen Konditionierung (Kopplung US - CS) entsteht

Beispiele: Lidschlag nach Ton, Drüsensekretion nach Anblick einer Speise usw.

## 2.5. Konditionierungsvorgang:

- entscheidend ist nach Pavlov das zeitliche Zusammenfallen, die **Kontiguität** von Einwirken NS und Einwirken des US bzw. Auslösen der UR
- jede *beliebige* Umwelteinwirkung gleichzeitig mit der Auslösung der UR kann zu einem bedingten Reiz werden
- unmittelbares Vorausgehen des NS: Er ist ein *Signal* für den US

**Bedingter Reflex (nach Pavlov):**

**Verknüpfung einer UR mit einem *Signal* des US**

# Kontiguität (raum-zeitliche Paarung)

## *Verzögerte Konditionierung* [Delayed conditioning]

(vorwärtsgerichtet, verzögert), - effektivste Art

Short: CS YYY"YYYY  
US YYY"YYY

Long: CS YYYYY"YYYYY  
US YYYYYYYYYYYY"YYYYY

## *Spurenkonditionierung* [Trace conditioning] (vorwärtsgerichtet)

CS YYYYYYYYYY"YYYYYYYYYYYYYYYY  
US YYYYYYYYYYYYYY"YYYYYYYYYYYYYYYY

## *Simultane Konditionierung* [Simultaneous conditioning]

- geringere Effektivität

CS YYYYYYYYYY"YYYYYYYYYYYYYYYY  
US YYYYYYYYYY"YYYYYYYYYYYYYYYY

## *Rückwirkende Konditionierung* [Backward conditioning]

- Assoziation unwahrscheinlich

CS YYYYYYYYYYYYYY"YYYYYYYYYYYY  
US YYYYYYYYYY"YYYYYYYYYYYYYYYY

### 3. Versuchsanordnungen zur Klassischen Konditionierung

#### Konditionierung des Lidschlagreflexes:

US: Luftstoß      UR: Lidschlag (Schutzreflex)

CS: Ton            CR: Lidschlag

#### Phasen:

a) Vorphase:            NS → keine CR; US → UR

b) Konditionierung: Kopplung von NS und US (simultane / verzögerte / Spuren- / Rückwärts-Konditionierung)

c) Kontrolle:            CS → CR ???

**Problem: Extinktion der CR**

*Antizipatorische CR: CR bereits vor dem Beginn des US*

d) Extinktion: CS ohne US → Nachlassen der beobachteten CR

e) Spontanerholung: Wiederauftreten der CR nach einer Erholungsphase

## Beispiele:

### Konditionierung der Speichelreaktion bei Pavlov:

US: Säure / Futter

UR: Speichelfluß

CS: Ton

CR: Speichelfluß

### Konditionierung der elektrodermalen Reaktion:

US: Elektrischer Schock

UR: Hautwiderstand sinkt

CS: Ton, Licht

CR: Hautwiderstand sinkt

### Geschmacksaversionslernen (bait shyness - Köderscheue):

US: Röntgenstrahlung

UR: Übelkeit

CS: Geschmack einer Speise

CR: Übelkeit, Meiden der  
Speise

## 4. Vergleich von UR und CR

*Substitution* (Ersetzung) des US durch den CS: Die Antwort (UR) wird von einem Reiz (US) auf einen anderen (CS) übertragen

⇒ Gleichheit von CR und UR

Spätere Forschung zeigte:

⇒ CR und UR sind nicht identisch

Unterschiede bzgl.:

⇒ **Latenzzeit** (= Zeit vom Beginn des Reizes bis zum Einsetzen der Reaktion):  $CR > UR$

⇒ **Amplitude** (= „Stärke“ der Reaktion):  $CR < UR$

⇒ **Zeitlicher Verlauf, Dauer**: CR kürzer dauernd als UR

⇒ **Qualität**: z.B. chemische Zusammensetzung des Speichels

⇒ **Gegensätzliche CR und UR**: z. B. UR = Erhöhung,  
CR = Verminderung der Atemfrequenz

## **5. Theoretische Ansätze zum Wesen der CR**

### ***a) Substitutionsprinzip (Pavlov):***

**Infolge der Konditionierung ersetzt der CS den US in seiner Funktion und löst statt seiner die Reaktion aus.**

**⇒ Problem: CR und UR müssten identisch oder zumindest sehr ähnlich sein**

### ***b) CR als Komponente der UR:***

**US ⇒ komplexes Muster von Reaktionen**

**CS ⇒ nur einige Teile oder Aspekte davon**

**CR ⇒ danach eine unvollständige UR**

### ***c) CR als vorbereitende Antwort:***

**CR als Vorbereitung auf den US,**

**z.B. Lidschlag; Ton bereitet das Tier auf den Luftstoß vor**

**⇒ Vermeidung des schädlichen oder unangenehmen Luftstoßes (Vermeidungslernen = operante K.)**

## **6. Frage der Allgemeingültigkeit der Annahmen des Reflexansatzes**

### **6.1. Äquipotentialitätshypothese:**

**Jeder NS kann zu einem CS werden, wenn er hinreichend oft gemeinsam mit dem US auftritt.**

**⇒ Aber:**

- a) Nicht alle Reaktionen, die reliabel durch einen US ausgelöst werden, sind klassisch konditionierbar, z. B. ist die Bewegung der Pfote auf einen schwachen elektrischen Reiz bei der Katze nicht konditionierbar.**
- b) Nicht jeder wahrnehmbare Reiz kann zum CS werden.**

*Nicht jeder wahrnehmbare Reiz kann zum CS werden:*

⇒ Befunde von Garcia & Koelling (1966) mit zusammengesetzten CS

*= Compounds*

<b>US: Röntgenbestrahlung</b>	<b>UR: starke Übelkeit nach ca. 1h</b>
-------------------------------	--

<b>NS<sub>1</sub>: saccharinhaltiges Wasser</b>	<b>CR: Aversion</b>
---	---------------------

<b>NS<sub>2</sub>: Lärm</b>	<b>---</b>
-----------------------------	------------

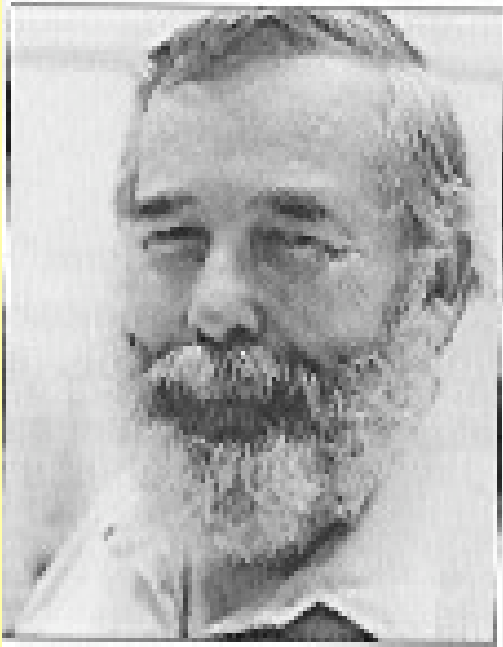
<b>NS<sub>3</sub>: Lichtblitze</b>	<b>---</b>
------------------------------------	------------

<b>US: Stromschlag</b>	<b>UR: Schmerz, Abwehrreaktion</b>
------------------------	------------------------------------

<b>NS<sub>1</sub>: saccharinhaltiges Wasser</b>	<b>---</b>
---	------------

<b>NS<sub>2</sub>: Lärm</b>	<b>CR: Abwehr, Vermeidung</b>
-----------------------------	-------------------------------

<b>NS<sub>3</sub>: Lichtblitze</b>	<b>CR: Abwehr, Vermeidung</b>
------------------------------------	-------------------------------



J. Garcia



M. E. P. Seligman

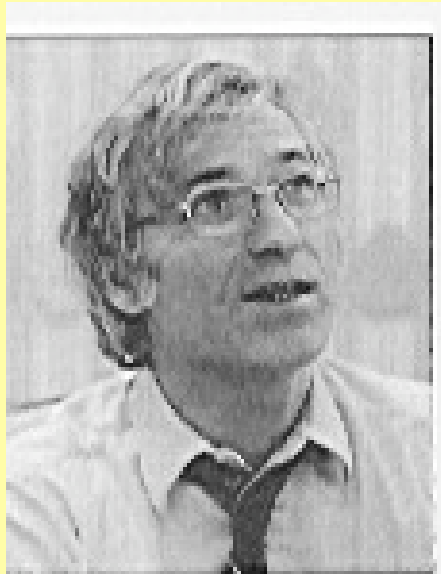
⇒ Garcia „CS – US - Relevance, or Belongingness“

⇒ Seligman (1970) - Konzept der „Preparedness“

Ein Organismus ist für die Stiftung einer Verbindung zwischen Reiz und Reaktion mehr oder weniger (genetisch) vorbereitet.

## 6.2. Kontingenzt als Voraussetzung für die KK:

### a) Rescorla (1968): *Kontingenzt* versus *Kontiguität*:



R. A. Rescorla

Verwendung der *konditionierten emotionalen Reaktion (CER)*.

Estes & Skinner (1941): Ratte lernt einen Hebel zu drücken, um Nahrungspillen zu erhalten (operantes K.). - Wird im 2. Teil mit Sniffy vorgeführt.

Dann Klassische K.: CS gefolgt von US (elektr. Schock). CS löst die CR *Furcht (Startling)* aus, die Aktivität (Hebel drücken) wird, je nach der Stärke der Konditionierung, mehr oder weniger lang unterbrochen (*suppression*).

**Phase 1:** 80 hungrige Ratten; operante Konditionierung von *Hebel-Drücken*

**Phase 2:** 12 x Ton (= CS); dabei kurze elektrische Schläge (US)  
– Ausbildung einer CER (Conditioned Emotional Response)

Aufteilung in zehn Gruppen:

Variation der Wahrscheinlichkeit

(a) des elektrischen Schlages während eines Tones und

(b) des elektrischen Schlages in den Zeitintervallen ohne Ton

z.B.  $P(\text{Schlag}|\text{Ton}) = .4$

$P(\text{Schlag}|\text{kein Ton}) = .0, .1, .2$  oder  $.4$  je nach Gruppe

**Phase 3:** Häufigkeit des Hebeldrückens bei zeitweiser Darbietung  
des Tones

⇒ bei  $[P(\text{US}|\text{CS}) = P(\text{US}|\text{nonCS})]$  keine Unterdrückung des  
Hebeldrückens

$[P(\text{US}|\text{CS}) > P(\text{US}|\text{nonCS})]$  Unterdrückung des  
Hebeldrückens bei Ton

## Fortsetzung **Kontingen**z als Voraussetzung für die KK:

### b) Kamin (1969): Blocking-Effekt

Verwendung der CER; Verwendung von zusammengesetzten CS (compounds)

**Phase 1:** Ratten werden operant auf Hebeldrücken konditioniert

**Phase 2:** unabhängig vom Hebeldrücken Vorgabe von neutralen Reizen, denen als US ein kurzer elektrischer Schlag folgte:

Gruppe A – 8 x Licht und Rauschen, dann 16 x Rauschen

Gruppe B - 16 x Rauschen, dann 8 x Licht und Rauschen

Gruppe G - 8 x Licht und Rauschen

**Phase 3:** Stärke der Unterdrückung durch den *Lichtreiz allein* ???

Gruppe A - teilweise Verhaltensunterdrückung

Gruppe B - kaum Verhaltensunterdrückung

Gruppe G - fast vollständige Verhaltensunterdrückung



L. J. Kamin

**Trotz gleichhäufiger Kopplung des CS  
*Licht* mit dem US *elektrischer Schlag*  
(je achtmal): Unterschiedliches  
Ausmaß der Konditionierung des  
Lichtreizes**

**Ursache: Rauschen als CS wurde  
bereits gelernt (Gruppe B), Licht ist  
ohne weitere Information über das  
Auftreten des US**

**⇒ Licht wird nicht als Signal des US  
gelernt.**

**Blockierung!**

**Spricht gegen das Substitutionsprinzip**

# Überschattung (Overshadowing)

a) Reiz geringer Intensität (schwaches Licht)

B) Reiz hoher Intensität (lauter Ton)

Gruppe:	Training CS:	Test CS:	CR:
Überschattung	aB	a	Nein
Kontrollgruppe	a	a	Ja

Das Vorhandensein des starken Stimulus (B) im Compound (aB) macht den schwachen Reiz (a) unwirksam!

Übelkeit nach einem Dessert, das sehr süß ist und einen ganz leichten Vanillegeschmack hat. Konditioniert wird eine Aversion gegen die Süßkomponente – nicht gegen den Vanillegeschmack.

# **Vermeidungslernen (Avoidance Behavior) und Klassisches Konditionieren**

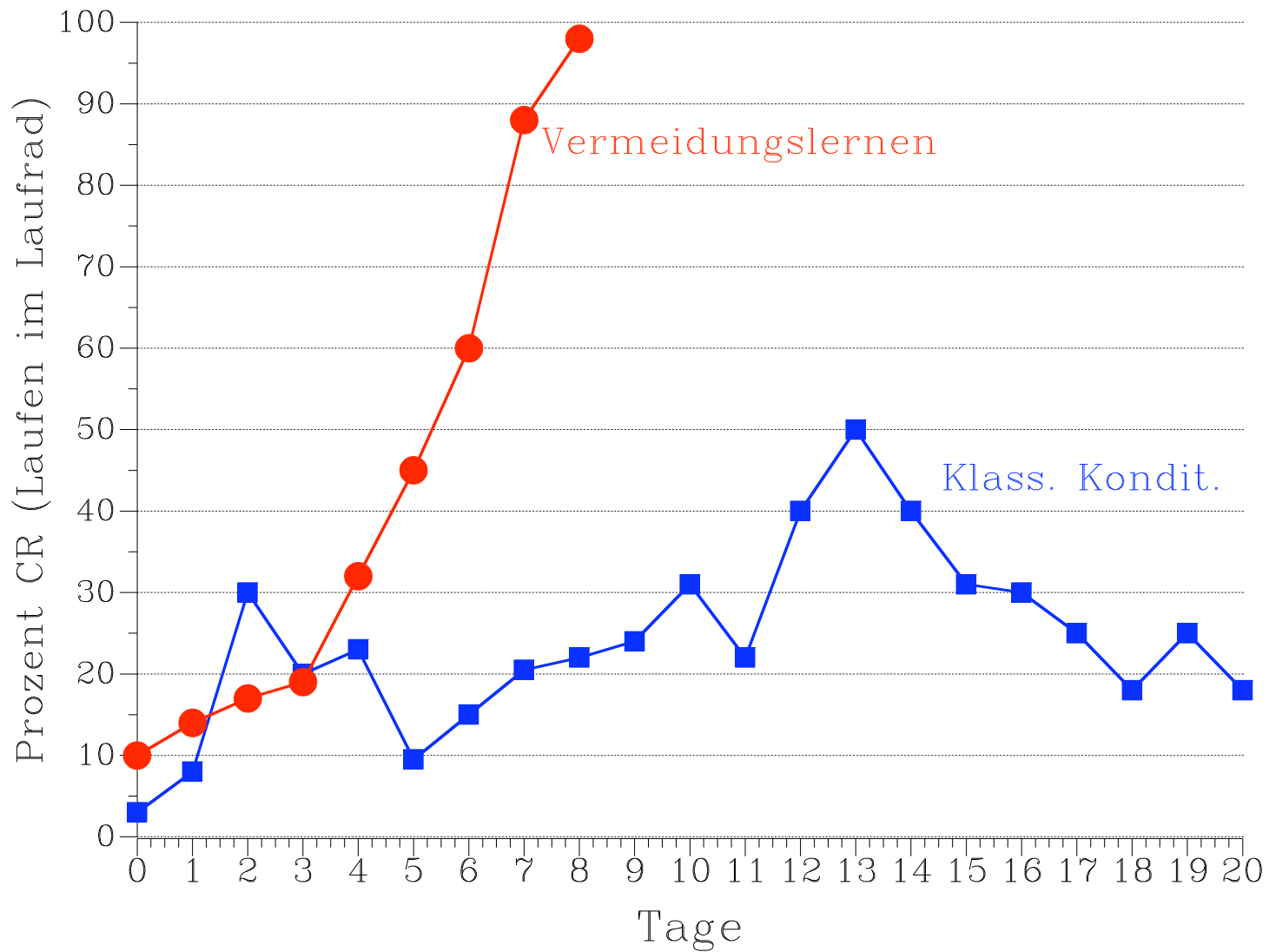
- **Bechterev (1913) Pavlov'sche Konditionierung des Menschen: Finger auf eine Metallplatte.**  
Kurzer Ton (CS) gefolgt von einem elektrischen Schlag (US). Die Vp hebt den Finger (UR).  
Nach kurzer Zeit hebt die Vp den Finger (CR) nach dem Auftreten von CS (Ton).
- **Unterschied zu Pavlov: Der US (elektrischer Schlag) wird nur wirksam , wenn keine CR auftritt.**

# **Experiment von Brogden, Lipman und Culler (1938):**

**Zwei Gruppen von Meerschweinchen im Laufrad:  
Ton (CS), Elektrischer Schlag (US),  
Laufbewegung (UR und CR)**

**Gruppe A: Klassische Konditionierung nach Pavlov  
Jedem CS (Ton) folgt ein US (elektrischer Schlag)**

**Gruppe B: Vermeidungslernen  
Dem CS (Ton) folgt nur dann ein US (elektr. Schlag),  
wenn sich das Laufrad nicht dreht.**



**Ergebnisse des Versuchs von Brogden, Lipman und Culler (1938)**

# Unser Versuch:

- **CS = Ton; US = Luftstoß;**
- **UR = Lidschluss; CR = Lidschluss**
  
- **War unser Versuch *Klass. Konditionierung* oder *Vermeidungslernen*?**

## 7. Neuere Ansätze - Modell von Rescorla & Wagner

$$\Delta V_{CS} = \alpha_{CS} \times \beta_{UCS} \times (\lambda_{UCS} - \sum V_j)$$

$\Delta V_{CS}$  = Veränderung der Assoziationsstärke zwischen CS und US  
im aktuellen Lerndurchgang

$\alpha_{CS}$  = Konditionierbarkeit (auch Salienz) des CS  
– preparedness, overshadowing

$\beta_{UCS}$  = Potenz oder Stärke des US  
– Aversivität des US

$\lambda_{UCS}$  = maximal erreichbare Assoziationsstärke (Asymptote)  
– Korrelation zwischen CS und US (Rescorla, 1968)

$\sum V_j$  = Summe der bereits vorhandenen Assoziationsstärken mit  
anderen Elementen des Reizkomplexes  
– Compounds als CS (Kamin, 1969)

## **8. Ausgewählte Phänomene**

### **8.1. Konditionierung höherer Ordnung**

**Reflexe höherer Ordnung sind schwer zu konditionieren und labil.**

**Bis zur 3. Ordnung wurde die Konditionierung von Pavlov und seinen Mitarbeitern nachgewiesen.**

***Forsikov: Abwehrreflex dritter Ordnung bei Hunden***

**US (elektrischer Schlag) – CS1 (mechanischer Hautreiz)  
– CS2 (gluckerndes Geräusch) – CS3 (760 Hz - Ton)**

## **8.2. Sensorische Vorkonditionierung / assoziative Konditionierung:**

**Wenn *zwei oder mehrere neutrale Reize* vor einem Konditionierungsvorgang häufig *gemeinsam aufgetreten* sind bzw. absichtlich gekoppelt dargeboten wurden, besteht die Möglichkeit, dass *einer* der Reize auch *ohne eigentliche direkte Konditionierung* zu einem *Auslöser der bedingten Reaktion* wird, auf den der andere Reiz konditioniert wurde.**

***Sensorische Vorkonditionierung:*** Pavlov nahm an, zwischen zwei sensorischen Arealen der Großhirnrinde würde sich eine Verbindung ausbilden.

• *Vorphase:* Orientierungsreaktion (OR) auf beide neutrale Reize wird abgehemmt (Habituation).

• *Zwei NS, z.B. ein Licht und ein Ton, werden mehrfach kombiniert dargeboten.*

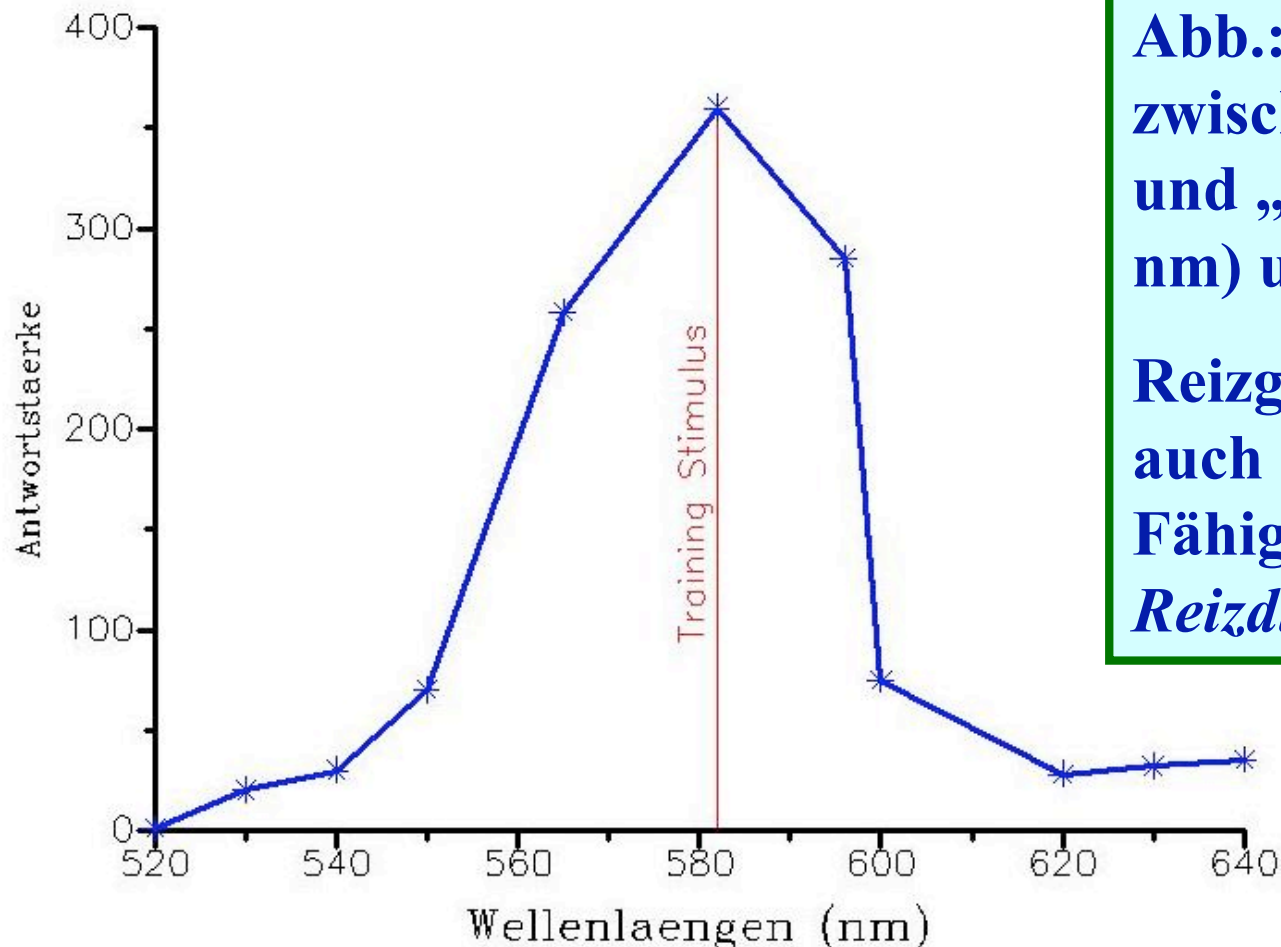
• *Konditionierungsvorgang:* Auf einen dieser zwei NS, z. B. auf den Ton, wird eine bedingte Reaktion ausgebildet.

• *Es wird geprüft, ob am Ende der Konditionierungsphase der NS eine CR auslöst, womit er zum CS geworden ist.*

• *Anschließend wird geprüft, ob auch der zweite NS, z. B. das Licht, der selbst nicht konditioniert wurde, diese CR auslöst.*

## 8.3. Reizgeneralisierung (Generalisierungsgradient):

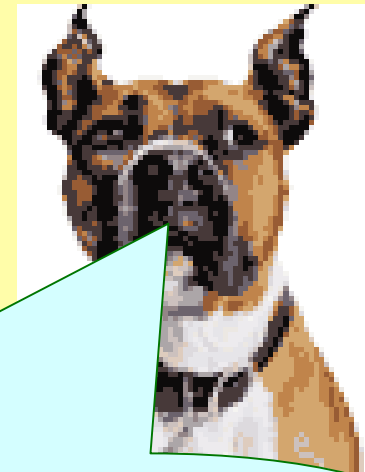
Pavlov beobachtete, dass seine Hunde nicht nur auf den ursprünglich verwendeten CS, sondern auch auf ähnliche Reize, speichelten.



**Abb.: Tauben können zwischen „Gelb“ (580 nm) und „Gelb-Grün“ (560 nm) unterscheiden.**

**Reizgeneralisierung sagt auch etwas über die Fähigkeit der *Reizdiskriminierung* aus.**

# Fragen?



**Domjan, M. (1998). The principles of learning and behavior. Pacific Grove: Brooks/Cole Publishing Co.**

**Lachnit, H. (1993). Assoziatives Lernen und Kognition. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.**

