

Lernen

Die Hebb-Regel bildet die Basis des 'Lernens'

Lernen in der REINFORCEMENT Theorie basiert auf der Abfolge

Beobachtung-Imitation-Evaluation

Die **HISTORY OF REINFORCEMENT** ist z.B. gegeben durch die

- global capture rate
- global saturation rate
- global survival rate



INHIBITION (**Hemmung**)

$$f(t) = \exp(-c_1 t)$$

REINFORCEMENT (**Verstärkung**)

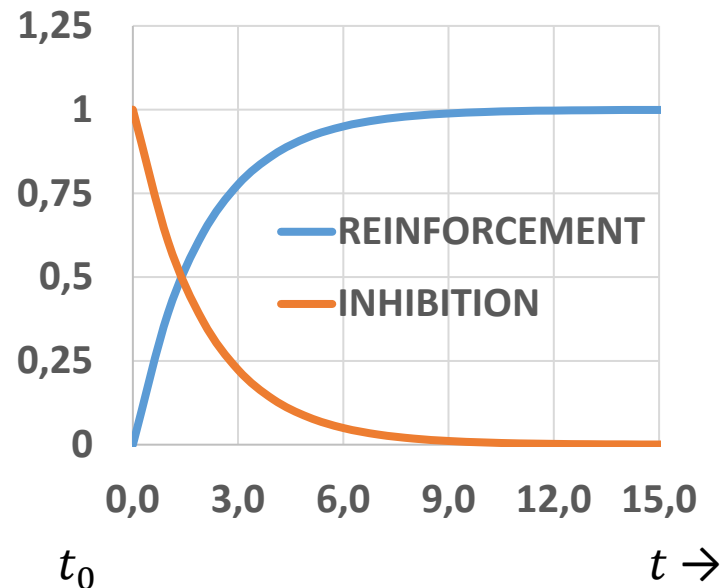
$$g(t) = (1 - \exp(-c_2 t))$$

mit den zeitabhängigen Koeffizienten

$$c_1 = c_1(t) \quad c_2(t) = 1 - c_1(t) \quad c_1, c_2 \in [0, 1]$$

damit wird die **HISTORY OF REINFORCEMENT** zu

$$h(t) = f * g(t) = \int_0^t f(t_0 - t) g(t) dt$$



Da die Stammfunktion zu e^{-t} gegeben ist durch $-e^{-t}$, ist das Integral $h(t)$ normiert und nimmt für alle Zeiten $t \geq t_0$ stets einen Wert zwischen 0 und 1 an.

Damit können wir sagen, die **HISTORY OF REINFORCEMENT** kann gleichgesetzt werden mit der **Skinnerian function** (Skinner'sche Funktion), aus dem 'statement on research interests' (B. Bierl, 2016).

Die Skinner'sche Funktion trägt dabei der Tatsache Rechnung, dass eine Synapsenstärke notwendigerweise durch die Biologie des Neurons limitiert bleiben muss.

Die **HISTORY OF REINFORCEMENT** entscheidet im kognitiven Szenario darüber, wie das Tier sich in Bezug auf eine Aufgabe entscheidet. Es gelten die Regeln der Boole'schen Algebra nach den Wahrheitstafeln

		P	
$P \text{ AND } Q$		0	1
Q	0	0	0
	1	0	1

		P	
$P \text{ XOR } Q$		0	1
Q	0	0	1
	1	1	0

		$\text{NOT } Q$
Q	0	1
	1	0

Die Gesamtheit der in einem binären Rechner ablaufenden Prozesse beruht auf diesen 3 Wahrheitstafeln zu den Operationen {**AND**, **XOR**, **NOT**}.

Mit den 3 Wahrheitstafeln zu den Operationen {**AND**, **XOR**, **NOT**} prüfe man z.B. die Gültigkeit der de Morgan'schen Regeln

$$[1] \quad \text{NOT } (P \text{ OR } Q) \text{ .LEQ. } ((\text{NOT } P) \text{ AND } (\text{NOT } Q))$$

$$[2] \quad \text{NOT } (P \text{ AND } Q) \text{ .LEQ. } ((\text{NOT } P) \text{ OR } (\text{NOT } Q))$$

.LEQ. heißt 'logisch äquivalent', P und Q heißen Präpositionen und $P \text{ OR } Q$ ist definiert durch $(P \text{ AND } (\text{NOT } Q)) \text{ XOR } ((\text{NOT } P) \text{ AND } Q)$

Die Präposition '0' bedeutet 'FALSCH'.

Die Präposition '1' bedeutet 'WAHR'.

Hirnphysiologisch gesehen muss die **HISTORY OF REINFORCEMENT** einen bestimmten Schwellwert t_h überschreiten, damit ein Neuron feuert.

D.h. für $h(t) \leq t_h$ gilt, dass das Neuron feuert, ist FALSCH.
für $h(t) > t_h$ gilt, dass das Neuron feuert, ist WAHR.

Damit ist im wesentlichen die THEORY OF REINFORCEMENT von Burrhus Frederic Skinner zurückgeführt auf die Logik binärer Rechner.

Die Frage z.B. nach dem freien Willen lässt sich auf dieser eher technischen Ebene nicht beantworten.