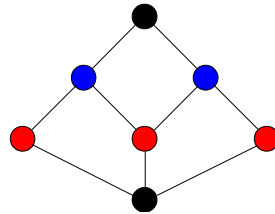


Temporale Begriffsanalyse von feuernden Neuronen



Karl Erich Wolff

Ontologiekreis
Darmstadt 11. März 2020

Gliederung

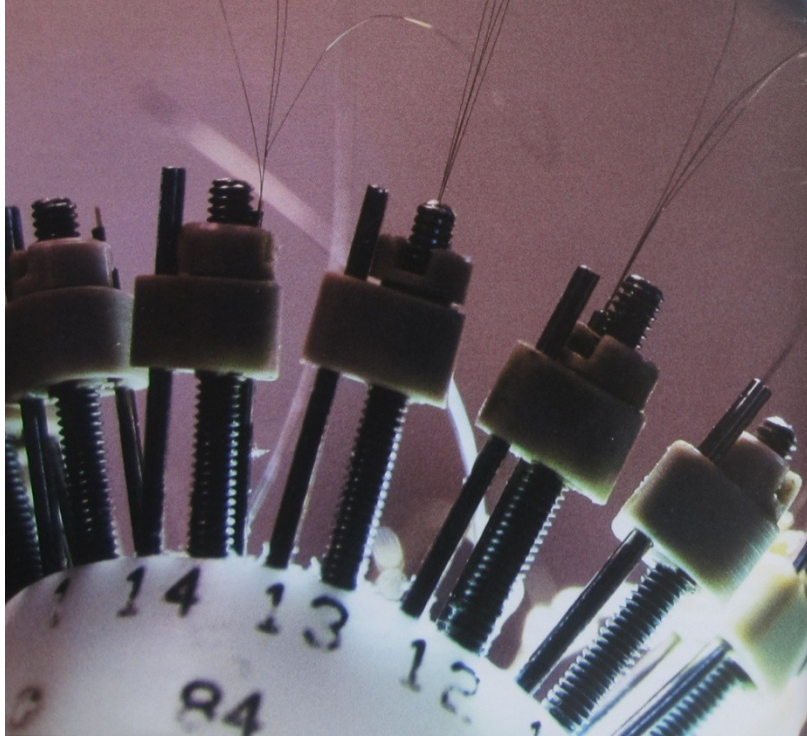
- **Vermutung:** Die Temporale Begriffsanalyse hilft beim Verständnis der Bedeutung des Feuerns von Neuronen
- **Auslöser:** Artikel: Raumorientierung Das GPS im Gehirn
- **Wichtige Zellen:** Orts- und Gitterzellen
- **Theorie:** Temporale Begriffsanalyse
- **Anwendung:** Trajektorien in mentalen Karten

RAUMORIENTIERUNG DAS GPS IM GEHIRN

Wie orientieren sich Säugetiere? Die Entdecker unseres neuronalen Navigationssystems beschreiben, wie dessen Komponenten zusammenarbeiten, damit wir den Weg von A nach B finden.

May-Britt Moser und Edvard I. Moser sind Professoren für Psychologie und Neurowissenschaft an der Norwegischen Universität für Naturwissenschaft und Technologie in Trondheim. Gemeinsam gründeten sie dort 2007 das Kavli-Institut für systemische Neurowissenschaft und 2013 das Center for Neural Computation. 2014 erhielten sie zusammen mit John O'Keefe vom University College London den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin für ihre Entdeckung des neuronalen Navigationssystems im Gehirn, welches sie hier beschreiben.

» spektrum.de/artikel/1417452



In ihrem Trondheim-Labor tragen die Autoren Schutzanzüge, um möglichst keine Krankheitserreger einzuschleppen. Zum detaillierten Erfassen der Aktivität von Nervenzellen nutzen sie Bündel extrem dünner Elektroden (links).

Spektrum **SPECIAL** Biologie Medizin Hirnforschung

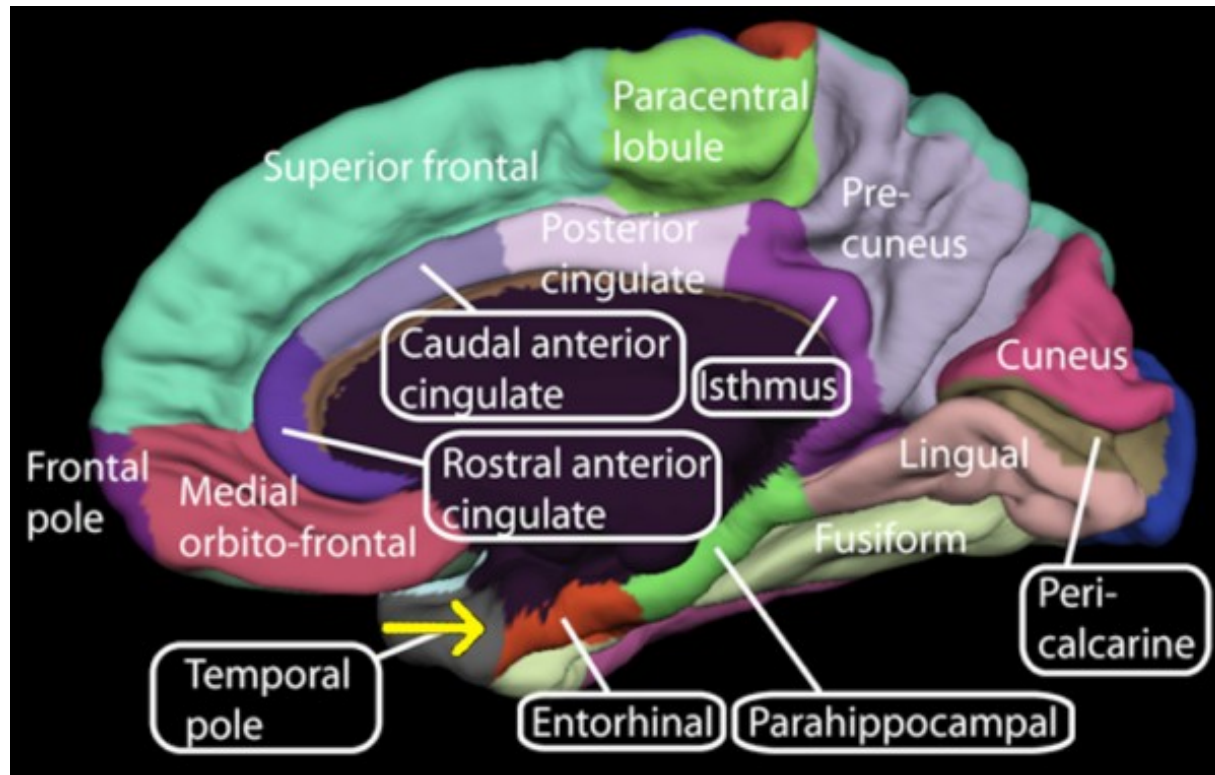
Raumorientierung Das GPS im Gehirn

- Spektrum der Wissenschaft 1.19, Highlights
- **May-Britt Moser, Edvard I. Moser**: Professoren für Psychologie und Neurowissenschaft an der Norwegischen Universität für Naturwissenschaft und Technologie in Trondheim
- **Nobelpreis 2014** (zusammen mit **John O'Keefe**, University College London)

Rückblick: Hirnforschung zur räumlichen Orientierung

- Edward C. Tolman (1886-1959)
an der Univ. of California in Berkeley von 1918-1954
Vermutung (um 1930): mentale Karten im Gehirn
- Seit 1950 gibt es extrem dünne Mikroelektroden für
Gehirnmessungen (meist an Ratten oder Mäusen)
- John O'Keefe (1971): Durch Gehirnmessungen mit
Mikroelektroden an Ratten entdeckte er **Ortszellen**, deren **Feuern**
den aktuellen Ort der Ratte anzeigen.
- Die Ortszellen befinden sich im **Hippocampus**.

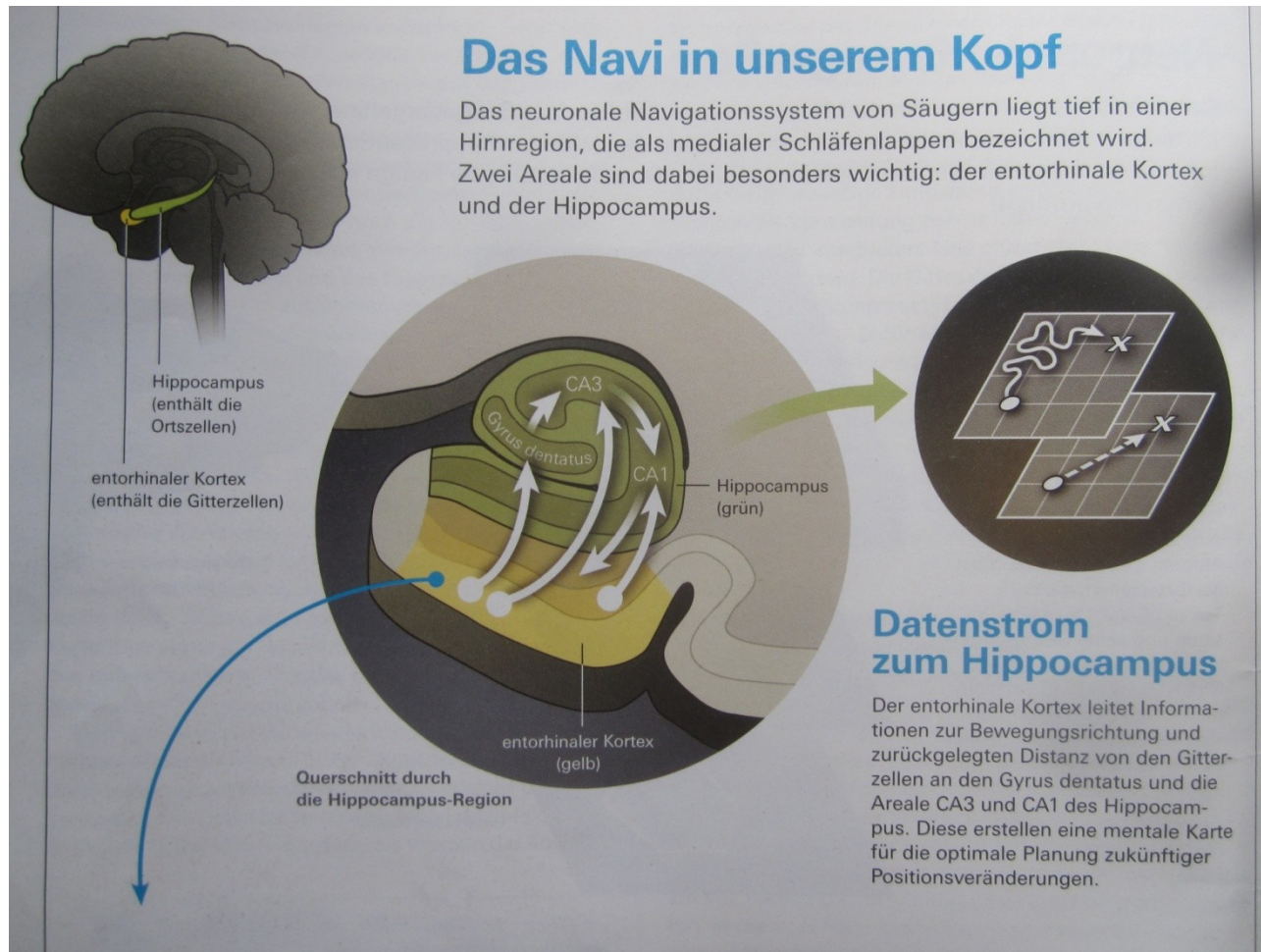
Der Hippocampus und der entorhinale Kortex



Vermutung der Mosers (2000):
Ortszellen bringen viele Informationen aus dem
Hippocampus zusammen



Entdeckung einer wichtigen Verbindung von den Ortszellen im Hippocampus zum entorhinalen Kortex.

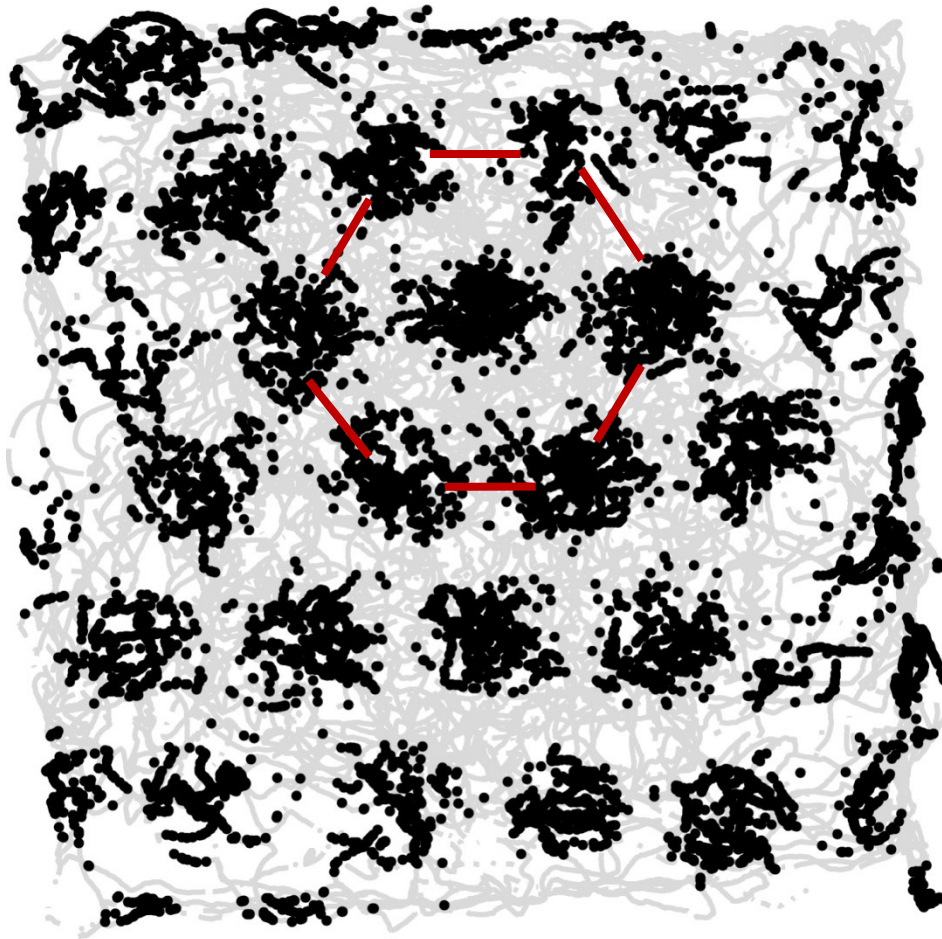


May-Britt Moser beobachtet eine Ratte im Käfig



Man beachte
das Kabel am Kopf
der Ratte.

Hexagonales Muster von Gitterzellen



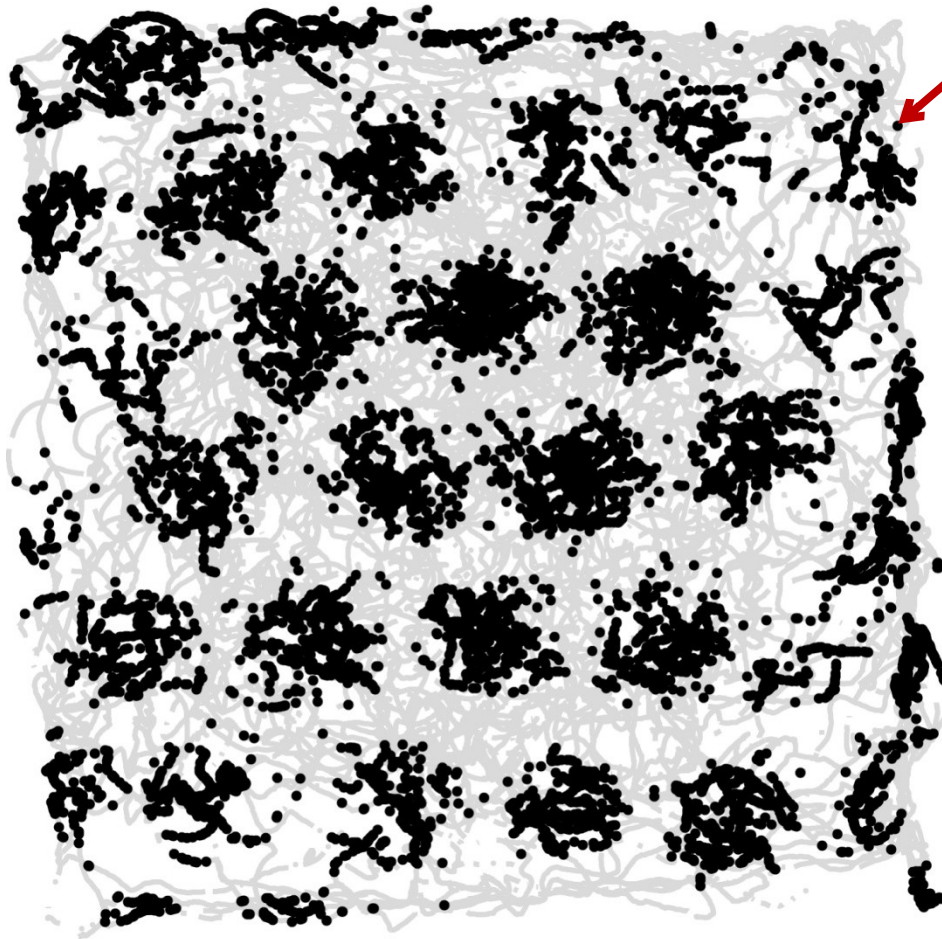
Graue Linie:

Trajektorie einer Ratte im
2x2 m großen Käfig

Schwarze Punkte:

Orte, an denen
Gitterzellen der
Ratte feuern

Feuern von Gitterzellen



Als die Ratte an diesem Ort im Käfig war, feuerte diese Gitterzelle (schwarz).

Von mir vermutete Datentabelle:

“zum Zeitpunkt t ist die Ratte im Käfig am Ort (x,y)
und die Gitterzelle z feuert”

Zeit	x	y	Gitterzelle z feuert
0	0	0	a
1	0	1	b
2	0	2	c
3	1	2	
4	0	2	c
5	0	0	a
...			

Mehrere Gitterzellen könnten gleichzeitig feuern!

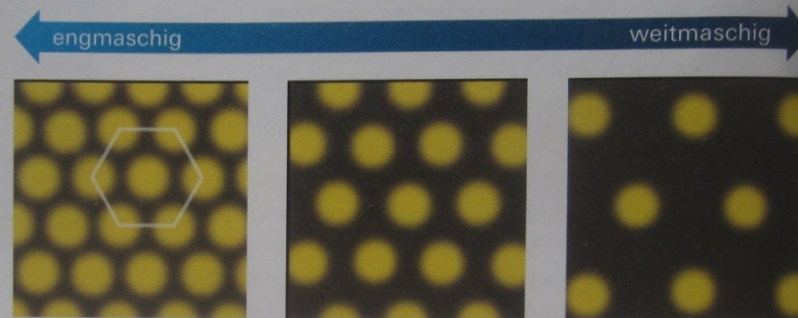
Die Lage der Gitterzellen im Gehirn ist dadurch noch **nicht** bestimmt!

2005 Entdeckung: Gitterzellen im entorhinalen Kortex

pus. Diese erstellen eine mentale Karte für die optimale Planung zukünftiger Positionsveränderungen.

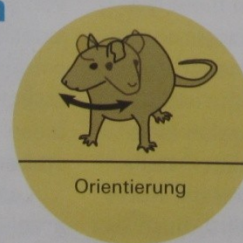
Die Gitterzellen im entorhinalen Kortex

Die Stellen, an denen eine Gitterzelle aktiv wird, bilden bienenwabenartige Muster von Sechsecken. Deren Maschenweite vergrößert sich im entorhinalen Kortex von oben (dorsal) nach unten (ventral) schrittweise. In seiner obersten Schicht wird eine Gitterzelle wieder aktiv, wenn sich das Tier etwa 30 bis 35 Zentimeter von ihrem ersten Feuerort entfernt hat. Für die Neurone in der untersten Schicht hingegen muss es dafür einige Meter zurücklegen.



Andere spezialisierte Zellen im entorhinalen Kortex ...

... senden Informationen über Kopforientierung, Geschwindigkeit und Abstand zu Hindernissen an den Hippocampus. All diese Daten fließen in eine detaillierte, komplexe Karte der Umgebung ein.



Gitterzellen im entorhinalen Kortex bilden auch dort hexagonale Gitter

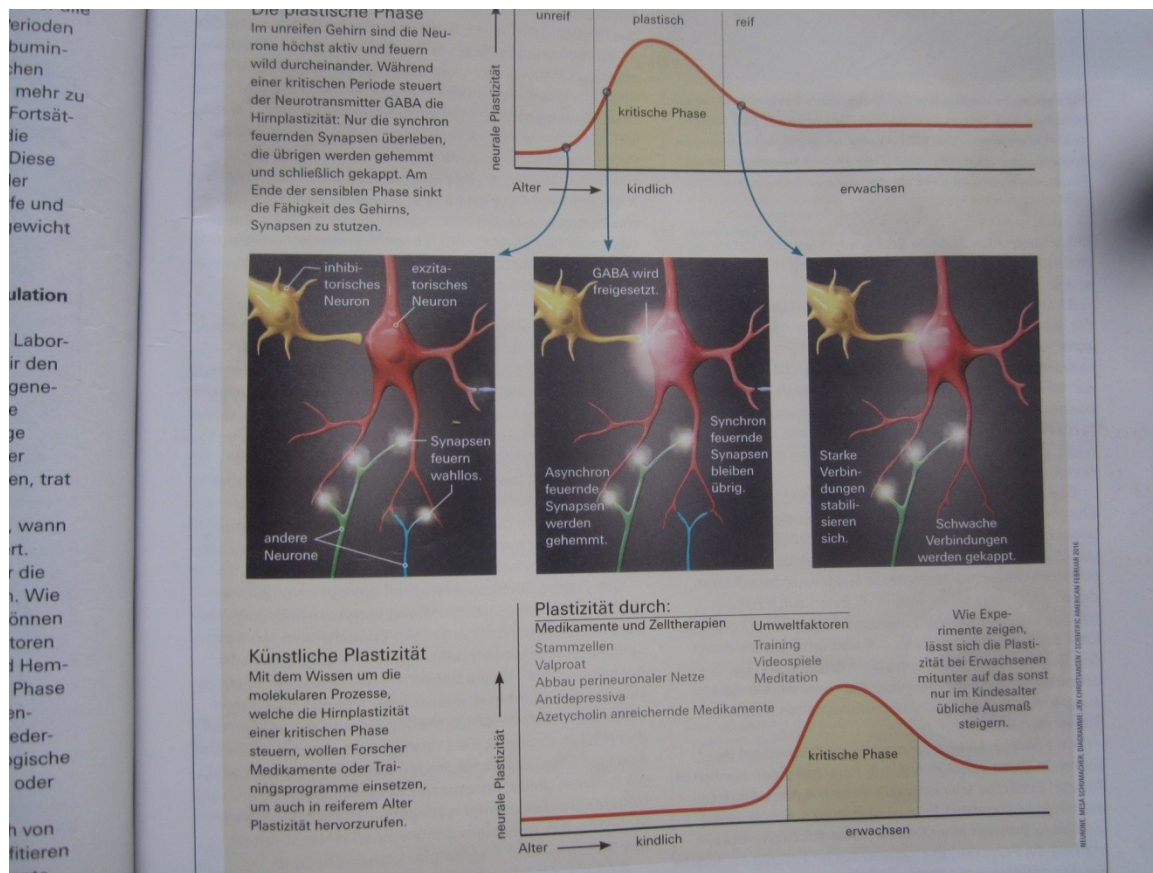
Zitat:

„Die **Stellen (im entorhinalen Kortex)**, an denen eine Gitterzelle aktiv wird, bilden bienenwabenartige Muster von Sechsecken. Deren Maschenweite vergrößert sich im entorhinalen Kortex von oben (dorsal) nach unten (ventral) schrittweise. In seiner obersten Schicht **wird eine (benachbarte) Gitterzelle erst dann aktiv**, wenn sich das Tier 30-35 cm von ihrem ersten Feuerort entfernt hat. Für die Neurone in der untersten Schicht muss es dafür einige Meter zurücklegen.“

Plastizität: Das Gehirn neu verdrahten

Takao K. Hensch (Harvard-Univ. Boston)

Spektrum der Wissenschaft 1.19, S. 37-41



Asynchron feuernde Synapsen werden gehemmt.

Synchron feuernde Synapsen bleiben übrig.

Schwache Verbindungen werden gekappt.

Starke Verbindungen stabilisieren sich.

Gesucht:
**Ein temporal-begriffliches Verständnis für das
Lernen in Netzen aus Neuronen**

Lernen ist ein temporales Phänomen,
sowohl im Hirn als auch im neuronalen Netz.

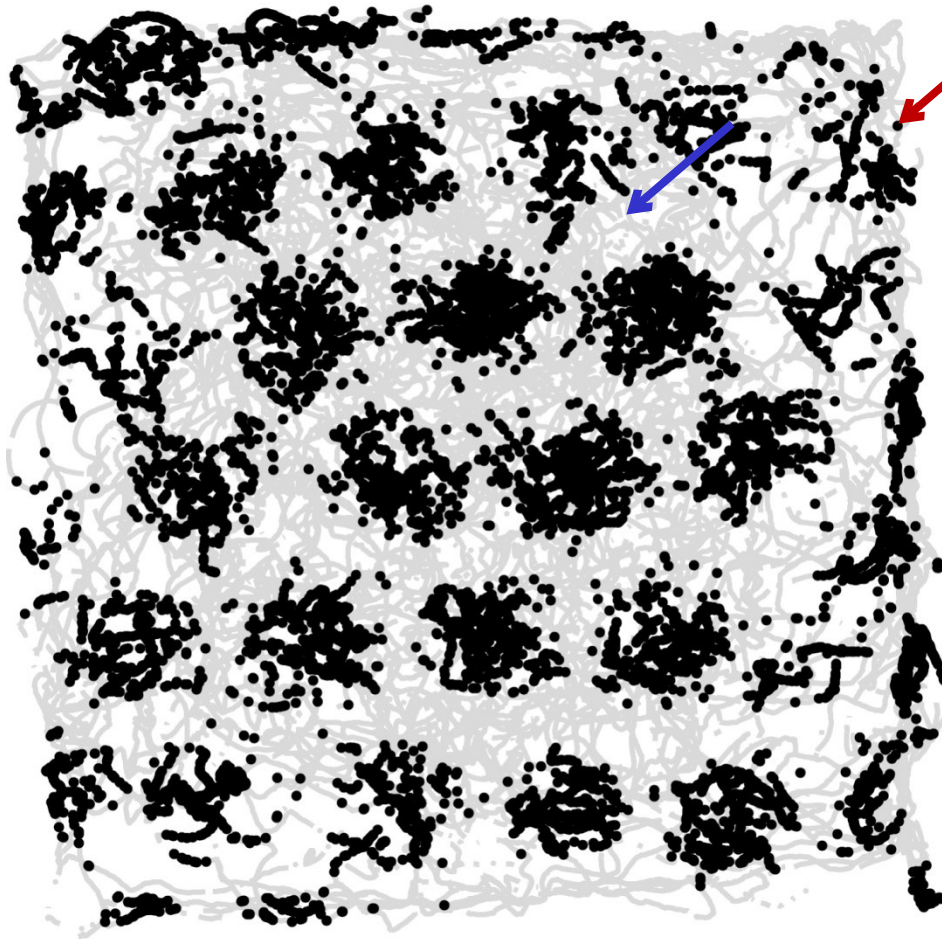
Fragen:

Wie kann man den Umbau von Netzen von Neuronen
temporal-begrifflich darstellen?

(Man braucht wohl temporale mehrwertige Kontexte mit Skalen,
deren Parameter im Zeitverlauf modifiziert werden.)

Welche Auswirkungen haben diese Umbauten auf die Begriffsverbände?

Wir betrachten nun: Simultanes Feuern von Ortszellen und Gitterzellen



**Meine
Interpretation:**

Blau:

Diese Ortszelle feuert,
aber keine
Gitterzelle feuert.

(“Hier weiß
ich nicht, wo ich bin.”)

Rot:

Ortszelle und
Gitterzelle feuern
simultan.

Zellen als formale Merkmale:
“zum Zeitpunkt t feuert Zelle z”

Zeit \ Zelle	Ortszelle o1	Gitterzelle g1	Ortszelle o2	Gitterzelle g2
1	X	X		
2	X	X		
3			X	X
4			X	X
5			X	X
6	X	X		
...				

Simultan feuernde Zellen bilden formale Begriffe.