

Pressemitteilung

Bernstein Center
for Computational Neuroscience
(BCCN) Göttingen

Bernstein Focus Neurotechnology
(BFNT) Göttingen

Bunsenstr. 10
D - 37073 Göttingen, Germany

T: + 49 (0) 551 / 5176 - 425

F: + 49 (0) 551 / 5176 - 14 425

E: contact@bccn-goettingen.de

I: www.bccn-goettingen.de

I: www.bfnt-goettingen.de

22. Mai 2009

Ein Drehbuch für die Gehirnentwicklung

Wissenschaftler untersuchen die mathematischen Prinzipien für die Entwicklung des Sehentrums im Gehirn

Bei Fischen verarbeitet jede Hirnhälfte nur Bilder aus dem jeweils gegenüberliegenden Auge. Bei neugeborenen Säugetieren verhält es sich recht ähnlich: Fast alle neuronalen Eingänge in die Sehrinde des Gehirns stammen vom gegenüberliegenden Auge. Erst im Laufe der Entwicklung werden die Aufgaben umverteilt. Jede Hirnhälfte verarbeitet dann Informationen aus beiden Augen. Für dieses Phänomen hatten Wissenschaftler bislang keine Erklärung. Handelt es sich dabei um ein Überbleibsel der Evolution - ähnlich der Ausbildung von Kiemen in der menschlichen Embryonalentwicklung? Welche Bedeutung hat diese Entwicklung? Diese Fragen konnten jetzt Wissenschaftler vom Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation, vom Bernstein Zentrum für Computational Neuroscience Göttingen und von der Universität Jena klären. "Denn nur so kann die Architektur des Sehentrums im Gehirn korrekt entstehen", sagt Fred Wolf, der Leiter der Studie. (Physical Review Letters, 18. Mai 2009)

Zellen in der Sehrinde reagieren auf definierte Bildelemente wie Kanten und Konturen. Jede Zelle hat dabei eine "Orientierungspräferenz" - das heißt, dass sie ist auf Kantenverläufe in einem bestimmten Winkel spezialisiert ist. Würde man Zellen gleicher Spezialisierung jeweils mit einer Farbe einfärben, bekäme man eine so genannte "Karte der Orientierungspräferenz". Zellen ähnlicher Orientierungspräferenz liegen in der Regel nebeneinander. Aber es gibt Ausnahmen, so genannte "Pinwheels": Regionen, in denen ganz unterschiedliche Zellen zusammentreffen, wie im Zentrum eines Windrädchens. Diese Zellanordnung gewährleistet eine optimale Funktion des Gehirns bei möglichst kurzen Verarbeitungsstrecken - denn es muss sowohl Nervenzellen geben, die mit Zellen gleicher Orientierungspräferenz verschaltet sind, als auch solche, die mit Zellen anderer Orientierungspräferenz in Verbindung stehen.

[Bernstein Center for Computational Neuroscience \(BCCN\) Göttingen](#)

Georg-August-Universität Göttingen, Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation, Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie, Max-Planck-Institut für experimentelle Medizin, Deutsches Primatenzentrum, Otto Bock HealthCare GmbH

[Bernstein Focus Neurotechnology \(BFNT\) Göttingen](#)

Georg-August-Universität Göttingen, Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation, Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie, Max-Planck-Institut für experimentelle Medizin, Max-Planck-Institut für Biophysik, Deutsches Primatenzentrum, Medizinische Hochschule Hannover, Otto Bock HealthCare GmbH, Leica Microsystems GmbH, Thomas Recording GmbH, MED-EL GmbH

Darüber hinaus antworten Zellen der Sehrinde bevorzugt auf Reize, die jeweils nur eines der beiden Augen sieht. Die entsprechende Karte der "Okulardominanz" ändert sich im Laufe der frühen Entwicklung. Schon lange haben sich Wissenschaftler deshalb gefragt, wie diese verschiedenen Karten zustande kommen. "Es steht kein Ingenieur dahinter, der sie plant, sondern sie müssen durch Selbstorganisation während der Entwicklung entstehen", sagt Fred Wolf vom Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation und dem Bernstein Zentrum für Computational Neuroscience in Göttingen.

Viele Modelle für die Selbstorganisation des Gehirns konnten zwar die Entstehung der Karte der Orientierungspräferenz erklären, nicht aber deren Stabilität: Pinwheels unterschiedlicher Orientierung schienen sich gegenseitig auszulöschen. Um die Stabilität dieser Pinwheels zu verstehen, zogen die Wissenschaftler die Möglichkeit in Betracht, dass unterschiedliche Karten sich gegenseitig beeinflussen. In ihrem Modell halten Pinwheels einen möglichst großen Abstand zu den Grenzen in den Okulardominanz-Karten. Computersimulationen zeigten, dass unter diesen Voraussetzungen Pinwheels bestehen bleiben. Die Karte der Okulardominanz stabilisiert also die Karte der Orientierungspräferenz. Allerdings geschieht dies nur unter einer Bedingung: Entscheidend bei dem Prozess ist eine anfängliche Asymmetrie in der Karte der Okulardominanz - eben jener Eigenschaft, in der das Säugerhirn dem von Fischen ähnelt. Bei neugeborenen Säugern antwortet die Mehrzahl der Zellen in der Sehrinde bevorzugt auf Reize aus dem gegenüberliegenden Auge, Informationen aus dem anderen Auge gewinnen erst später an Einfluss. Wie die Wissenschaftler zeigten, hat dieser archetypische Entwicklungsverlauf auch heute noch eine entscheidende Funktion: Nur so entsteht die Karte der Okulardominanz korrekt und kann somit auch die Entstehung der Karte der Orientierungspräferenz richtig steuern.

Ähnlich wie Okulardominanz und Orientierungspräferenz in der Sehrinde müssen vermutlich auch in anderen Gebieten der Großhirnrinde, die für die Verarbeitung komplexerer Informationen zuständig sind, unterschiedliche Repräsentationen in Einklang gebracht werden. Nur so können wir Bilder und Worte oder akustische und visuelle Informationen zusammenbringen. Die Untersuchungen, wie sich Okulardominanz und Orientierungspräferenz gegenseitig beeinflussen, stellen vermutlich ein gut zugängliches Modell dieser allgemeineren Vorgänge dar.

Originalveröffentlichung:

Lars Reichl, Siegrid Löwel und Fred Wolf.
Pinwheel stabilization by ocular dominance segregation.
Physical Review Letters, 102, 208101, 18. Mai 2009
DOI: 10.1103/PhysRevLett.102.208101

Ansprechpartner:

Dr. Katrin Weigmann
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Bernstein Netzwerk Computational Neuroscience
Bunsenstr. 10
37073 Göttingen
Tel.: +49 551-5176-434
E-Mail: weigmann@nld.ds.mpg.de

[Bernstein Center for Computational Neuroscience \(BCCN\) Göttingen](#)

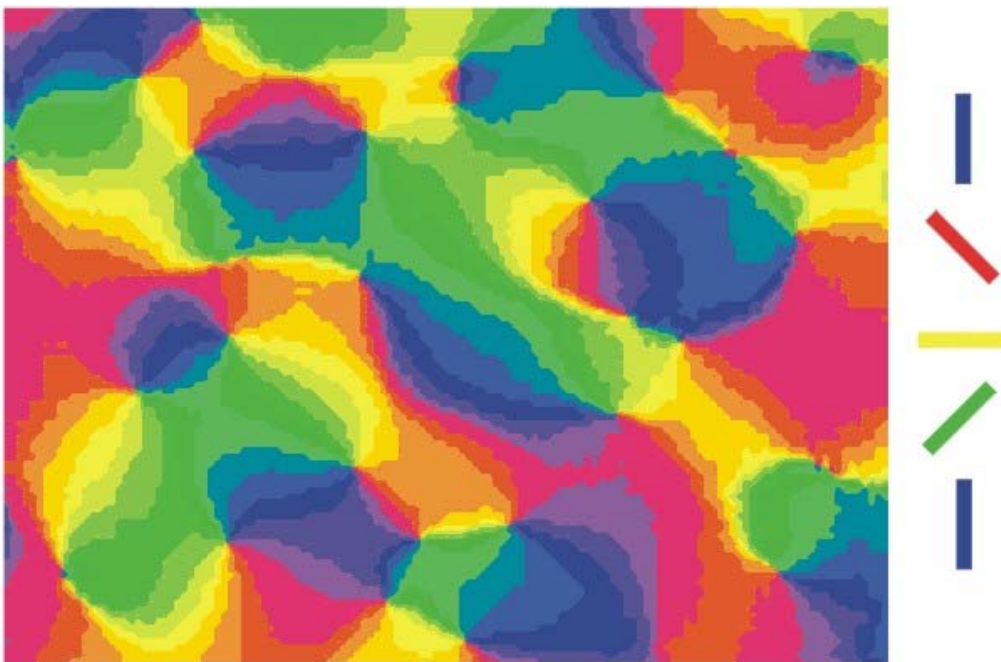
Georg-August-Universität Göttingen, Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation, Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie, Max-Planck-Institut für experimentelle Medizin, Deutsches Primatenzentrum, Otto Bock HealthCare GmbH

[Bernstein Focus Neurotechnology \(BFNT\) Göttingen](#)

Georg-August-Universität Göttingen, Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation, Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie, Max-Planck-Institut für experimentelle Medizin, Max-Planck-Institut für Biophysik, Deutsches Primatenzentrum, Medizinische Hochschule Hannover, Otto Bock HealthCare GmbH, Leica Microsystems GmbH, Thomas Recording GmbH, MED-EL GmbH

Dr. Birgit Krummheuer
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation
Bunsenstr. 10
37073 Göttingen
Tel.: +49 551 5176-668
mobil: +49 173 3958625
E-Mail: birgit.krummheuer@ds.mpg.de

Prof. Dr. Fred Wolf
Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation
Bunsenstr. 10
37073 Göttingen
Tel.: +49 551 - 5176 - 423
fred@nld.ds.mpg.de



Karte der Orientierungspräferenz. Nervenzellen in der Sehrinde reagieren bevorzugt auf Kantenverläufe in einer bestimmten Richtung. Zellen, die auf die gleiche Richtung reagieren, sind in dieser Darstellung jeweils mit einer Farbe eingefärbt. © S. Löwel, Universität Jena

Das Bernstein Netzwerk für Computational Neuroscience wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Die Fördermaßnahme soll die Bündelung wissenschaftlicher Kompetenz am Standort Deutschland ermöglichen sowie klinische und technologische Anwendungen theoretischer Ergebnisse im Bereich der Neurowissenschaften vorantreiben.

Bernstein Center for Computational Neuroscience (BCCN) Göttingen

Georg-August-Universität Göttingen, Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation, Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie, Max-Planck-Institut für experimentelle Medizin, Deutsches Primatenzentrum, Otto Bock HealthCare GmbH

Bernstein Focus Neurotechnology (BFNT) Göttingen

Georg-August-Universität Göttingen, Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation, Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie, Max-Planck-Institut für experimentelle Medizin, Max-Planck-Institut für Biophysik, Deutsches Primatenzentrum, Medizinische Hochschule Hannover, Otto Bock HealthCare GmbH, Leica Microsystems GmbH, Thomas Recording GmbH, MED-EL GmbH