

**Bernstein Network for Computational Neuroscience**

# Bernstein Newsletter



## **Aktuelle Publikationen**

Kleines Gehirn, optimal verschaltet – Der Mathetrick des Neurons Nr. 12 – Ein Drehbuch für die Hirnentwicklung – Vom Rennrad zum Mountainbike – Das Gehirn aus verschiedenen Perspektiven – Zwei auf einen Streich – Sehen als Balanceakt



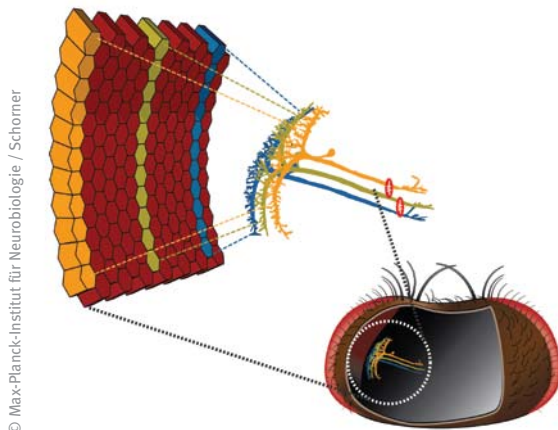
## **Mitteilungen und Meldungen**

Ereignisse – Akkreditierung des Berliner Studiengangs – Personalien – Termine

07/2009

## Kleines Gehirn, optimal verschaltet

Mit ihren kugelförmigen Facettenaugen hat die Fliege einen fast vollständigen Rundumblick. Das, was sie damit wahrnimmt, nutzt sie zu ihrer Flugsteuerung. Aus dem, was sie sieht, berechnet sie die eigene Bewegung – sie weiß, ob sie beispielsweise geradeaus fliegt oder seitlich abdriftet. Wissenschaftler um Alexander Borst vom Max-Planck-Institut für Neurobiologie und dem Bernstein Zentrum in München untersuchen, welche neuronalen Verschaltungen diesen Berechnungen zu Grunde liegen. In einer aktuellen Studie zeigte Borst gemeinsam mit seinen Mitarbeitern Yishai Elyada und Jürgen Haag, dass ein bisher unbekannter Mechanismus dabei eine Rolle spielt: Verschiedene Bereiche einer einzigen Zelle übernehmen bei der Verarbeitung visueller Bewegungsinformationen unterschiedliche Aufgaben. Der Eingangsbereich der Zelle – der Teil, mit dem sie Informationen aufnimmt – verarbeitet nur einen schmalen Ausschnitt des Gesichtsfeldes der Fliege. Im Ausgangsbereich der Zelle werden diese Informationen mit denen aus Nachbarzellen verrechnet. Diese Trennung verschiedener Aufgaben innerhalb einer Zelle, so zeigten Computermodelle, ist für die Berechnung der Bewegungsrichtung besonders effektiv.



© Max-Planck-Institut für Neurobiologie / Schomer

Beobachtet man den akrobatischen Flug der Fliege, wird bald klar: Ihr kleines Gehirn arbeitet extrem schnell. Dieser enormen Effizienz liegt eine raffinierte Verschaltung der Nervenzellen zu Grunde, die das Flugverhalten der Fliege anhand visueller Informationen berechnen. Fliegt die Fliege geradeaus, sieht sie ihre Umgebung horizontal an sich vorbeiziehen. Wenn sie sich um die eigene Körperachse dreht, kippt die Umwelt relativ zur Fliege vertikal ab. Auf die Erfassung dieser Bewegungen sind jeweils bestimmte bewegungssensitive Nervenzellen spezialisiert. Sogenannte VS-Zellen zum Beispiel berechnen vertikale Bewegungen. Jede VS-Zelle empfängt mit ihren Nerveneingängen visuelle Signale aus einem schmalen vertikalen Streifen des Gesichtsfeldes.

Das ist aber – wie die Wissenschaftler nun herausgefunden haben – nur die halbe Wahrheit. Mithilfe komplexer Mikroskopieverfahren beobachteten die Forscher die Kalzium-Verteilung innerhalb der Zellen – ein Indiz für neuronale Aktivität – während sie der Fliege bewegte Streifenmuster vorspielten. Wie sie zeigen konnten, „sehen“ die Zellen zwar mit ihren Zelleingängen nur einen schmalen Streifen, über Zellkopplungen an den Zellausgängen aber erhalten sie zusätzlich noch Informationen über anliegende Bereiche des Gesichtsfeldes von den Nachbarzellen. Simulationen der visuellen Verarbeitung im Computermodell zeigten, dass diese Arbeitsteilung zwischen verschiedenen Regionen einer einzelnen Zelle für die Fliege sehr nützlich ist. Sie kann die Bewegungsinformationen so sehr viel schneller und präziser berechnen.

*Quelle: Pressemeldung des MPI f. Neurobiologie*

Elyada, Y.M., Haag, J. & Borst, A. *Nat Neurosci.* 2009 Mar;12(3):327-32.

*In ihrem Eingangsbereich (breites Zellende) erhält jede VS-Nervenzelle visuelle Informationen aus einem schmalen Streifen des Fliegenauges. Im Ausgangsbereich am hinteren Zellende ermöglichen elektrische Querverbindungen (rot) den Austausch mit Nachbarzellen.*

## Der Mathetrick des Neurons Nr. 12

Ob beim Fußball nun „Tor!“ oder „Tooooooooooor!“ gebrüllt wird: In beiden Fällen muss unser Gehirn auf einen Treffer schließen. Auch bei manchen Tieren werden akustische Signale gedehnt oder gestaucht. Grashüpfer etwa erzeugen ihre Lockgesänge, indem sie mit den Hinterbeinen an den Adern der Vorderflügel entlang streichen. Da sie aber ihre Körpertemperatur nicht selbst regulieren können, laufen im Schatten oder an kälteren Tagen biologische Prozesse langsamer ab – damit wird auch der Grashüpfer-Gesang gedehnt. Die Aufgabe der Grashüpferweibchen ist es, den Gesang der art eigenen Verehrer auch bei unterschiedlichen Temperaturen von artfremden Gesängen zu unterscheiden. Ein Forscherteam unter der Leitung von Andreas Herz, Ludwig-Maximilians-Universität und Bernstein Zentrum München, konnte nun zeigen, dass dazu wider Erwarten keine komplizierten Berechnungen des Gehirns nötig sind. „Ein einziges Neuron bewerkstelligt diese Aufgabe“, so Herz.

Der Lockgesang des Männchens zeichnet sich durch feste Abfolgen von Silben und Pausen aus. Die absolute Länge der Silben oder Pausen hängt von der Umgebungstemperatur ab und ist daher kein gutes Erkennungsmerkmal für eine Art. Entscheidend ist vielmehr das Verhältnis von Silben- zu Pausenlänge. Dieses Verhältnis zu dekodieren, um einen Verehrer der eigenen Art zu erkennen, ist die Aufgabe der Weibchen.

Die Berechnung dieses Verhältnisses, so sollte man meinen, macht komplexe Operationen notwendig: Die Längen von Silbe und Pause müssten zuerst gemessen und anschließend die eine durch die andere Größe geteilt werden. Da Silbe und Pause zeitversetzt sind, müsste das Ergebnis der ersten Zeitmessung zudem zwischengespeichert werden, bis die zweite

*Heuschreckengesang bei unterschiedlichen Temperaturen. Die Zahl der Impulse des Neurons Nr. 12 in einem gegebenen Zeitraum bleibt gleich.*

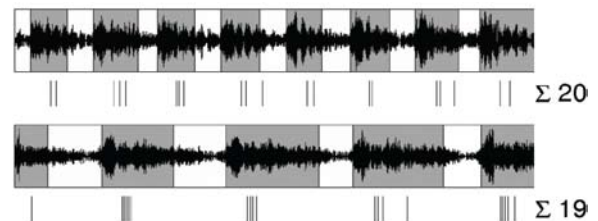
Zeitmessung abgeschlossen ist. Zusammengenommen ist dies eine anspruchsvolle Aufgabe, zu deren Lösung mindestens ein kleines Nervennetzwerk erforderlich scheint.

„Uns gelang aber der Nachweis, dass dieses Rechenproblem durch eine einzige Nervenzelle gelöst werden kann“, berichtet Herz. „Wir können das zuständige Neuron sogar benennen: Es ist das ‚Aufsteigende Neuron Nr.12‘.“ Diese Nervenzelle reagiert mit salvenartigen Entladungen auf den Beginn einer Gesangssilbe, wobei die Anzahl der Nervenimpulse innerhalb der Salve mit der Länge der vorangegangenen Pause wächst. Schnelle Gesänge führen also zu vielen Salven mit jeweils wenigen Impulsen, langsame Gesänge zu wenigen Salven mit jeweils vielen Impulsen. Die Gesamtzahl der Impulse über ein Zeitfenster summiert bleibt dabei gleich und offenbart die Art des männlichen Grashüpfers – unabhängig von der Geschwindigkeit des Gesangs.

„Ein besonderer Aspekt unserer Arbeit ist sicher, dass wir einen einfachen Trick entdeckt haben, der eine schwierige Berechnung überflüssig macht und möglicherweise auch bei anderen Tieren eine Rolle spielt“, meint Herz. „Das mit Kollegen aus Berlin und Göttingen durchgeführte Projekt ist abgeschlossen, allerdings zeigt schon die Bezeichnung ‚Neuron Nr.12‘, dass es mindestens elf weitere ähnliche Nervenzellen gibt. Und wir wüssten schon gerne, welche Rechenaufgaben diese Neurone lösen.“

*Quelle: Pressemeldung der LMU*

[Creutzig, F., Wohlgenuth, S., Stumpner, A., Benda, J., Ronacher, B. & Herz, A.V.M. J. Neurosci., 29\(8\), 2575-2580, 2009](#)



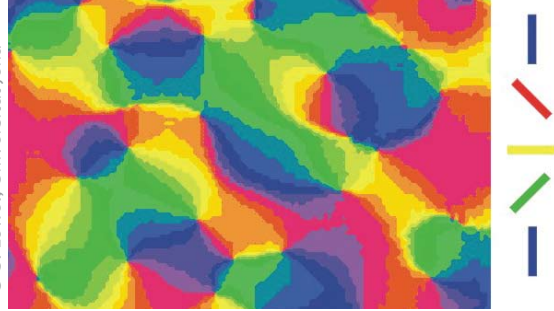


# Ein Drehbuch für die Hirnentwicklung

Bei Fischen verarbeitet jede Hirnhälfte nur Bilder aus dem jeweils gegenüberliegenden Auge. Bei neugeborenen Säugtieren 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 nun Lars Reichl und Fred Wolf (BCCN und MPI für Dynamik und Selbstorganisation Göttingen) gemeinsam mit Siegrid Löwel (Universität Jena) klären. „Nur so kann die Architektur des Sehentrums im Gehirn korrekt entstehen“, sagt Wolf.

Zellen in der Sehrinde reagieren auf definierte Bildelemente wie Kanten und Konturen. Jede Zelle hat dabei eine „Orientierungspräferenz“ – das heißt, sie ist auf Kantenverläufe in einem bestimmten Winkel spezialisiert. 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. 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 Karten zustande kommen. „Es steht kein Ingenieur dahinter,

© S. Löwel, Universität Jena



*Nervenzellen in der Sehrinde reagieren bevorzugt auf Kantenverläufe in einer bestimmten Richtung. Zellen, die auf die gleiche Richtung reagieren, sind hier jeweils in einer Farbe dargestellt.*

der sie plant, sondern sie müssen durch Selbstorganisation während der Entwicklung entstehen“, sagt Wolf.

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.

Reichl, L., Löwel, S. & Wolf, F. *Physical Review Letters*, 102, 208101, 18. May 2009



# Vom Rennrad zum Mountainbike

Wer eislaufen kann, lernt auch schneller Rollschuhfahren. Wer Radfahren auf einem Hollandrad oder einem Rennrad gelernt hat, wird auch das Mountainbike schnell fahren lernen – obwohl die Rückmeldung von den Muskeln und die genaue Bewegungssteuerung durchaus eine andere ist. Wie generalisieren wir Bewegungsabläufe, wie übertragen wir die Fähigkeit Fahrrad zu fahren von einem Rad auf das andere? Dies haben nun Wissenschaftler um Carsten Mehring vom Bernstein für Zentrum Computational Neuroscience und der Universität Freiburg untersucht. Wie sie zeigen konnten, lernen wir „strukturiert“ – das heißt: wir lernen, welche Bewegungsaspekte in welcher Weise zusammenhängen.

Bei einer komplexen Bewegung, wie Fahrradfahren, müssen wir viele Parameter kontrollieren – zum Beispiel die Position der Arme und Beine und die Spannung der Rumpfmuskulatur. Lernen wir eine ähnliche Bewegung, so sind auch diese Parameter ähnlich. Aber reicht das schon aus, um zu erklären, wie wir Bewegungsabläufe generalisieren? Nach der aktuellen Studie von Mehring und seinen Kollegen steckt noch mehr dahinter. Wir lernen, welche Kontrollparameter eine bestimmte Bewegungsklasse auszeichnen und wie sie zusammenhängen. Treten wir beim Radfahren beispielsweise mit dem linken Fuß nach unten, so bewegen wir den rechten nach oben. Und nicht nur das: „Es gibt mehr als 600 Muskeln im menschlichen Körper,

die in koordinierter Art und Weise mehr oder weniger angespannt werden müssen und viele sensorische, visuelle und haptische Rückmeldungen, die für eine Klasse von Bewegungsaufgaben – wie beispielsweise Fahrradfahren – in einem bestimmten Zusammenhang

stehen“, sagt Mehring. „Wenn wir von einem Fahrrad auf ein anderes umlernen, verändern wir nur die Bewegungsaspekte, auf die es bei dieser Bewegungsklasse ankommt und testen nur Parameterkombinationen, die bei dieser Bewegungsklasse Sinn machen“.

In verschiedenen Experimenten haben Mehring und seine Kollegen die Hypothese, dass ein solches Bewegungsprinzip erlernt werden kann, überprüft. In einem Experiment sollten Probanden beispielsweise mit einem Cursor auf einem Computerbildschirm einen bestimmten Punkt ansteuern. In dem Experiment lag dabei zwischen der Handbewegung und der Cursorbewegung auf dem Bildschirm eine Rotation – bewegten die Probanden die Maus nach rechts, bewegte sich der Cursor beispielsweise schräg nach unten und die Probanden mussten ihre Bewegung entsprechend anpassen. Von Versuchsdurchlauf zu Versuchsdurchlauf änderte sich der Rotationswinkel, so dass kein bestimmter Rotationswinkel gelernt werden konnte.

Dennoch hatten die Probanden nach einigen Versuchsdurchläufen etwas dazugelernt. Bekamen sie nun die gleiche Rotationsaufgabe mehrmals hintereinander, waren sie sehr viel schneller in der Lage, gerade und rasche Bewegungen durchzuführen, als Probanden ohne Vorerfahrung. „Sie hatten das Prinzip gelernt, dass zwischen ihrer eigenen Bewegung und dem Ergebnis eine Rotation liegt – und nicht etwa eine Skalierung oder eine Spiegelung“, sagt Mehring. Sie mussten daher nur noch wenige Parameterkombinationen durchspielen, um den richtigen Bewegungsablauf hinzubekommen. „Strukturiertes lernen“ nennen die Wissenschaftler das im Fachjargon. Die Generalisierung von Bewegungsabläufen, so konnten die Wissenschaftler um Mehring zeigen, beruht auf strukturiertem Lernen.

Braun, D.A., Aertsen, A., Wolpert, D.M. & Mehring, C. *Curr Biol.* 2009 Feb 24;19(4):352-7.





# Das Gehirn aus verschiedenen Perspektiven

Die funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) ist ein modernes Verfahren, mit dem beobachtet werden kann, welche Gehirnbereiche bei bestimmten Handlungen aktiv sind. Allerdings hat die Methode einen Nachteil: sie hat keine sehr gute zeitliche Auflösung. Das liegt daran, dass die Aktivität der Nervenzellen nur indirekt, durch den Sauerstoffverbrauch des Blutes gemessen wird. Die „Sprache“ des Gehirns beruht jedoch auf der schnellen Abfolge neuronaler Signale und lässt sich mit der fMRT alleine nicht entschlüsseln. Wie dieses Problem umgangen werden kann, haben Wissenschaftler um Petra Ritter und Arno Villringer von der Charité Universitätsmedizin und dem Bernstein Zentrum für Computational Neuroscience in Berlin gezeigt.

Erfolge erzielten die Wissenschaftler, indem sie die fMRT mit der Elektroenzephalographie (EEG) kombinierten. Mithilfe von auf der Kopfhaut angebrachten Elektroden werden bei der EEG schnelle Spannungsveränderungen des Gehirns gemessen – allerdings hat dieses Verfahren keine gute räumliche Auflösung. Es lässt sich damit nicht genau bestimmen, welche Gehirnbe- reiche aktiv sind. Durch einen raffinierten Versuchsaufbau konnten die Wissenschaftler räumliche Signale der fMRT und zeitliche Signale der EEG einander zuordnen. Dazu setzten sie Probanden einem sensorischen Reiz aus, einer Stimulation am Handgelenk. Die Gehirnaktivität bei dieser Wahrnehmung zeichneten sie dann sowohl mit der fMRT als auch mit der EEG auf. Da das bei der fMRT angelegt Magnetfeld die EEG-Messung stört, wurden beide Signale im schnellen Wechsel gemessen.

Die Hirnaktivität, die einer Stimulation am Handgelenk folgt, hinterlässt im hochfrequenten Bereich des EEG ein typisches Signal, das sich in eine frühe Komponente und eine späte Komponente unterteilen lässt, jeweils 16-18 und 18-

*Magnetreso-  
nanztomograph*



© Ryanphoto / Dreamstime.com

25 Millisekunden nach dem Reiz. Wie groß aber genau die Signalstärke der jeweiligen Komponenten ist, variiert sowohl mit der Frequenz der Stimulation, als auch spontan von Fall zu Fall. Diese „spontane“ Variabilität machten sich die Wissenschaftler zu Nutze. Sie verglichen Versuchsdurchläufe, in denen die frühe oder die späte Komponente besonders hoch oder besonders niedrig ausfielen mit den jeweiligen dazugehörigen fMRT-Messdaten. Dadurch ließ sich das zeitliche EEG-Signal und das räumliche fMRT-Signal einander eindeutig zuordnen. Das frühe EEG-Signal, so zeigten die Wissenschaftler, beruht auf einer Aktivität im Thalamus, das späte Signal auf einer Aktivität in der somatosensorischen Großhirnrinde. Damit wurden erstmals bestimmten Aktivitätsbereichen im fMRT auch neuronale Spannungsveränderungen zugewiesen.

Dieser methodische Fortschritt wird in der klinischen Anwendung Bedeutung haben. Beispielsweise ließe sich so die Regeneration des Gehirngewebes nach einem Schlaganfall besser kontrollieren. Mit der fMRT sieht man nur, ob die Blutversorgung im betroffenen Bereich zunimmt – ob dies auch mit einer zunehmenden Nervenaktivität einhergeht, würde die Kombinationsmethode zeigen. Auch Krankheiten wie Migräne oder bestimmte Bewegungsstörungen wird man besser verstehen, wenn man Informationen aus fMRT und EEG-Messungen zusammenbringen kann.

[Ritter, P., Freyer, F., Curio, G., Villringer, A. Neuroimage. 2008 Aug 15;42\(2\):483-90.](#)

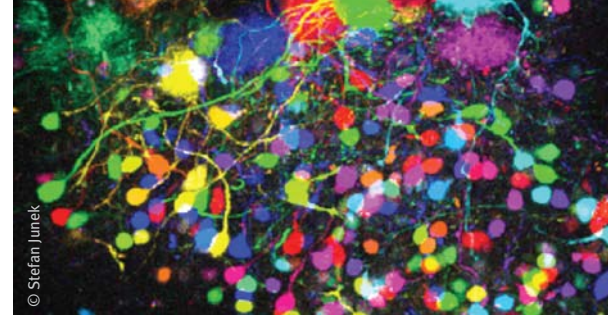


### Zwei auf einen Streich

Wie werden Düfte im Gehirn kodiert? Wie werden Erinnerungen gespeichert? Mit den Fragen der Funktionsweise des Gehirns – oder auch nur kleiner Bestandteile des Nervensystems – beschäftigen sich Tausende von Wissenschaftlern seit vielen Jahrzehnten. Detlev Schild, Bernstein Zentrum und Universitätsmedizin Göttingen, hat nun gemeinsam mit seinen Mitarbeitern Stephan Junek, Tsai-Wen Chen und Mihai Alvera eine Methode entwickelt, die die Forschung in diesem Fachgebiet entscheidend voranbringen wird. Mit der neuen Technologie können die Wissenschaftler den genauen Schaltplan der Nervenzellen in einem Nervengewebe rekonstruieren und gleichzeitig die elektrische Aktivität der beteiligten Nervenzellen untersuchen. Bisherige Methoden konzentrieren sich meist auf den einen oder den anderen Aspekt der Analyse.

Wenn wir sehen, hören oder riechen setzen unsere Sinnesorgane Licht, Schall oder Geruch in neuronale Signale um, die über lange zelluläre Ausläufer von Nervenzelle zu Nervenzelle weitergegeben werden. In dem räumlich-zeitlichen Muster elektrischer Aktivität der Nervenzellen ist die Information enthalten, die unser Gehirn den typischen Geruch von frischgemahlenem Kaffee oder das Klingeln eines Weckers erkennen lässt. Wie aber sind Informationen in dieser Aktivität verschlüsselt? Um dies zu beantworten, müssen Wissenschaftler sowohl die Verschaltungsstruktur als auch die Aktivität der Nervenzellen ermitteln. Schild und seinen Kollegen ist es nun gelungen, beides miteinander zu verbinden.

Die Konzentration von Kalziumionen in einer Nervenzelle steigt an, wenn sie einen elektrischen Impuls sendet. Bei einer vollständigen Färbung des Gewebes mit Farbstoffen, welche Kalzium binden, kann die Aktivität von Hunderten von Zellen simultan gemessen werden. Allerdings erlaubt eine solche



*Teildarstellung der Netzwerkstruktur des Riechkolbens mit der Methode von Schild und Kollegen. Die langen, dünnen Zellausläufer sind in den Originalaufnahmen nicht zu erkennen und nur durch die neue Analysemethod sichtbar gemacht worden. Zellen, die in gleicher Farbe dargestellt sind, sind gleichzeitig aktiv und für die Wahrnehmung gleicher Duftstoffe zuständig.*

Färbung nur die Identifizierung der Zellkörper. Der Kontrast reicht dagegen nicht aus, um die feinen Zellausläufer, mit denen die Zellen in Kontakt stehen, zu erkennen. Bisherige Verwendungen dieser Methode erlaubten also die Beobachtung der Aktivität der Zellen, nicht aber ihre Verschaltungsstruktur.

Dieses Problem wird nun mit der Methode der Göttinger Wissenschaftler gelöst. Mit Hilfe eines schnellen Mikroskops konnten die Forscher zunächst die Kalziumänderung des gesamten Gewebes quasi simultan aufzeichnen. Diese Bilddaten wurden dann mit einem speziell dafür entwickelten Programm analysiert. Ausgehend von der Veränderung des Signals in einem der Zellkörper ermittelt das Programm, welche anderen Bildpunkte mit der gleichen Dynamik variieren. Diese Bildpunkte gehören in aller Regel zu der gleichen Zelle – oder zu verschiedenen Zellen sehr ähnlicher Aktivität. Am Beispiel des Riechkolbens der Kaulquappe erprobten die Forscher ihre Methode und konnten zeigen, wie Zellen des Riechkolbens, die gleichzeitig aktiv sind, miteinander in Verbindung stehen. Ein genaues Wissen über die Netzwerkstruktur erlaubt es nun, sehr viel gezielter an wissenschaftliche Fragen heranzugehen. „Man kann nun beispielsweise anhand der Projektionen der Zellen bestimmte Zelltypen oder Zellfortsätze herausuchen und beobachten, wie sich das Netzwerk verhält, wenn man diese manipuliert“, erklärt Junek.

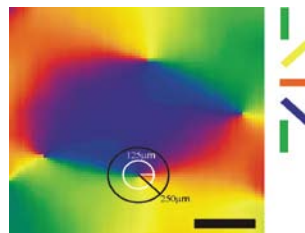
[Junek, S., Chen, T.W., Alevra, M. & Schild, D. Biophysical Journal, Vol. 96, 2009](#)



### Sehen als Balanceakt

Damit wir sehen können, muss das Gehirn eine ganze Reihe von „Rechenleistungen“ erbringen. In den ersten Schritten neuronaler Bildverarbeitung wird die Bildinformation, die auf die Retina fällt, an die Sehrinde im Großhirn übertragen und dort von stark gekoppelten Netzwerken von Neuronen verarbeitet. Dabei ist entscheidend, wie stark die erregende sowie die hemmende Rückkoppelung ist: zu starke Erregung könnte zu migräne- und epilepsieartigen Zuständen, zu starke Hemmung zu einer Blockade der Verarbeitung führen. Die genauen neuronalen Verschaltungen, die dem zugrunde liegen, haben nun Wissenschaftler des Bernstein Zentrums und der Technischen Universität Berlin gemeinsam mit Kollegen am Massachusetts Institute of Technology (USA) systematisch analysiert. Sie zeigen, dass das präzise Gleichgewicht erregender und hemmender Signale erstaunlich nah an der Grenze zu einer kritischen Überaktivierung sind. Die Arbeit trägt außerdem dazu bei, besser zu verstehen, wie Aufmerksamkeitsprozesse das Sehverhalten beeinflussen.

Eine Aufgabe der primären Sehrinde besteht darin, den Verlauf von Kanten und Konturen zu analysieren. Zellen in diesem Hirnareal reagieren bevorzugt auf Kanten mit festgelegter Orientierung. Es gibt unterschiedliche wissenschaftliche Modelle, die erklären, wie die Funktion dieser Nervenzellen zustande kommt. Um zwischen verschiedenen möglichen Mechanismen zu unterscheiden, berücksichtigten die Wissenschaftler um Klaus Obermayer in ihrer Studie feine Unterschiede in den Eigenschaften der Zellen. Die Zellen der Sehrinde erhalten neuronale Eingangssignale von ihren jeweiligen Nachbarzellen. Je nachdem, wo in der Sehrinde die Zelle liegt, ist aber auch die Zusammensetzung der Eingangssignale recht unterschiedlich. Dennoch erfüllen alle Zellen die gleiche Rechenaufgabe: Sie reagieren präzise auf die Orientierung von Linien. In ihrem Modell testen die Wissenschaftler systematisch, welches



*Verteilung der Orientierungspräferenz in der Sehrinde. Die meisten Zellen sind mit Nachbarn ähnlicher Orientierungspräferenz umgeben, aber es gibt Ausnahmen (z.B. in der eingekreisten Region).*

Verschaltungsmuster die Reaktion aller Zellen auf ihre unterschiedlichen Eingangssignale widerspiegeln kann. „Damit haben wir nicht nur ein Modell gefunden, das die Daten erklärt, sondern auch ausgeschlossen, dass ein anderes Modell die Daten ebenso gut erklären könnte“, sagt Obermayer. Das Modell der Wissenschaftler zeigt, dass es sehr viele sowohl aktivierende als auch hemmende lokale Kopplung zwischen den Zellen der primären Sehrinde gibt. Der Beitrag der rückgekoppelten Signale übersteigt dabei den Beitrag der direkten Eingangssignale aus der Netzhaut um das Doppelte.

Warum aber investiert das Gehirn so viel Energie in die gleichzeitige Aktivierung und Hemmung bestimmter Zellen? Könnte es nicht theoretisch auch einfacher gehen, Konturen und Kanten zu berechnen? Auch auf diese Fragen haben die Wissenschaftler eine plausible Antwort: Wie sie in ihren Computersimulationen zeigten, führt die komplexe Verschaltungsstruktur dazu, dass sich die Aktivität der Zellen in der primären Sehrinde sehr leicht durch kleine Einflüsse von außen justieren lässt. Solche Justierungen könnten zum Beispiel durch Aufmerksamkeitsprozesse vorgenommen werden. Es ist bereits bekannt, dass höhere Hirnfunktionen wie Aufmerksamkeit oder Vorwissen schon in die ersten Schritte visueller Bildverarbeitung im Gehirn eingreifen – wenn wir etwas aufmerksam betrachten, sind die Neurone der Sehrinde aktiver und wir sehen schärfer. Das Modell der Wissenschaftler trägt nun dazu bei, die zugrundeliegenden neurobiologischen Mechanismen besser zu verstehen.

[Stimberg, M., Wimmer, K., Martin, K., Schwabe, L., Mariño, J., Schummers, J., Lyon, D.C., Sur, M. & Obermayer, K. Cereb Cortex. 2009 Feb 16.](#)

### Ereignisse

Vom 25.-28. Mai fand in Berlin der zweite bilaterale **Deutsch-Japanische Workshop „Computational & Systems Neuroscience“** statt. Das Ziel des Workshops war neben dem wissenschaftlichen Austausch die Diskussion von bestehenden und möglichen zukünftigen Förderinstrumenten, um die Kooperation zwischen beiden Ländern im Bereich der Computational Neuroscience zu verstärken. Zu diesem Zweck waren sowohl Vertreter des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, des Projektträgers PT-DLR und verschiedener deutscher Forschungs-förderorganisationen, als auch Vertreter der „Japan Society for the Promotion of Science“ und der „Japan Science and Technology Agency“ anwesend. Organisiert wurde das Symposium von einem Deutsch-Japanischen Komitee unter der Federführung von Klaus Obermayer (BCCN und TU Berlin). Lokale Organisatoren waren Margret Franke und Robert Martin (BCCN und TU Berlin).

<http://www.nncn.de/termine/japanworkshop/>



*Teilnehmer des Deutsch-Japanischen Workshops*

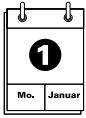
Die Tagung **“CNS\*2009 - Eighteenth Annual Computational Neuroscience Meeting”** der Organization for Computational Neurosciences wird vom 18.-23. Juli 2009 in Berlin unter lokaler Organisation von Udo Ernst (BGCN Bremen), John-Dylan Haynes (BCCN Berlin), Andreas Herz (BCCN München) und Klaus Obermayer (BCCN Berlin) ausgetragen. Neben der Haupttagung finden verschiedene Tutorien und Workshops statt, etliche davon ebenfalls unter organisatorischer Mitwirkung von Mitgliedern des Bernstein Netzwerks. Kernbestandteil der Workshops ist ein Symposium zur Neuroinformatik, das vom German Neuroinformatics Node der International Neuroinformatics Coordinating Facility (INCF) organisiert wird.

Quelle: <http://www.cnsorg.org/2009/>

Der Ausstellungszug **„Expedition Zukunft“**, der im Rahmen des Wissenschaftsjahres 2009 durch Deutschland tourt, soll einen Überblick darüber vermitteln, welche Wissensgebiete sich heute weltweit besonders dynamisch und viel versprechend entwickeln. Einer der zwölf Themenwagen, zu dem auch Wissenschaftler des Bernstein Netzwerks beigetragen haben, widmet sich der Gehirnforschung.

<http://www.expedition-zukunft.org/>





## MITTEILUNGEN UND MELDUNGEN

Der Dokumentarfilm „**Auf der Suche nach dem Gedächtnis**“ über den Nobelpreisträger Eric Kandel ging ab dem 25. Juni in die Kinos. Zum Preview in Freiburg am 24. 06. und in Göttingen am 25. 06. standen nach der Filmvorführung Experten des Bernstein Zentrums für Fragen aus dem Publikum zur Verfügung.  
<http://www.kandel-film.de/>



*Teilnehmer bei der „Klügsten Nacht des Jahres“ in Berlin*

Während der „**Klügsten Nacht des Jahres**“ am 13. Juni öffneten 67 wissenschaftliche Einrichtungen aus Berlin und Potsdam ihre Türen für die Öffentlichkeit. In drei Veranstaltungen informierten Wissenschaftler des Bernstein Zentrums zu verschiedenen Themen rund um die Wahrnehmung und der Verhaltensanalyse und Hirnfunktion der Etruskerspitzmaus.  
<http://www.langenachtderwissenschaften.de>

## Akkreditierung des Berliner Studiengangs

Das „Master Program Computational Neuroscience“ des Bernstein Zentrums für Computational Neuroscience Berlin, das im Oktober 2006 eingerichtet wurde, hat nun erfolgreich die Akkreditierung durch die Akkreditierungsagentur für Studiengänge der Ingenieurwissenschaften, der Informatik, der Naturwissenschaften und der Mathematik e.V. (ASIIN e.V.) bestanden. Damit werden dem in Deutschland einzigartigen Programm hohe Ausbildungsstandards und -qualität bestätigt. Der internationale Studiengang wird von Klaus Obermayer geleitet und von den drei Berliner Universitäten sowie der Charité Universitätsmedizin Berlin getragen.

## Personalia

**Marc Timme**, Wissenschaftler am BCCN Göttingen und dem Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation, ist von der Universität Göttingen zum außerplanmäßigen Professor ernannt worden.

**Tim Gollisch**, BCCN München und Max Planck Institut für Neurobiologie, hat den Career Development Award der Human Frontier Science Program (HFSP) erhalten. Das hochkompetitive Programm richtet sich an Wissenschaftler, die nach einem HFSP „Long Term“-Stipendium in ihr Heimatland zurückkehren.

Mit Unterstützung der Alexander von Humboldt-Stiftung wird **Michael Gutnick**, Professor an der Hebräischen Universität Jerusalem, zu einem dreimonatigen Forschungsaufenthalt in das BCCN Göttingen kommen. Gemeinsam mit **Fred Wolf** untersucht er, wie die Entstehung von Aktionspotentialen von der Geometrie des Zellkörper-Axon-Komplexes beeinflusst wird.



## MITTEILUNGEN UND MELDUNGEN

### Termine

Termin	Titel	Organizers	URL
08.-10. Juli, Berlin	BBCI Workshop 2009	K.-R. Müller, G. Curio, J.-D. Haynes, B. Blankertz, S. Lemm, M. Tangermann (BCCN + BFNT Berlin)	<a href="http://bbci.agilemeetings.com/">bbci.agilemeetings.com/</a>
18.-23. Juli, Berlin	CNS*2009 - 18th Annual Computational Neuroscience Meeting	U. Ernst (BGCN Bremen), J.D. Haynes (BCCN Berlin), A. Herz (BCCN München), K. Obermayer (BCCN Berlin)	<a href="http://www.cnsorg.org/2009/">www.cnsorg.org/2009/</a>
22. Juli, Berlin	G-Node Symposium on Neuroinformatics - Data Sharing and Data Analysis in Neurophysiology	A. Herz (BCCN Munich), M. Nawrot (BCCN Berlin), T. Wachtler (G-Node)	<a href="http://www.g-node.org/symposium/">http://www.g-node.org/symposium/</a>
24. - 26. Juli, Frauenwörth	IATD Processing 2009 meeting	Christian Leibold, BCCN Munich	<a href="http://www.nncn.de/termine-en/iatd2009/">http://www.nncn.de/termine-en/iatd2009/</a>
03. - 28. August, Freiburg	14th annual Advanced Course in Computational Neuroscience	N. Brunel, J. Rinzel, P. Latham, Y. Prut / F. Dancoisne (BCCN, Admin. Director)	<a href="http://www.neuroinf.org/courses/EUCOURSE/Fog/">www.neuroinf.org/courses/EUCOURSE/Fog/</a>
31. Aug - 04. Sept., Berlin	G-Node Summer School: „Advanced Scientific Programming in Python“	M. Schmucker, T. Zito (BCCN Berlin)	<a href="http://www.gnode.org/Teaching">www.gnode.org/Teaching</a>
6.- 08. Sept., Pilsen	INCF Congress of Neuroinformatics	David Willshaw (chair / Edinburgh, UK)	<a href="http://www.neuroinformatics2009.org">www.neuroinformatics2009.org</a>
16. - 18. Sept., Tübingen	Autumn School: ‚Wiring the brain‘	Members of BFNT Tü/Fr and others	<a href="http://www.mp.uni-tuebingen.de/mp/index.php?id=281">www.mp.uni-tuebingen.de/mp/index.php?id=281</a>
21. - 25. Sept., Göttingen	7th Fall Course on Computational Neuroscience, Göttingen	Hecke Schrobsdorff (BCCN Göttingen)	<a href="http://www.bccn-goettingen.de/events-1/cns-course">www.bccn-goettingen.de/events-1/cns-course</a>
30.Sept. - 2.Okt., Frankfurt	Bernstein Conference on Computational Neuroscience	J. Triesch, Ch. v.d. Malsburg, R. Mester (BFNT Frankfurt)	<a href="http://bccn2009.org/">http://bccn2009.org/</a>
12. - 16. Okt., Freiburg	NWG Course 2009	S. Rotter, S. Grün, U. Egert, A. Aertsen (BCCN Freiburg) / J. Kirsch (BCCN / Local Organizer)	<a href="http://www.bccn-freiburg.de/news/events/nwg-course2009">www.bccn-freiburg.de/news/events/nwg-course2009</a>

# Impressum

Herausgeber:  
National Bernstein Network Computational Neuroscience  
<http://www.nncn.de>

Text, Redaktion:  
Katrín Weigmann: [mail@k-weigmann.de](mailto:mail@k-weigmann.de)

Koordination:  
Simone Cardoso de Oliveira: [info@bcos.uni-freiburg.de](mailto:info@bcos.uni-freiburg.de),  
Dagmar Bergmann-Erb, Maj-Catherine Botheroyd, Florence  
Dancoisne, Margret Franke, Tobias Niemann, Gaby Schmitz,  
Kerstin Schwarzwälder

Gestaltung:  
newmediamen, Berlin

Layout: Katrin Weigmann

Druck: Elch Graphics, Berlin

Das Bernstein Netzwerk für Computational Neuroscience wird vom  
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

*Titelbild: Neuronale Karte der Orientierungspräferenz  
(modifiziert nach F. Wolf, siehe Seite 6/7)*

## Das Bernstein Netzwerk

Bernstein Centers for Computational Neuroscience (BCCN)  
Berlin – Koordinator: Prof. Dr. Michael Brecht  
Freiburg – Koordinator: Prof. Dr. Ad Aertsen  
Göttingen – Koordinator: Prof. Dr. Theo Geisel  
München – Koordinator: Prof. Dr. Andreas Herz

Bernstein Focus: Neurotechnology (BFNT)  
Berlin – Koordinator: Prof. Dr. Klaus-Robert Müller  
Frankfurt – Koordinators: Prof. Dr. Christoph von der Malsburg,  
Prof. Dr. Jochen Triesch, Prof. Dr. Rudolf Mester  
Freiburg/Tübingen – Koordinator: Prof. Dr. Ulrich Egert  
Göttingen – Koordinator: Prof. Dr. Florentin Wörgötter

Bernstein Groups for Computational Neuroscience (BGCN)  
Bochum – Koordinator: Prof. Dr. Gregor Schöner  
Bremen – Koordinator: Prof. Dr. Klaus Pawelzik  
Heidelberg – Koordinator: Prof. Dr. Gabriel Wittum  
Jena – Koordinator: Prof. Dr. Herbert Witte  
Magdeburg – Koordinator: Prof. Dr. Jochen Braun

Bernstein Collaborations for Computational Neuroscience (BCOL)  
Berlin-Tübingen, Berlin-Erlangen-Nürnberg-Magdeburg, Berlin-  
Gießen-Tübingen, Berlin-Konstanz, Berlin-Aachen, Freiburg-  
Rostock, Freiburg-Tübingen, Göttingen-Jena-Bochum, Göttingen-  
Kassel-Ilmenau, München-Göttingen, München-Stuttgart

Bernstein Award for Computational Neuroscience (BPCN)  
Dr. Matthias Bethge (Tübingen), Dr. Jan Benda (München), Dr.  
Susanne Schreiber (Berlin)

Vorsitzender des Bernstein Projektkomitees: Prof. Dr. Ad Aertsen  
Stellvertretender Vorsitzender des Bernstein Projektkomitees: Prof.  
Dr. Theo Geisel

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung