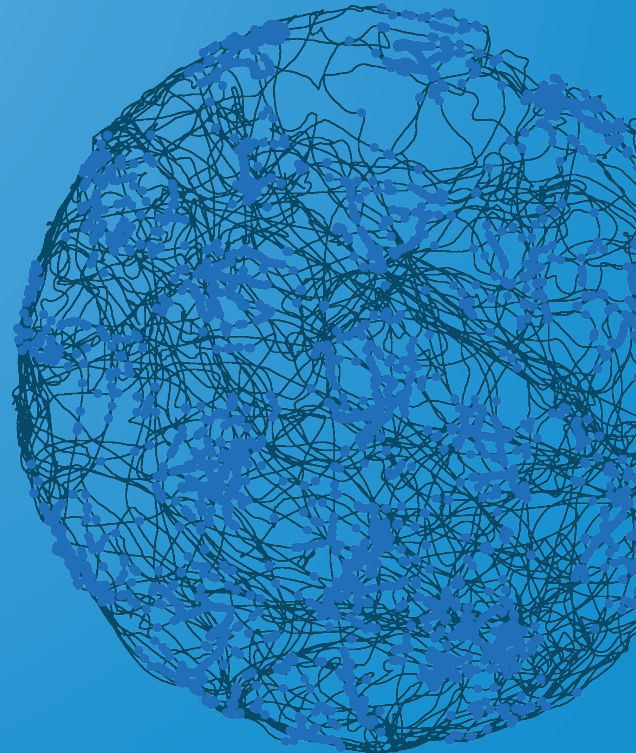


Bernstein Netzwerk Computational Neuroscience

# Bernstein Newsletter



## Aktuelle Publikationen

Babies handeln gezielt – Gelassen altern – Flexible Verschaltungen – Orientierungssinn – Nervenzellen im Einklang



## Wissenschaftler im Porträt

Ad Aertsen



## Mitteilungen und Termine

Personalia – Neue Bernstein Facility eingerichtet – ECVP in Bremen – Simulations-App entwickelt – Buch über Honigbienen – Bernstein TV – Bernstein in sozialen Netzwerken



# Babys können früh gezielt handeln

Säuglinge können viel früher gezielt handeln, als dies die Entwicklungspsychologen bisher wussten: Schon im Alter von sechs Monaten ist das Gehirn von Babys weit genug entwickelt, damit diese durch Blickbewegungen zielgerichtete Handlungen durchführen können. Das ergaben Untersuchungen eines Forscherteams des Bernstein Fokus Neurotechnologie Frankfurt, des Frankfurt Institute for Advanced Studies und der Goethe-Universität Frankfurt.

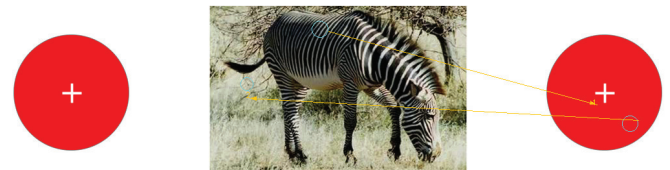
Mit „Eye-Trackern“ verfolgten die Forscher die Augenbewegungen von Säuglingen, mit denen diese einen Computer steuern konnten. Nach dem gezielten Betrachten eines roten Punktes auf dem Bildschirm wurde ihnen 0,6 Sekunden später ein Ton und ein wechselndes Tierbild präsentiert. Die sechs bis acht Monate alten Säuglinge lernten sehr schnell, mit ihrem Blick auf den roten „Knopf“ das Tierbild abzurufen. Und sie bekamen davon nicht genug: Innerhalb einer Minute holten die sechs Monate alten Säuglinge das Bild mit ihrem Blick rund 15 mal.

Die Arbeiten geben neue Einblicke in die frühkindliche Entwicklung des Gehirns. Bisher wurden gezielte Handlungen von Säuglingen durch andere Bewegungen registriert, etwa durch Zeigen oder durch Drücken eines Schalters. Die Feinmotorik der Arme und Beine entwickelt sich aber erst im Alter von acht bis zehn Monaten soweit, dass die Kinder solche Bewegungen durchführen können. Daher waren Untersuchungen in früherem Lebensalter bisher nicht möglich.

Das Forscherteam um den Kognitionsforscher Jochen Triesch und die Entwicklungspsychologin Monika Knopf nutzte Geräte zur Messung von Blickbewegungen (Eye-Tracker) bei den Säuglingen, da Kinder ihre Augenbewegungen schon mit etwa

vier Monaten präzise kontrollieren. In den Experimenten zeigte sich, dass die Kinder diese Möglichkeiten auch gezielt nutzen: Schon nach wenigen Durchgängen blickten sie auf die Stelle des Bildschirms, wo das neue Tierbild erscheinen sollte, noch bevor es tatsächlich da war. Selbst auf einem Bildschirm mit zwei identisch aussehenden roten Knöpfen fanden sie schnell heraus, bei welchem das Tierbild erscheint und schauten gezielt dorthin – den Zusammenhang scheinen sie sogar schneller und präziser erfasst zu haben als eine Kontrollgruppe von erwachsenen Versuchspersonen, die den gleichen Test machten.

Das Eye-Tracking ermöglicht den Forschern, zielgerichtete Handlungen von Säuglingen noch vor der Entwicklung von Feinmotorik und Sprache zu untersuchen. „Damit kann die kindliche Entwicklung früher als bisher untersucht werden“, erklärt Triesch und erwartet daraus Perspektiven für weitere Arbeiten zur Gehirnentwicklung: „Unter anderem wollen wir wissen, ob sich diese Methode auch für noch jüngere Säuglinge eignet.“



*Gezielte Auswahl: Schon Säuglinge mit sechs Monaten lernen schnell, den richtigen virtuellen Knopf für ein Tierbild zu bedienen. © Wang/FIAS*

[Wang Q, Bolhuis J, Rothkopf CA, Kolling T, Knopf M, Triesch J \(2012\): Infants in control: rapid anticipation of action outcomes in a gaze-contingent paradigm. PLoS ONE 7\(2\): e30884. doi:10.1371/journal.pone.0030884](#)

## Im Alter gelassener

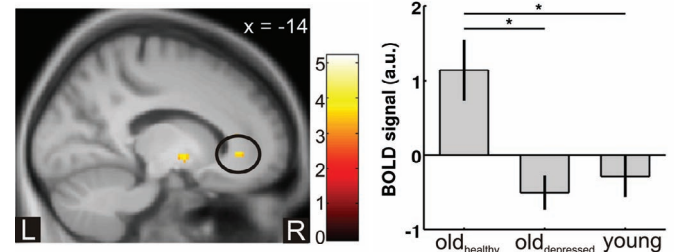
Ältere Menschen können mit verpassten Gelegenheiten leichter umgehen als junge, wie Forscher der Uniklinik Hamburg-Eppendorf und des Bernstein Fokus Neuronale Grundlagen des Lernens (Projekt: Komplexe Lernvorgänge) berichten. Verantwortlich dafür könnte eine Hirnregion sein, die für die Verknüpfung von Emotion und Verstand wichtig ist. Deren Aktivität ist bei gesunden älteren Menschen erhöht, wenn sie mit einer vergebenen Chance konfrontiert werden. Dies ist nicht der Fall bei jungen und altersdepressiven Menschen, die sich deutlich von der vergebenen Möglichkeit beeinflussen lassen. „Die Erkenntnisse könnten der Entwicklung verhaltenstherapeutischer Ansätze bei Altersdepression dienen“, erklärt Studienleiterin Stefanie Brassen.

„Hätte ich doch nur ...“. Weshalb sind ältere Menschen oft gelassener, was verpasste Chancen und Fehlentscheidungen angeht? Motivationstheorien über die Lebensspanne erklären das folgendermaßen: Je älter man ist, desto weniger Zeit und Gelegenheiten bleiben einem, Entgangenes nachzuholen. Darum empfiehlt es sich, Vergangenes weniger zu bedauern, sondern sich stattdessen damit zu arrangieren. Ob es für dieses Anpassungsverhalten eine neurobiologische Grundlage gibt, untersuchte nun ein Team um die Neurowissenschaftler Stefanie Brassen und Christian Büchel in einem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekt.

Mit bildgebenden Verfahren (fMRT) untersuchten die Wissenschaftler die Hirnaktivität gesunder junger und älterer Probanden sowie von Patienten mit Altersdepression, während diese ein einfaches Glücksspiel am Computer durchführten. Dabei konnten die Testpersonen Geld gewinnen oder soeben Erspieltes verlieren. Nach jeder Gewinnrunde wurde ihnen gezeigt, wie viel sie bei einer anderen Entscheidung hätten mehr gewinnen können. Wie stark eine solche verpasste Chance das zukünftige Ver-

halten beeinflusste, diente als Maßstab für das Bedauern. Veränderte sich das Verhalten nicht wesentlich, wurde angenommen, dass die Entscheidung nicht bereut wurde. Verringerten oder erhöhten die Personen ihr Spielrisiko aber deutlich, werteten die Forscher dies als Indiz für eine bereute Entscheidung.

Tatsächlich reagierten nur die emotional gesunden älteren Probanden nicht mit Bedauern auf eine solche verpasste Gelegenheit, weder in Verhalten und Körperfunktionen wie Herzschlag und Schwitzen noch in einem Signalabfall im neuronalen Belohnungssystem. Stattdessen reagierten sie mit einem Signalanstieg in einer Region im Vorderhirn, dem anterioren cingulären Kortex (ACC). „Diese ACC-Aktivierung kann am ehesten als ‚gesunde‘ Gegenregulation interpretiert werden“, erklärt Brassen. „Verpassten Chancen nicht mehr nachzutruern scheint ein wichtiger Faktor für glückliches Altern zu sein. Die von uns untersuchte Hirnregion nimmt dabei eine Schlüsselrolle ein“, so Brassen weiter. Auf den Erkenntnissen könnten auch Therapien für Altersdepression oder Präventionsmaßnahmen aufbauen.



*Aktivierungsunterschiede im anterioren cingulären Kortex, der mit dem Belohnungssystem eng verbunden ist. Nach einer verpassten Chance ist diese Region bei älteren gesunden Probanden stärker aktiv als bei jungen und altersdepressiven. Dies kann am ehesten den Einsatz kognitiver Regulationsmechanismen als Schutz vor Bedauern widerspiegeln.*

**Brassen S, Gamer M, Peters J, Gluth S, Büchel C (2012): Don't look back in anger! Responsiveness to missed chances in successful and non-successful aging. Science 336 (6081): 612-614.**

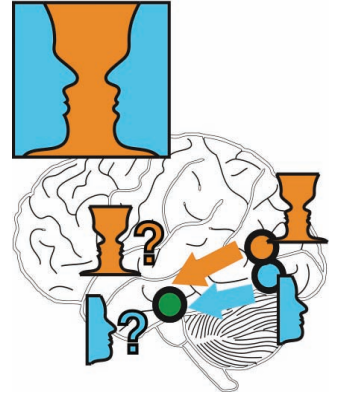
## Hochflexibel trotz fester Verschaltung

Ein Kelch oder zwei Gesichter? Was wir in einer der bekanntesten optischen Illusionen zu sehen glauben, wechselt in Sekundenbruchteilen; und damit auch der Weg, den die Information im Gehirn nimmt. Wie dies möglich ist, ohne die zellulären Verknüpfungen des Netzwerks zu ändern, konnten Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Dynamik und Selbstorganisation, des Bernstein Zentrums Göttingen und des Deutschen Primatenzentrums in einer theoretischen Studie zeigen. Je nachdem, in welchem zeitlichen Muster Hirnareale kommunizieren, ändert sich der Informationsfluss. Um dessen Umorganisation auszulösen, genügt bereits ein leichter Reiz, etwa ein Duft oder Ton, zur rechten Zeit.

Wie Gehirnanreale miteinander verschaltet sind, spielt bei der Informationsverarbeitung eine wichtige Rolle. Durch den Aufbau und Abbau der Nervenverbindungen zwischen Hirnanreale kann dieser Prozess verändert werden. Doch solche Vorgänge sind viel zu langsam, um schnelle Veränderungen in der Wahrnehmung zu erklären. Aus experimentellen Studien weiß man, dass die verantwortlichen Prozesse mindestens zwei Größenordnungen schneller sein müssen. Die Göttinger Wissenschaftler zeigen nun erstmals anhand von Computersimulationen, dass es möglich ist, in einem fest verschalteten Netzwerk den Informationsfluss auf einfache Weise zu verändern.

Viele Hirnanreale zeigen regelmäßige Nervenzellaktivität. „Die interagierenden Hirnbereiche verhalten sich wie Metronome, die mit der gleichen Geschwindigkeiten und in einem bestimmten zeitlichen Muster schlagen“, erklärt der Physiker und Leiter der Studie Demian Battaglia. Die Forscher konnten nun zeigen, dass dieses Muster den Informationsfluss bestimmt. „Beeinflusst man eines der Metronome, etwa durch einen äußere-

*Gesichter oder Vase? Weil Netzwerke im Gehirn sehr schnell ihre Organisation ändern können, nehmen wir unterschiedliche Bildelemente wahr.*  
© Demian Battaglia/ MPI for Dynamics and Self-Organization



ren Reiz, schlägt es danach mit einer anderen Geschwindigkeit oder in einem veränderten zeitlichen Muster mit den anderen Metronomen. Die anderen Areale stellen sich durch Selbstorganisationsprozesse darauf ein und spielen selbst in einem neuen Rhythmus. Darum genügt es, im Netzwerk eines der Areale zu beeinflussen, um die Funktionsweise des Netzwerks vollständig zu verändern“, sagt Battaglia.

Der äußere Einfluss muss nicht besonders groß sein. „Wichtiger ist, dass der ‚Kick‘ genau zum richtigen Zeitpunkt im Rhythmus erfolgt“, erklärt Battaglia. Der Prozess könnte in der Wahrnehmung von wesentlicher Bedeutung sein: „Wir sind darauf gepolt, in einem Bild möglichst schnell Gesichter zu erkennen, selbst wenn da keine sind. Wenn aber ein Duft an Wein erinnert, sehen wir sofort den Kelch im Bild. Dadurch können wir uns auch schnell auf Dinge einstellen, die wir nicht erwartet haben, indem wir den Fokus unserer Aufmerksamkeit verschieben“, erläutert der Göttinger Forscher.

Als nächstes möchten die Wissenschaftler das Modell an anatomisch realistischeren Netzwerken testen. Außerdem erhoffen sie sich, dass davon auch experimentelle Studien inspiriert werden, wie Battaglia meint: „Es wäre fantastisch, wenn in einigen Jahren einzelne Bereiche im Gehirn so fein und exakt stimuliert werden könnten, dass die von uns theoretisch vorhergesagten Effekte durch bildgebende Verfahren messbar werden.“

Battaglia D, Witt A, Wolf F, Geisel T (2012): Dynamic effective connectivity of inter-areal brain circuits. *PLoS Comput Biol* 8(3): e1002438. doi:10.1371/journal.pcbi.1002438

## Im Takt der Gitterzellen

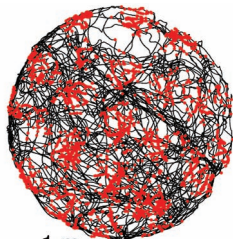
Die neurobiologischen Grundlagen der räumlichen Orientierungsfähigkeit des Menschen untersuchen Forscher seit langem stellvertretend an Mäusen und Ratten. Vor wenigen Jahren wurden hierbei sogenannte „Gitterzellen“ entdeckt, die dann aktiv sind, wenn sich das Tier durch bestimmte Bereiche seiner Umgebung bewegt. Diese bilden zusammen ein imaginäres Gitter mit hexagonaler Symmetrie. Bisher ging man meist davon aus, dass das Gehirn räumliche Informationen aus dem zeitlichen Verlauf der durchschnittlichen Aktivität dieser Zellen berechnet, da man glaubte, dass einzelne Nervenimpulse zu ungenau seien. Wissenschaftler der Bernstein Zentren Berlin und München sowie der Humboldt-Universität zu Berlin und der Ludwig-Maximilians-Universität München haben nun aber das Gegenteil gezeigt: betrachtet man die zeitliche Abfolge der Impulse von Gitterzellen, so kann man den Aufenthaltsort des Tieres doppelt so genau vorhersagen wie durch die Anzahl der Nervenimpulse. Das zeitliche Entladungsmuster ist bereits in den einzelnen Läufen der Tiere deutlich ausgeprägt. „Präzise zeitliche Information steht also für die Steuerung von Verhalten zur Verfügung“, erklärt der Neurowissenschaftler und Leiter der Studie Andreas Herz.

Seit ihrer Entdeckung im Jahr 2004 durch die Gruppe von Edvard Moser (Trondheim) ziehen Gitterzellen viele Forscher in ihren Bann. Neben der faszinierenden Eigenschaft, geometrische Bezüge des Außenraums in ihrem mittleren Aktivitätsmuster abzubilden, scheinen diese Zellen auch interessante zeitliche Aktivitätsstrukturen relativ zur großräumigen EEG

(Elektroenzephalogramm)-Schwingung im betreffenden Gehirnareal aufzuweisen: Bewegt sich das Tier auf einen der imaginären Gitterpunkte einer Nervenzelle zu, so ist diese Zelle zuerst gegen Ende einer EEG-Periode aktiv. Im Verlauf der Bewegung verschieben sich die Zeitpunkte der Nervenimpulse dann tendenziell zu immer früheren Phasen der EEG-Schwingung, so dass sich insgesamt eine systematische Veränderung zwischen der Aktivität der Gitterzelle und dem großräumigen EEG-Rhythmus ergibt.

Dieses Phänomen war bislang jedoch nur als über viele Versuchsdurchläufe gemittelt Resultat nachgewiesen, was Zweifel an seiner biologischen Relevanz zuließ. Die neue Untersuchung zeigt nun erstmals, dass die zeitliche Verschiebung der Nervenimpulse einer Gitterzelle schon in einzelnen Versuchsdurchläufen sichtbar ist – die Verschiebung ist sogar stärker als bei den über mehrere Läufe gemittelten Daten. Dieses Ergebnis unterstützt die Sichtweise, dass es in vielen Bereichen des Gehirns auf feine zeitliche Bezüge zwischen den Entladungen von Nervenzellen ankommt und nicht nur darauf, ob die Zellen stärker oder weniger aktiv sind. Selbst bei identischer Entladungsrate kann eine Nervenzelle damit viele unterschiedliche Signale verschlüsseln, was ihre Kapazität zur Informationsverarbeitung deutlich erhöht. Die Arbeit zeigt damit auch, dass die Leistungsfähigkeit des Gehirns noch größer ist als bisher vermutet.

Für ihre Studie werteten die Wissenschaftler die Daten früherer Arbeiten aus dem Labor von Edvard Moser neu aus. Die Daten dieser Gruppe sind im Internet frei verfügbar, so dass kein einziger weiterer Tierversuch notwendig war.



*Bewegung (schwarze Linie) einer Ratte in einer kreisförmigen Umgebung, zusammen mit den Bereichen, an denen eine bestimmte Gitterzelle aktiv war (rote Punkte). Diese Bereiche bilden ein hexagonales Gitter. © Eric Reifenstein/ HU Berlin*

Reifenstein E T, Kempter R, Schreiber S, Stemmler M B, Herz A V M (2012): Grid cells in rat entorhinal cortex encode physical space with independent firing fields and phase precession at the single-trial level. PNAS, doi: 10.1073/pnas.1109599109



## Nervenzellen im Einklang

Nervenzellen, die sich gemeinsam in einem lokalen Netzwerk befinden, zeigen häufig eine leichte Korrelation in der zeitlichen Abfolge ihrer Signale, wie Wissenschaftler immer wieder in experimentellen Studien feststellen. Solche Beobachtungen wurden bereits in einer Reihe von Hirnarealen gemacht und scheinen im Grunde auch nicht überraschend: Jede Nervenzelle ist mit tausenden Nachbarn verbunden und reagiert auf deren Einflüsse, was Abstimmungen in der Aktivität erwarten lässt. Unklar bleibt jedoch, ob diese Korrelationen an der Informationsverarbeitung des Netzwerks beteiligt sind und wie groß in diesem Fall ihr Anteil ist; oder ob sie lediglich eine natürliche Konsequenz der engen synaptischen Verknüpfung sind? Eine rundum befriedigende Antwort auf diese Fragen konnte bislang nicht gefunden werden.

Theoretische Modelle haben gezeigt, wie durch das Wechselspiel erregender und hemmender Nervenzellen Korrelationen in einem Netzwerk gering gehalten werden. Dies stellt eine wesentliche Voraussetzung dar, damit das Gehirn die Vielzahl seiner Funktionen erfüllen kann. Starke Korrelationen können jedoch auftreten, wenn hemmende Nervenzellen die

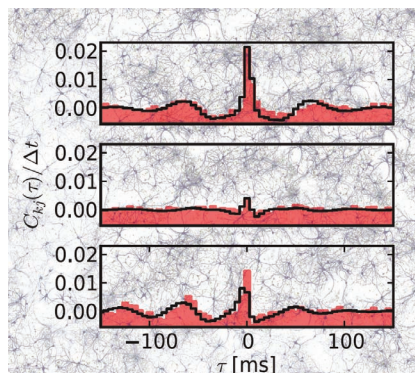
Aktivität ihrer erregenden Gegenspieler nicht entsprechend ausgleichen. Dies mündet schließlich in einer synchronen Aktivierung vieler Nervenzellen. Dadurch können Informationen nicht mehr sinnvoll verarbeitet werden, wie es beispielsweise während eines epileptischen Anfalls geschieht. Bislang war es aber schwierig zu verstehen, inwiefern die genauen neuronalen Verknüpfungsmuster Korrelationen zwischen Paaren von Nervenzellen begünstigen oder ihnen entgegenwirken.

Volker Pernice gelang es gemeinsam mit Kollegen des Bernstein Center Freiburg in einer früheren Studie zu zeigen, wie Korrelationen auf die synaptischen Verknüpfungen zurückgeführt werden können (Pernice et al., *PLoS Comput Biol*, 2011). In der neuen Arbeit werden nun konkret Korrelationen in Netzwerken aus weit verbreiteten vereinfachten „leaky integrate-and-fire“ Modellneuronen charakterisiert. Die Netzwerke wurden dazu in einer mathematischen Annäherung als lineares System betrachtet – ein Verfahren, das viele nichtlineare Systeme für einen beschränkten Arbeitsbereich zutreffend beschreiben kann.

Die Theorie erlaubte es den Wissenschaftlern erstmals, auch in größeren Netzwerken die Einflüsse unterschiedlicher Verknüpfungsmuster auf die gemeinsame Dynamik der Nervenzellen zu verstehen. Das Modell könnte nun benutzt werden, um die Herkunft beobachteter Korrelationen in lokalen Netzwerken zu ergründen: ob diese lediglich natürliche Begleiterscheinungen der Struktur des Netzwerks sind, oder ob die Stärke der Korrelationen weitere Wechselwirkungen mit dem Eingangssignal nahelegt.

Text: Volker Pernice und Gunnar Grah, Bernstein Center Freiburg

Die Vorhersagen des Modells (schwarze Kurven) stimmen sehr gut mit den tatsächlichen Korrelationen überein, die in der Simulation des neuronalen Netzwerks gefunden wurden (roter Bereich).  
© Volker Pernice & Gunnar Grah/BCF



Pernice V, Staude B, Cardanobile S, Rotter S (2012): Recurrent interactions in spiking networks with arbitrary topology. *Phys. Rev. E* 85, doi: 10.1103/PhysRevE.85.031916

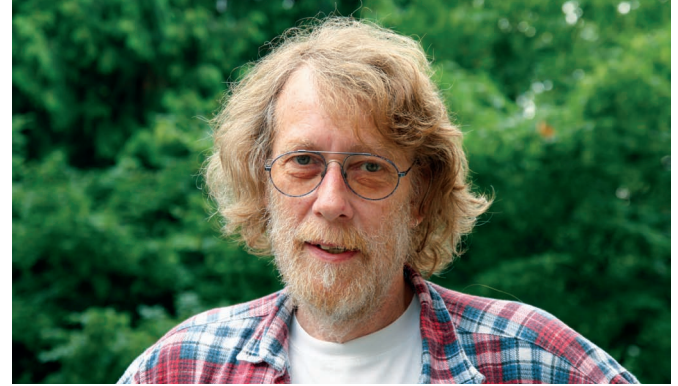


### Ad Aertsen

Als junger Student der Physik in Utrecht fand Ad Aertsen in den „klassischen“ Bereichen seines Fachs nicht die rechte Herausforderung. So stöberte er in angrenzenden Gebieten wie Wissenschaftstheorie und Biophysik. Es ist wahrscheinlich dem Umstand zu verdanken, dass in Holland die neurophysiologische Forschung weitgehend innerhalb der Physik-Fakultäten beheimatet war, dass er schließlich im Gehirn sein Lieblingsthema fand. Hier gab es genügend offene und spannende Fragen, auf die sich das Handwerkszeug der Physik und Mathematik anwenden ließ.

In Nijmegen begann er dazu im Rahmen seiner Promotion bei Peter Johannesma mit der Erforschung des Hörens von Katzen und Fröschen. Der Ansatz, den die Forscher damals verwandten, ist bis heute verblüffend aktuell: sie versuchten, die Antworteigenschaften von Nervenzellen im Hörsystem mit der natürlichen Umwelt der Tiere – ihrem „akustischen Biotop“ – in Beziehung zu setzen. Schon damals setzten sie dazu, neben den üblichen technisch erzeugten Reizen wie Reintönen und Rauschen, natürliche und entsprechend komplexe Reize ein. Dies erlaubte ihnen zu untersuchen, wie die Eigenschaften der Umweltreize im Gehirn in neuronale Aktivität übersetzt, also „kodiert“ werden. Umgekehrt ergab sich daraus auch die Möglichkeit, die Nervenaktivität zu „dekodieren“, also aus der Aktivität auf die vom Tier gehörten Reize zu schließen, und so die Umwelt quasi zu rekonstruieren.

Ad Aertsen fand heraus, dass die Antworteigenschaften der Neurone (ihre „rezeptiven Felder“) nicht statisch sondern dynamisch sind, das heißt, dass sie sich mit der Zeit und je nach Reizbedingung ändern konnten. Die Nervenzellen summierten die Eingangsreize also nicht einfach linear auf. Es musste reizabhängige nichtlineare Effekte geben, die wohl aus den Wechselwirkungen zwischen den Nervenzellen im Netzwerk stammten. Damit war klar: Um die Arbeitsweise des Gehirns zu verstehen, darf man



© Gunnar Grah/BCF

sich nicht auf das Studium einzelner Nervenzellen beschränken, sondern muss viele Neurone gleichzeitig untersuchen.

Doch damit handelten sich die Forscher neue Probleme ein. Anstelle von Folgen von Aktionspotentialen („Spikes“) einzelner Nervenzellen, hatten sie es nun mit einem ganzen Wust von mehreren, gleichzeitigen neuronalen Spikefolgen zu tun. Mit seinem Kollegen Michael Erb machte Aertsen dieses Problem plastisch erfahrbar: sie übersetzten die Spikes unterschiedlicher Nervenzellen in Töne unterschiedlicher Tonhöhe (wie in einer Partitur), so dass man mit ihrem „Neurophon“ (ein Geschenk zum 60. Geburtstag von Valentin Braitenberg) dem Gesang eines ganzen Neuronenchors lauschen konnte – in der Hoffnung, möglicherweise wiederkehrende Muster in der Hirnaktivität als Melodien erkennen zu können.

Als subjektive Erfahrung war das schön und gut, doch wie konnten sie diese Muster auswerten und quantifizieren? Während seines Postdocs bei George Gerstein in Philadelphia, USA, machte sich Aertsen daran, geeignete Datenanalyse-Methoden wie das „joint-PSTH“ und „Gravitational Clustering“ zu entwickeln. Sie versuchten, nicht nur die Aktivitäten einzelner Neurone, sondern das Verhalten von ganzen Gruppen und neuronale Interaktionen zu erfassen und erschlossen damit eine ganz neue Dimension des Nervensystems.

Um die Methoden zu testen und zu kalibrieren erwiesen sich Simulationen von neuronalen Netzen als enorm hilfreiches Mittel. Indem man Netze mit bekannter Verschaltungsstruktur simulierte und die simulierte Aktivität den Analysemethoden unterwarf,



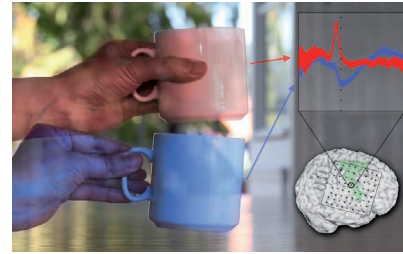
## WISSENSCHAFTLER IM PORTRÄT

konnte man effektiv überprüfen, ob und wann die Methoden die richtigen Schlüsse über die – hier bekannte – Netzwerkstruktur und Interaktionen zuließen.

Netzwerksimulationen haben einen weiteren Vorteil: Hier kann man auf einer elektronischen Spielweise systematisch die Struktur eines Netzwerks variieren und die Auswirkungen auf die Netzwerkaktivität und -dynamik studieren. Damit wird es möglich, grundlegende Fragen der Neurophysiologie im Computerexperiment anzugehen: Wie breiten sich neuronale Signale in Netzwerken unterschiedlicher Struktur aus? Was kann man daraus über die Arbeitsweise der Netzwerke und den enthaltenen neuronalen Code lernen? Kann man aus den Strukturen verschiedener Hirnareale Unterschiede in ihrer Funktion ableiten? Welche Auswirkungen haben aktivitätsabhängige Lernmechanismen auf die Entwicklung von neuronalen Netzwerken und ihre Funktionen?

Aertsen gibt aber zu bedenken, dass man – bei aller Liebe zum naturgetreuen Detail - bei der Kunst der Simulation des Gehirns einen wichtigen Grundsatz beachten muss. „Modelle und Simulationen müssen immer so einfach wie möglich und nur so komplex wie nötig sein, nicht umgekehrt“. Sonst läuft man Gefahr, Monstrositäten zu erschaffen, wie Salman Rushdie sie in seinem Buch „Haroun and the Seas of Stories“ so schön beschrieb: „M2C2D for P2C2E: Maschinen, zu kompliziert zu beschreiben, für Prozesse, zu kompliziert zu erklären“ (übersetztes Zitat). Damit wäre man auf dem Weg zum Verständnis der Gehirnfunktion kein Stück weiter gekommen.

Die Forschung hat gezeigt, dass sich „schlanke“ Simulationen, die nur die wesentlichen biologischen Eckdaten berücksichtigen, nicht nur zur Untersuchung des gesunden Gehirns einsetzen lassen, sondern auch Hinweise auf Gründe und mögliche Therapieoptionen für neurologische Erkrankungen liefern können. Hat man herausgefunden, welche Merkmale eines Netzes



*Dekodierung von Greifbewegungen für motorische Neuroprothesen: Die in blau dargestellte Bewegung geht mit einer deutlich anderen Hirnaktivierung einher als die rot dargestellte Bewegung.*  
© BCF/Uni Freiburg

für das Auftreten pathologischer Hirnaktivität verantwortlich sind, kann man in der Simulation testen, welche Interventionen die Aktivität wieder in normale Bahnen lenken könnten - genau wie es Arvind Kumar, Ad Aertsen und Kollegen jetzt für die Basalganglien bei Parkinson-Erkrankung versuchen.

Große Fortschritte haben Aertsen und seine Mitarbeiter auch bei der Nutzung der Datenanalysemethoden gemacht. Sie erkannten schon früh die medizinischen Möglichkeiten, die ihre schon vor Jahrzehnten gestellten Fragen nach der Kodierung und Dekodierung von Hirnaktivität bergen. Wenn man gut genug darin ist, aus der neuronalen Aktivität Umweltreize oder, im motorischen System, Bewegungskommandos zu dekodieren, dann sollte man auch in der Lage sein, Neuroprothesen zu entwickeln, die verloren gegangene Körperfunktionen durch Auslesen der Hirnaktivität ersetzen. Aertsen ist daher auch an der Freiburger Brain-Machine Interface Initiative beteiligt, die untersucht, wie man mit motorischen Neuroprothesen gelähmten Menschen ein Bewegungsvermögen zurückgeben kann. Obwohl noch in der Entwicklung, werden solche Systeme bereits an verschiedenen Orten weltweit in ersten klinischen Tests eingesetzt und könnten in Zukunft die Lebensqualität vieler Patienten deutlich verbessern.

Noch vor 20 Jahren hätte niemand vorhergesehen, dass sich aus der akademisch anmutenden Frage nach dem neuronalen Code in relativ kurzer Zeit solch konkrete medizinische Anwendungsperspektiven ergeben würden – ein schönes Beispiel dafür, wie die Grundlagenforschung immer wieder unerwartete Ausblicke eröffnet, die sich für unseren Alltag von großem Nutzen erweisen können.





## MITTEILUNGEN UND TERMINE

### Personalia



**Niels Birbaumer** (BFNT Freiburg-Tübingen, Eberhard Karls Universität Tübingen) erhielt am 27. Januar 2012 die Ehrendoktorwürde der Universität Complu-tense Madrid, Spanien, für seine Pionierarbeit in der Entwicklung von Hirn-Computer-Schnittstellen für die klinische Anwendung.

[www.bcf.uni-freiburg.de/news/awards/20120130-birbaumer](http://www.bcf.uni-freiburg.de/news/awards/20120130-birbaumer)  
(auf Englisch)



**Alexander Borst** (BCCN München, BCOL Netzwerk Simulation, MPI für Neurobiologie, Martinsried) wurde zum Mitglied der Bayerischen Akademie der Wissenschaften gewählt. Die Bayerische Akademie der Wissenschaften wurde im Jahr 1759 gegründet und zählt zu den ältesten und größten Wissenschaftsakademien in Deutschland.

[www.neuro.mpg.de/99839/1203\\_BorstBAW](http://www.neuro.mpg.de/99839/1203_BorstBAW)



**Dario Farina** (BFNT und Georg-August-Universität Göttingen) erhält für das Projekt DEMOVE über die nächsten fünf Jahre eine Förderung des Europäischen Forschungsrats (European Research Council - ERC) in Höhe von 2,4 Millionen Euro. Mit DEMOVE will

Farina die Grundlagen schaffen, um rechnergestützte Prothesen direkt an das Nervensystem anschließen zu können.

<http://idw-online.de/de/news469116>



**Michael Frotscher** (Bernstein Center Freiburg (BCF), Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf) wurde von der „American Association for the Advancement of Science (AAAS)“ zum „Fellow“ in der Sektion „Neuroscience“ gewählt.

Die AAAS ist eine internationale Organisation, die es sich zum Ziel gesetzt hat, Wissenschaft, Ingenieurwesen und Innovation weltweit zum Nutzen aller Völker voranzutreiben. AAAS gibt auch die Fachzeitschrift „Science“ heraus.

[www.aaas.org/aboutaaas/fellows/2011.shtml](http://www.aaas.org/aboutaaas/fellows/2011.shtml) (auf Englisch)



**Christian Leibold** (BCCN München, BFNL Plastizität neuronaler Dynamik, D-USA Kooperation München - San Diego, Ludwig-Maximilians-Universität München) organisiert einen Sonderband der Zeitschrift „Network: Computation in Neural Systems“ zum Thema „Neural Network Simulation“. Manuskripte können bis zum 17. Juni 2012 eingereicht werden.

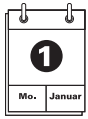
[www.nncn.de/nachrichten/leiboldcallforpapers](http://www.nncn.de/nachrichten/leiboldcallforpapers)



**Eberhard Zrenner** (BCCN und Universitätsklinikum Tübingen) erhielt die Ehrendoktorwürde der Naresuan University für sein Engagement für die Weiterentwicklung der Augenheilkunde an dieser staatlichen thailändischen Universität. Die

Ehrendoktorwürde wurde ihm am 19. Dezember 2011 von der thailändischen Prinzessin HRH Maha Chakri Sirindhorn verliehen.

[www.medizin.uni-tuebingen.de/Presse\\_Aktuell/Pressemeldungen/2012\\_01\\_13.html](http://www.medizin.uni-tuebingen.de/Presse_Aktuell/Pressemeldungen/2012_01_13.html)



# Neue Bernstein Facility Simulations- und Datenbanktechnologie

Im November 2011 entschied die Helmholtz Gesellschaft, am Forschungszentrum Jülich ein „Simulation Laboratory Neuroscience“ einzurichten. Es soll als Schnittstelle zwischen dem Jülich Supercomputing Centre (JSC) und der neurowissenschaftlichen Gemeinde fungieren und die breite Nutzung der Jülicher Rechnerressourcen in den Neurowissenschaften befördern. Die neue Einrichtung wird ab 2013 von der Helmholtz Gesellschaft gefördert.

Da Supercomputer anders arbeiten als normale Rechner, müssen Neurowissenschaftler die Simulationen von Hirnprozessen erst auf ihre speziellen Anforderungen und Möglichkeiten anpassen, um die Leistung der Jülicher Computer optimal ausnutzen zu können. Das Simulation Laboratory Neuroscience bietet den Forschern die Möglichkeit, gemeinsam mit Experten für Computational Neuroscience, Datenanalyse, Anatomie, Virtuelle Realität und Supercomputing ihre Programme anzupassen und zu optimieren. Außerdem wird die Facility die Weiterentwicklung und Standardisierung theoretischer Modelle im Bereich der Hirnforschung vorantreiben.

Im Rahmen des „Simulation Laboratory Neuroscience“ wird die „Bernstein Facility Simulations- und Datenbanktechnologie“ eingerichtet, die auf Vorschlag des Forschungszentrums Jülich und durch Beschluss des Bernstein Projektkomitees dem Bernstein Netzwerk Computational Neuroscience angeschlossen wird. Die Facility stellt dem Bernstein Netzwerk Expertise, Hilfestellung und Beratung bei der Softwareentwicklung für Super-



computer, bei der Integration von neuen Daten in groß-skalige Modelle und bei der Beantragung von Rechenzeit am Jülicher Supercomputing Centre zur Verfügung.

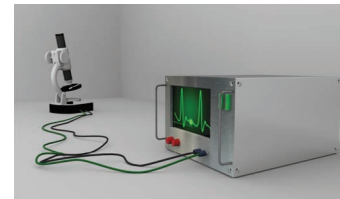
[www.idw-online.de/pages/de/news478492](http://www.idw-online.de/pages/de/news478492)

## Brain Lab: die neue App zur Simulation von Neuronen



Gillian Queisser (BCCN Heidelberg-Mannheim, Goethe-Universität Frankfurt) entwickelte zusammen mit Michael Hoffer (Goethe-Universität Frankfurt) „Brain Lab“ – den ersten Neuronen-Simulator für iPhone und iPad, der

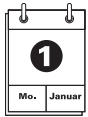
Grundlagen der Elektrophysiologie von Nervenzellen erklärt und mit dem sich einfache elektrophysiologische Experimente durchführen lassen.



Brain Lab enthält zwei „Messgeräte“ für Neuronen-Simulationen: ein passives integrate-and-fire Modell und ein Hodgkin-Huxley Modell. Der Benutzer kann das Neuron elektrisch reizen und herausfinden, wie die Antwort der Nervenzelle von der Einstellung der Hodgkin-Huxley-Parameter abhängt. Außerdem gibt es eine Bibliothek, in der Hintergrundwissen zusammengefasst ist.

In naher Zukunft ist eine Reihe von größeren Erweiterungen geplant, durch die sich komplexere Neuronensimulationen realisieren lassen.

[www.nncn.de/nachrichten/brainlab](http://www.nncn.de/nachrichten/brainlab)



## MITTEILUNGEN UND TERMINE

© Harald Rehling

### Computational Neuroscience trifft Visual Perception



Udo Ernst (Bernstein Preisträger 2010, BGCN und Universität Bremen), Cathleen Grimsen und Detlef Wegener haben von einer internationalen Jury den Zuschlag bekommen, die European Conference on Visual Perception (EVP) als renommierte internationale Tagung über visuelle Wahrnehmung vom 25.-29. August 2013 in Bremen abzuhalten.

Überzeugt hat hierbei das innovative Konzept, diese ohnehin stark interdisziplinäre Tagung mit dem Gebiet der Computational Neuroscience zu verbinden. Als Schwerpunktthema der EVP 2013 wird Computational Neuroscience durch Tutorials, einem Symposium mit Hauptvorträgen und in Minisymposia vertreten sein. Interessenten, insbesondere auch Mitglieder des Bernstein Netzwerkes, sind herzlich dazu eingeladen, Beiträge einzureichen. [www.nncn.de/termine/ecvp2013](http://www.nncn.de/termine/ecvp2013)

### Das Bernstein Netzwerk in sozialen Netzwerken

Um die nationale und internationale Öffentlichkeit noch besser über die Aktivitäten des Bernstein Netzwerkes zu informieren, sind wir jetzt auch in verschiedenen sozialen Medien vertreten. Folgen Sie uns auf Twitter, Facebook und LinkedIn®, um neueste Nachrichten aus dem Bernstein Netzwerk über Ihr bevorzugtes soziales Netzwerk zu erhalten!

**Twitter:** [NNCN\\_Germany](https://twitter.com/NNCN_Germany)

**Facebook:** [Bernstein Network Computational Neuroscience, Germany](https://www.facebook.com/BernsteinNetworkComputationalNeuroscienceGermany)

**LinkedIn®:** [Bernstein Network Computational Neuroscience, Germany](https://www.linkedin.com/company/BernsteinNetworkComputationalNeuroscienceGermany)

### Buchveröffentlichung: Neurobiologie und Verhalten der Honigbiene



Giovanni Galizia (BFNL Kurzzeitgedächtnis, BCOL Olfaktorische Kodierung und Universität Konstanz), Dorothea Eisenhardt (BFNL Gedächtnis und Entscheidungsfindung und Freie Universität Berlin)

und Martin Giurfa (CNRS, Université Paul Sabatier, Toulouse) haben das Buch „Honeybee Neurobiology and Behavior“ herausgegeben. In dieser Neuerscheinung geben internationale Experten einen umfassenden Überblick über den aktuellen Stand der neurobiologischen Forschung an der Honigbiene.

[Galizia G.C., Eisenhardt D., Giurfa M. \(Eds.\): „Honeybee Neurobiology and Behavior“, Springer 2012. ISBN 978-94-007-2098-5](#)

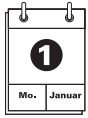
### Bernstein TV gestartet



Seit Februar 2012 präsentiert sich das Bernstein Netzwerk der Öffentlichkeit auch mit Kurzfilmen. Unter dem Titel „Bernstein TV“ gibt die Reihe 5-minütiger Kurzdokumentationen, die von Johannes Faber (Bernstein Koordinationsstelle) in Kooperation mit Gunnar Grah (Bernstein Center Freiburg) entwickelt und erstellt werden, Einblicke in die aktuelle Forschung im Bernstein Netzwerk. Abonnieren Sie Bernstein TV auf unserem neu eingerichteten YouTube-Kanal:

[www.youtube.com/BernsteinNetwork](http://www.youtube.com/BernsteinNetwork)

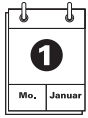
© Bild D. Eisenhardt: Fotostudio Charlottenburg



## MITTEILUNGEN UND TERMINE

### Termine

Termin	Titel	Organisation	URL
21.-24. Jun. 2012, Santorin, Griechenland	AREADNE Conference 2012	N. Hatsopoulos, J. Pezaris, C. Ojakangas, Y. Poirazi, T. Siapas, A. Tolias (BCCN Tübingen)	<a href="http://www.aredne.org">www.aredne.org</a>
28. Jun - 5. Jul. 2012, Freudenstadt-Lauterbad	BCCN Tübingen Summer School: Computational Vision	M. Bethge, M. Black, R. Fleming, F. Wichmann (BCCN Tübingen)	<a href="http://www.bccn-tuebingen.de/events/cvss-2012.html">www.bccn-tuebingen.de/ events/cvss-2012.html</a>
5.-6. Jul. 2012, München	Bernstein R&D Workshop Cochlear Implants	W. Hemmert & M. Nicoletti (BCCN Munich), P. Nopp & C. Wirtz (MED-EL & BCCN Munich), Simone Cardoso de Oliveira (BCOS)	<a href="http://www.nncn.de/termine-en/rudcochlearimplants">www.nncn.de/termine-en/ rudcochlearimplants</a>
10.-13. Jul. 2012, Reutlingen	8th International Meeting on Substrate-Integrated Microelectrode Arrays	A. Stett (BFNT Freiburg-Tübingen), Günther Zeck, I. Digel, N. Gugeler, K. Burgert (Multichannel Systems MCS GmbH), Co- Organizer: Bernstein Center Freiburg	<a href="http://www.nmi.de/meameeting2012">www.nmi.de/ meameeting2012</a>
14.-18. Jul. 2012, Barcelona, Spanien	8th FENS Forum of Neuroscience with Bernstein Network Information Booth (No. 67)	Federation of European Neuroscience Societies (FENS)	<a href="http://fens2012.neurosciences.asso.fr">http://fens2012. neurosciences.asso.fr</a>
22.-28. Jul. 2012, Osnabrück	INCF Course: Advanced Statistical Modeling of Neuronal Data	E.N. Brown, G. Pipa (BFNT Frankfurt), S. Kiebel (BCCN Berlin), R. Haslinger	<a href="http://www.advanced-stat-modeling.de">www.advanced-stat- modeling.de</a>
30. Jul. - 24. Aug. 2012, Bedlewo, Polen	17th Advanced Course in Computational Neuroscience (with A. Aertsen (BCF) as faculty)	D. Jäger, M. Lengyel, Y. Prut, C. van Vreeswijk, D. Wojcik, T. Bem	<a href="http://www.neuroinf.pl/accn">www.neuroinf.pl/accn</a>
26. Aug. - 2. Sept. 2012, Edinburgh, UK	Edinburgh INCF Summer School in Neuroinformatics	D. Sterratt, M. Herrmann (BCCN and BFNT Göttingen), M. Nolan, E. Hill	<a href="http://www.anc.ed.ac.uk/school">www.anc.ed.ac.uk/school</a>
2. - 7. Sept. 2012, Kiel	Summer School: Advanced Scientific Programming in Python	Z. Jedrzejewski-Szmek (G-Node), T. Zito (BCCN Berlin, G-Node), C. T. Steigies, C. Drews,	<a href="http://python.g-node.org">http://python.g-node.org</a>
3. 7. Sept. 2012, Bochum	Summer School: Neuronal Dynamics Approaches to Cognitive Robotics	E. Bicho, W. Erlhagen, G. Schöner (BFNL Learning Behavioral Models, BGCN Bochum)	<a href="http://www.robotics-school.org">www.robotics-school.org</a>
3. - 7. Sept. 2012, Göttingen	10th Summer Course on Computational Neuroscience	D. Hofmann, A. Palmigiano, M. Puelma-Touzel (course hosted by BCCN Göttingen)	<a href="http://www.bccn-goettingen.de/events/cns-course/cns-course">www.bccn-goettingen.de/ events/cns-course/cns-course</a>
6. - 8. Sept. 2012, Heidelberg	2nd Workshop on Computational Properties of Prefrontal Cortex: Prefrontal-Hippocampal Interactions	BCCN Heidelberg-Mannheim	<a href="http://www.nncn.de/termine-en/ws2prefrontalcortex">www.nncn.de/termine-en/ ws2prefrontalcortex</a>



## MITTEILUNGEN UND TERMINE

### Termine

Termin	Titel	Organisation	URL
9. - 12. Sept. 2012, Klosterneuburg, Österreich	Conference: Sensory Coding & Natural Environment 2012	G. Tkacik, M. Bethge (BPCN 2006, BCCN Tübingen), E. Schneidman	<a href="http://ist.ac.at/scne2012">http://ist.ac.at/scne2012</a>
10. - 12. Sept. 2012 München	5th INCF Congress of Neuroinformatics	INCF, A. Herz, T. Wachtler-Kulla (BCCN Munich, G-Node)	<a href="http://www.neuroinformatics2012.org">www.neuroinformatics2012.org</a>
12. - 14. Sept. 2012, München	Bernstein Conference 2012	A. Herz, T. Wachtler-Kulla (BCCN Munich, G-Node)	<a href="http://www.bccn2012.de">www.bccn2012.de</a>
16. - 19. Sept. 2012, Jena	BMT 2012: 46th DGBMT Annual Meeting	H. Witte, J. Haueisen (BGCN Jena), A. Voss	<a href="http://conference.vde.com/bmt-2012/Seiten/Homepage.aspx">http://conference.vde.com/bmt-2012/Seiten/Homepage.aspx</a>
17. - 19. Sept. 2012, Berlin	BBCI Workshop 2012 on Advances in Neurotechnology	Chairs: B. Blankertz, K-R. Müller (BCCN & BFNT Berlin)	Website under construction
20. - 28. Sept. 2012, Berlin	Summer School: Neurotechnology	K.-R. Müller (BFNT Berlin, BCCN Berlin, BCOL Neurovascular Coupling)	Website under construction
7. - 12. Okt. 2012, Freiburg	BCF/NWG Course: Analysis and Models in Neurophysiology	S. Rotter, U. Egert, A. Aertsen, J. Kirsch (Bernstein Center Freiburg), S. Grün (BCCN Berlin)	<a href="http://www.bcf.uni-freiburg.de/events/conferences-workshops/20121007-nwgcourse">www.bcf.uni-freiburg.de/events/conferences-workshops/20121007-nwgcourse</a>
29. - 31. Okt. 2012, Berlin	Symposium: Neural Computation: From Perception to Cognitive Function and opening ceremony of the Berlin Center for Advanced Imaging	Research Training Group 1589 „Sensory Computation in Neural Systems“, BCCN Berlin and Berlin Center for Advanced Neuroimaging	<a href="http://www.bccn-berlin.de/Calendar/Events/event/?contentId=3000">www.bccn-berlin.de/Calendar/Events/event/?contentId=3000</a>



## Das Bernstein Netzwerk

Vorsitzender des Bernstein Projektkomitees: Andreas Herz (München)

Das Nationale Bernstein Netzwerk Computational Neuroscience (NNCN) ist eine Förderinitiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Es wurde im Jahr 2004 vom BMBF mit dem Ziel gegründet, die Kapazitäten im Bereich der neuen Forschungsdisziplin Computational Neuroscience zu bündeln, zu vernetzen und weiterzuentwickeln und besteht heute aus über 200 Arbeitsgruppen. Das Netzwerk ist benannt nach dem deutschen Physiologen Julius Bernstein (1835-1917).

## Impressum

### Herausgeber:

Koordinationsstelle des  
Nationalen Bernstein Netzwerks Computational Neuroscience  
[www.nncn.de](http://www.nncn.de), [info@bcos.uni-freiburg.de](mailto:info@bcos.uni-freiburg.de)

### Text, Layout:

Johannes Faber, Simone Cardoso de Oliveira, Kerstin Schwarzwälder (News and Events)

### Redaktionelle Unterstützung:

Koordinationsassistenten im Bernstein Netzwerk

### Gestaltung: newmediamen, Berlin

### Druck: Elch Graphics, Berlin

*Titelbild: Bewegung (Linie) einer Ratte in einer kreisförmigen Umgebung, zusammen mit den Bereichen, an denen eine bestimmte Gitterzelle aktiv war (Punkte). © Eric Reifenstein/HU Berlin*

