



**Bernstein Network for Computational Neuroscience**

# Bernstein Newsletter



## **Aktuelle Publikationen**

Wie Fliegen hören – Was Bienen riechen – Wie Vögel planen –  
Lärm und Flüstern – Stoppuhr im Gehirn



## **Wissenschaftler im Porträt**

Andreas Herz



## **Mitteilungen und Meldungen**

Personalia – Hirnstrommessung – VW-Förderung – Termine

03/2009

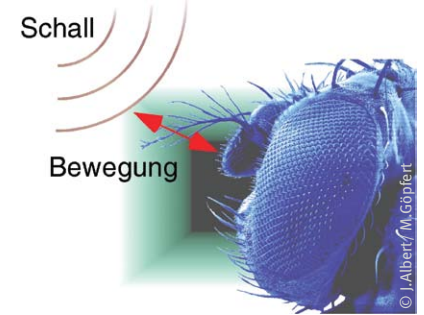


# Wie Fliegen hören

Die Ohren von Fliegen und Menschen sind so verschieden wie die beiden Lebewesen selbst – und dennoch haben sie eines gemeinsam: einen mechanischen Verstärker, der vor allem leise Geräusche gut verstärkt. Martin Göpfert, Wissenschaftler an der Universität Göttingen und der Bernstein Kooperation „Informationskodierung“, konnte nun gemeinsam mit seinen Kollegen zeigen, wie dieser Mechanismus funktioniert – und zwar am Beispiel der Fliege. Die Fliege hört mit ihren Antennen. Diese sind für Messungen frei zugänglich und eignen sich daher für Untersuchungen besonders gut.

Beim Hören setzen Schallwellen einen Schwingkörper in Bewegung - das Trommelfell beim Menschen, die äußeren Segmente der Antenne bei Fliegen. Nachgeschaltete Sinneszellen in der Antenne der Fliege werden durch die Auslenkung des Schwingkörpers gedehnt. Diese Dehnung ist an einen Ionenkanal in der Zellmembran gekoppelt. Öffnet sich der Kanal, können geladene Moleküle in die Zelle einströmen, wodurch ein elektrischer Impuls, ein neuronales Signal ausgelöst wird.

An dieser Stelle setzt auch der mechanische Verstärker ein. „Da die Kanäle direkt mechanisch geöffnet werden und keine chemischen Signalkaskaden zwischengeschaltet sind, muss auch die Signalverstärkung mechanisch erfolgen“, sagt Göpfert. „Bei jeder Sinneswahrnehmung werden Signale verstärkt, aber nur im Hörsinn geschieht dies mechanisch“. Wie genau die elastische Kopplung zwischen Antennenschwingung und Ionenkanal aussieht und wo der Verstärker genau angreift, weiß man nicht. Göpfert und seine Kollegen sind diesem Geheimnis der Natur aber nun ein Stück näher gekommen. Sie haben ein theoretisches Modell entwickelt, das die Verstärkung erklärt und mit raffinierten Messungen an der Fliegenantenne überprüft. Mit einer ausgeklügelten Messapparatur können die Wissenschaftler



*Fliegen hören mit ihren Antennen*

auf die Antenne eine Kraft ausüben und ihre winzige Auslenkung von weniger als 10 Nanometern – ein Zehntausendstel einer Haaresbreite – messen. „Wir zeigen, dass unser Modell die Aktivität des Verstärkers genau beschreibt“, sagt Göpfert.

Die Kopplung zwischen Schwingkörper und Kanal wird in dem Modell als Feder widerspiegelt. Wird durch die Bewegung der Antenne die Feder gedehnt, öffnen sich Ionenkanäle. Dadurch wird die Feder entspannt und die Bewegung erleichtert. Dies wiederum wirkt zurück auf die Antenne, sie schwingt weiter aus sobald sich die Kanäle öffnen. Um die Kanäle wieder zu schließen und die Feder zu spannen, braucht das System Energie. Wie die Wissenschaftler zeigen konnten, wird dies durch kleine Bewegungsmotoren realisiert. „Über das Zusammenspiel zwischen Motoren und Kanälen wird Energie in das System gepumpt und so die Schwingungen der Antenne verstärkt“, erklärt Göpfert.

In weiteren Experimenten konnten die Wissenschaftler zeigen, dass die Motoren bei leisen Tönen am effektivsten arbeiten und hier die Verstärkung maximal ist. Wird das Ohr mit einer bestimmten Frequenz angeregt, so wird die Sensitivität für diese Frequenz mit jeder einzelnen Schwingung verstärkt. Auf diese Weise können die Fliegen – genau wie wir – auch bei leisen Tönen unterschiedliche Frequenzen sehr gut auseinanderhalten. „Mit unseren Experimenten konnten wir zeigen, wie das Zusammenspiel zwischen Ionenkanälen und molekularen Motoren das Verhalten eines ganzen Ohres prägt“, so Göpfert.

Quelle: Nadrowski B, Albert JT, Göpfert MC. *Curr. Biol.* 2008 Sep 23;18(18):1365-72.

## Was riecht die Biene?

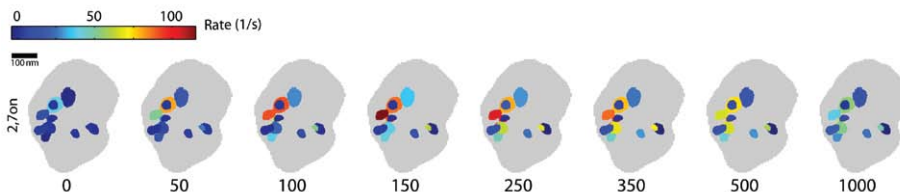
Bienen haben einen ausgeprägten Geruchssinn, den sie nicht nur zur Ortung von Futterquellen nutzen, sondern auch zur Kommunikation. Mit selbst produzierten Duftstoffen teilen sie sich beispielsweise Informationen über die Brutpflege mit. Während selbst produzierte Kommunikationssignale aus nur einzelnen oder sehr wenigen chemischen Komponenten bestehen, handelt es sich bei dem Duft von Blumen oder anderen Umweltsignalen typischerweise um ein komplexes Duftgemisch. „Für die Biene könnte es von Bedeutung sein, diese beiden Duftklassen schnell voneinander zu unterscheiden“, sagt Martin Nawrot vom Bernstein Zentrum für Computational Neuroscience und der Freien Universität Berlin. Gemeinsam mit Randolph Menzel und Sabine Krofczik, beide Wissenschaftler der gleichen Forschungseinrichtungen, konnte er nun zeigen, wie eine solche Klassifizierung auf neuronaler Ebene umgesetzt wird.

Bienen riechen mit ihren Antennen. Neurone in den Antennen werden durch Duftstoffe angeregt – das heißt: sie werden elektrisch aktiv – und leiten diese Information an den Antennallobus weiter, die erste Verschaltungsebene der Geruchsinformation im Gehirn. Alle Informationen, die im Antennallobus verrechnet werden, gelangen über eine begrenzte Anzahl von ca. 900 Projektionsneuronen in höhere Gehirnbereiche. „In diesen Neuronen müssen alle Geruchsinformationen, die für die Biene wichtig sind, enthalten sein“, erklärt Nawrot. Diese Neurone wurden von Sabine Krofczik in der experimentellen Arbeitsgruppe von Randolph Menzel durch aufwändige elektrische Ableitungen untersucht.

Zunächst einmal untersuchten die Wissenschaftler die Reaktion der Neurone auf einzelne Duftkomponenten. Sie zeigten, dass die Neurone sowohl einen räumlichen als auch einen zeitlichen ‚Code‘ nutzen, um Duftstoffe zu entschlüsseln. Ein ‚zeitlicher‘ Code manifestiert sich in der Reihenfolge neuronaler Aktivierung. „Im Bruchteil einer Sekunde werden die Neurone wie kleine Lampen angeschaltet“, erklärt Nawrot, „man weiß seit kurzem, dass die Tiere gelernte Gerüche tatsächlich so schnell erkennen können“. Aber auch das Maß, wie stark welche Neurone auf den Duftstoff reagieren – das Muster der Leuchtkraft der Lampen – gibt Auskunft über die Duftidentität. Dieses ‚räumliche‘ Signal hält länger an und kann darüber hinaus auch die Konzentration des Duftstoffes kodieren: reagieren alle Neurone insgesamt stärker, ist die Konzentration höher.

Wie aber reagieren die Neurone nun auf Gemische von Stoffen? Hier fanden die Wissenschaftler deutliche Unterschiede in verschiedenen Typen von Projektionsneuronen. m-Projektionsneurone reagieren auf ein Gemisch von Stoffen etwa so stark wie ihre stärkste Antwort auf die Einzelkomponenten. „In der Kombination der m-Neurone wird also das gesamte Komponentengemisch dargestellt“, sagt Nawrot. Die Aktivität der l-Projektionsneurone hingegen wird typischerweise unterdrückt, wenn mehr als nur eine Duftkomponente vorhanden ist. „Die unterschiedliche Verarbeitung im l- und m-Pfad zeigt, dass im Bienenhirn eine Zuordnung des Geruchs in die Gruppe einfacher Düfte und die Gruppe komplexer Gemische besteht“, so erklärt Nawrot das Resultat, „die Biene könnte demnach sofort zwischen einem Kommunikationssignal und einem Umweltsignal – wie etwa eine Futterquelle – unterscheiden“.

[Krofczik S, Menzel R & Nawrot MP. Frontiers in Computational Neuroscience 2:9 \(2009\)](#)



*Räumlich-zeitliches Muster der neuronalen Reaktion. Die Aktivität der Projektionsneurone (farbkodiert) ist auf den Antennallobus*



# Wie Vögel planvoll handeln lernen

Durch Erfahrung lernen wir, den Dingen eine Bedeutung beizumessen – wir lernen, dass man an einem Stoppschild oder an einer roten Ampel anhalten muss. Oft haben, wie in diesem Beispiel, Objekte ganz unterschiedlichen Aussehens eine ähnlich „verhaltensrelevante Bedeutung“, wie es im Fachjargon heißt. Für jedes planvolle Handeln ist die Fähigkeit, Objekte nach verhaltensrelevanten Kriterien klassifizieren zu können, eine wesentliche Voraussetzung. Wissenschaftler um Janina Kirsch und Onur Güntürkün von der Universität Bochum sowie Ad Aertsen vom Bernstein Zentrum und der Universität Freiburg haben untersucht, wie verhaltensrelevante Kategorien im Gehirn von Vögeln während des Lernprozesses entstehen.

In ihren Experimenten trainierten die Wissenschaftler Tauben, auf Bilder, die ihnen gezeigt wurden, mit einer bestimmten Verhaltensweise zu reagieren. Genauer: sahen die Vögel eine Herzform oder einen Blitz, sollten sie „schnäbeln“, das heißt: den Schnabel bewegen. Erfüllten sie diese Aufgabe richtig, wurden sie belohnt. Sahen sie hingegen ein Dreieck oder ein Kreuz, erhielten sie nur dann eine Belohnung, wenn sie den Schnabel still hielten. Während der Versuchsdurchführung registrierten die Wissenschaftler die Aktivität einzelner Nervenzellen im „Nidopallium caudolaterale“ (NCL) der Vögel, einer Gehirnregion, von der man annimmt, dass sie für das Planen von Handlungen zuständig ist und damit ähnliche Funktionen übernimmt wie der „präfrontale Cortex“ in Säugetieren und Menschen.

Die Wissenschaftler untersuchten zwei Tauben, eine „Anfänger“-Tauben und eine „erfahrene“ Taube, die bei der Lösung der Aufgaben schon mehr Übung hatte. Im NCL beider Tauben reagierte die Mehrzahl der Neurone entsprechend des



*Taube mit Gehirn  
(relative Lage)*

*Pigeon with brain  
(relative location).*

© Oliver Wrobel

Verhaltens, das durch die Bilder angezeigt wurde. Sie reagierten beispielsweise nur in Versuchsdurchläufen, in denen das Tier schnäbeln sollte – egal ob dabei ein Herz oder ein Blitz gezeigt wurde. In dieser Gehirnregion ist die Information demnach anhand verhaltensrelevanter Kriterien repräsentiert.

Unterschiede zwischen Neuronen des Anfänger-Tiers und des erfahrenen Tiers zeigten sich sowohl in der Schärfe der Unterscheidung als auch im Zeitpunkt ihrer Reaktion. Bei der Anfänger-Taube reagierten die Zellen meist sehr viel später im Versuchsablauf, als bei dem erfahrenen Tier – erst während sie ihre Belohnung erhielt. „Das Tier interpretiert sein Verhalten im Nachhinein und die Neurone reagieren entsprechend“, erklärt Kirsch diese Beobachtungen. „Das erfahrene Tier hingegen, weiß schon direkt bei der Präsentation des Bildes, welche Verhaltensanweisung dieses enthält. Die Zellen reagieren also schon zu diesem Zeitpunkt entsprechend der Verhaltenskategorien.“ Die Ergebnisse geben wichtige Hinweise darauf, wie die Bedeutung von Objekten und Bildern gelernt und im Gehirn der Vögel repräsentiert wird.

Quelle : Kirsch JA, Vlachos I, Hausmann M, Rose J, Yim MY, Aertsen A & Güntürkün O. Behav Brain Res. 2009 Mar 2;198(1):214-23



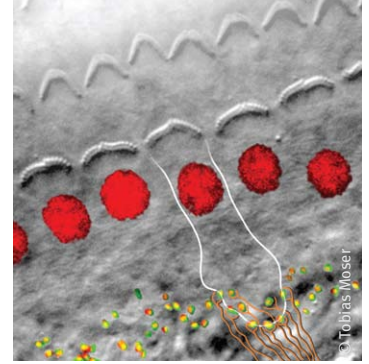
# Zwischen Lärm und Flüstern

Das menschliche Gehör ist in der Lage, ein immenses Spektrum an Lautstärken wahrzunehmen. So drückt beispielsweise der Lärm eines startenden Jumbojets hunderttausendmal stärker auf unser Trommelfell, als das Summen einer Mücke. Dennoch können wir beides, wenn auch nicht gleichzeitig, bestens hören. Wie bringt es das Ohr aber fertig, eine dermaßen breite Palette von Lautstärken abzudecken? Wissenschaftler des Bernstein Zentrums Computational Neuroscience und der Universitätsmedizin Göttingen haben sich unter der Leitung von Tobias Moser einen der zu Grunde liegenden Mechanismen genauer angesehen. Das Geheimnis liegt offenbar darin, wie die Haarzellen im Innenohr Signale an nachgeschaltete Nervenfasern weitergeben.

Während wir hören, bringen zunächst Schallwellen unser Trommelfell zum Schwingen. Diese Bewegungen werden als Druckwellen innerhalb des Ohres weitergeleitet und setzen schließlich im Innenohr winzige Härchen auf den so genannten Haarzellen in Bewegung. Diese, unsere Hörsinneszellen, wandeln die Druck-bedingten Schwingungen der Härchen in elektrische Signale um. Jede Haarzelle steht wiederum mit bis zu 20 nachgeschalteten Nervenfasern in Kontakt, die diese Signale in Richtung Gehirn weiterleiten. Je nach Lautstärke aktiviert die Haarzelle eine unterschiedliche Anzahl dieser nachgeschalteten Nervenfasern, wobei die Übertragungseffizienz an den Kontaktstellen zwischen Haarzelle und Nervenfasern von entscheidender Bedeutung ist: Diese ist nämlich je nach Kontaktstelle unterschiedlich, mit der Folge, dass manche der Nervenfasern schon bei leisen Tönen, und andere erst bei lauten reagieren.

Wie genau die Haarzellen die unterschiedliche Aktivierung dieser Fasern bewerkstelligen, haben Moser und seine Kollegen im Innenohr von Mäusen untersucht. Dabei konnten sie einen für Nervenzellen recht ungewöhnlichen Mechanismus aufdecken:

*Mikroskopieaufnahme von Haarzellen im Innenohr. Eine Haarzelle mit ihren Kontakten zu Nervenfasern ist schematisch hervorgehoben.*



Während des Auslenkens der Härchen einer Haarzelle verändert sich die elektrische Spannung über ihrer Zellmembran – und zwar umso mehr, je lauter das Signal. Diese Spannungsänderung öffnet Kalziumkanäle, die sich an den Kontaktstellen zu den nachgeschalteten Nervenfasern befinden. Kalzium strömt ins Zellinnere und löst in der Folge die Signalübertragung von den Haarzellen auf die Fasern aus. Die Göttinger Forscher konnten nun zeigen, dass an den unterschiedlichen Kontaktstellen der Haarzelle verschieden viel Kalzium einfließt – obwohl alle Kalziumkanäle das gleiche Signal zur Öffnung (die gleiche Spannung) erhalten. „Diese Unterschiede könnten erklären, warum an einigen Kontaktstellen bereits schwache Signale weitergeleitet werden, während andere Kontaktstellen erst bei stärkeren Signalen aktiv werden“, sagt Moser.

Woher aber kommen diese Unterschiede in der einströmenden Kalziummenge? Mit ihren Experimenten konnten die Wissenschaftler zeigen, dass es hierfür zwei Gründe gibt. Erstens, ist die Zahl der Kalziumkanäle von Kontaktstelle zu Kontaktstelle unterschiedlich. Und zweitens reagieren die Kalziumkanäle in verschiedenen Kontaktstellen unterschiedlich empfindlich auf die anliegende Membranspannung, also letztlich auf Lautstärke. „Die Haarzelle stattet also ihre Kontaktstellen verschieden mit Kalziumkanälen aus, um nachgeschaltete Nervenfasern unterschiedlich stark zu aktivieren und so sowohl die Mücke als auch den Jumbo an das Gehirn melden zu können“, erklären die Wissenschaftler das Ergebnis. Nun wollen sie die Mechanismen hinter den beobachteten Unterschieden in Anzahl und Schaltverhalten der Kanäle genauer untersuchen.

[Frank T, Khimich D, Neef A. & Moser T. PNAS, online 25.02.09](#)

## Die Stoppuhr im Gehirn

Das Gehirn ist ein hochkomplexes Informationsverarbeitungssystem. Wenn wir sehen, hören, oder uns erinnern, werden Informationen in Form von elektrischen Signalen von Nervenzelle zu Nervenzelle weitergegeben – nur so können wir Bilder erkennen und Sprache verstehen. In welcher Form aber sind die Informationen in der Folge neuronaler Impulse enthalten? Kommt es auf die Menge der Impulse an oder auf deren genaues Timing? Diese zentrale Frage der Hirnforschung haben Wissenschaftler um Clemens Boucsein, Bernstein Zentrum für Computational Neuroscience und Universität Freiburg, in Zusammenarbeit mit Martin Nawrot, Bernstein Zentrum für Computational Neuroscience Berlin, am Beispiel der Großhirnrinde mit neuen Methoden genauer untersucht. Sie zeigten: die Nervenzellen reagieren mit einer sehr viel höheren zeitlichen Präzision, als bisher angenommen.

Alle Nervenzellen übertragen Informationen als eine Folge neuronaler Impulse. Aber die Art und Weise, wie sie Informationen in diesen Signalen verschlüsseln und wie diese von nachgeschalteten Zellen ausgelesen werden, unterscheidet sich erheblich. Einige Sinneszellen und Nervenzellen, die Muskeln anregen, nutzen einen so genannten „Raten-Code“: je mehr Impulse pro Zeiteinheit, desto heller das wahrgenommene Licht, lauter der Ton oder desto stärker die verursachte Muskelkontraktion. Andere Zellen wiederum nutzen einen „zeitlichen Code“: hierbei

kommt es nicht auf die Zahl der Impulse an, sondern auf deren exaktes Timing – darauf, ob eine Zelle einen Impuls wenige Millisekunden vor oder nach einer anderen Zelle sendet. Boucsein und seine Kollegen untersuchten, welche der beiden Strategien Zellen in der Großhirnrinde nutzen.

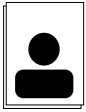
Jede Zelle in der Großhirnrinde erhält viele Signale von anderen, vorgeschalteten Zellen. Wenn Zellen in der Großhirnrinde einen „zeitlichen“ Code nutzen, müssten sie auch in der Lage sein, mit hoher zeitlicher Präzision auf diese Eingangssignale zu reagieren. Um dies zu überprüfen, haben sich Boucsein und seine Kollegen einer neuen Methode bedient, die in ihrem Labor entwickelt wurde. Im Gewebeschnitt messen sie die elektrische Aktivität einer Zelle, während sie deren vorgeschaltete Zellen in einer präzise definierten zeitlichen Abfolge aktivieren. Sie nutzen dabei eine chemische Komponente, die unter dem Einfluss von Licht freigesetzt wird und die Nervenzellen anregt. Mit einem Laser und einem Spiegelsystem werden auf diese Weise die vorgeschalteten Zellen immer wieder in der genau gleichen zeitlichen Abfolge angeschaltet. „Wir waren überrascht, wie reproduzierbar und zeitlich exakt die nachgeschaltete Zelle auf die Folge von Eingangssignalen reagiert“, sagt Boucsein. Das ist alles andere als selbstverständlich. Jedes Signal der vorgeschalteten Zelle muss an langen zellulären Fortsätzen entlanglaufen, auf die nachgeschaltete Zelle übertragen und dort wiederum an den Fortsätzen zum Zellkörper transportiert werden. Bei all diesen Prozessen könnte es – theoretisch – zu zeitlichen Ungenauigkeiten kommen. Dass die Zellen trotzdem so akkurat reagieren, zeigt: sie sind für einen Code, bei dem es auf das exakte Timing ankommt, wie geschaffen. Würden Zellen der Großhirnrinde hingegen einen Raten-Code nutzen, würden sie nach diesen Befunden eher unzuverlässig arbeiten.



© Clemens Boucsein

*Die Stärke der Reaktion einer nachgeschalteten Zelle (schwarz) auf die Aktivierung vorgeschalteter Zellen in dem jeweiligen Bereich des Gewebeschnitts ist farbkodiert dargestellt. Rot: starke, Blau: schwache Aktivierung*

Nawrot MP, Schnepel P, Aertsen A, Boucsein C. *Front Neural Circuits*. 2009;3:1. Epub 2009 Feb 10.



# Andreas Herz

### Was kann Computational Neuroscience leisten?

Damit wir sehen und hören können, müssen Licht und Schall in Nervensignale übersetzt und vom Gehirn verarbeitet werden. Alle Information, die wir über unsere Umwelt erhalten, ist in der elektrischen Aktivität der Nervenzellen enthalten. Wie aber kodieren Nervenzellen, auch Neurone genannt, diese Information? Wie gut werden zum Beispiel akustische Reize in neuronalen Antwortmustern wiedergegeben und welche Eigenschaften der Zellen bestimmen ihre Reaktion? Für manche dieser Fragen hat Andreas Herz, bis Anfang 2008 Koordinator des Bernstein Zentrums Berlin und nun in gleicher Funktion in München, gemeinsam mit seiner Gruppe Antworten gefunden. Und zwar durch Untersuchungen an einem sehr einfachen Modellsystem, dem Gehör des Grashüpfers.

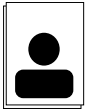
„Es war ein kurviger Weg mit vielen Zufällen“, sagt Herz auf die Frage, wie er als Physiker auf den Grashüpfer gekommen sei. Als er 1987 seine Promotion begann, war es theoretischen Physikern gerade gelungen, mit Hilfe von stark reduzierten Modellen zu erklären, wie große Neuronenverbände sensorische Reizmuster speichern können. Darauf aufbauend lieferte Herz als Doktorand von Leo van Hemmen eine Erklärung dafür, wie ein solches Netzwerk auch Sequenzen von Mustern lernen und assoziativ wiedererkennen kann – ob Sehen oder Hören, jede Wahrnehmung beruht auf einer zeitlichen Abfolge von Einzeleindrücken.

Als Postdoc am Caltech bei John Hopfield untersuchte Herz anschließend Modellneurone, die Eingangssignale bis zu einem gewissen Schwellenwert integrieren und sich dann mit einem kurzen Impuls entladen. Die daraus resultierenden ‚puls-gekoppelten‘ Netzwerke lassen sich direkt mit der Dynamik von Erdbeben vergleichen. Auch hier werden Spannungen langsam aufgebaut, bis eine schnelle Entladung stattfindet. „Auf mathematischer Ebene



war das faszinierend, hinsichtlich der biologischen Relevanz der Modelle aber sehr ernüchternd“, sagt Herz: Kleine Änderungen an Parametern, deren exakte Werte man gar nicht kennt, führen von Eigenschaften, die für Neuronenverbände typisch sind zu solchen von Erdbeben, und umgekehrt. Die Modelle können also gänzlich falsche Vorhersagen liefern – schlimmer noch, man kann ‚richtige‘ Ergebnisse erhalten, wenn mehrere Annahmen falsch sind. Diese Einsicht führte Herz zur Abkehr von Modellen großer Netzwerke und hin zur Analyse von Systemen, die möglichst einfach sind und durch Parameterkombinationen charakterisiert werden können, die an einzelnen Neuronen gemessen werden können und keine Populationsdaten erfordern. Als Professor an der Humboldt-Universität zu Berlin wandte er sich daher ab 1996 dem Hörsystem des Grashüpfers zu, auch deshalb, weil das Labor des Heuschrecken-Forschers Bernhard Ronacher in direkter Nähe lag, woraus sich eine enge Kooperation entwickelte.

Will man verstehen, wie ein akustisches Signal und die daraus folgende neuronale Aktivität zusammenhängen, müssen Wissenschaftler immer wieder beides miteinander vergleichen. In der Arbeitsgruppe von Andreas Herz wurden am Beispiel des Heuschreckenohrs Verfahren entwickelt, die diesen Prozess automatisieren und inzwischen auch in anderen Bereichen der Neurophysiologie Anwendung finden. In einem Feedback-System wird die neuronale Antwort auf einen Sinnesreiz bei laufendem Experiment analysiert und sofort ein neuer Reiz entsprechend des Analyseergebnisses erzeugt. Dies erfordert Computeralgorithmen, die sehr rasch mit der experimentellen Hardware kommunizieren, ein Spezialgebiet des Bernstein-Preisträgers Jan Benda. Zusammen mit Christian Machens, jetzt Professor an der Ecole Normale Supérieure in Paris, untersuchte Herz mit dieser



## WISSENSCHAFTLER IM PORTRÄT

Methode, auf welche akustischen Reize Neurone des Grashüpfers besonders verlässlich reagieren. Die Wissenschaftler zeigten, dass das Gehör der Grashüpfer nicht auf die Sinnesreize optimiert ist, die in der Natur am häufigsten vorkommen, sondern auf solche, die für das Verhalten des Tiers am wichtigsten sind – die eigenen Gesänge.

Tim Gollisch, heute Nachwuchsgruppenleiter am MPI für Neurobiologie in München, hat sich als Doktorand von Andreas Herz der Frage gewidmet, wie der akustische Reiz im Gehör des Grashüpfers in ein elektrisches Signal umgesetzt wird und die einzelnen Schritte quantitativ beschrieben. Er zeigte, dass das Trommelfell nur zwei- bis dreimal schwingt, bevor es wieder zur Ruhe kommt. Ähnlich schnell baut die Nervenzelle biochemische Signale ab, mit denen Informationen übertragen werden. Auf diese Weise kann das Gehör akustische Signale schnell genug verarbeiten und unvoreingenommen auf neue Ereignisse reagieren.

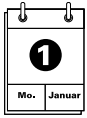
Heuschrecken sind nicht das einzige Untersuchungsobjekt, mit dem sich Herz beschäftigt. Weitere Arbeiten widmen sich beispielsweise dem entorhinalen Kortex – einer Hirnstruktur, die für die Speicherung von Informationen von Bedeutung ist. Hier konnten Herz und seine Kollegen – unter anderem auch die Bernstein-Preisträgerin Susanne Schreiber – zeigen, dass Aktivitätsmuster einzelner Zellen mit Hilfe einfacher phänomenologischer Modelle mit hoher Genauigkeit aus den Zelleigenschaften im Ruhezustand vorhergesagt werden können.

Ein Modell ist nur so gut wie seine Vorhersagkraft. „Fortschritte in der Computational Neuroscience können wir nur erzielen, indem wir Modelle in Frage stellen, wenn sie neuen Daten nicht mehr gerecht werden“, sagt Herz. Damit Neurowissenschaftler dieses Ziel gemeinsam und möglichst effizient angehen können, wurde im Jahre 2005 die ‚International Neuroinformatics Coordinating Facility‘ (INCF) gegründet, deren deutscher Knotenpunkt



‚G-Node‘ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und von Herz koordiniert wird. Ziel von ‚G-Node‘ ist es, den Methoden- und Datenaustausch voranzutreiben, indem Datenformate vereinheitlicht, Analysemethoden zur Verfügung gestellt werden und junge Forscher frühzeitig die Vorteile dieser neuen Wissenschaftskultur kennen lernen. Mit dem Vorläuferprojekt ‚Neuroinf‘, das Herz ebenfalls leitete, konnten Erfahrungen im Bereich der Neuroinformatik gewonnen werden, die nun auf INCF-Ebene weitergeführt werden. Auch dadurch wurde, noch vor der Gründung der Bernstein Zentren, das BMBF auf das Potential Deutschlands in den theoretischen Neurowissenschaften aufmerksam.

Erst durch Modellbildung und mathematische Durchdringung ist es möglich, quantitative Fragen zu stellen. Wie viel Information birgt ein neuronales Signal? Bei welchen Sinnesreizen erzeugt ein Neuron einen Impuls? „Modelle sind immer ein reduziertes und damit unvollkommenes Bild der Natur“, sagt Herz. „Wenn wir jedoch versuchen, ein Modell so einfach wie möglich zu halten und es trotzdem das Verhalten des Neurons vorhersagt, kann man sich recht sicher sein, wesentliche Zusammenhänge verstanden zu haben“. Dagegen haben nach Herz komplexe Modelle meist mehr Parameter als verlässlich aus experimentellen Daten abgeschätzt werden können und gaukeln ein Verständnis vor, das kritischer Prüfung nicht standhält. „Gerade wir Theoretiker sollten uns nicht verführen lassen, vorschnell neue Hypothesen in die Welt zu setzen, die zwar auf den ersten Blick attraktiv erscheinen, aber experimentell nicht wirklich abgesichert sind. Für die langfristige Entwicklung der Neurowissenschaften erscheint es mir wichtiger, etablierte Vorstellungen zu hinterfragen und am soliden Fundament der Neurowissenschaften weiterzubauen. Nur so können wir Schritt für Schritt die Funktionsweise des Gehirns entschlüsseln.“



### Personalia



**Theo Geisel**, Koordinator des Bernstein Center Göttingen, Professor an der Universität Göttingen und Geschäftsführender Direktor des Max-Planck-Instituts für Dynamik und Selbstorganisation, erhält 2009 den Gentner-Kastler-Preis der Deutschen Physikalischen Gesellschaft und der Société Francaise de Physique für seine herausragenden Beiträge zur Nicht-linearen Dynamik.

Geisel wendet die Theorie der Nichtlinearen Dynamik, die in der Öffentlichkeit als Chaos-Theorie bekannt ist, auf komplexe Systeme unterschiedlichster Art an: Er erforscht unter anderem den chaotischen Transport in Halbleiter-Nanostrukturen, die Funktionsweise des Gehirns und wie sich Epidemien ausbreiten.

Quelle: MPI f. Dynamik und Selbstorganisation  
<http://www.ds.mpg.de/Aktuell/pr/20081212>



**Peter Jonas**, Mitglied des Bernstein Zentrums Freiburg und Direktor des Physiologischen Instituts an der Universität Freiburg, wird von der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft mit dem Adolf-Fick-Preis ausgezeichnet. Er gilt als der angesehenste Physiologiepreis im deutschen Sprachraum und ist mit 10.000 Euro dotiert.

In seinen hochkarätigen Arbeiten untersucht Jonas, wie Nervenzellen innerhalb von Gehirnnetzwerken miteinander kommunizieren. Hauptsächlich beschäftigt er sich mit dem Hippocampus, jenem Teil des Großhirns, der eine zentrale Rolle beim Lernen spielt und für komplexe Gedächtnisleistungen verantwortlich ist.

Quelle: Universität Freiburg  
<http://idw-online.de/pages/de/news301257>

**Nicholas Lesica**, Wissenschaftler am Bernstein Zentrum München, wird am Biozentrum der Ludwig-Maximilians-Universität München eine Emmy-Noether-Nachwuchsgruppe einrichten. Die Förderung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft soll herausragenden Nachwuchsforschern den Weg in eine frühe wissenschaftliche Selbstständigkeit eröffnen. Lesica arbeitet seit drei Jahren als Postdoc in der Arbeitsgruppe von Benedikt Grothe.

Lesica wird sich als Gruppenleiter – wie auch schon als Postdoc – der Verarbeitung von Geräuschen im Gehirn widmen. Mithilfe fortschrittlicher experimenteller Technologie wird er untersuchen, wie das Gehirn auch komplexe Geräusche, wie zum Beispiel die menschliche Sprache, verarbeiten kann.

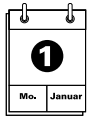
Quelle: LMU / [http://www.uni-muenchen.de/aktuelles/news/forschung/emmy\\_noether.html](http://www.uni-muenchen.de/aktuelles/news/forschung/emmy_noether.html)

### Hirnstrommessung ohne Glibber

Wissenschaftler um Benjamin Blankertz und Klaus-Robert Müller, Fraunhofer-Institut für Rechnerarchitektur und Softwaretechnik FIRST, präsentierten am 9. 12. 2008 auf der Neural Information Processing Systems Conference in Vancouver, Kanada, den ersten Prototypen für ein gelfreies Elektroenzephalogramm (EEG). Die Wissenschaftler sind Mitglieder des Bernstein Zentrums und an der Technischen Universität Berlin.

Herkömmliche EEG-Geräte müssen vor der Messung aufwändig am Kopf der Patienten angebracht werden. Die einzelnen Elektroden werden mit Leitgel gef llt, um den Kontakt zur Kopfhaut herzustellen. Die Einrichtung eines solchen EEG dauert in etwa 30 Minuten. Die Wissenschaftler stellen jetzt eine Alternative vor, die die Anbringung auf ca. zwei Minuten verkürzt. Dazu haben sie kleine nadelförmige Elektrodenstecker sowie eine Referenzelektrode auf einem flexiblen Helm montiert.

Quelle: Fraunhofer FIRST  
<http://www.first.fraunhofer.de/pressemitteilungen?prID=120>



## MITTEILUNGEN UND MELDUNGEN

### VW-Förderung für Modellierung komplexer Systeme

Im Rahmen ihrer Initiative zur Modellierung und Simulation komplexer Systeme hat die VolkswagenStiftung über 400.000 Euro für die Weiterführung des Projekts „Rate theory for driven complex biosystems“ von Peter Hänggi, Universität Augsburg und Lutz Schimansky-Geier, BCCN und Humboldt-Universität zu Berlin bewilligt. Das Projekt befasst sich mit der Computersimulation neuronaler Signalverarbeitung und mit Translokationsprozessen von Biomolekülen.

Quelle: VolkswagenStiftung <http://idw-online.de/pages/de/news293644>

### Bernstein Konferenz

Die jährliche Bernstein Conference on Computational Neuroscience (bisher: Bernstein Symposium Computational Neuroscience) wird dieses Jahr vom Bernstein Fokus Neuro-technologie in Frankfurt

ausgetragen. Die Konferenz wird sich dieses Jahr weiter international öffnen, erwartet werden etwa 300 Teilnehmer.

Weitere Informationen: <http://bccn2009.org/>

### G-Node Winterkurs

Vom 26. bis 30. Januar fand in München der erste Winterkurs des „German Neuroinformatics Node“ (G-Node) statt. Der Kurs ist als jährliche Veranstaltung geplant und bietet Doktoranden und Postdocs praktische Erfahrung in der neuronalen Datenanalyse. Er wurde von Martin Nawrot (BCCN Berlin) organisiert, weitere Lehrende waren Clemens Boucsein (BCCN Freiburg), Alex Loebel (LMU Munich) und Thomas Wachtler (G-Node). G-Node fördert den Austausch neurowissenschaftlicher Daten, stellt Analysemethoden zur Verfügung und bietet regelmäßige Schulungen im Umgang mit verschiedenen neurowissenschaftlichen Tools für junge Wissenschaftler.

Weitere Informationen: <http://www.g-node.org/Teaching/>

Termin, Ort	Termin	Organisatoren	Link
25. March, Göttingen	Inauguration of the Bernstein Fokus Neurotechnologie	F. Wörgötter, T. Niemann (BCCN /BFNT Göttingen)	
25.-29. March, Göttingen	8th Meeting of the German Neuroscience Society	M. Bähr, I. Zerr / with symposia organized by scientists of the Bernstein Network	<a href="http://www.nwg-goettingen.de/2009/">www.nwg-goettingen.de/2009/</a>
22-24 May, Göttingen	Ribbon Synapse Symposium	T. Moser, F. Wolf (BCCN Göttingen), N. Brose	<a href="http://www.rss2009.uni-goettingen.de/">www.rss2009.uni-goettingen.de/</a>
25. - 28. May, Hohenwart	3rd Workshop on Detailed Modelling and Simulation of Signal Processing in Neuron	L. v. Hemmen (BCCN München), G. Wittum (BGCN Heidelberg / Frankfurt)	<a href="http://www.techsim.info/">www.techsim.info/</a>
25.-28.May, Berlin	German-Japanese Workshop	K. Obermayer (BCCN Berlin)	<a href="http://www.nncn.de/termine/japanworkshop/">www.nncn.de/termine/japanworkshop/</a>
5. - 8. June, Berlin	13th annual meeting of the Association for the Scientific Study of Consciousness (ASSC)	J.D. Haynes (BCCN Berlin), M. Pauen, & P. Wilken	<a href="http://www.assc13.com/">www.assc13.com/</a>
18.-23. July, Berlin	CNS*2009 - 18th Annual Computational Neuroscience Meeting	U. Ernst (BGCN Bremen), J.D. Haynes (BCCN Berlin), A. Herz (BCCN München)	<a href="http://www.cnsorg.org/2009/">www.cnsorg.org/2009/</a>
3. - 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>
30.Sept. - 2.Oct., 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>

# Impressum

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

Text, Redaktion:  
Katrin 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

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: Haarzellen im Innenohr. Modifiziert  
nach T. Moser (siehe Seite 8/9)*

## Das Bernstein Netzwerk

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

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

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

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

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

Vorsitzender des Bernstein Projektkomitees / Chairman of the  
Bernstein Project Committee: Prof. Dr. Ad Aertsen  
Stellvertretender Vorsitzender des Bernstein Projektkomitees /  
Deputy Chairman of the Project Committee: Prof. Dr. Theo Geisel

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung