Bernstein Network Computational Neuroscience

Bernstein Newsletter

Aktuelle Publikationen
Farbe in der Welt der Fliege – Ein Gitter im Gehirn – Rechnen mit Neuronen aus Silizium – Roboter mit Insektengehirn – Erinnerungen werden mit „Geocodes“ markiert

Wissenschaftler im Porträt
Wilhelm Stannat

Mitteilungen und Termine
Personalia – Bernstein Konferenz 2014 – Zweiter Bernstein Sparks Workshop in Tutzing – Neues Layout Bernstein Webseite

03/2014

Wie Farbe in die Welt der Fliege kommt

Sowohl die inneren als auch äußeren Rezeptorzellen der unzähligen vielen kleinen Einzelaugen spielen eine große Rolle bei der Farbunterscheidung bei Fliegen.
© Pavel Masek/BCOS

Schmackhafter Brotkrümel oder langweiliges Staubkörnchen? Farbensehen erleichtert das Erkennen von Objekten. Um Farben zu unterscheiden, vergleicht das Gehirn Signale aus Sinneszellen, die durch Licht unterschiedlicher Wellenlänge angeregt werden. Wie aber gelangen Informationen über Farben ins Gehirn einer Fliege? Insekten besitzen Facettenaugen, welche aus vielen Einzelaugen aufgebaut sind. Ein Einzelauge besteht aus acht lichtempfindlichen Sinneszellen oder Photorezeptoren. Sechs von ihnen bilden einen Ring, in dessen Mitte die beiden weiteren Zellen liegen. Bei Fliegen werden die sechs äußeren Rezeptorzellen von Licht über einen breiten Wellenlängenbereich hinweg angesprochen. Da die Wahrnehmung einer Farbe auf der Verarbeitung von spezifischen Bereichen des Lichtspektrums beruht, gingen Forscher davon aus, dass diese Rezeptoren eher für Bewegungssehen zuständig sind. Die beiden inneren Photorezeptoren sprechen hingegen auf jeweils einen engen Wellenlängenbereich des Lichts an – und können damit eindeutige Informationen über Farbzusammensetzungen weiterleiten. Sie galten bisher als alleinige Quelle des Farbsehens der Fliege.

Neurowissenschaftler am Bernstein Zentrum München, dem Max-Planck-Institut für Neurobiologie in Martinsried und der Ludwig-Maximilians-Universität München stellten nun fest, dass diese Annahme revidiert werden muss. „Auch die äußeren Photorezeptoren tragen zur Farbunterscheidung bei der Fliege bei“, sagt Thomas Wachtler, einer der an der Studie beteiligten Forscher. Anhand eines Computermodells simulierten die Biologen die Verarbeitung der Photorezeptorsignale im Fliegenauge – und erkannten, dass die Signale der äußeren Rezeptoren berücksichtigt werden müssen, um die Farbunterscheidungsfähigkeit der Fliegen erklären zu können.

Um die theoretischen Daten zu stützen, untersuchten die Forscher in einem Experiment genetisch manipulierte Fliegen, bei denen nicht alle Photorezeptortypen funktionsfähig waren. So benutzten sie etwa Fliegen, die neben den äußeren Sinneszellen nur eine der beiden inneren farbspezifischen Rezeptorzellen besaßen – und trotzdem zwei Farben unterscheiden konnten. „Dies zeigt, dass das Fliegengehirn Informationen von inneren und äußeren Photorezeptoren zum Vergleich heranzieht“, erläutert Christopher Schnaitmann, Erstautor der Studie. Als die Wissenschaftler bei gesunden Fliegen die Aktivität der Nervenzellen hemmten, welche die Signale der äußeren Rezeptorzellen zum Gehirn weiterleiten, bestätigte sich diese Annahme: Die Fähigkeit der Fliegen, Farbunterschiede wahrzunehmen, war erheblich beeinträchtigt.

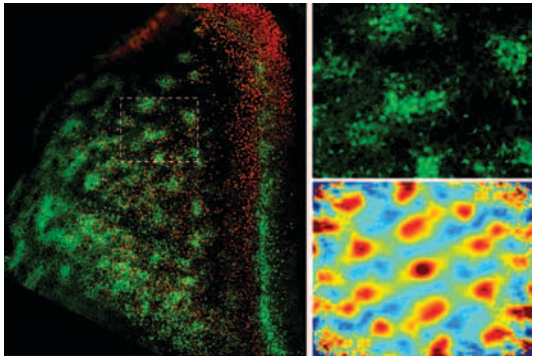
Die äußeren Photorezeptoren scheinen somit wahre Multitasking-Talente zu sein und sowohl zum Bewegungs- als auch Farbsehen der Fliege beizutragen. Diese Doppelrolle ist bei kleinen Tieren durchaus sinnvoll: So ist bei begrenzter Anzahl an Nervenzellen sichergestellt, dass die Fliege trotzdem komplexe visuelle Fähigkeiten besitzt – und leicht einen Brotkrümel von einem Staubkorn unterscheiden kann.

Schnaitmann C, Garbers C, Wachtler T, Tanimoto H (2013): Color discrimination with broadband photoreceptors. Current Biology, 23(23): 2375-82.

Ein Gitter im Gehirn

Um die Entfernung zwischen zwei Orten zu schätzen, orientieren sich Tiere und Menschen mit Hilfe eines inneren Navigationssystems. In Säugetieren sind zwei Hirnteile maßgeblich am Aufbau von solchen räumlichen Repräsentationen beteiligt: Der Hippocampus und die entorhinale Hirnrinde. Diese Hirnstrukturen speichern Sinneseindrücke und repräsentieren sie in Form einer kognitiven Karte, einer mentalen Darstellung der räumlichen Struktur der Umwelt. Die Repräsentation des Raumes in der entorhinalen Hirnrinde ist besonders bemerkenswert: Dort befinden sich sogenannte Gitterzellen (Englisch: *grid cells*). Das sind Nervenzellen, die in räumlichen Gittermustern aktiv sind, wenn sich Tiere fortbewegen. Man nimmt an, dass das Gehirn diese räumlichen Aktivitätsmuster ähnlich einsetzt, wie wir die Gitterlinien auf Stadtplänen oder Landkarten nutzen, um Orte zu lokalisieren oder um Entfernungen zu messen. Unklar war bisher jedoch, wie sich anatomisch im Gehirn ein solches Muster von erregten Nervenzellen bildet.

Ein Team von Wissenschaftlern um den Leibniz-Preisträger Michael Brecht von der Humboldt Universität zu Berlin, dem Exzellenzcluster Neurocure und dem Bernstein Zentrum Berlin hat jetzt ein gitterartiges Netzwerk von Nervenzellen in der entorhinalen Hirnrinde entdeckt. Mithilfe eines Proteins, welches an Kalzium in bestimmten Nervenzellen bindet, machten die Forscher einen kleinen Zellverband sichtbar. Dessen Nervenzellfortsätze bildeten im Raum ein sechseckiges Muster, das eine verblüffende Ähnlichkeit mit den bekannten Gittermustern aufwies. Die an dem Netzwerk beteiligten Neuronenzeigten außerdem den gleichen charakteristischen Aktivitätsrhythmus wie die Gitterzellen, als die Forscher die Nervenzellaktivität in sich bewegenden Tieren maßen.



Ein gitterartiges Nervenzell-Netzwerk (links, vergrößert rechts oben), das in seiner hexagonalen Struktur (rechts unten) den räumlichen Gittermustern ähnelt, die man bei Nervenzellen beobachtet hat. © Science

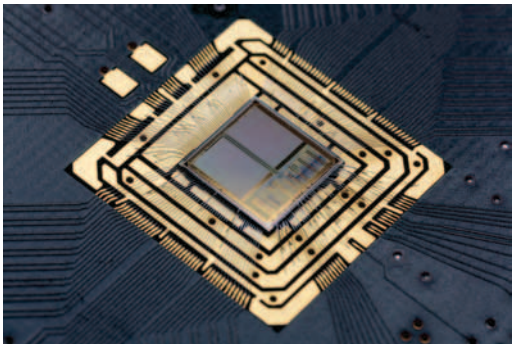
„Wir wissen schon länger, dass das Gehirn Gittermuster nutzt, um die Umwelt zu kartieren. Was wir aber bis jetzt nicht verstanden haben ist, wie das Hirn solche Gittermuster erzeugt. Unser Team hat jetzt die Existenz eines Netzwerks aufgedeckt, das physikalisch so aussieht wie das räumliche Aktivitätsmuster der sogenannten Gitterzellen. Dies könnte darauf hindeuten, dass das von uns entdeckte Nervenzellgitter das zugrundeliegende anatomische Fundament bildet," kommentiert Brecht die in *Science* erscheinende Arbeit.

Die Entdeckung des neuronalen Netzwerks könnte daher zu verstehen helfen, wie unser Gehirn mentale Karten mit Gitterlinien versieht, anhand deren wir räumliche Distanzen abschätzen können. Weiterhin erhoffen sich die Forscher von dem Fund Aufschluss darüber, wie das räumliche Gedächtnis funktioniert – eine Hirnfunktion, die in vielen Demenzerkrankungen beeinträchtigt ist oder verloren geht. Grundsätzlich könnte die Art, wie das Gehirn räumliche Erinnerungen speichert, der entsprechen, wie es Erinnerungen im Allgemeinen bildet: Wie in den Gedächtnispalästen der antiken Griechen könnten Objekte mit räumlichen Informationen verknüpft sein, um als Gedächtnisstütze zu dienen.

Ray S, Naumann R, Burgalossi A, Tang Q, Schmidt H, Brecht M (2014): Grid-layout and Theta-modulation of Layer 2 Pyramidal Neurons in Medial Entorhinal Cortex. Science. Advanced Online Publication.

Rechnen mit Neuronen aus Silizium

Eine Bäckerstube, in der jedes Brötchen vom Gesellen aus dem Korb genommen und dem Meister gereicht wird, damit er es eingetütet dem Kunden überreicht? Undenkbar. Vielmehr arbeiten Gesellen und Meister gleichzeitig um Backwerk zu verkaufen. Ähnlich ist es für Computerprogramme effizienter, Daten parallel zu verarbeiten anstatt sie nacheinander – oder seriell – zu berechnen. Trotzdem sind die meisten Programme immer noch seriell angelegt.



Der neuromorphe Chip mit Neuronen aus Silizium, auf denen die Forscher ihr Netzwerk zur Klassifikation von Daten entwickelt haben.
© Kirchhoff-Institut für Physik, Uni Heidelberg

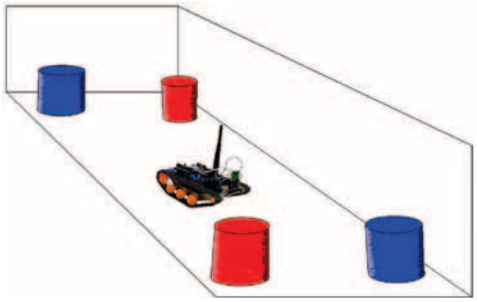
Wissenschaftler von der Freien Universität Berlin, dem Bernstein Zentrum Berlin und der Universität Heidelberg entwickeln nun eine neue Technologie weiter, die auf der parallelen Datenverarbeitung beruht. Beim sogenannten neuromorphic computing übernehmen Neurone aus Silizium die Rechenarbeit auf speziellen Computerchips. Ähnlich wie unsere grauen Zellen im Gehirn sind sie untereinander verknüpft. Wird dieser Verband mit Daten gefüttert, arbeiten alle Silizium-Neurone parallel an der Lösung des Problems. Die genaue Art der Verknüpfung bestimmt hierbei, wie das Netzwerk die Daten verarbeitet. Einmal richtig verknüpft arbeitet das neuromorphe Netzwerk quasi von allein. Die Forscher haben jetzt für einen solchen Chip ein Netzwerk entworfen – ein neuromorphes „Programm“ –, das eine grundlegende Rechenleistung lösen kann: Es ist in der Lage Daten unterschiedlicher Merkmale in Klassen einzuteilen. So kann es etwa handgeschriebene Zahlen erkennen oder anhand von Blüteneigenschaften bestimmte Pflanzenarten unterscheiden.

„Beim Entwurf der Netzwerkarchitektur haben wir uns vom geruchsverarbeitenden Nervensystem der Insekten inspirieren lassen“, erklärt Michael Schmuker, Erstautor der Studie. „Dieses ist von Natur aus für die hochparallele Verarbeitung der komplexen chemischen Welt optimiert.“ Gemeinsam mit Arbeitsgruppenleiter Martin Paul Nawrot und Thomas Pfeil konnte er erstmalig zeigen, dass ein neuromorpher Chip eine solch komplexe Aufgabe lösen kann. Für ihre Arbeit benutzten die Forscher einen Chip mit Neuronen aus Silizium, der am Kirchhoff-Institut für Physik der Universität Heidelberg entwickelt wurde.

Computerprogramme, die Daten klassifizieren können, finden in den verschiedensten technischen Geräten Anwendung, etwa in Smartphones. Den neuromorphen Netzwerk-Chip könnten auch Super-Computer nutzen, die nach dem Vorbild des menschlichen Gehirns gebaut werden, um sehr komplexe Aufgaben zu lösen. Mithilfe ihres Prototyps können die Berliner Wissenschaftler nun auch erforschen, wie sie Netzwerke konstruieren müssen, um den Besonderheiten dieser Gehirn-ähnlichen Computer gerecht zu werden. Eine große Herausforderung dabei ist, dass keine zwei Nervenzellen gleich sind – weder in Silizium noch im natürlichen Vorbild, dem Gehirn.

Schmuker M, Pfeil T, Nawrot M P (2014): A neuromorphic network for generic multivariate data classification. PNAS, published ahead of print January 27

Roboter mit Insektengehirn



Der Roboter in der Arena. Die kleine Kamera nimmt die Objekte auf und leitet die Informationen per Funk an das neuronale Netzwerk. Dort werden sie verarbeitet und die Bewegungsrichtung kontrolliert. © Martin Paul Nawrot

Roboter, die selbständig ihren Weg durch unbekanntes Terrain finden? Nicht mehr ganz so ferne Zukunftsmusik. Forscher am Bernstein Fokus Neuronale Grundlagen des Lernens, am Bernstein Zentrum Berlin und an der Freien Universität Berlin haben einen Roboter entwickelt, der Umgebungsreize wahrnehmen und lernen kann auf sie zu reagieren. Als Vorbild seines Funktionsprinzips diente den Wissenschaftlern das relativ einfach gestrickte Nervensystem von Honigbienen. Dazu installierten sie eine Kamera auf ein kleines Roboterfahrzeug und schlossen es an einen Computer an. Das Computerprogramm bildete dabei vereinfacht das sensomotorische Netzwerk des Insektengehirns nach. Seine Eingangsdaten erhielt es von der Kamera, die – ähnlich einem Auge – visuelle Informationen aufnehmen und weiterleiten konnte. Das neuronale Netzwerk selbst trieb wiederum die Motoren der Roboterräder an – und konnte somit seine Bewegungsrichtung steuern.

Das Besondere an dem künstlichen Minigehirn ist, dass es nach einfachen Prinzipien lernen kann. „Der netzwerkgesteuerte Roboter ist fähig, bestimmte Außenreize mit Verhaltensregeln zu verknüpfen“, sagt Martin Paul Nawrot, Leiter der Studie und Mitglied des Verbundprojektes „Insect inspired robots: towards an understanding of memory in decision making“ im Bernstein Fokus. „Ähnlich wie Honigbienen lernen, bestimmte Blütenfarben mit schmackhaftem Nektar zu assoziieren, erlernt der Roboter, sich auf gewisse Farbobjekte hinzubewegen und andere zu meiden.“

In dem Lernexperiment setzten die Wissenschaftler den netzwerkgesteuerten Roboter in die Mitte einer kleinen Arena. An deren Wänden waren rote und blaue Objekte angebracht. Sobald der Roboter mit seiner Kamera ein Objekt mit der gewünschten Farbe – etwa Rot – anvisiert hatte, lösten die Wissenschaftler ein Lichtsignal aus. Dieses Signal aktivierte eine sogenannte „Belohnungs-Nervenzelle“ im künstlichen Netzwerk. Die Verarbeitung der roten Farbe mit der zeitgleichen Belohnung führte nun zu gezielten Veränderungen in dem Teil des Netzwerks, das die Kontrolle über die Roboterräder ausübte. Die Folge: „Sah“ der Roboter ein weiteres rotes Objekt, so bewegte er sich darauf zu. Blaue Gegenstände führten zu einem Rückzug. „Der Roboter löste seine Aufgabe, ein Objekt in der gewünschten Farbe zu suchen und anzufahren, innerhalb weniger Sekunden“, erklärt Nawrot. „Ähnlich wie in Experimenten mit Honigbienen reichte ein einziger Versuchsdurchgang zum Lernen aus.“

Die aktuelle Studie ist als interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen den Arbeitsgruppen „Neuroinformatik“ (Institut für Biologie) um Martin Paul Nawrot und „Intelligente Systeme und Robotik“ (Institut für Informatik) um Raúl Rojas an der Freien Universität Berlin entstanden. Die Wissenschaftler planen nun, das neuronale Netzwerk weiter auszubauen und um weitere Lernformen zu ergänzen. Dadurch wird das Minigehirn noch leistungsfähiger – und der Roboter noch selbstständiger.

Helgadóttir L I, Haenicke J, Landgraf T, Rojas R., Nawrot M P (2013): Conditioned behavior in a robot controlled by a spiking neural network. 6th International IEEE/EMBS Conference on Neural Engineering (NER), 891 - 894

Video: www.youtube.com/watch?v=Qb_R_E4DPYs

© BCOS

Erinnerungen werden mit „Geocodes“ markiert

Wissenschaftler des Epilepsiezentrums am Universitätsklinikum und des Bernstein Center Freiburg sowie Neurowissenschaftler aus Philadelphia konnten erstmals auf neuronaler Ebene belegen, wie eng Erinnerungen mit Orten verknüpft sind. Sie zeigten, dass das menschliche Gedächtnis Inhalte mit räumlichen Markern belegt, die beim Abruf der Gedächtnisinhalte aktiviert werden.

„Die Grundlage für diesen wesentlichen Erkenntnisschritt zu Mechanismen des menschlichen Gedächtnisses war die einzigartige Möglichkeit, bei Epilepsiepatienten die Aktivität einzelner Nervenzellen aufzuzeichnen und dabei ihre geistige Tätigkeit zu untersuchen“, sagt Andreas Schulze-Bonhage, einer der Studienleiter des internationalen Teams. Der Freiburger Epilepsieforscher führte seine Untersuchungen im Rahmen einer mehrjährigen Kooperation mit einer Forschergruppe um Michael Kahana von der University of Pennsylvania durch. In Freiburg wurden dabei erstmals in Europa die technischen Möglichkeiten geschaffen, um die Aktivität einzelner Nervenzellen beim Menschen zu registrieren.

Als Versuchsteilnehmer an dem Gedächtnisexperiment nahmen Epilepsiepatienten teil, die zur detaillierten Analyse ihrer Anfälle mit einem intrakraniellen EEG untersucht wurden. Während sie entspannt in ihrem Krankenbett lagen, bewegten sie sich in einer virtuellen Wirklichkeit, die – wie in einem Computerspiel – über einen Bildschirm angezeigt wurde. Die in Philadelphia programmierte Virtual Reality zeigte eine Stadt mit Gebäuden, wie Supermarkt, Post und Apotheke. Die Probanden hatten die Aufgabe diverse Gegenstände an bestimmte Orte auszuliefern und sich anschließend an möglichst viele dieser Objekte zu erinnern. Währenddessen wurde die Aktivität ihrer Nervenzellen aufgezeichnet und dann das Aktivierungsmuster, das beim Ausliefern an bestimmten Orten auftrat, verglichen mit dem, welches beim Erinnern der dort verwendeten Gegenstände entstand.

Die Wissenschaftler fanden heraus, dass unmittelbar bevor sich die Probanden an ein Objekt erinnerten, im Gehirn die räumliche Information des damit assoziierten Auslieferungsortes reaktiviert wurde. „Es ist bereits seit einiger Zeit bekannt, dass sogenannte *place cells* den Ort einer Person kodieren. Wir haben nun herausgefunden, dass diese Nervenzellen auch eine wichtige Rolle bei Gedächtnisprozessen spielen“, erklärt Schulze-Bonhage. So war es möglich, anhand der Aktivität der *place cells* vorherzusagen, welches Objekt einem Probanden als nächstes einfallen würde.

Die Einbeziehung räumlicher Informationen in Gedächtnisinhalte erklärt, weshalb Erinnerungen, die mit demselben Ort verknüpft sind, gemeinsam reaktiviert werden können. Dies zeigt einmal mehr die enge Interaktion unterschiedlicher kognitiver Leistungen – hier der räumlichen Orientierung und des Gedächtnisses – im menschlichen Gehirn. Die Studie wurde unterstützt von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, dem Bundesministerium für Bildung und Forschung und den US-amerikanischen National Institutes of Health und in der renommierten Fachzeitschrift *Science* publiziert.

Text: Universitätsklinikum Freiburg (mod.)

Miller J F, Neufang M, Solway A, Brandt A, Trippel M, Mader I, Hefft S, Merkow M, Polyn S M, Jacobs J, Kahana M J, Schulze-Bonhage A (2014): Neural Activity in Human Hippocampal Formation Reveals the Spatial Context of Retrieved Memories. Science 342, 1111-1114.

Wilhelm Stannat

Wie gelingt es einer einzelnen Nervenzelle, tausende Signale gleichzeitig zu verarbeiten? Welche Auswirkungen haben zellinterne Schwankungen oder zufällige äußere Einflüsse, wie thermisches Rauschen, auf diesen Prozess? Diese und ähnliche Fragen beschäftigen Wilhelm Stannat am Bernstein Zentrum Berlin, wo er seit 2011 die neu geschaffene Professur „Mathematische Stochastik – Stochastische Prozesse in den Neurowissenschaften“ inne hat. Forschungsschwerpunkt des 1968 in Westfalen geborenen Mathematikers sind stochastische partielle Differenzialgleichungen. Diese eignen sich besonders gut für die Beschreibung komplexer dynamischer Systeme wie neuronale Netzwerke. Außerdem lassen sich mit stochastischen Methoden große und umfangreiche medizinische Datensätze auswerten, wie sie in modernen Diagnoseverfahren entstehen. Die Stochastik ist ein Teilgebiet der Mathematik, zu dem die Wahrscheinlichkeitstheorie und die Statistik gehören.

„Als ich während meines Hauptstudiums in Bonn in die Stochastik eingeführt wurde, war das eine Art ‚Erweckungserlebnis' für mich“, erklärt Wilhelm Stannat, der schon in seinen Jugendtagen ein ausgeprägtes Interesse für Mathematik gezeigt hat. „Die Stochastik erschien mir wie eine komplett neue mathematische Sprache“. Recht schnell war ihm klar, dass es diese Richtung war, die er weiterverfolgen wollte. In seiner Diplom- und später Doktorarbeit beschäftige er sich vor allem mit der stochastischen Analysis in unendlichen Dimensionen, die unter anderem in der Finanzmathematik zur Untersuchung von Preisprozessen am Finanzmarkt angewandt werden kann. Für seine Promotion an der Universität Bielefeld, wohin er seinem Doktorvater Michael Röckner zwei Jahre zuvor gefolgt war, wurde er im Jahre 1996 mit dem Dissertationspreis der Westfälisch-Lippischen Universitätsgesellschaft ausgezeichnet. Seitdem versucht Stannat in seiner Forschung vor allem drei Anwendungsbereiche zu berücksichtigen: populationsgenetische Modelle, Fluiddynamik und Signalverarbeitung unter Einfluss von Unsicherheiten. „Aus diesen Anwendungen heraus versuche ich dann die relevante Theorie weiterzuentwickeln“, erklärt der Mathematiker.

© Wilhelm Stannat

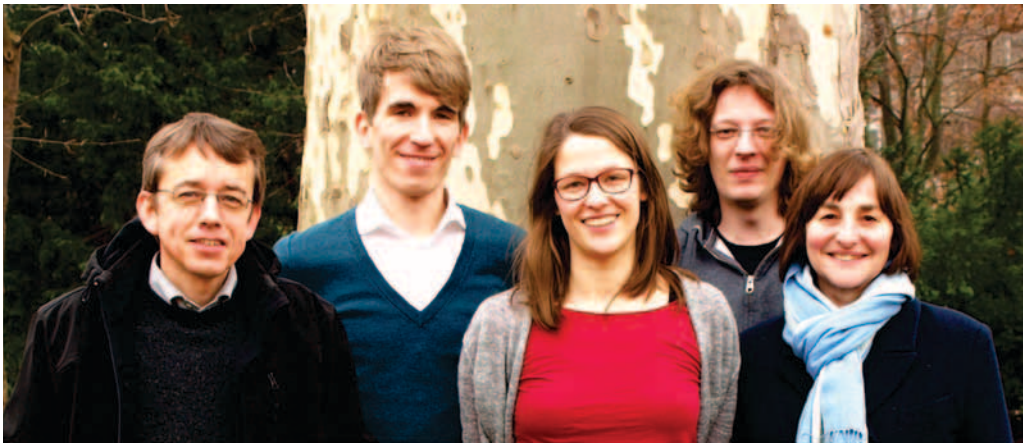
Dabei hat sich Stannat zunächst den populationsgenetischen Modellen gewidmet und untersucht wie verschiedene Einflüsse – wie Mutation und Selektion – auf Gensequenzen wirken können. Als Stipendiat verbrachte er um die Jahrtausendwende ein Jahr bei Professor S. R. Srinivasa Varadhan am Courant Institute of Mathematical Sciences an der New York University. „Eine wahre Koryphäe auf seinem Gebiet“, freut sich Stannat, „und auch menschlich hat mich sehr beeindruckt, wie er souverän über den typischen wissenschaftlichen Kleinfehden stand und nicht ständig auf seinen eigenen Vorteil bedacht zu sein schien.“ Varadhan war es auch, der ihn ermutigte, langfristig einen aka-demischen Karriereweg einzuschlagen.

Zurück in Deutschland habilitierte Stannat an der Fakultät für Mathematik der Universität Bielefeld im Jahr 2002 und folgte vier Jahre später dem Ruf an die Technische Universität Darmstadt als Professor für Stochastik am Fachbereich Mathematik. Hier begann er sich mit der Fluiddynamik und der Signalverarbeitung unter dem Einfluss von Unsicherheiten zu beschäftigen – letztere zunächst noch in technischen Anwendungen, später in neuronalen Modellen. Die Neurowissenschaften sind eines der prominentesten Anwendungsbereiche der Stochastik. „Zu

meinem jetzigen Forschungsschwerpunkt bin ich allerdings eher zufällig über eine Zusammenarbeit mit Ralf Galuske und Gordon Pipa vom Bernstein Fokus Neurotechnologie in Frankfurt gekommen“, beschreibt Wilhelm Stannat. „Stochastische *integrate and fire* Modelle als klassische Probleme der Stochastik waren mir schon lange bekannt – mit ihnen gerechnet habe ich zum ersten Mal vor fünf Jahren“. Eine deutliche Wende in seinem Lebenslauf: Seit seiner Berufung an das Bernstein Zentrum und die TU Berlin im Oktober 2011 befasst sich Stannat ausschließlich mit neuronalen Modellen.

Wilhelm Stannat interessiert sich dabei für stochastische Prozesse in neuronalen Modellen auf allen Ebenen: einzelne Nervenzelle, Netzwerke und das gesamte Gehirn. Zum einen will er Gleichungen vereinfachen, die Neurowissenschaftler für ihre Analysen verwenden, ohne dabei den wesentlichen Informationsgehalt zu verlieren. Stannat erläutert: „Praktisch sieht das so aus, dass ich mir etwa anschaue, wie wir die Simulation von Ionenkanälen am Rechner schneller machen können. Wie können wir die zugrundeliegenden Algorithmen so optimieren, dass die Gleichungen in kürzerer Zeit berechnet sind?“ Zum anderen fasziniert den Neurowissenschaftler auch insbesondere der Übergang zwischen den einzelnen Ebenen. Wie kann man aus der Aktivität einzelner Ionenkanäle Rückschlüsse auf das gesamte Membranpotential der Nervenzelle ziehen – unter Berücksichtigung zufälliger Einflüsse? Bisher fehlte hier eine exakte Mathematik, die dies beschreibt. „Meist werden Daten in ein Modell eingefüttert und man erhält im Anschluss einen Output“, erklärt Stannat. „Neben dem reinen Simulationsergebnis will man aber auch eine Begründung für das Resultat haben – welches im Endeffekt mehr ist als nur die bloße Summe seiner Eingangsdaten“. Mithilfe seiner stochastischen Handwerkzeuge ist es Stannat möglich, das Typische aus den Dynamiken der Modelle herauszuarbeiten und Gleichungen zu entwickeln, die sie beschreiben. Dadurch gelingt es dem Mathematiker, die verschiedenen neuronalen Dimensionen zu verbinden. Langfristig arbeitet Wilhelm Stannat daran, genau elaborierte Modelle für die Datenverarbeitung bereitzustellen. „Ich möchte eine Brücke schlagen zwischen Mathematik und Neurowissenschaften“, erklärt Stannat. Für die Zukunft baut er auf Kooperationen mit theoretisch und experimentell ausgerichteten Neurowissenschaftlern um die Signalverarbeitung innerhalb und zwischen Nervenzellen zu untersuchen.

In der Hauptstadt fühlt sich Stannat sehr wohl: „Berlin ist eine erstklassige Adresse für die mathematische Forschung in Deutschland. Meine Stelle bietet daher die optimale Gelegenheit, um die Neurowissenschaft mit der Mathematik zu verbinden“. Auch privat hat der Wissenschaftler längst in seiner neuen Heimat Fuß gefasst. Gemeinsam mit seiner Ehefrau und den beiden 7 und 9 Jahre alten Söhnen erkundet er am Wochenende besonders gern die Museen der Stadt.



Gemeinsam mit seiner Arbeitsgruppe untersucht Wilhelm Stannat stochastische Prozesse in neuronalen Modellen auf allen Ebenen.
© Martin Sauer

Personalia

Marlene Bartos und **Arvind Kumar** (beide Bernstein Center und Albert-Ludwigs-Universität Freiburg) sind Mitglieder im renommierten *Network of European Neuroscience Institutes* (ENI-NET). Marlene Bartos leitete die Bewerbung der Freiburger Gruppe und ist deren Teamleiter. Arvind Kumar ist – zusammen mit weiteren Freiburger Wissenschaftlern – als Nachwuchswissenschaftler an der Gruppe beteiligt.
www.nncn.de/de/neues/nachrichten/freiburger-forscher-in-eni-net-aufgenommen

Michael Frotscher (Bernstein Center Freiburg, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf) erhielt die Jacob Henle-Medaille der Medizinischen Fakultät der Georg-August-Universität Göttingen, die jährlich für herausragende, medizinisch relevante wissenschaftliche Leistungen vergeben wird.
www.nncn.de/de/neues/nachrichten/michael-frotscher-erhaelt-jacob-henle-medaille

Jürgen Hennig (BFNT Freiburg-Tübingen, Universitätsklinikum Freiburg) erhielt die Ehrendoktorwürde der Universität Maastricht für seine Forschungen zur Magnetresonanztomographie.
www.nncn.de/de/neues/nachrichten/juergen-hennig-erhaelt-ehrendoktorwuerde

Knut Holthoff, **Christian Hübner** (beide BFNL visuelles Lernen, Universitätsklinikum Jena) und **Stefan Kiebel** (D-USA Kooperation, BCCN Berlin, Universitätsklinikum Jena) sind an einem neuen Schwerpunktprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Untersuchung der Vernetzungsprozesse im Gehirn beteiligt.
www.nncn.de/de/neues/nachrichten/forscher-aus-jena-an-schwerpunktprogramm-beteiligt

Ivana Kajic, Masterstudentin im Computational Neuroscience Programm am BCCN Berlin und studentische Mitarbeiterin in der Arbeitsgruppe von Klaus Obermayer (BCCN Berlin, BFNT Berlin, BFNL komplexe Lernvorgänge, BCOL Gedächtnis-Netzwerk, D-USA Kooperation), erhielt den DAAD-Preis für hervorragende Leistungen ausländischer Studierender an der TU Berlin für das Jahr 2013.
www.nncn.de/de/neues/nachrichten/ivana-krajic-erhaelt-daad-preis

Katja Reinhard, Doktorandin bei Thomas Münch (BCCN und CIN Tübingen, Eberhard Karls Universität Tübingen) erhielt den mit 12.500 Pfund dotierten *Lush Prize 2013* für ihre wissenschaftlichen Untersuchungen an menschlicher Netzhaut.
www.nncn.de/de/neues/nachrichten/katja-reinhard-erhaelt-lush-prize-2013

Wolf Singer (BFNT und MPI für Hirnforschung Frankfurt) wurde mit der Cothenius-Medaille der Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina für sein herausragendes wissenschaftliches Lebenswerk ausgezeichnet.
www.nncn.de/de/neues/nachrichten/wolf-singer-erhalt-cothenius-medaille

10. Bernstein Konferenz findet in Göttingen statt

Die Bernstein Konferenz (www.bernstein-conference.de) ist das zentrale Forum des Bernstein Netzwerks, das sich im Laufe der Jahre zu der größten jährlich in Europa stattfindenden Konferenz im Bereich der Computational Neuroscience entwickelt hat und ein internationales Publikum aus aller Welt anzieht.

Die diesjährige Bernstein Konferenz wird vom BFNT Göttingen unter der Leitung von Florentin Wörgötter organisiert und findet vom 2. – 5. September in Göttingen statt. Bereits zum zweiten Mal wird vor der Konferenz – dieses Jahr am 2. und 3. September – eine Workshopserie veranstaltet. Die Workshops bieten ein informelles Forum für die Diskussion aktueller Forschungsfragen und -herausforderungen. Insbesondere kontroverse Themen, offene Probleme und Vergleiche konkurrierender Ansätze sollen hierbei angesprochen werden. Die Hauptkonferenz wird vom 3. – 5. September abgehalten.

Wie in den vergangenen Jahren wird zu Beginn der Hauptkonferenz der Bernstein Preis bekanntgegeben und überreicht. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung vergibt den Preis zum neunten Mal an einen hochqualifizierten Nachwuchswissenschaftler mit herausragenden Forschungsideen im Bereich der Computational Neuroscience. Der Preis ermöglicht – mit einer Fördersumme von bis zu 1,25 Mio € über 5 Jahre – die Etablierung einer eigenständigen Nachwuchsgruppe an einer deutschen Universität oder Forschungseinrichtung. Journalisten können sich während einer Pressekonferenz über den Preisträger sowie dessen Forschung informieren.

Der Valentino Braitenberg Preis wird im Rahmen der Bernstein Konferenz zum zweiten Mal für herausragende Forschung vergeben, die zur Aufklärung der funktionellen Bedeutung von neuronaler Dynamik und Hirnarchitektur beiträgt. Auch die Preiszeremonie des 5. Brains for Brains Awards – ein Nachwuchspreis in Computational Neuroscience des Bernstein Computational Neuroscience e.V. – wird während der Bernstein Konferenz 2014 stattfinden. Die Bewerbungsfrist hierfür ist der 25. April (www.nncn.de/de/bernstein-verein/brains-for-brains-2014).

In einem Abendvortrag mit Tamim Asfour vom *Karlsruhe Institute of Technology* am 4. September ist auch die allgemeine Öffentlichkeit eingeladen Neues aus der Forschung zu erfahren.
www.bernstein-conference.de

Opening Lecture
Larry Abbott
Nathaniel Sawtell

Sensory Coding/ Decoding
Fritjof Helmchen
Christian Machens
Maneesh Sahani
Jan Schnupp

Optogenetic Analysis of Cortical Computations
Mriganka Sur
Adam Kepecs
Timothy H. Murphy

Bernstein Conference 2014

Neuroprosthetics
Dario Farina
Daniel Palanker
Bernd Meyer

Neural Control of Action Selection
Bijan Pesaran
Michael N. Shadlen
Paul Cisek

Public Lecture
Tamim Asfour

Public PhD Student Event
Giulio Tononi
Joseph Levine

2. Bernstein Sparks Workshop in Tutzing abgehalten

Vom 2. – 4. Dezember 2013 fand der zweite Bernstein Sparks Workshop zum Thema „Neuroengineering the Brain: from Neuroscience to Robotics… and back“ in Tutzing statt.

Über 60 führende Wissenschaftler, Postdocs, Doktoranden und Firmenvertreter, die in den Grenzgebieten zwischen Computational Neuroscience und Systemtechnik mit einem Fokus auf den Bereich Robotik arbeiten, diskutierten derzeit verfügbare neuromorphe Computing Ansätze, die in zukünftigen technischen Systemen anwendbar sein werden. Durch den Workshop konnte die Sichtbarkeit von realistischen, großskaligen neuronalen Simulationen in Verbindung mit *closed-loop* Robotiksystemen, die adäquate, reale Stimuli darstellen, erhöht werden. Auch der Transfer von computationaler Neurotechnologie (Algorithmen und Hardware) in den Bereich der Robotikforschung wurde mit Hilfe des Workshops unterstützt.

Die lokalen Organisatoren des Workshops waren Jörg Conradt und Gordon Cheng (beide BCCN und TU München) sowie Susanne Schneider und Stefan Ehrlich (beide TU München). Unterstützt wurden sie von der Bernstein Koordinationsstelle (BCOS) und dem *Center of Competence Neural Engineering* (www.neuroengineering.de) der TU München.

Bernstein Sparks Workshops bilden ein Forum für den intensiven Dialog zwischen weltweit führenden Experten zu aktuellen Forschungsthemen, in denen sich neue wissenschaftliche Entwicklungen abzeichnen. Sie sollen helfen, wissenschaftliche Schlüsselprozesse zu „zünden“ und damit Durchbrüche in der Forschung bzw. der Erschließung neuer Anwendungsgebiete zu befördern.

www.nncn.de/de/neues/nachrichten/2-bernstein-sparks-workshop-in-tutzing-abgehalten

Bernstein Netzwerk Webseite in neuem Layout

Die Webseite des Bernstein Netzwerks präsentiert sich seit Dezember 2013 in einem neuen Design. Besuchen Sie die neu gestaltete Bernstein Netzwerk Webseite unter der bekannten URL:

www.nncn.de

Die neue Webseite wird freundlicherweise auf den Servern von G-Node bereitgestellt, dem deutschen INCF-Knoten und einem der zentralen Infrastruktur-Komponenten des Bernstein Netzwerks.

www.nncn.de/de/neues/nachrichten/bernstein-netzwerk-webseite-in-neuem-layout

Termine

Termin	Titel	Organisation	URL
10.–16. März 2014, deutschlandweit	Bernstein Veranstaltungen während der Brain Awareness Week 2014	Mitglieder des Bernstein Netzwerks sind (Ko-) Organisatoren	www.nncn.de/en/news/events/baw2014
19.–23 März 2014, Berlin	30. Internationaler Kongress für Klinische Neurophysiologie (ICCN 2014) organisiert in Verbindung mit der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Klinische Neurophysiologie und Funktionale BIldgebung (DGKN)	O. W. Witte (BFNL Visual Learning), R. Dengler	www.iccn2014.de
25. April 2014	Einreichungsschluss des Brains for Brains Young Researchers' Computational Neuroscience Preis 2014	Bernstein Computational Neuroscience e.V.	www.nncn.de/en/bernstein-association/brains-for-brains-2014
20. Juni 2014, München	3. Bernstein Sparks Workshop "Modeling and Signal Processing for Auditory Implants"	B. Seeber, W. Hemmert (beide BCCN München), Competence Center for Neuroengineering und Competence Center Bio-X an der TU München, Bernstein Koordinationsstelle (BCOS)	www.ci2014muc.info/Bernstein-Workshop.708.0.html
1.–4. Juli 2014, Reutlingen	9. „International Meeting on Substrate-Integrated Microelectrode Arrays"	A. Stett (BFNT Freiburg-Tübingen), G. Zeck, I. Digel, N. Gugeler, K. Bellack, NMI Reutlingen, Bernstein Center Freiburg, Multi Channel Systems MCS GmbH (Industriepartner des Bernstein Center Freiburg)	www.nmi.de/de/meameeting
11.–24. Juli 2014, Cold Spring Harbor Laboratory Banbury Conference Center, USA	Kurs "Computational Neuroscience: Vision"	G. Boynton, G. Horwitz, J. Pillow, S. Treue (BCCN und BFNT Göttingen)	http://meetings.cshl.edu/courses/2014/c-visi14.shtml
3.–30. Aug. 2014, Frankfurt am Main	19. „Advanced Course in Computational Neuroscience"	E. Ahissar, D. Jaeger, M. Lengyel, C. Machens, Lokale Organisatoren: J. Triesch (BFNT Frankfurt), H. Cuntz (BPCN 2013)	http://fias.uni-frankfurt.de/accn
25.–27. Aug. 2014, Leiden, The Netherlands	7. „INCF Congress of Neuroinformatics"	International Neuroinformatics Coordinating Facility (INCF)	www.neuroinformatics2014.org
2.–5. Sept. 2014, Göttingen	Bernstein Konferenz 2014 Workshops: 2-3 Sept 2014 Hauptkonferenz: 3-5 Sept 2014	F. Wörgötter (BFNT und BCCN Göttingen, D-J Kooperation), K. Mosch und Y. Reimann (BCCN und BFNT Göttingen), Bernstein Koordinationsstelle (BCOS)	www.bernstein-conference.de
8.–13. Sept. 2014, Split, Croatia	G-Node Sommerschule "Advanced Scientific Programming in Python"	T. Zito (BCCN Berlin, G-Node), Z. Jedrzejewsky-Szmek (G-Node), L. Periša, I. Kajic (BCCN Berlin), I. Balaževic, F. Petkovski	http://python.g-node.org
15.–19. Sept 2014, Hamburg	„International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN)"	S. Wermter, A. E. P. Villa, W. Duch, P. Koprinkova-Hristova, G. Palm, C. Weber (BFNT Frankfurt), T. Honkela, S. Magg, J. Bauer, J. Chacon, S. Heinrich, D. Jirak, K. Koesters, E.Strahl	http://icann2014.org

Das Bernstein Netzwerk

Sprecher des Bernstein Projektkomitees: Andreas Herz

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, info@bcos.uni-freiburg.de

Text, Layout:
Mareike Kardinal, Andrea Huber Brösamle,
Kerstin Schwarzwälder (Mitteilungen und Termine)

Redaktionelle Unterstützung:
Koordinationsassistenten im Bernstein Netzwerk

Gestaltung: newmediamen, Berlin

Druck: Elch Graphics, Berlin

Bildrechte (Mitteilungen und Termine):
Seite 16:
Kumar: Grah / BCF / Universität Freiburg
Hennig: privat
Kajic: TU Berlin / PR / Ulrich Dahl
Seite 17:
Frotscher: Grah / BCF / Universität Freiburg
Knut Holthoff: Schroeder
Reinhard: Lush
Seite 18: Bernstein Koordinationsstelle
Seite 21: Bernstein Koordinationsstelle

Titelbild:

© Pavel Masek

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung