



Aktuelle Publikationen / Recent Publications

Babies handeln gezielt – Gelassen altern – Flexible
Verschaltungen – Orientierungssinn – Nervenzellen im Einklang
*Babies act purposefully – Serene aging – Flexible connections –
Sense of orientation – Neurons in unison*



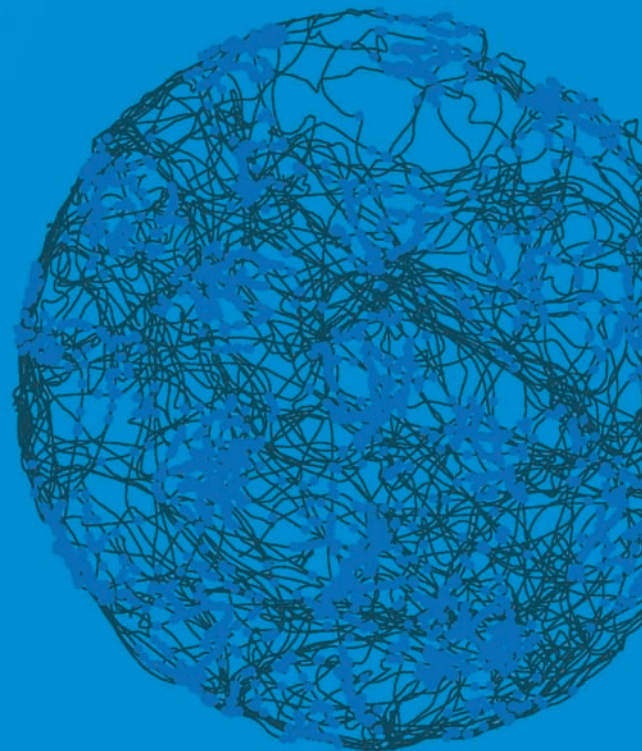
Wissenschaftler im Porträt / Meet the scientist

Ad Aertsen



Mitteilungen und Termine / News and Events

Personalia – Neue Bernstein Facility eingerichtet – Buch über
Honigbienen – Bernstein TV – Bernstein in sozialen Netzwerken
*Personalia – New Bernstein Facility established – Book about
honeybees – Bernstein in social networks*



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 Institut 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. Sechs bis acht Monate alte 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.“



Babies can act on purpose early on

Infants can act purposefully much earlier than developmental psychologists previously believed: At the age of six months, the brains of infants are sufficiently developed that they are able to perform targeted actions through eye movements. This study was performed by a research team from the Bernstein Focus Neurotechnology Frankfurt, the Frankfurt Institute for Advanced Studies and the Goethe University in Frankfurt

Utilizing eye-trackers, the researchers measured the eye movements of infants, which the infants were using to control a computer. After they directly looked at a red dot on the screen, with a delay of 0.6 seconds, a tone and an alternating animal picture was presented. Six to eight-month-old infants learned very quickly to summon the animal picture by gazing on the red “button”. And they could not get enough: Within a minute, the six-month-old infants summoned the image with their eyes about 15 times.

This research provides new insights into early childhood brain development. Up until now, deliberate infant actions were recorded by other movements, such as pointing or pressing a switch. The fine motor skills of the arms and legs, however, develop only at the age of eight to ten months to the extent that the children can perform such movements. Therefore, up to now investigations were not possible at earlier ages.

Gezielte Auswahl: Schon Säuglinge mit sechs Monaten lernen schnell, den richtigen virtuellen "Knopf" für ein Tierbild zu bedienen.

Targeted selection: Already at the age of six months, babies quickly learn to activate the correct virtual button. © Wang/FIAS

The research team led by cognitive scientist Jochen Triesch and the developmental psychologist Monika Knopf has used devices for measuring the eye movements (eye tracker) of the infants, since children are able to precisely control eye movements from the age of about four months. The experiments have shown that the children use these options intentionally: After just a few trials, the children looked at the position of the screen where the new animal picture was expected to appear before it was actually there. Even on a screen with two identical-looking red buttons they soon found out which one makes the animal picture appear and looked specifically towards it – it seems as if they understood this relationship even faster and more accurately than a control group of adult subjects that performed the same test.

Eye tracking enables researchers to study the targeted actions of infants before the development of fine motor skills and language. “With this method, the child’s development can be investigated earlier than before,” explains Triesch, who sees prospects for further work on brain development: “Among other things, we want to know if this method is suitable for even younger babies.”

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 berichten. Schuld daran 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 verhaltenstheapeutischer 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 Verhalten 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.

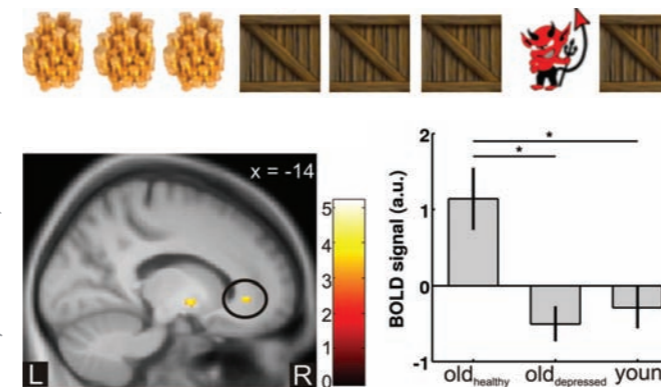
Oben: Computerspiel, bei dem Probanden der Reihe nach Spielfelder aufdecken sollten. Brachen sie vor Erreichen des Teufelchens ab, behielten sie das Erspielte (hier 3 Punkte) und wurden über entgangene Gewinne informiert (weitere 3 Punkte). Unten: Aktivierungsunterschiede im anterioren cingulären Kortex, 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.

Top: Computer game, in which test subjects were to successfully uncover fields. If they quit before reaching the devil, they kept their gains (here: 3 units) but were informed about missed profits (another 3 units). Bottom: Differences in the activity of the anterior cingulate cortex, which is closely interconnected with the neuronal reward system. After a missed chance, this region is upregulated in the healthy elderly as compared to young people and those with late-life depression. This can be best interpreted by use of cognitive regulation mechanisms as protection against regret.

Serenity in older age

Older people can deal with missed opportunities more easily than the young, according to researchers at the University Medical Center Hamburg-Eppendorf and the Bernstein Focus Neuronal Basis of Learning. One reason might be found in a brain region that is important for the link between emotion and control. Its activity is increased in healthy older people when they are confronted with a missed opportunity. This is not the case in young people and people with late-life depression, who can be influenced significantly by missed chances. “The findings could aid the development of behavioral treatments for depression in the elderly,” explains the principal investigator Stefanie Brassen.

“If I’d only...”. Why do older people often react in a more relaxed fashion when faced with missed opportunities and wrong decisions? Motivational lifespan theories explain as follows: The older you are, the less time and fewer opportunities remain to make up for lost chances. Thus, there is more impetus to cope with the situation, rather than regretting the past. Whether or



© Stefanie Brassen/UKE

not there is a neurobiological basis for this adaptive behavior is now being examined by a team around the neuroscientists Stefanie Brassen and Christian Büchel within a project funded by the German Science Foundation (DFG).

Using imaging methods (fMRI), the researchers examined brain activity of healthy young and elderly subjects and of patients with late-life depression while they were playing a simple computer gambling game. The test subjects could gain money or lose recently gained profit. Subsequent to each gain trial, they were shown how much more they could have won, had they taken another decision. How strongly this knowledge influenced their future behavior served as a measure of regret. If the behavior did not change, it was assumed that the decision was not regretted. However, if the test subjects significantly increased or decreased their gambling risk, the researchers accounted this as an indicator for regretting a decision.

Only the healthy elderly subjects did not show signs of regret in response to missed chances, neither in behavior and body functions such as heart beat or sweating, nor in the brain’s reward system. Instead, they responded to missed opportunities with a signal increase in a region in the forebrain, the anterior cingulate cortex (ACC). “This ACC activation can be best interpreted as ‚healthy‘ counter-regulation,” says Brassen. “Not to regret missed opportunities seems to be an important factor for emotional health in age. Here, the investigated region of the brain plays a key role,” explains Brassen. Future therapies for late-life depression and prevention measures might build on these findings.

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 Gehirnareale miteinander verschaltet sind, spielt bei der Informationsverarbeitung eine wichtige Rolle. Durch den Auf- und Abbau der Nervenverbindungen zwischen Hirnarealen 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 Hirnareale 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 äußeren 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

Highly flexible despite hard-wiring

One cup or two faces? What we believe to see in one of the most famous optical illusions changes in a split second; and so does the path that the information takes in the brain. In a new theoretical study, scientists of the Max Planck Institute for Dynamics and Self-Organization, the Bernstein Center Göttingen and the German Primate Center now show how this is possible without changing the cellular links of the network. The direction of information flow changes, depending on the time pattern of communication between brain areas. This re-organization can be triggered even by a slight stimulus, such as a scent or sound, at the right time.

The way how the different regions of the brain are connected with each other plays a significant role in information processing. This processing can be changed by assembly and disassembly of neuronal connections between brain areas. But such events are much too slow to explain rapid changes in perception. From experimental studies, it was known that the responsible actions must be at least two orders of magnitude faster. The Göttingen scientists now show for the first time that it is possible to change the information flow in a tightly interconnected network in a simple manner.

Many areas of the brain display rhythmic nerve cell activity. “The interacting brain areas are like metronomes that tick at the same speed and in a distinct temporal pattern,” says the physicist and principal investigator Demian Battaglia. The researchers were now able to demonstrate that this temporal pattern determines information flow. “If one of the metronomes is affected, e.g., through an external stimulus, then it changes beat, ticking in an altered temporal pattern compared to the others. The other areas adapt to this new situation through self-



Sind es Gesichter oder ist es eine Vase? Weil Netzwerke im Gehirn sehr schnell ihre Organisation ändern können, nehmen wir unterschiedliche Bildelemente wahr.

Are these two faces or a cup? Due to rapid reorganization of networks in the brain, we perceive different elements of the image. © Demian Battaglia/ MPI for Dynamics and Self-Organization

organization, and start playing a different drum beat as well. It is therefore sufficient to impact one of the areas in the network to completely reorganize its functioning, as we have shown in our model,” explains Battaglia.

The applied perturbation does not have to be particularly strong. “It is more important that the ‘kick’ occurs at exactly the right time of the rhythm,” says Battaglia. This might play a significant role for perception processes: “When viewing a picture, we are trained to recognize faces as quickly as possible – even if there aren’t any,” points out the Göttingen researcher. “But if we smell a fragrance reminiscent of wine, we immediately see the cup in the picture. This allows us to quickly adjust to things that we did not expect by changing the focus of our attention.”

Next, the scientists want to test the model on networks with a more realistic anatomy. They also hope that the findings will inspire future experimental studies, as Battaglia says: “It would be fantastic if, in some years, certain brain areas could be stimulated in such a subtle and precise manner that the theoretically predicted effects can be measured by imaging methods.”

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.

[Reifenstein E T, Kempster 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](#)

To the beat of grid cells

To learn how we human beings find our way in the world, neurobiologists have long used rats and mice as model systems. Recently, “grid cells” have been discovered in rodents, that are active when the animal navigates through certain areas of its environment. A grid cell fires whenever the rat or mouse is at a node of an imaginary hexagonal grid, overlaid on the topography of the outside world. In the past, one commonly assumed that the brain computes the animal’s spatial location from the time-course of the grid cells’ average neural activity, as the timing of individual nerve impulses was believed to be too imprecise. However, researchers at the Bernstein Centers Berlin and Munich, Humboldt-Universität zu Berlin and Ludwig-Maximilians-Universität München have now shown the opposite to be true: by taking the time sequence of nerve impulses into consideration, one can determine the animal’s position with twice the accuracy than by the number of impulses alone. The timing pattern is clearly evident already in the grid cell’s activity during a single run. “The animal can, therefore, use the precise temporal information to guide its behavior,” says neuroscientist Andreas Herz, who directed the study.

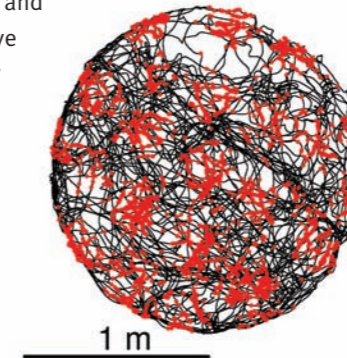
The discovery of grid cells in the laboratory of Edvard Moser (Trondheim) in 2004 has captivated many scientists. Not only do average activity patterns of these cells regularly repeat across space, producing hexagonal grids in the spatial map of firing rates, but their temporal patterns of firing are also elaborate. The

rhythmic activity on a coarse scale, as measured by the local EEG (electroencephalogram), organizes and defines the fine temporal structure of the firing in single grid cells: as the animal approaches one of the imaginary nodes of the hexagonal lattice, the cell first becomes active only during the late phase of the EEG oscillation. As the animal continues to move, the nerve impulses shift in time to ever earlier phases.

Until now, this phenomenon was only observed after averaging the data over many runs of the animal, which allowed doubts regarding its biological relevance.

The new analysis reveals that the temporal shift in a grid cell’s impulses is not only present on single runs, but the shift is even more pronounced than in data pooled over many runs. The results support the view that many brain areas rely on the fine temporal activity pattern of nerve cells and less on the amount of activity. Even if the average activity is maintained at a constant level, neurons can use the dimension of time to encode many different signals and improve the brain’s capacity to process information.

In the course of this study, the researchers re-analyzed data from previous experimental studies from the group of Edvard Moser. The data from this group were made freely available on the Internet, which made further animal experiments unnecessary.



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.

Trajectory (black curved line) of a rat moving in a circular environment, together with the locations where a certain grid cell discharged (red dots). These locations form a hexagonal grid.
© Eric Reifenstein/HU Berlin

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).

Predictions from the model (black curves) correspond very well to the actual correlations that were found in the computer simulation of a neural network (red area).

Neurons in unison

Neurons in local networks often show small correlations between the temporal pattern of their signals, as scientists have often observed in experimental studies. Such observations have been made in many different areas of the brain's cortex. Intuitively, this is not surprising: Each neuron is connected to thousands of neighbors and reacts to their inputs, which leads us to expect correlations in their activity to occur. However, what remained unclear up until now was whether these correlations bear a significance for the function of the network as a processor of information, and to what extent; or whether they are simply a natural consequence of the dense synaptic wiring. A completely satisfying answer to this question is yet unknown.

Theoretical models have shown how the interplay of the activity of excitatory and inhibitory neurons keeps correlations small. This is an important prerequisite for the brain to fulfil its many tasks. Strong correlations – which could occur when inhibitory neurons do not balance the activity of their excitatory counterparts – would result in a situation of synchronous activation of many nerve cells in which no meaningful processing would be possible any more. This is the case, for example,

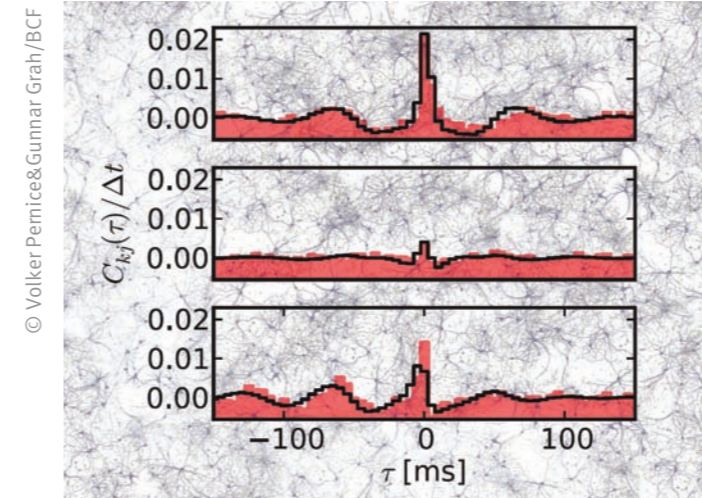
during an epileptic seizure. However, it has been difficult so far to understand how exactly the detailed pattern of connections between neurons affects or counteracts correlations between specific pairs of neurons.

Volker Pernice and colleagues from the Bernstein Center Freiburg have shown in a recent study how correlations can be traced back to synaptic connections (Pernice et al., *PLoS Comput Biol*, 2011). Their new publication characterizes correlations in networks of “leaky integrate-and-fire neurons” – a widely used simplified model of neurons. Mathematically, the networks were approximated as a linear system – a technique that can describe many nonlinear systems for a limited operating regime with high fidelity.

This theory has for the first time enabled the scientists to understand the influence of different connectivity patterns on the collective dynamics of the neurons even in models of larger networks. The model could be used to better assess the origin of correlations that are observed in local networks: Whether these are natural side effect resulting from the network structure, or whether the strength of the correlations allows the assumption of further interactions with the input signal.

Text: Volker Pernice and Gunnar Grah, Bernstein Center Freiburg

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



© Volker Pernice&Gunnar Grah/BCF



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 Eingangreize also nicht einfach linear auf. Es musste reizabhängige nichtlineare Effekte geben, die wohl aus den Wechselwirkungen zwischen den Nervenzellen im Netzwerk stammten. Damit war



© Gunnar Grah/BCF

klar: Um die Arbeitsweise des Gehirns zu verstehen, darf man 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.

▶ Seite 14



Ad Aertsen

As a young physics student at Utrecht, Ad Aertsen was not particularly thrilled by the “classical” areas of his field. So he started roaming adjacent fields such as philosophy of science and biophysics. Probably thanks to the fact that much of the neurophysiological research in Holland was conducted in physics departments, he finally found his favorite research subject in the brain. This topic offered plenty of open and exciting questions to which he could apply the tools of physics and math.

During his doctoral studies with Peter Johannesma in Nijmegen, Aertsen began to study hearing in cats and frogs. The researchers followed an approach that actually nowadays still appears quite up-to-date: they sought to relate the response properties of neurons in the auditory system to the animals’ natural environment – their “acoustic biotope”. Already in those early days they applied complex and natural stimuli, next to conventional technical stimuli like pure tones and noise. This allowed them to study how the brain translates properties of environmental stimuli into neuronal activity, i.e., how stimuli are “encoded” in the brain. On the other hand, it also offered the opportunity to “decode” the neural activity, i.e., to reconstruct the sensory environment from the neuronal activity.

Ad Aertsen found out that the response properties of neurons (their “receptive fields”) were not static but dynamic, i.e., they could change with time and with stimulus conditions. The nerve cells apparently did not just linearly add up the incoming stimuli. Rather, there had to be stimulus-dependent, non-linear effects, most likely originating from interactions between nerve cells in the neural network. This insight made clear that, to understand brain function, one could not limit oneself to studying single nerve cells, but rather had to study many neurons simultaneously.

But that strategy brought new problems. Instead of trains of action potentials (‘spikes’) of individual nerve cells, the researchers now had to deal with a whole mess of multiple, simultaneous neuronal spike sequences. With his colleague Michael Erb, Aertsen invented a “device” to make this problem accessible to the senses: Their “neurophone” (a present for the 60th birthday of Valentino Braitenberg) translated the spikes of different neurons to tones of different pitch, such that one could listen to a whole choir of neurons and, maybe, might identify repeating patterns of brain activity as recurring melodies.

As a subjective experience, that was all quite nice, but how would it be possible to evaluate and quantify these patterns more objectively? To this end, as a postdoc with George Gerstein, Philadelphia, USA, Aertsen started to develop appropriate data analysis methods such as the “joint-PSTH” and “gravitational clustering”. These methods could not only deal with the activity of individual neurons, but also assessed the behavior of whole groups of neurons and neuronal interactions, and by that made a whole new dimension of the nervous system accessible.

Simulations of neuronal networks proved to be an enormously helpful tool for testing and calibrating these methods. By simulating networks with known connectivity and subjecting the simulated activity to the analysis tools, one could efficiently check whether and under what conditions the methods arrived at the correct conclusions regarding network structure and interactions.

Neural network simulations have a further advantage: they can be used as an “electronic playground” to systematically vary the structure of a network and observe the effects on network activity and dynamics. This made it possible to design computer experiments to address fundamental questions in

▶ page 15



Indem man Netze mit bekannter Verschaltungsstruktur simulierte und die simulierte Aktivität den Analysemethoden unterwarf, 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 ein-

setzen lassen, sondern auch Hinweise auf Gründe und mögliche Therapieoptionen für neurologische Erkrankungen liefern können. Hat man herausgefunden, welche Merkmale eines Netzes 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.

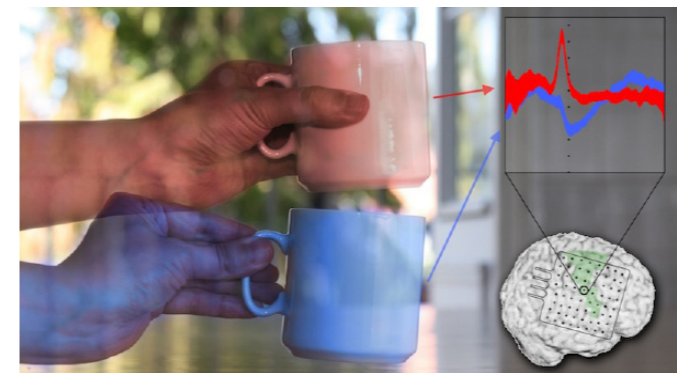
Noch vor 20 Jahren hätte niemand vorhergesehen, dass sich aus der akademisch anmutenden Frage nach dem neuronalen Code in relativ kurzer Zeit solch konkrete medizinische Anwendungsperspektiven ergeben würden – ein schönes Beispiel dafür, wie die Grundlagenforschung immer wieder unerwartete Ausblicke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



neurophysiology such as: How does the propagation of neuronal signals depend on network structure? What can one learn from this about the function of these networks and the neural codes presumably entailed therein? Can the functions of different brain areas be deduced from differences in their structure? What impact do activity dependent learning mechanisms have on the development of neural networks and their functions?

In spite of all his enthusiasm for realistic detail, though, Aertsen reminds us that researchers must not forget one basic principle. “Models and simulations must be as simple as possible and only as complex as necessary, not the other way around”. Otherwise, one runs the risk of creating monstrosities like Salman Rushdie described them in his book “Haroun and the Seas of Stories” as “M2C2D for P2C2E: machines too complicated to describe for processes too complicated to explain”. That would not get us any further in our quest for understanding brain function.

Research has shown that “slim” simulations incorporating the key biological principles can not only be used for investigating the healthy brain, but may also provide hints regarding the causes of and even possible therapies for neurological diseases. Once you figured out which critical characteristics of a network give rise to



pathological changes in brain activity, one can test in the same simulations which possible interventions could guide the activity back into the normal regime – precisely what Arvind Kumar, Ad Aertsen and colleagues are now trying for the basal ganglia in Parkinson’s disease.

Aertsen and his group also achieved major progress in applying their data analysis methods towards medical application. They recognized early on that the questions on encoding and decoding of brain activity they started asking decades ago opened up exciting new medical options. If one is good enough at decoding environmental stimuli, or, in the case of the motor system, intended movements from neuronal activity, one should also be able to develop neural prostheses that can replace lost body functions by reading out brain activity. That is also why Aertsen participates in the Freiburg Brain-Machine Interface Initiative that investigates how motor neuroprostheses may provide paralyzed people with some motor abilities. Although still under development, such systems are already being tested in first clinical trials in various locations worldwide and could, in the future, significantly increase the quality of life of many patients.

Twenty years ago, no one would have predicted that the seemingly academic question for the neural code would in a relatively short time give rise to such concrete perspectives for medical applications – a perfect example of how basic science keeps opening up new vistas that turn out to be of immense practical use for our daily lives.

Dekodierung von Greifbewegungen für motorische Neuroprothesen: Die in blau dargestellte Bewegung geht mit einer deutlich anderen Hirnaktivierung einher als die rot dargestellte Bewegung.

Decoding of grasping movements for motor neuroprostheses: The grasp depicted in blue entails a clearly different brain activity than the one depicted in red.

Personalia

Niels Birbaumer (BFNT Freiburg-Tübingen, Eberhard Karls Universität Tübingen) erhielt am 27. Januar 2012 die Ehrendoktorwürde der Universität Complutense 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 (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

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, Ingenieurswesen und

Innovation weltweit zum Nutzen aller Völker voranzutreiben. AAAS gibt auch die Fachzeitschrift „Science“ heraus. www.aaas.org/aboutaaas/fellows/2011.shtml

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



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

Niels Birbaumer (BFNT Freiburg-Tübingen, University of Tübingen) was awarded on January 27, 2012, the honorary doctorate of Complutense University, Madrid, Spain, for his pioneering work in the development of Brain Computer Interface systems for clinical applications. www.bcf.uni-freiburg.de/news/awards/20120130-birbaumer

Alexander Borst (BCCN München, BCOL Network Simulation, MPI of Neurobiology, Martinsried) was elected member of the Bavarian Academy of Sciences. The Bavarian Academy of Sciences was founded in 1759 and is one of the oldest and largest science academies in Germany. www.neuro.mpg.de/99839/1203_BorstBAW (in German)

Dario Farina (BFNT and University of Göttingen) receives for the project DEMOVE 2.4 Mio. € over the next five years from the European Research Council (ERC). With DEMOVE, Farina wants to establish a basis for directly connecting computer-controlled prostheses to the nervous system. <http://idw-online.de/de/news469116> (in German)

Michael Frotscher (Bernstein Center Freiburg, University Medical Center Hamburg-Eppendorf) was elected Fellow in the section neuroscience of the “American Association for the Advancement of Science” (AAAS). The AAAS is a non-profit organization dedicated to advancing science, engineering, and innovation throughout the world for the benefit of all people. AAAS is also publisher of the scientific journal “Science”. www.aaas.org/aboutaaas/fellows/2011.shtml

Personalia



Niels Birbaumer (BFNT Freiburg-Tübingen, University of Tübingen) was awarded on January 27, 2012, the honorary doctorate of Complutense University, Madrid, Spain, for his pioneering work in the development of Brain Computer Interface systems for clinical applications. www.bcf.uni-freiburg.de/news/awards/20120130-birbaumer

Alexander Borst (BCCN München, BCOL Network Simulation, MPI of Neurobiology, Martinsried) was elected member of the Bavarian Academy of Sciences. The Bavarian Academy of Sciences was founded in 1759 and is one of the oldest and largest science academies in Germany. www.neuro.mpg.de/99839/1203_BorstBAW (in German)



Dario Farina (BFNT and University of Göttingen) receives for the project DEMOVE 2.4 Mio. € over the next five years from the European Research Council (ERC). With DEMOVE, Farina wants to establish a basis for directly connecting computer-controlled prostheses to the nervous system. <http://idw-online.de/de/news469116> (in German)

Michael Frotscher (Bernstein Center Freiburg, University Medical Center Hamburg-Eppendorf) was elected Fellow in the section neuroscience of the “American Association for the Advancement of Science” (AAAS). The AAAS is a non-profit organization dedicated to advancing science, engineering, and innovation throughout the world for the benefit of all people. AAAS is also publisher of the scientific journal “Science”. www.aaas.org/aboutaaas/fellows/2011.shtml



Christian Leibold (BCCN Munich, BFNL: Plasticity of Neural Dynamics, German-US-American Collaboration: Munich - San Diego, Ludwig-Maximilians-Universität München) organizes a special issue of the journal “Network: Computation in Neural Systems”, with the topic “Neural Network Simulation”. Deadline for manuscript submission is June 17, 2012. www.nncn.de/nachrichten-en/leiboldcallforpapers

Eberhard Zrenner (BCCN and University Hospital Tübingen) was awarded the honorary doctorate of the Naresuan University for his commitment to the advancement of ophthalmology at this state-run Thai University. The honorary doctorate was presented by princess HRH Maha Chakri Sirindhorn of Thailand on December 19, 2011. www.medizin.uni-tuebingen.de/Presse_Aktuell/Pressemeldungen/2012_01_13.html (in German)

© Images p.12/13: C. Leibold: GSN-LMU; E. Zrenner: University Hospital Tübingen; A. Borst: GSN-LMU; M. Frotscher: Gunnar Grah, Bernstein Center Freiburg

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 Netzwerks Computational Neuroscience angeschlossen wird. Die Facility stellt dem Bernstein Netzwerk Expertise, Hilfestellung und Beratung bei der Softwareentwicklung für Supercomputer, bei der Integration von neuen Daten in großskalige Modelle und bei der Beantragung von Rechenzeit am Jülicher Supercomputing Centre zur Verfügung.

[URL PM](#)



„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/

New Bernstein Facility Simulation and Database Technology

In November 2011, the Helmholtz Society decided to establish a „Simulation Laboratory Neuroscience“ at Research Center Jülich. Its purpose is to act as an interface between the Jülich Supercomputing Centre (JSC) and the neuroscience community, and to foster the usage of the Jülich computing resources in neuroscience. Starting 2013, the new facility will be funded by the Helmholtz Society.

Since Supercomputers work differently than regular computers, neuroscientists will need to adapt the simulations of brain processes to their specific needs and possibilities in order to make optimal use of the Jülich computer power. The Simulation Laboratory Neuroscience offers researchers the opportunity to adapt and optimize their programs together with experts on computational neuroscience, data analysis, anatomy, virtual reality and supercomputing. In addition, the facility will advance the further development and standardization of theoretical models in the field of brain research.

Within the framework of the „Simulation Laboratory Neuroscience“, a “Bernstein Facility: Simulation and Database Technology“ will be established. Upon proposal by Research Center Jülich and decision of the Bernstein Project Committee, the new facility will be integrated into the Bernstein Network. The facility offers the network expertise, assistance and consulting services in developing software for supercomputing, integrating new data into large-scale models and in applying for computing times at Research Center Jülich.

[URL PM](#)

„Brain Lab“: the new app for simulating neurons



Gillian Queisser (BCCN Heidelberg-Mannheim, Goethe University Frankfurt), together with Michael Hoffer (Goethe University Frankfurt), developed “Brain Lab” - the first neuron simulator for iPhone and iPad that explains the basics of neuronal electrophysiology and allows to perform simple electrophysiological experiments.

Brain Lab contains two “measuring devices”: a passive integrate and fire neuron model and an implementation of the Hodgkin-Huxley model. The user can stimulate the neuron electrically and can find out how the neuronal response is influenced by changes in the Hodgkin-Huxley parameter settings.



In the near future, a number of substantial extensions are planned that will allow more complex neuronal simulations.

www.nncn.de/nachrichten-en/brainlab/

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 ECVP als renommierte internationale Tagung über visuelle Wahrnehmung vom 25.-29. August 2013 in Bremen abzuhalten.

Überzeugt hat hierbei das innovative Konzept, diese ohnehin schon stark interdisziplinäre Tagung mit dem Gebiet der Computational Neuroscience zu verbinden. Als Schwerpunktthema der ECVP 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/

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 Netzwerkes 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/user/BernsteinNetwork

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!



Bernstein TV launched



Since February 2012, the Bernstein Network is addressing the general public also by video. Under the title “Bernstein TV”, and created by Johannes Faber (Bernstein Coordination Site) in cooperation with Gunnar

Grah (Bernstein Center Freiburg), the series of videos of about 5-minutes each offers insights into current research in the Bernstein Network. Subscribe to Bernstein TV on our newly established YouTube channel:

www.youtube.com/user/BernsteinNetwork

The Bernstein Network in social networks

In order to better inform the national and international audience about the Bernstein Network’s activities, we are now also represented in various social media. Follow us on Twitter, Facebook and LinkedIn® in order to receive all breaking news from the Bernstein Network through your favorite social network!

Follow us on Twitter:

[Nncn_Germany](#)

Find us on Facebook:

[Bernstein Network Computational Neuroscience, Germany](#)

Follow us on LinkedIn®:

[Bernstein Network Computational Neuroscience, Germany](#)

© Images p. 16/17: U. Ernst: Harald Rehling; social media network: Gerd Altmann/pixelio.de; D. Eisenhardt: **wird noch eingefügt**

Computational Neuroscience meets Visual Perception

Udo Ernst (Bernstein Awardee 2010, BGCN and University of Bremen), Cathleen Grimsen and Detlef Wegener were chosen by an international jury to organize the ECVP—a renowned international conference on visual perception—in Bremen on August 25-29, 2013.

Convincing was the innovative concept to connect this already highly interdisciplinary conference with the field of Computational Neuroscience. Computational Neuroscience will be the focus topic of ECVP 2013 and will be represented in tutorials, a symposium with keynote lectures and minisymposia. Interested scientists, in particular members of the Bernstein Network, are cordially invited to submit contributions.

www.nncn.de/termine-en/ecvp2013/

Book publication: Honeybee Neurobiology and Behavior



Giovanni Galizia (left, BFNL Ephemeral Memory, BCOL Olfactory Coding and University of Konstanz), Dorothea Eisenhardt (right, BFNL Memory in Decision Making and Freie Universität Berlin) and Martin Giurfa (CNRS,

Université Paul Sabatier, Toulouse) have edited the book “Honeybee Neurobiology and Behavior”. In this new publication, international experts offer a comprehensive overview over the current state of the art of neuroscientific research on the honeybee.

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



Termine / Upcoming Events

Termin / Date	Titel / Title	Organisation / Organizers	URL
Jun. 4-6, 2012, Osnabrück	Osnabrück Computational Cognition Alliance Meeting	F. Jäkel, P. König, G. Pipa (BFNT Frankfurt)	www.occam-os.de
Jun. 21-24, 2012, Santorini, Greece	AREADNE Conference 2012	N. Hatsopoulos, J. Pezaris, C. Ojakangas, Y. Poirazi, T. Siapas, A. Tolias (BCCN Tübingen)	www.aredne.org
Jun. 28- Jul. 5, 2012, Freudenstadt-Lauterbad	BCCN Tübingen Summer School: Computational Vision	M. Bethge, M. Black, R. Fleming, F. Wichmann (BCCN Tübingen)	www.bccn-tuebingen.de/events/cvss-2012.html
Jul. 10-13, 2012, Reutlingen	8th International Meeting on Substrate-Integrated Microelectrode Arrays	A. Stett (BFNT Freiburg-Tübingen), Günther Zeck, I. Digel, N. Gugeler, K. Burgert, Co-Organizer: Bernstein Center Freiburg	www.nmi.de/meameeting2012
Jul. 14-18, 2012, Barcelona, Spain	8th FENS Forum of Neuroscience with Bernstein Network Information Booth	Federation of European Neurosciences (FENS)	http://fens2012.neurosciences.asso.fr
Jul. 22-28, 2012, Osnabrück	INCF Course: Advanced Statistical Modeling of Neuronal Data	E.N. Brown, G. Pipa (BFNT Frankfurt), S. Kiebel (BCCN Berlin), R. Haslinger	www.advanced-stat-modeling.de
Jul. 30- Aug. 24, 2012, Bedlewo, Poland	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	www.neuroinf.pl/accn
Aug. 26- Sept. 2, 2012, Edinburgh, UK	Edinburgh INCF Summer School in Neuroinformatics	D. Sterratt, M. Herrmann (BCCN and BFNT Göttingen), M. Nolan, E. Hill	www.anc.ed.ac.uk/school
Sept. 2-7, 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,	http://python.g-node.org
Sept. 3-7, 2012, Bochum	Summer School: Neuronal Dynamics Approaches to Cognitive Robotics	E. Bicho, W. Erlhagen, G. Schöner (BFNL Learning Behavioral Models, BGCN Bochum)	www.robotics-school.org
Sept. 3-7, 2012, Göttingen	10th Summer School on Computational Neuroscience	D. Hofmann, A. Palmigiano, M. Puelma-Touzel	www.bccn-goettingen.de/events/cns-course/cns-course
Sept. 6-8, 2012, Heidelberg	2nd Workshop on Computational Properties of Prefrontal Cortex: Prefrontal-Hippocampal Interactions	BCCN Heidelberg-Mannheim	www.nncn.de/termine-en/ws2prefrontalcortex
Sept. 9-12, 2012, Klosterneuburg, Austria	Conference: Sensory Coding & Natural Environment 2012	G. Tkacik, M. Bethge (BPCN 2006, BCCN Tübingen), E. Schneidman	http://ist.ac.at/scne2012
Sept. 10-12, 2012, Munich	5th INCF Congress of Neuroinformatics	INCF, A. Herz, T. Wachtler-Kulla (BCCN Munich, G-Node)	www.neuroinformatics2012.org
Sept. 12-14, 2012, Munich	Bernstein Conference 2012	A. Herz, T. Wachtler-Kulla (BCCN Munich, G-Node)	www.bccn2012.de
Sept. 16-19, 2012, Jena	BMT 2012: 46th DGBMT Annual Meeting	H. Witte, J. Haueisen (BGCN Jena), A. Voss	http://conference.vde.com/bmt-2012/Seiten/Homepage.aspx
Sept. 20-28, 2012, Berlin	Summer School: Neurotechnology	K.-R. Müller (BFNT Berlin, BCCN Berlin, BCOL Neurovascular Coupling)	Website under construction
Oct. 7-12, 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)	www.bcf.uni-freiburg.de/events/conferences-workshops/20121007-nwgcourse
Oct. 29-31, 2012, Berlin	Symposium: Neural Computation: From Perception to Cognitive Function and opening ceremony of the Berlin Center for Advanced Imaging (BCAN)	Research Training Group 1589 „Sensory Computation in Neural Systems“ and BCCN Berlin	www.bccn-berlin.de/Calendar/Events/event/?contentId=3000

Das Bernstein Netzwerk / The Bernstein Network

Chairman of the Bernstein Project Committee: Andreas Herz (Munich)

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).

The National Bernstein Network Computational Neuroscience (NNCN) is a funding initiative of the Federal Ministry of Education and Research (BMBF). Established in 2004, it has the aim of structurally interconnecting and developing German capacities in the new scientific discipline of computational neuroscience and, to date, consists of more than 200 research groups. The network is named after the German physiologist Julius Bernstein (1835-1917).

Impressum / Imprint

Herausgeber / Published by:

Koordinationsstelle des / Coordination Site of the
National Bernstein Network Computational Neuroscience
www.nncn.de, info@bcos.uni-freiburg.de

Text, Layout:

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

Redaktionelle Unterstützung / Editorial Support:

Koordinationsassistenten im Bernstein Netzwerk
Coordination assistants in the Bernstein Network

Gestaltung / Design: newmediamen, Berlin

Druck / Print: Elch Graphics, Berlin

Titelbild: Bewegung (Linie) einer Ratte in einer kreisförmigen Umgebung, zusammen mit den Bereichen, an denen eine bestimmte Gitterzelle aktiv war (Punkte).

Title image: Trajectory (curved line) of a rat moving in a circular environment, together with the locations where a certain grid cell discharged (dots).

© Eric Reifenstein/HU Berlin

