

Julius Bernstein

Die "Membrantheorie" des Physiologen Julius Bernstein (1839-1917, Titelbild) enthielt erstmalig eine biophysikalische Erklärung für die neuronale Erregungsausbreitung an Nervenfasern. Damit etablierte er die erste wirklich quantitative Theorie der Elektrophysiologie. Zu Ehren dieser wissenschaftshistorischen Leistung verlieh das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) den vier geförderten Einrichtungen den Namen "Bernstein-Zentren für Computational Neuroscience".

Für weitere Informationen:

<http://www.bernstein-zentren.de>

Dieser Flyer ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Bildung und Forschung; er wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt.

Herausgeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF),

Referat Publikationen; Internetredaktion, 10115 Berlin

Bestellungen schriftlich an den Herausgeber,

Postfach 30 02 35, 53182 Bonn oder per Tel.: 01805-262302, Fax: 01805-262303

(0,12 Euro/Min.)

Redaktion: DLR PT Gesundheitsforschung

Gestaltung: FOCON GmbH, Aachen

Druckerei: SetPoint Medien, Kamp-Lintfort

Bonn, Berlin 2005

Gedruckt auf Recyclingpapier

Weitergehende Informationen können bezogen werden bei:

Projekträger im DLR, Gesundheitsforschung

Dr. Stephanie Schaerer

Heinrich-Konen-Straße 1

D - 53227 Bonn

Tel: ++49-(0)228 3821 117

Fax: ++49-(0)228 3821 257

stephanie.schaerer@dlr.de

Göttingen: Adaptivität

Das Göttinger Bernstein Zentrum widmet sich besonders der Adaptivität des Nervensystems, die man von der Ebene einzelner Synapsen bis hin zur Ebene kognitiver Prozesse findet. Die Möglichkeit, Kapazitäten des Gehirns adaptiv, also aufgabengerecht und flexibel einzusetzen, ist einer der Gründe für die hohe Geschwindigkeit und Genauigkeit neuronaler Informationsverarbeitung.

Welche Mechanismen liegen dieser Adaptivität zugrunde? Welche Rolle spielt synaptische Dynamik bei der flexiblen Kodierung von Sinnesreizen? Durch welche Mechanismen kann selektive Aufmerksamkeit neuronale Ressourcen auf spezifische Wahrnehmungsleistungen konzentrieren? Dies sind Beispiele für Fragestellungen, deren Beantwortung mathematische Modellbildung und Computersimulation in Abstimmung mit hoch entwickelten experimentellen Methoden verlangt.

Im BCCN Göttinger kooperieren Arbeitsgruppen aus drei verschiedenen Fakultäten der Universität Göttingen (Physik, Biologie und Medizin), dem Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation, dem Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie, dem Deutschen Primatenzentrum und der Forschungsabteilung der Otto Bock HealthCare GmbH in gemeinsamen Projekten. Zur Anwendung kommt damit ein breites Spektrum modernster Methoden von Untersuchungen molekularer Vorgänge an einzelnen Nervenzellen, über bildgebende Verfahren (fMRI), elektrophysiologische, klinische und psychologische Untersuchungsansätze bis zur Computersimulation großer Netzwerke. Die Arbeiten des Zentrums sollen u. a. die Grundlagen für technisch-medizinische Anwendungen wie z.B. intelligente und anpassungsfähige Prothesen schaffen.

Koordinator:

Prof. Dr. Theo Geisel

Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation

Bunsenstraße 10

D - 37073 Göttingen

Tel: ++49 (0)551 5176 400

geisel@mpid.mpg.de

München: Raum-Zeit

Die neuronale Repräsentation der Umwelt im Gehirn hängt nicht nur von räumlichen, sondern insbesondere auch von zeitlichen Parametern ab, d. h. von der Raum-Zeit-Beziehung. Die fundamentalen Fragen der Raum-Zeit-Beziehung werden durch Modellierung und experimentelle Untersuchungen auf neuronaler Ebene an verschiedenen sensorischen Modalitäten (akustisch, vestibulär, visuell) in mehreren Hirnarealen untersucht. Neben zeitlichen Aspekten der Objektbewegung und -lokalisierung werden bei der sensorischen Verarbeitung auch die neuronalen Auswirkungen von passiven im Vergleich zu aktiven Bewegungen berücksichtigt.

Hierzu wird ein breites Spektrum von Modellen (von Kompartiment-Modellen einzelner Neurone und Dendritenbäumen über Netzwerke neuronaler Elemente zu Modellen auf Systemebene) eingesetzt. Experimentelle Ansätze schließen Slices, Einzel- und multiple Zelleitungen, funktionelle Kernspintomographie und Psychophysik ein. Die Forschung konzentriert sich darauf, fundamentale Prinzipien zweier eng verbundener Themen raumzeitlicher Verarbeitung zu entdecken, deren Ergebnisse auch für mögliche technische Anwendungen relevant sind:

- + die Rolle der zeitlichen Koordinierung von Erregungsmustern in neuronaler Informationsverarbeitung und
- + die theoretische und experimentelle Untersuchung von Bewegungsdetektion und Bewegungsverarbeitung

Als Basis der Arbeit dient die hohe zeitliche Auflösung der Entladung einzelner Neurone.

Koordinator:

Prof. Dr. Ulrich Büttner

Ludwig-Maximilians-Universität München

Klinik für Neurologie

Marchionistraße 15, D - 81377 München

Tel: ++49 (0)89 7095 2560

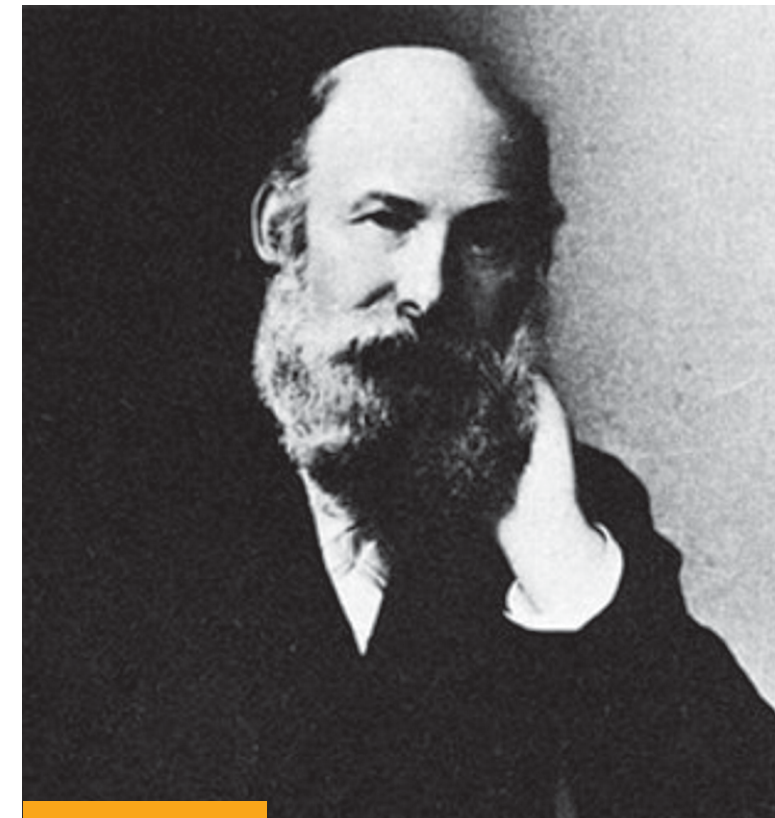
ubuettner@nefo.med.uni-muenchen.de



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Bernstein-Zentren für Computational Neuroscience

**Nationales Netzwerk für
Computational Neuroscience**



FORSCHUNG

Deutschland. Das von morgen.

Nationales Netzwerk

Computational Neuroscience

Denken, Fühlen, Lernen, Erinnern - das menschliche Gehirn

ist eine der komplexesten Strukturen der biologischen

Evolution. Zugleich ist es Sitz mentaler Funktionen wie

beispielsweise der Denkfähigkeit, der Emotionen, des

zielgerichteten Verhaltens und des Gedächtnisses.

Für die Prävention und Behandlung von Erkrankungen des Nervensystems, für die Entwicklung neuartiger, hochleistungsfähiger Computer und für ein verbessertes allgemeines Verständnis biologischer Prozesse ist es erforderlich, die Funktion des Gehirns aus seiner Struktur und neuronalen Dynamik heraus zu erklären.

Von der neuen Forschungsrichtung Computational Neuroscience sind besondere Erkenntnisfortschritte zu erwarten. Sie verbindet Experiment, Datenanalyse und Computersimulation auf der Grundlage wohldefinierter theoretischer Konzepte. Ihr zentrales Anliegen ist die Aufklärung der neuronalen Grundlagen von Hirnleistungen: von der Verarbeitung komplexer Sinnesreize über Lernvorgänge und den Abruf gespeicherter Information bis zur Planung und präzisen Koordination verhaltensrelevanter Bewegungsmuster. Dieser interdisziplinäre Forschungsansatz erfordert die gezielte Zusammenarbeit von Neurowissenschaften, Biologie, Medizin, Physik, Mathematik und Computerwissenschaften.



Im Rahmen der Fördermaßnahme "Nationales Netzwerk Computational Neuroscience" fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) vier Bernstein-Zentren für Computational Neuroscience.

Gemeinsam bilden die vier Bernstein-Zentren das Nationale Netzwerk für Computational Neuroscience. In diesem Netzwerk sind die Zentren verbunden durch den Austausch von Daten, Analysemethoden, Computermodellen und theoretischen Ansätzen. Die Ausbildung junger Wissenschaftler und die Integration der Fachdisziplin "Computational Neuroscience" in die universitäre Ausbildung sind wesentliche Elemente der Bernstein-Zentren.

Berlin: Präzision und Varianz

Das Bernstein-Zentrum Berlin widmet sich einer der wichtigsten neurowissenschaftlichen Fragen: "Wie ist es möglich, dass wir auf Sinnesreize mit höchster Präzision reagieren können, obwohl neuronale Prozesse in unserem Gehirn auf allen Ebenen – Synapsen, Neurone, lokale Netzwerke, und sogar ganze neuronale Systeme – eine starke Varianz der Antworten auf identische Reize zeigen?"

Der augenscheinliche Widerspruch zwischen der Verlässlichkeit unseres Gehirns und der Variabilität neuronaler Prozesse ist direkt bedeutsam für klinische und biotechnologische Anwendungen: Welche Hirnsignale müssen gemessen werden, um kognitive Prozesse zu detektieren, um einen gesunden von einem gestörten Hirnzustand zu unterscheiden, oder um das Lernen durch EEG-Feedback zu verbessern – all dies in Echtzeit und in einem einzigen Versuchsdurchlauf?

Insbesondere interessiert, ob neuronale Variabilität eine unvermeidliche Folge der zugrunde liegenden biophysikalischen Prozesse ist - und damit ein "Rauschen im System". Oder ob diese Interpretation nur widerspiegelt, dass wesentliche Prinzipien neuronaler Informationsverarbeitung noch nicht verstanden sind.

Das BCCN Berlin bietet ein stimulierendes Umfeld für die interdisziplinäre Bearbeitung dieser Fragen. Das Zentrum stellt ein Forum für Kooperationen von experimentellen, klinischen und theoretischen Gruppen dar und wird mit Anwendungen in der Biomedizin und Informationstechnologie einen wichtigen Beitrag zum gesellschaftlichen Gemeinwohl leisten.

Koordinator:
Prof. Dr. Andreas V. M. Herz
Humboldt-Universität zu Berlin
Institut für Biologie
Invalidenstraße 43, D - 10115 Berlin
Tel: ++49 (0)30 2093 9103
a.herz@biologie.hu-berlin.de

Freiburg: Dynamik

Das Gehirn ermöglicht uns die aktive Wechselwirkung mit unserer Umwelt. Geschwindigkeit, Zuverlässigkeit, Anpassungsfähigkeit und Kreativität kennzeichnen die normale Funktion des Gehirns. Dabei ist die Dynamik ein überragendes Merkmal des Gehirns auf allen Ebenen der Betrachtung. Ziel des Bernstein-Zentrums Freiburg ist es, diese multiplen Dynamiken, ihre zugrunde liegenden Mechanismen und funktionelle Bedeutung zu verstehen, sowie neue Einsichten und Techniken auf biomedizinische und neurotechnologische Probleme anzuwenden.

- Die Forschung im BCCN Freiburg konzentriert sich auf:
- + Analyse und Modellierung der dynamischen Prozesse der Hirnaktivität, von mikro- bis makroskopischer Ebene
 - + Verständnis der vom anatomischen Substrat bedingten Einschränkungen und der strukturellen und funktionellen Änderungen durch Entwicklung, Lernen und Anpassung
 - + Biologische Funktion im dynamischen Kontext; Echtzeit-Dekodierung und Kontrolle der Hirndynamik; adaptive Controller neuronaler Prothesen und humanoider Roboter

Darüber hinaus bietet das BCCN Freiburg multi-disziplinäre Ausbildungsprogramme in Computational Neuroscience für Doktoranden und Postdocs, sowie ein Gastforscher-Programm.

Im BCCN-Freiburg kooperieren Arbeitsgruppen aus vier Fakultäten (Biologie, Physik und Mathematik, Medizin, Informatik und Mikrosystemtechnik) der Universität Freiburg, des Universitätsklinikums, sowie zwei international führende Firmen in der Neurotechnologie: Multi Channel Systems GmbH und Honda Research Institute Europe GmbH.

Koordinator:
Prof. Dr. Ad Aertsen
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Biologie III
Schänzlestraße 1, D-79104 Freiburg
aertsen@biologie.uni-freiburg.de
www.bccn.uni-freiburg.de