



## Methodenkurs “Analysis and Models in Neurophysiology“

11.-16. Oktober 2009 am Bernstein Center Freiburg



Computational Neuroscience ist eine fachübergreifende Teildisziplin der Neurowissenschaften, die Forscher aus Biologie, Physik, Mathematik, Medizin, Informatik und den Ingenieurwissenschaften zusammenbringt. Gemeinsam untersuchen sie Funktionsprinzipien und Dynamik von Neuronen, Synapsen, kleinen und großen Netzwerken, bis hin zur Interaktion ganzer Gehirnareale. Dabei arbeiten sie sowohl mit theoretischen Modellen als auch experimentell. Die hohe Interdisziplinarität dieses Forschungsansatzes erfordert die gezielte Aus- und Weiterbildung von Studenten, Doktoranden und Postdoktoranden, die in den einzelnen Fachbereichen oft nicht ohne weiteres möglich ist. Hier setzt der Freiburger Methodenkurs „Analysis and Models in Neurophysiology“ an, der seit 2003 jedes Jahr im Oktober im Bernstein Center an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg stattfindet.

Auch im diesjährigen Kurs konnten sich die Teilnehmer die Grundlagen neuronaler Modellierung sowie Methoden der Analyse neurophysiologischer Daten erarbeiten. Die Vormittage boten dabei Vorlesungen zu diesen Themen, während die Nachmittage praktischen Übungen an Daten aus Modellen und physiologischen Experimenten in „Mathematica“ und „Matlab“ gewidmet waren. Zu Beginn des Kurses stellten die Teilnehmer kurz ihren Werdegang, ihr aktuelles Forschungsprojekt und auch ihre Erwartungen an den Kurs vor. Das erlaubte den 19 angehenden Wissenschaftlern aus

der ganzen Welt, sich schnell gegenseitig kennenzulernen. Den Dozenten diente diese Vorstellungsrunde auch dazu, die Bedürfnisse und den Kenntnisstand der Kursteilnehmer grob einzuschätzen. Während des Kurses thematisierte Prof. Stefan Rotter die elektrischen Eigenschaften von Neuronen und Synapsen und stellte darüber hinaus verschiedene Modelle vor, welche für die Interpretation der Daten von Neuronen und synaptischer Interaktion unentbehrlich sind. Prof. Ad Aertsen erläuterte, was ein „lineares System“ ist, welche Eigenschaften es charakterisiert, was man unter einem Signal versteht und wie ein System Signale verarbeiten kann. Abschließend standen zentrale Konzepte der Systemtheorie (Übertragungsfunktionen, Fourier-Analyse, Korrelations-Analyse, lineare bzw. nicht-lineare Systeme) und deren Beitrag zum Verständnis neuronaler Systeme im Vordergrund. Bei Prof. Ulrich Egert und Prof. Sonja Grün lernten die Teilnehmer schließlich verschiedene konkrete Methoden der Datenanalyse und deren Anwendung kennen. Dabei wurde ein besonderer Schwerpunkt auf die Analyse von Aktionspotenzialreihen einzelner Zellen, lokalen Feldpotenzialen und synaptischer Plastizität gelegt. In einer abschließenden Demonstration erlernten die Teilnehmer den Umgang mit der Matlab-Toolbox FIND (Finding Information in Neuronal Data, <http://find.bccn.uni-freiburg.de/>).

Die nachmittäglichen praktischen Übungen wurden jeweils von drei bis vier

Tutoren betreut, wobei die individuellen Bedürfnisse und praktischen Anwendungsbereiche der Kursteilnehmer im Vordergrund standen und intensiv diskutiert wurden. Durch die einzigartige Kombination von theoretischen Grundlagen und praktischen Methoden lernten die Studenten nicht nur eine große Bandbreite an Konzepten und Werkzeugen zur Datenanalyse kennen, sondern erhielten zusätzliche Denkanstöße zur sicheren Interpretation elektrophysiologischer Daten – eine eminent wichtige Voraussetzung, um die Funktionsweise des Gehirns besser verstehen zu können.

Abgerundet wurde der Kurs durch eine gemeinsame historische Stadtführung und ein anschließendes Abendessen mit Flammkuchen und „neuem Süßen“, zwei



herbstlichen Spezialitäten in Baden, die zwingend verkostet werden müssen. Bei dieser Gelegenheit knüpften die Kursteilnehmer weitere Kontakte untereinander ebenso wie zu den Tutoren und Dozenten des Kurses und schafften so eine gute Grundlage für die zukünftige wissenschaftliche Zusammenarbeit.

Kursteilnehmer und Dozenten waren mit dem Verlauf des Kurses und dem Erkenntnisgewinn sehr zufrieden. Es war eine schöne gemeinsame Zeit, und wir als Veranstalter freuen uns schon auf das nächste Jahr!

### Kontakt

**Dr. Janina Kirsch**  
 Bernstein Center Freiburg  
 Hansastr. 9a  
 79104 Freiburg im Breisgau  
 Tel.: +49 761 203 9575  
 Fax: +49 761 203 9559  
[www.bcf.uni-freiburg.de](http://www.bcf.uni-freiburg.de)  
[kirsch@bcf.uni-freiburg.de](mailto:kirsch@bcf.uni-freiburg.de)

## Lehrerfortbildung der NWG – Fortschritte in den Neurowissenschaften

Seit 2006 beteiligt sich das Bernstein Center Freiburg (BCF) jährlich an der NWG-Fortbildungsreihe für Gymnasiallehrer. In ganztägigen Veranstaltungen referieren Neurowissenschaftler des BCF und der Universität Freiburg über neueste Erkenntnisse ihrer Forschungsgebiete („Computational Neuroscience“ und „Neurotechnology“) und schlagen dabei die Brücke zwischen Schule und Spitzenforschung.

In diesem Jahr fand die Veranstaltung am 5. Oktober 2009 am Erasmus-Gymnasium Denzlingen statt. In seinem Vortrag „Interaktion mit Netzwerken – an der Grenze zum Gehirn“ referierte Prof. Egert über „Aktuatoren“ in der Neurotechnologie. Dies sind Geräte, wie zum Beispiel Cochlea- und Retina-Implantate, die durch elektrische Stimulation neuronale Prozesse induzieren. Reizt man Neurone im Gehirn elektrisch, so wird bei der stimulierten Person eine bestimmte Wahrnehmung hervorgerufen. Allerdings sind die neuronalen Netze dynamisch: Nach jedem Wahrnehmungsprozess wird die Welt anders perzipiert. Somit müssen auch die implantierten technischen Komponenten dynamisch und adaptiv sein. Die neuronalen Antworten auf eine Stimulation sind höchst variabel und abhängig von der Aktivität vor dem Stimulus. Subtrahiert man diese von der evozierten Aktivität, dann sind die neuronalen Antworten höchst zuverlässig. Was neuronale Prothesen daher leisten müssen, ist die Reproduzierbarkeit der Netzwerkantwort durch Adaptation der Stimulationsparameter auf die Grundaktivität.

Der Vortrag von Prof. Fischbach, „Neurodegeneration im Tiermodell“, behandelte die genetischen Grundlagen neurodegenerativer Erkrankungen. Die Erbkrankheit Chorea Huntington z.B. führt zu einer Atrophie von Striatum und Kortex. Dabei entsteht ein neurotoxisches Protein, das letztendlich zur Neurodegeneration führt. Menschen sind aber auch entfernt mit der Fruchtfliege verwandt, was sich darin zeigt, dass sie viele Gene mit ihr gemeinsam haben. Studien zeigen nun, dass dieselben neurodegenerativen Proteine, die beim Menschen zu Erkrankungen wie Alzheimer und Huntington führen, auch in den Fliegen aktiv sind und zur Neuro-

degeneration führen. Somit ist die Fruchtfliege ein gutes Modell zur Erforschung genetischer Ursachen neurodegenerativer Erkrankungen.

Mit seinem Beitrag „Legasthenie und andere Lernprobleme“ griff Prof. Fischer ein Thema von höchster Relevanz für den Schulalltag auf. Legasthenie ist eine neurobiologisch bedingte Störung des Schriftspracherwerbs bei sonst normaler Intelligenz und ausreichender schulischer Erziehung. Augenbewegungen und die Simultanerfassung, d.h. die Anzahl von Objekten, die mit einem Blick erfasst werden können, spielen bei der visuellen Wahrnehmung eine große Rolle, deren Entwicklung beim Eintritt in die Schule noch nicht abgeschlossen ist. Bei Legasthenikern haben diese Funktionen einen Entwicklungsrückstand; beim Lesen ist z.B. der Blicksprung zur nächsten Silbe beeinträchtigt; Wörter und letztendlich der Sinn von Sätzen können nicht erfasst werden. Durch gezieltes Blicktraining kann dieser Entwicklungsrückstand aufgeholt und die Leseleistung verbessert werden.

Mit dem Vortrag von Prof. Schulze-Bonhage „Von der Pathologie zum Verständnis von Hirnfunktionen: Erkenntnisse bei Epilepsiepatienten“ wurde ein klinisches Modell für die Erforschung von Hirnfunktionen vorgestellt. Epileptische Anfälle können uns etwas über die Struktur des epileptischen Areals verraten, da die unterschiedliche Häufigkeit, mit der verschiedene Muskeln betroffen sind, der Größe ihrer kortikalen Repräsentation entspricht. Die Reihenfolge der Aktivität von Muskelgruppen bei Anfällen spiegelt topografische Beziehungen ihrer kortikalen Repräsentation wider. Somit ermöglicht uns die Forschung an Epilepsiepatienten ein besseres Verständnis von Aufbau und Funktionsweise unseres Gehirns.

Der Vortrag von Dr. Kremkow „Das visuelle System als Modell für neuronale Signalverarbeitung“ vermittelte Einblicke in die theoretischen Ansätze neurobiologischer Grundlagenforschung am Beispiel des visuellen Systems. Ein Modell, welches das Zustandekommen unterschiedlicher neuronaler Selektivitäten innerhalb des aufsteigenden visuellen Systems beschreibt, ist das sogenannte „Feed-

Forward-Modell“. Darunter versteht man, dass die Neurone einer Ebene, deren receptive Felder benachbart und überlappend nebeneinander liegen, auf die Eingangszellen im visuellen Kortex konvergieren. Experimentell kann überprüft werden, ob die im Modell angenommene Verschaltung auch im echten Gehirn realisiert ist. Die Rolle des primären visuellen Kortex bei der Verarbeitung natürlicher Stimuli ist allerdings noch weitgehend ungeklärt und wird die Wissenschaftler sicher noch eine Weile beschäftigen.

Mit dem letzten Vortrag von Stephan Waldert „Brain-Computer-Interfaces: Kommunizieren und Computer steuern mit Hirnaktivität, aber auch Gedanken lesen?“ schloss sich der Kreis zum ersten Vortrag. Herr Waldert thematisierte Brain-Machine-Interfaces (BMIs), die neuronale Aktivität auslesen und decodieren, um Geräte wie z.B. einen Computercursor zu bewegen. Direkte Motor-BMIs benutzen die Eigenschaft der Richtungsspezifität der Aktivität einzelner Neurone und Populationen von Neuronen im primären Motorkortex. Mit diesen Signalen kann ein Roboterarm dreidimensional gesteuert werden. Menschen können bereits mithilfe von Elektroenzephalogrammen (d.h. Signalen direkt an der Hirnoberfläche gemessen) einen Computercursor steuern. Abschließend wurde diskutiert, ob das Decodieren der Gehirnsignale wirklich „Gedankenlesen“ ist. Die Signale sind individuell verschieden, BMIs können aber nur decodieren, was sie vorher durch viele Male Analysieren gelernt haben. „Gedanken“ sind glücklicherweise in diesem Sinne zu wenig stereotypisch, um durch BMIs entschlüsselt zu werden.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Beiträge auf großes Interesse stießen und rege diskutiert wurden. Wir freuen uns schon auf die nächste Veranstaltung am 4. Oktober 2010 mit neuen spannenden Fortschritten in den Neurowissenschaften.

### Kontakt

**Dr. Janina Kirsch**  
Bernstein Center Freiburg  
Hansastr. 9a  
79104 Freiburg im Breisgau  
Tel.: +49 761 203 9575  
Fax: +49 761 203 9559  
[www.bcf.uni-freiburg.de](http://www.bcf.uni-freiburg.de)  
[kirsch@bcf.uni-freiburg.de](mailto:kirsch@bcf.uni-freiburg.de)