



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Wege in die Biotechnologie

25 Jahre Nachwuchsförderung



FORSCHUNG

Ideen zünden!

Das Denken verstehen

Die Welt um uns herum nehmen wir so selbstverständlich wahr, dass die Meisterleistung, die das Gehirn dabei vollbringt, oft unerkannt bleibt. Wie unsere grauen Zellen miteinander kommunizieren, untersucht Professor Dr. Ad Aertsen aus Freiburg mit einem interdisziplinären Team. Grundlegende Erfahrungen für die fächerübergreifende Hirnforschung sammelte er als Leiter einer „Projektgruppe Neurobiologie“.

„Das Gehirn ist zu komplex, um es allein den Biologen zu überlassen“, meint Ad Aertsen, der Neurobiologie und Biophysik an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg lehrt. Genauso wenig will er dessen Erforschung aber an die Mediziner oder Mathematiker abtreten. Nur durch die Zusammenarbeit der verschiedenen Fachdisziplinen kann es gelingen, die Funktionsweise aufzuklären, ist Aertsen überzeugt. Denn auch wenn schon viel über den Aufbau des Gehirns und einzelne Vorgänge wie das Sehen oder Hören bekannt ist - wie es im Ganzen funktioniert, ist nach wie vor unklar.

Der gebürtige Niederländer, der seit über 20 Jahren in Deutschland forscht, kam von der Physik über die Neuro-

physiologie zur Neurobiologie. „Ich war auf der Suche nach ungelösten, spannenden Fragen und bin so in der Hirnforschung gelandet“, erläutert Aertsen. Bereits während seiner Doktorarbeit an der Universität Nijmegen misst er an Katzen- und Froschgehirnen, wie einzelne Nervenzellen im Gehirn reagieren, wenn das Tier etwas hört. Wird ein Neuron – so heißen die Nervenzellen - aktiviert, feuert es einen elektrischen Impuls, das so genannte Aktionspotenzial. Erst untersucht Aertsen einzelne Nervenzellen, später als Postdoc in den USA und wieder zurück in Deutschland ganze Gruppen von hundert und mehr Neuronen und stellt fest, wie sie nach verschiedenen Geräuschen schnell, langsam oder mit bestimmten Aktivitätsmustern feuern.

Die Chance, eine interdisziplinäre Gruppe aufzubauen und dann das Gehirn nicht nur wie bisher über Aktionspotenzialmuster, sondern auch anhand theoretischer Modelle zu erforschen, bietet sich in einer „Projektgruppe Neurobiologie“. Aertsen bewirbt sich, sein Konzept überzeugt, und von 1990 bis 1995 stellt er in Kooperation mit den Instituten für Neurobiologie und Neuroinformatik der Universität Bochum eine Gruppe aus Neurobiologen, Physikern und Computerexperten zusammen.

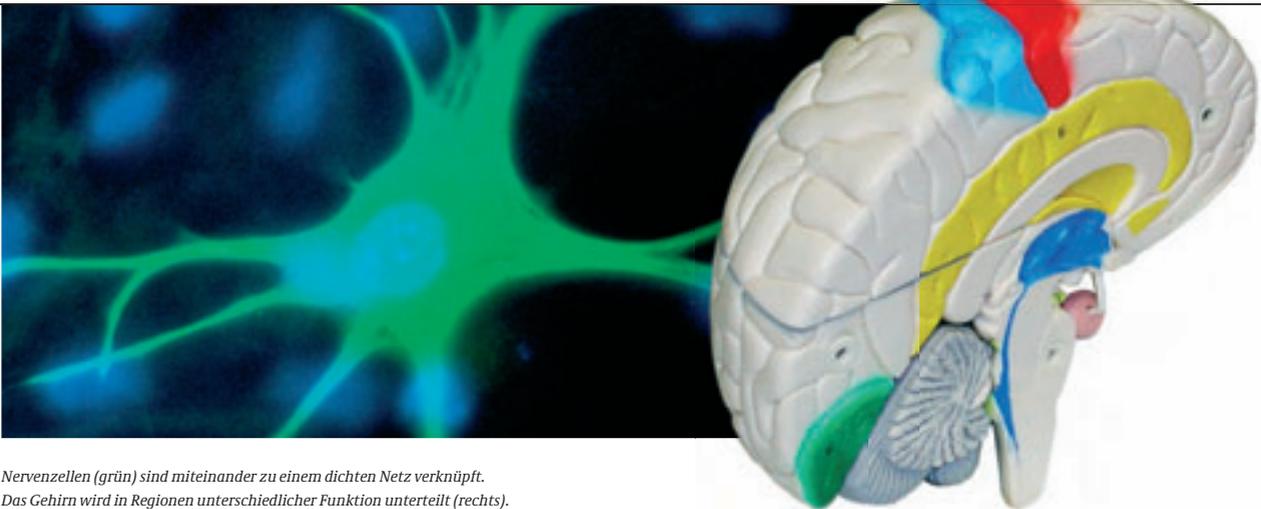
„Es war eine sehr fruchtbare Zeit“, erinnert sich der Hirnforscher. „Durch die Fortschritte in der theoretischen Physik kamen damals gerade theoriebasierte Computermodelle von Gehirnfunktionen auf. Die haben wir mit unseren praktischen Erkenntnissen der Aktionspotenzialmessungen und der Gehirnanatomie zusammengebracht.“



„Ad Aertsen gelingt es, den tiefen Ernst seines wissenschaftlichen Ethos unter seinem Humor durchschimmern zu lassen. Zweischichtig ist auch seine mir sehr angenehme Einstellung zur Frage „Theorie oder Experiment“: Theorie muss sein, aber nur, wenn sie die experimentellen Fakten total ernst nimmt.“

Prof. em. Dr. Dr. h. c. Valentino Braitenberg, ehemaliger Direktor des Max-Planck-Instituts für Biologische Kybernetik, Tübingen, hat viele Jahre wissenschaftlich mit Prof. Aertsen zusammengearbeitet.

„Das Gehirn ist zu komplex, um es allein den Biologen zu überlassen“, meint Ad Aertsen und engagiert sich daher besonders in der interdisziplinären Ausbildung von wissenschaftlichem Nachwuchs.



Nervenzellen (grün) sind miteinander zu einem dichten Netz verknüpft.
Das Gehirn wird in Regionen unterschiedlicher Funktion unterteilt (rechts).

Die Wissenschaftler interessierten sich für die Informationsverarbeitung beim Sehen: Jeder kennt das Phänomen, dass zum Beispiel der Salzstreuer, der sich direkt vor der Nase befindet, dennoch nicht wahrgenommen wird. Einzig die Verarbeitung des Sehreizes reicht also zum Finden des Salzstreuers nicht aus. Wie welche Nervenzellen miteinander interagieren, wenn das Auge aktiv ist, erforscht Aertsen bis heute. Das ist keine leichte Aufgabe: Denn die Tatsache, dass in einem Kubikmillimeter Großhirn 100.000 Nervenzellen miteinander verschaltet sind, lässt die Komplexität dieses „Orchesters“ erahnen. „Stellen Sie sich vor, Sie telefonieren permanent mit 10.000 Leuten gleichzeitig“, beschreibt Aertsen die Aufgabe einer einzelnen Nervenzelle.

Die Grundlagenforschung des Neurobiologen führt jedoch auch zu praktischen Anwendungen: Sein Team und er arbeiten an der Entwicklung so genannter motorischer Neuroprothesen, durch die sich gelähmte Menschen wieder bewegen können. Für willkürliche Bewegungen sendet das Gehirn bei einem gesunden Menschen Impulse über das Rückenmark an die Muskulatur. Ist dieser Weg beispielsweise als Folge eines Schlaganfalls oder einer Rückenmarksverletzung unterbrochen, entstehen Lähmungen, obwohl das Gehirn nach wie vor die entsprechenden Signale produziert. Das Ziel motorischer Neuroprothesen ist, die Aktivitäten der dafür zuständigen Nervenzellen im Gehirn zu lesen, diese in Bewegungskommandos umzuwandeln und an künstliche Gliedmaßen zu leiten oder die gelähmte Muskulatur direkt zu stimulieren. So könne ein Mensch, der seine Arme nicht bewegen kann, wieder lernen, eine Tasse Kaffee zu trinken, meint Aertsen: „Das klingt nach Science Fiction. Aber die neuronale Prothesenforschung ist mittlerweile mehr Science als Fiction“.

Erste, sehr erfolgreiche so genannte sensorische Neuroprothesen existieren bereits für Innenohr- und Netzhaut. Bei diesen Prothesen wird ein Reiz von außen (Licht, Schall) unter Umgehung der fehlerhaften Nervenleitungen in Auge und Ohr nach innen ins Gehirn geleitet. Für Hörgeschädigte gibt es ein ausgereiftes Innenohrimplantat (Cochlea-Implantat), ein Netzhaut-(Retina-)Implantat für blinde Menschen befindet sich im klinischen Test.

Motorische Neuroprothesen stecken dagegen noch mitten in der Entwicklung, denn hier muss im Gegensatz

zu den sensorischen Implantaten die Erregungsleitung den umgekehrten Weg gehen: „Von innen, aus dem Gehirn, nach außen, zu den Gliedmaßen“, beschreibt Aertsen das Prinzip. Aber welche der 10.000 Anrufer liefern beispielsweise für das Heben einer Hand die relevante Information?

Das Bernstein-Zentrum für Computational Neuroscience Freiburg (BCCN), das Aertsen seit 2004 leitet, bemüht sich neben der Forschung vor allem auch sehr um den wissenschaftlichen Nachwuchs: Ein internationaler Promotionsstudiengang für Computational Neuroscience befindet sich im Aufbau. Für Doktoranden und Postdocs bietet das BCCN Freiburg spezielle Studiengänge an. „Der Markt für gute Neurowissenschaftler ist leer gefischt“, erklärt Aertsen. Der 59-Jährige möchte zukünftig noch mehr ausländische Teilnehmer „anlocken“ und ist zuversichtlich: „Wenn sich das Angebot des Freiburger Bernsteinzentrums erst einmal herumgesprochen hat, wird uns das auch gelingen.“

Prof. Dr. Ad Aertsen

Institut für Biologie III, Universität Freiburg

1948 geboren in Oosterhout (Niederlande)

1973 Master of Science in Physik

1981 Promotion in Physik an der Universität Nijmegen (NL)

1981 - 1984 Postdoc an der Universität Nijmegen und an der Universität Pennsylvania (Philadelphia, USA)

1984 - 1990 Wissenschaftlicher Assistent am Max Planck Institut für Biologische Kybernetik, Tübingen

1990 - 1991 Gastprofessor an der Hebrew University Jerusalem (Israel)

1990 - 1995 Projektgruppe Neurobiologie, Institut für Neuroinformatik und Neurobiologie, Ruhr-Universität Bochum

1994 - 1996 Associate Professor am Weizmann-Institut, Rehovot (Israel)

seit 1996 Professor für Neurobiologie und Biophysik, Fakultät für Biologie der Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg

**Prof. Dr. Ad Aertsen**

Geboren: 1948 in Oosterhout (Niederlande)
Fach: Neurobiologie
Förderung: Projektgruppe Neurobiologie 1990 - 1995
Heute: Professor für Neurobiologie und Biophysik an der Universität Freiburg, Leiter des Bernstein Centers for Computational Neuroscience, Freiburg

Die Zusammenarbeit von Neurobiologie und Informatik im Rahmen der Projektgruppe hat meiner Arbeit wichtige, neue Impulse gegeben. Diese Zeit war für mich der Einstieg in das neue Forschungsgebiet Computational Neuroscience.

Wissenschaftliche Erfolge haben wir durch Beiträge zur Klärung von Nervenaktivitäten auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Ebenen und durch deren Abbildung in Computermodellen erzielt. Durch Bündelung von verschiedenen Kompetenzen ist es uns außerdem gelungen, eines der vier deutschen Bernsteinzentren für Computational Neuroscience nach Freiburg zu holen.

Aus meiner eigenen Erfahrung empfehle ich jungen Forschern, sich einem wissenschaftlichen Problem möglichst von verschiedenen Seiten zu nähern. Auch den Austausch mit Wissenschaftlern anderer Kulturen halte ich für fruchtbar und wichtig.

Neurobiologie**Dr. Hans-Jürgen Agricola**

Geboren: 1945 in Jena
Fach: Neurobiologie
Förderung: Partnerschaftsprojekte Neurobiologie 1992 - 1995
Heute: Privatdozent an der Universität Jena, Leiter der Arbeitsgruppe Zellbiologie

Wegen meines fortgeschrittenen Alters war mir die eigene Karriere nicht so wichtig. Die Förderung hat zweifelsohne aber zum Karriere-sprung beigetragen. Dank der erfolgreichen BMBF-Förderung hat mir meine Fakultät die Verantwortung für die Zellbiologieausbildung an der Friedrich-Schiller-Universität Jena übertragen. Für mich und hoffentlich auch für meine Studenten ein Glücksfall.

Die wichtigste Leistung meiner Förderung war die Herstellung einer Vielzahl von Antikörpern gegen Neuropeptide und biogene Amine. Die Nutzung dieser Werkzeuge hat unser Weltbild über das Nervensystem verändert. Die Insektenneurobiologie hat einen Quantensprung vollzogen, auch dank der Antikörper - ich durfte dabei sein.

Nachwuchswissenschaftler sollten sich mit vollem Herzen für ihre wissenschaftlichen Ziele einsetzen und dafür brennen. Denn Schöneres als Wissenschaft kann es nicht geben. Neben einer möglichen wissenschaftlichen Karriere schafft das Persönlichkeiten. Schön wäre es, wenn sich ein solcher Personenkreis selbstständig aus den Projektmitteln finanzieren könnte.

Neurobiologie**Prof. Dr. Thomas Arendt**

Geboren: 1955 in Leipzig
Fach: Zelluläre Neurowissenschaften: Neurochemie und Neuroanatomie
Förderung: Partnerschaftsprojekte Neurobiologie 1992 - 1995
Heute: Professor für Neuroanatomie, Universität Leipzig

Die BMBF-Förderung hat mir in einer Zeit des politischen, sozio-kulturellen und wirtschaftlichen Umbruchs die Möglichkeit gegeben, eine eigene Gruppe aufzubauen und den wissenschaftlichen Nachweis eigener Konzepte in Angriff zu nehmen. Die Spezifik der Fördermaßnahme, angelegt als Partnerschaftsprojekt, erleichterte den unmittelbaren wissenschaftlichen Austausch zwischen Gruppen der alten und neuen Bundesländer.

Aufbauend auf unseren Ergebnissen, die im Rahmen dieser Förderung entstanden, haben wir später einen diagnostischen Biomarker für die Diagnose der Alzheimer-schen Erkrankung entwickelt, der auf einer einfach und kostengünstig durchzuführenden Blutuntersuchung beruht und kurz vor der Markteinführung steht.

Nachwuchsforscher sollten möglichst frühzeitig durch selbst eingeworbene Projektmittel die Basis für ihre wissenschaftliche Unabhängigkeit schaffen, sie müssen aber hierfür auch die Möglichkeiten und Instrumente erhalten.

Neurobiologie**Prof. Dr. Augustinus Bader**

Geboren: 1959 in Augsburg
Fach: Humanmedizin, Experimentelle Chirurgie, Pharmakologie, Toxikologie
Förderung: Strukturhilfen zum Aufbau neuer Forschungsrichtungen 1998 - 2002: Nachwuchsforschergruppe „Stammzelltechnologien, DNA-Chiptechnologie“
Heute: Professor für Zelltechniken und angewandte Stammzellbiologie, Universität Leipzig
Firmengründung: Bionethos GmbH 2001, 2007: 5 Mitarbeiter/innen

Die BMBF-Mittel ermöglichen den Aufbau einer thematisch wegweisenden Forschergruppe an der GBF im Bereich Stammzellbiologie und den Beginn einer transdisziplinären, medizinisch-biotechnologischen Vernetzung für zelltherapeutische Prozesse. Im Anschluss daran wurde ich auf die erste Professur für Tissue Engineering an der Universität Tübingen berufen und danach auf den ersten Lehrstuhl für Stammzellbiologie und Zelltechniken an der Universität Leipzig.

Meine wichtigsten Leistungen sind die Entwicklung therapeutischer Verfahren zur Regeneration von Knochen-, Knorpel-, Nerven- und Haut- und Lebergewebe mit autologen Stammzellen und signalgebenden Molekülen sowie die Entwicklung und klinische Umsetzung des Konzepts der Einmalbioreaktoren für den körpereigenen Gewebersatz. Die Förderung hat dies entscheidend ermöglicht.

Nachwuchsforschern empfehle ich die möglichst frühzeitige Identifikation von innovativen zukünftigen wissenschaftlichen Schwerpunkten, um Trendsetter zu sein.

Strukturhilfen