

# Laudatio für Martin Heisenberg zur Verleihung des Karl Ritter von Frisch-Preises

Alexander Borst

Meine sehr verehrten Damen und Herren, lieber Herr Heisenberg!

Es ist eine große Freude und Ehre für mich, heute die Laudatio für Sie halten zu dürfen. Will man heutzutage etwas über einen bestimmten Fachbegriff oder über einen prominenten Menschen wissen, geht man in die Internet-Enzyklopädie Wikipedia. Unter ‚Martin Heisenberg‘ findet man dort folgenden Eintrag:

*„Als Sohn des Physikers Werner Heisenberg und seiner Frau Elisabeth (geb. Schumacher) kam Heisenberg früh mit naturwissenschaftlichen Fragen in Berührung. Nach dem Studium der Chemie und molekularen Biologie in München, Tübingen und Pasadena (unter anderem bei Max Delbrück) wurde er 1975 Professor an der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg und Ordinarius für Genetik und Neurobiologie im Biozentrum der Universität Würzburg.*

*Martin Heisenberg gilt als einer der wenigen deutschen Universalgelehrten, die das Wissen und Denken eines Naturwissenschaftlers mit umfassendem Wissen und Verstehen der Geisteswissenschaften vereinen und auch in der Lehre vertreten können. Heisenberg war einer der Ersten, der die Bedeutung der Gehirnentwicklungsmutanten in Drosophila für die Erforschung neuroethologischer Fragestellungen erkannt hat. Er hat damit in Deutschland die Neurogenetik begründet.*

*Seine hervorragenden wissenschaftlichen Leistungen spiegeln sich in einer Vielzahl von richtungweisenden, originellen und exzellenten Veröffentlichungen wider.’*

Diese Kurzfassung seiner Vita und vor allem die beeindruckenden Aussagen über die Bedeutung seiner Arbeit möchte ich im Folgenden näher ausführen. Zu-



Martin Heisenberg

nächst zu Martin Heisenbergs wissenschaftlichem Werdegang:

Martin Heisenberg wuchs in Göttingen auf, zog dann nach München um; dort ging er auf das Maximilians-Gymnasium, machte 1959 das Abitur, und studierte anschließend, von 1960 bis 1964, in Tübingen Chemie. Obwohl er zu diesem Zeitpunkt bereits entschlossen war, das Geheimnis des Gehirns zu entschlüsseln, denke ich, war der Entschluss, Chemie zu studieren, geprägt von der Erkenntnis, sich zunächst eine solide naturwissenschaftliche Grundlage anzueignen. Das passt auch zu dem Faktum, dass Martin Heisenberg mehr als zügig studierte und bereits 1966, also im Alter von 26 Jahren, seine Doktorarbeit über ein Thema zur Genetik von Bakteriophagen abschloss. Anschließend ging er als Postdoc in das Labor des legendären Molekularbiologen Max Delbrück ans CalTech. Er studierte dort das Verhalten von *Phycomyces*, eines Einzellens, welcher ein lichtgerichtetes Wachstum zeigt. Dort konnte er sich in die molekularbiologische Methodik einarbeiten, gleichzeitig reifte aber auch in ihm die Erkenntnis, dass diese Organismen kein Gehirn haben, und er wollte doch das Gehirn verstehen. Wahrscheinlich inspiriert von den verschiedenen Gruppen, die am CalTech an *Drosophila* arbeiteten, ging er deshalb anschließend 1968 als Assistent zu Karl-Georg Goetz an das Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik nach Tübingen. Dieses Institut, gegründet von Werner Reichardt, war damals weltweit einmalig das Mekka für das visuell gesteuerte Verhalten von Fliegen, und Karl-Georg Goetz hatte damals als erster die Idee, die Optomotorik an

*Drosophila* mit neurogenetischen Methoden zu untersuchen. Das war genau die Kombination, die das Labor für Martin Heisenberg so attraktiv machte. Dort gelang es ihm, in einem Verhaltens-Essay die berühmte Optomotorik Mutante *omb* zu isolieren. Es dauerte nicht lange, und Martin Heisenberg erhielt nach einigen weiteren Arbeiten im Alter von 35 Jahren ein Angebot, nach Würzburg auf den Genetik-Lehrstuhl zu gehen. Dieses Angebot nahm er 1975 an, ging nach Würzburg und ist der Julius-Maximilians Universität seitdem treu geblieben. In den vergangenen 30 Jahren hielt er sich mehrmals als Gastprofessor in den USA auf, wurde Mitglied in zahlreichen wissenschaftlichen Gesellschaften, Mitherausgeber von vielen Zeitschriften, und ist Mitglied der wichtigsten Akademien wie z.B. der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina, der Academia Europaea, der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen, und der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften. Er ist Autor von über 130 wissenschaftlichen Veröffentlichungen, darunter sieben Veröffentlichungen in *Nature*, drei in *Science*. Gemeinsam mit Reinhard Wolf hat er das Buch ‚*Vision in Drosophila*‘ geschrieben, die Bibel vieler Kollegen und Studenten. Diese Vita, dieser Veröffentlichungs-Record, wird dem Anspruch eines Preisträgers sicherlich mehr als gerecht.

Für mich und sicherlich auch für Sie gibt es da natürlich viele interessante Fragen, von denen ich zwei herausgreifen möchte. Zunächst die Frage, wie es kam, dass sich Martin Heisenberg für die Neurowissenschaften interessierte. Dazu be-

richtete er in einem Interview von folgendem Schlüsselerlebnis:

*„Mit 17 hatte ich die Chance, an einem der legendären ‚Leib-Seele Seminare‘ in Seewiesen teilzunehmen. Eines Abends war Carl-Friedrich von Weizsäcker als Gastredner eingeladen. Er sprach über die Bedeutung der Quanten-Mechanik für die Neurowissenschaften. Er versuchte zu erklären, warum es keinen Sinn macht, von einem Elektron zu denken, unabhängig von der Existenz eines Beobachters. Lorenz mochte diese Anschauung von Weizsäcker's nicht besonders und versuchte, immer weitere Gegenargumente zu finden. Von Weizsäcker konnte diese jedoch eines nach dem anderen entkräften, und am Ende verließ Konrad Lorenz wütend*

*den Seminarraum und schlug die Tür krachend hinter sich zu. Ich war begeistert zu sehen, dass hier offensichtlich wissenschaftliche Fragen waren, die unser ganzes Selbstverständnis im Fundament betrafen, und fand, dass sich solche Fragen wirklich lohnen, den Rest eines Lebens untersucht zu werden.*

Ich würde sagen: da hatten wir und die Neurowissenschaften wirklich Glück, dass Sie seinerzeit die 30 km auf sich genommen haben und von München heraus nach Seewiesen gefahren sind.

Eine andere hochinteressante Frage ist die nach der für Ihre wissenschaftliche Laufbahn einflussreichsten Person. In dem gleichen Interview, welchem ich die eben erwähnte Anekdote entnommen habe,



Diethardt Tautz, Präsident der DZG, überreicht Martin Heisenberg die Urkunde im Schloß zu Münster

antworten Sie auf diese Frage ohne Zögern: Max Delbrück. Ihren Aussagen nach gab es bei Max Delbrück drei Prinzipien:

1. *Wissenschaft muss Spaß machen.*
2. *Erzähle mir nichts, was ich nicht weiter-sagen darf. Und*
3. *Stell solange Fragen, bis du verstanden hast, oder weißt, dass es momentan keine Antwort gibt.*

Jeder, der Martin Heisenberg kennt, würde sofort unterschreiben, dass diese Aussagen, ohne Einschränkung, auch auf ihn zutreffen. Ich selbst hatte das große Glück, Herrn Heisenberg als junger Student in Würzburg in die Arme zu laufen, und diese Art von Aufgeschlossenheit, diese Art, sich nicht zu scheuen, dauernd Fragen zu stellen, diese Art der intellektuellen Atmosphäre, die dadurch geschaffen wurde, machten Martin Heisenberg und seine Mitarbeiter so attraktiv für einen jungen, hungrigen Studenten wie mich. Ich selbst hatte leider nicht mehr das Privileg, Max Delbrück persönlich kennen zu lernen, aber als ich Jahre später einiges biographisches Material über ihn las, wusste ich, wer bei Martin Heisenberg stilprägend war.

Nach diesen Punkten zu der Laufbahn unseres Preisträgers möchte ich jetzt auf seine wissenschaftlichen Leistungen zu sprechen kommen. Was bedeutet es, dass es heißt, Martin Heisenberg habe die Neurogenetik begründet, was bedeutet es, dass er als Universalgelehrter die naturwissenschaftliche Vorgehensweise mit den Geisteswissenschaften vereint?

Zunächst zur Neurogenetik: Ich würde ohne Umschweife sagen, dass Martin Heisenberg als einer der ersten die Möglichkeiten gesehen hat, die Genetik

von *Drosophila* für die Gehirnforschung zu nutzen. Die folgenden Beispiele sollen belegen, wie zukunftsweisend und originell seine Ansätze dabei jeweils waren.

1. Bei Karl Goetz entwarf er ein gestaffeltes Y-Maze, bei dem sich an all den Entscheidungspunkten je eine Trommel in ein und dieselbe Richtung drehte. Am Ende des Labyrinths befanden sich 32 Gläser, und alle Wildtyp-Fliegen, die eine normale optomotorische Folgereaktion zeigten, fanden sich am Ende in den am weitesten links liegenden wieder. Eine mit EMS zufällig erzeugte Mutantenlinie jedoch zeigte eine statistische Verteilung. Offensichtlich besaßen diese Tiere keine optomotorische Folgereaktion. Bei der anschließenden anatomischen Untersuchung ergab sich, dass diesen Fliegen die Großfeld-Neurone in der Lobulaplatte fehlten. Dieser Befund gilt bis heute als der klassische Nachweis, dass eben diese Zellen für die Optomotorik und die visuelle Kurssteuerung im Fliegengehirn zuständig sind.

2. Wenige Jahre später, kaum in Würzburg angekommen, startete Heisenberg einen umgekehrten Ansatz für die Etablierung von Struktur-Funktionsbeziehung im Fliegengehirn: Statt nach einem Verhaltensdefizit zu selektieren und anschließend die Gehirnstruktur zu untersuchen, selektierten er und sein Assistent Karl-Friedrich Fischbach nach anatomischen Kriterien, schauten also, welche Fliegen veränderte Gehirnstruktur zeigten, und prüften anschließend, in welchem Verhalten die Fliegen gestört waren. Besondere Aufmerksamkeit widmete Heisenberg dabei den Pilzkörpern, einer sehr prominenten Zentralhirn-Struktur von Insekten.

Dies führte zu der mittlerweile ebenfalls klassischen Erkenntnis, dass die Pilzkörper beim olfaktorischen Lernen die zentrale Rolle spielen.

3. Waren diese ersten Erfolge noch geprägt von der Kombination klassischer Genetik, Verhaltensanalyse und Anatomie, machte sich Heisenberg in den letzten Jahren zunehmend molekulare Methoden zunutze. Auch hier wieder auffallend, wie originell dabei sein Ansatz war. Während die allermeisten Labors damit beschäftigt waren, bestimmte Neurone im Gehirn von *Drosophila* zu blockieren oder auszuschalten, und dann entsprechende Verhaltensleistungen zu testen, hat Martin Heisenberg die Methode der genetischen Rekonstitution erfunden. Er fragte: wenn ich ein bestimmtes Protein, welches für neuronale Plastizität notwendig ist, aus allen Neuronen von *Drosophila* entferne, in welche Neurone muss ich es mindestens zurückgeben, damit die Verhaltensleistung ‚olfaktorisches Lernen‘ wieder da ist. Die Antwort lautete: in die Zellen, die den Pilzkörper formen.

Diese und zahlreiche Arbeiten zum visuellen System und zum Lern-Vermögen von *Drosophila* erklären, warum Martin Heisenberg tatsächlich die ‚leading figure‘ der Neurogenetik geworden ist. Ich war vor 2 Wochen bei dem wichtigsten Meeting der *Drosophila*-Neuro-Gemeinde in Leuven, Belgien, und mir sind zwei Dinge dabei aufgefallen: bei jedem zweiten Vortrag stand eine Arbeit von Martin Heisenberg als Zitat auf den Powerpoint-Folien, und zweitens, das Logo der Veranstaltung waren die Pilzkörper. Wenn Sie vor 30 Jahren das Wort ‚Pilzkörper‘ in einer Unterhaltung mit

einem Neurowissenschaftler genannt haben, sind sie verbessert worden, dass es richtig ‚Fruchtkörper‘ heißen muss. Dass die Pilzkörper mittlerweile als Logo eines internationalen Kongresses dienen, dass sie zum zentralen Thema einer Unzahl von Forschergruppen weltweit geworden sind, dass sich die Untersuchungen zu den zellulären Grundlagen von Lernen und Gedächtnis bei Invertebraten auf eben diese Strukturen konzentrieren, das ist einzig Martin Heisenbergs Verdienst.

Soviel zu der Aussage, Martin Heisenberg hat die Neurogenetik mit begründet. Was aber hat es mit der Aussage auf sich, Martin Heisenberg sei einer der wenigen Universal-Gelehrten?

Nun, wir haben ja bereits gehört, dass die Fragen an der Schnittstelle zwischen Natur- und Geisteswissenschaft Martin Heisenberg von Anfang an fasziniert haben und ihn letztlich bewogen haben, sich dem Studium des Gehirns zu widmen. Von etwas fasziniert zu sein, bedeutet aber noch lange nicht, auch grundlegende Beiträge geliefert zu haben. Dies aber hat Martin Heisenberg ohne Zweifel getan. Und auch hier half der unvoreingenommene Blick, die Position des einfachen Beobachters:

Gemeinsam mit seinem langjährigen Mitsstreiter Reinhard Wolf sahen sie der Fliege im fixierten Flug am sogenannten Drehmoment-Kompensator zu, und das erste, was ihnen auffiel, war, dass die Fliege außer dem kontinuierlichen Drehmoment auch distinkte Drehmoment-Peaks erzeugte, das Äquivalent von Flug-Sakkaden, wie wir mittlerweile wissen. Waren die Tiere im Closed-Loop mit ihrer

Umgebung, konnten sie sie also mit dem Drehmoment kontrollieren, steuerten sie dabei offensichtlich für sie interessante Gegenstände des Panoramas in ihrem Flug an. Eine der interessantesten Beobachtungen war dabei, dass die Tiere in der Lage waren, einmal dies und einmal jenen Gegenstand anzufliegen. Ganz im Gegensatz zu einer statistischen Theorie der visuellen Kurzkontrolle konnten Heisenberg und Wolf nachweisen, dass selbst so kleine Gehirne wie *Drosophila* dazu in der Lage sind, ihre visuelle Aufmerksamkeit zu steuern.

Diese und andere Beobachtungen führten Heisenberg zu einer Anschauung über das Gehirn, welche den meisten heute gängigen Anschauungen diametral entgegengläuft, nämlich die der initialen Aktivität. Statt das Gehirn als eine Art hoch elaborierte, aber im Grunde doch passive Reiz-Reaktions-Maschine zu betrachten, geht nach Heisenbergs Anschauung die Aktivität vom Gehirn aus, und nicht vom Reiz. Dies hat weitreichende Implikationen: 1. Zum einen unmittelbar für die Neurowissenschaften – wissenschaftshistorisch gesehen sitzen die Neurowissenschaften in der sogenannten ‚Reflex-Falle‘ (dies ein Zitat aus Glimchers Buch *Neuro-Economics*): Seit Sherrington's Reflex-Theorie hat sich das Reiz-Reaktions-Paradigma als so erfolgreich

durchgesetzt, dass man sich kaum noch andere Experimente ausdenken kann, es sei denn, man heißt Heisenberg. Moderne Theorien zur visuellen Objekterkennung gehen aber mittlerweile stark von einem Prior im Bayes'schen Sinne aus, was nichts anderes heißt, als dass das, was man sieht, sehr stark von der Erwartung geprägt ist. Sie sehen also: das Gehirn nimmt dadurch eine sehr viel aktivere Rolle an, als das ein noch so gewiefter Filter jemals könnte.

2. Diese und andere Überlegungen führten auch dazu, dass Martin Heisenberg in den vergangenen Jahren zunehmend an den Diskussionen teilnahm, welche zum Thema ‚Neurobiologie und freier Wille‘ die Aufmerksamkeit einer großen Öffentlichkeit erregten. Hier liegt sein Beitrag darin, Begriffe wie ‚Initiale Aktivität‘ und ‚Reportability‘ eingeführt zu haben, und ich denke, dass sich diese Begriffe als extrem nützlich erweisen werden bei der Diskussion der Geistes- mit den Naturwissenschaften zu diesem äußerst schwierigen Themenkomplex.

Was soll ich noch weiter sagen?

Ich denke, es gibt keinen würdigeren Preisträger für die Auszeichnung als Sie, lieber Herr Heisenberg, und es gibt keinen, der sich mehr darüber freut als ich. Meine herzlichsten Glückwünsche!

Prof. Dr. Alexander Borst  
MPI für Neurobiologie  
Am Klopferspitz 18a  
D-82152 Martinsried