

sanp  
asnp

Schweizer Archiv für Neurologie und Psychiatrie

Archives suisses de neurologie et de psychiatrie

Swiss Archives of Neurology and Psychiatry

Vol. 162 | Suppl. 2

[www.sanp.ch](http://www.sanp.ch) | [www.asnp.ch](http://www.asnp.ch)



**Symposium «30 Jahre Neurologische Klinik  
am Kantonsspital Aarau»**

**3. Dezember 2009**

<b>Symposium «30 Jahre Neurologische Klinik am Kantonsspital Aarau», 3.12.2009</b>	Editorial <i>U. Buettner</i>	S 3
	Grussbotschaft von Herrn Adrian Schmitter	S 4
	Grusswort von Dr. Urs Karli	S 5
	Die Neurologische Klinik des Kantonsspitals Aarau <i>U. Buettner</i>	S 6
	Die Entwicklung der Neurologie in der Schweiz <i>M. Mumenthaler</i>	S 8
	Neurologisch-therapeutische Meilensteine der letzten Jahrzehnte <i>H. P. Mattle</i>	S 13
	Das mystische Gehirn <i>T. Landis</i>	S 17
	Die Entmystifizierung des Gehirns <i>U. Buettner</i>	S 20

Das vorliegende Supplementum der SANP wurde zusammen mit dem Symposium zum 30-jährigen Bestehen der Neurologischen Klinik des Kantonsspitals Aarau am 3.12.2009 von der Kantonsspital Aarau AG und folgenden Pharmaunternehmen grosszügig unterstützt: Bayer (Schweiz) AG, Biogen-Dompé AG, Merck (Schweiz) AG, Pfizer AG, Sanofi Aventis (Schweiz) AG und UCB-Pharma AG.

# Impressum

Offizielles Organ der Schweizerischen Neurologischen Gesellschaft und offizielles wissenschaftliches Organ der Schweizerischen Gesellschaft für Psychiatrie und Psychotherapie sowie der Schweizerischen Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie

Organe officiel de la Société Suisse de Neurologie et organe officiel scientifique de la Société Suisse de Psychiatrie et Psychothérapie et de la Société Suisse de Psychiatrie et Psychothérapie de l'Enfant et de l'Adolescent

Begründet im Jahre 1917 durch C. von Monakow  
Fondé en 1917 par C. von Monakow

	<b>All communications to:</b> EMH Swiss Medical Publishers Ltd. Farnsburgerstrasse 8 4132 Muttenz Tel. +41 (0)61 467 85 55, Fax +41 (0)61 467 85 56 e-mail: sanp@emh.ch www.emh.  Managing editor: Dr. Nadine Leyser, nleyser@emh.ch  Director of publications: Dr. Natalie Marty, nmarty@emh.ch
<b>Online submission</b>	<b>www.sanp.ch</b>
<b>Editors in Chief</b>	<b>Neurology</b>  Prof. Dr. Andreas J. Steck Neurologische Universitätsklinik Universitätsspital, CH-4031 Basel  Prof. Dr. Claudio L. Bassetti Neurocentro (EOC) della Svizzera Italiana Ospedale Civico Via Tesserete 46 CH-6903 Lugano  <b>Psychiatry</b>  Prof. Dr. Joachim Küchenhoff Kantonale Psychiatrische Klinik Bientalstrasse 7 CH-4410 Liestal  Prof. Dr. Jacques Besson Service de Psychiatrie Communautaire Rue Saint-Martin 7 CH-1003 Lausanne
<b>Production</b>	Schwabe AG Farnsburgerstrasse 8 Postfach 832, 4132 Muttenz Tel. +41 (0)61 467 85 85, Fax +41 (0)61 467 85 86 e-mail: druckerei@schwabe.ch
<b>Advertising</b>	Ariane Furrer, Assistentin Inserateregie EMH Schweizerischer Ärzteverlag AG Farnsburgerstrasse 8, 4132 Muttenz Tel. +41 (0)61 467 85 88, Fax +41 (0)61 467 85 56 e-mail: afurrer@emh.ch
<b>Subscription</b>	For the members of the Swiss Neurological Society, the Swiss Society of Psychiatry and Psychotherapy and the Swiss Society for Child and Adolescent Psychiatry and Psychotherapy the subscription price is included in the member fee. Subscription price for non-members: Fr. 96.–
<b>Copyright</b>	© EMH Swiss Medical Publishers Ltd. (EMH), 2011. "Swiss Archives of Neurology and Psychiatry" is an open access publication of EMH. Accordingly, EMH grants to all users on the basis of the Creative Commons license "Attribution – Non commercial – No Derivative Works" for an unlimited period the right to copy, distribute, display, and perform the work as well as to make it publicly available on condition that (1) the work is clearly attributed to the author or licensor, (2) the work is not used for commercial purposes and (3) the work is not altered, transformed, or built upon. <i>Any use of the work for commercial purposes needs the explicit prior authorisation of EMH on the basis of a written agreement.</i>
<b>ISSN</b>	ISSN printedition: 0258-7661 ISSN online edition: 1661-3686  The Swiss Archives of Neurology and Psychiatry are published eight times a year.

Schweizer Archiv für Neurologie und Psychiatrie

Archives suisses de neurologie et de psychiatrie

Swiss Archives of Neurology and Psychiatry

## Editorial Boards

## Neurology

### Editorial Board

Prof. Dr. Christian W. Hess, Berne  
Prof. Dr. Margitta Seeck, Geneva  
Prof. Dr. Dominik Straumann, Zurich

### International Advisory Board

Prof. Dr. Alastair Compston, Cambridge, Great Britain  
Prof. Dr. Hans-Christoph Diener, Essen, Germany  
Prof. Dr. Franz Fazekas, Graz, Austria  
Prof. Dr. Robert C. Griggs, Rochester, NY, USA

### National Advisory Board

Prof. Dr. Adriano Aguzzi, Zurich  
Prof. Dr. Eugen Boltshauser, Zurich  
Prof. Dr. Ulrich W. Buettner, Aarau  
Prof. Dr. Stephanie Clarke, Lausanne  
Prof. Dr. Renaud Du Pasquier, Lausanne  
Prof. Dr. Thierry Ettl, Rheinfelden  
PD Dr. Lorenz Hirt, Lausanne  
Prof. Dr. Hans H. Jung, Zurich  
Prof. Dr. Ludwig Kappos, Basel  
Prof. Dr. Thierry Kuntzer, Lausanne  
Prof. Dr. Karl-Olof Löfblad, Geneva  
Prof. Dr. Philippe Lyrer, Basel  
Prof. Dr. Pierre Magistretti, Lausanne  
Prof. Dr. Luigi Mariani, Basel  
Prof. Dr. Johannes Mathis, Berne  
Prof. Dr. Adrian Merlo, Bern  
Prof. Dr. René Muri, Berne  
Prof. Dr. Daniel A. Rüfenacht, Zurich  
Prof. Dr. Karl Schaller, Geneva  
Prof. Dr. Armin Schnider, Geneva  
Prof. Dr. Martin E. Schwab, Zurich  
Prof. Dr. Mathias Sturzenegger, Berne  
Prof. Dr. Barbara Tettenborn, St. Gallen  
Prof. Dr. Markus Tolnay, Basel  
Prof. Dr. Anton Valavanis, Zurich  
Prof. Dr. François Vingerhoets, Lausanne  
PD Dr. Daniel Waldvogel, Lucerne  
Prof. Dr. Michael Weller, Zurich

## Psychiatry

### Editorial Board

Prof. Dr. Daniel Hell, Zurich  
CC Dr. Dora Knauer, Genève  
Dr. Bernhard Küchenhoff, Zurich  
Dr. Karl Studer, Scherzingen  
Dr. Thomas von Salis, Zurich  
PD Dr. Axel Wollmer, Basel

### Advisory Board

Prof. Dr. François Ansermet, Lausanne  
Prof. Dr. Gilles Bertschy, Chêne-Bourg  
Prof. Dr. Hans Dieter Brenner, Bern  
Prof. Dr. Barbara Buddeberg-Fischer, Zurich  
Prof. Dr. Dieter Bürgin, Basel  
Prof. Dr. Luc Ciompi, Bern  
Dr. Romano Daguët, Lugano  
Prof. Dr. Willy Felder, Bern  
Prof. Dr. Hans-Ulrich Fisch, Bern  
Dr. Julius Kurmann, Luzern  
Prof. Dr. Juan Manzano, Genève  
PD Dr. Marco C. G. Merlo, Genève  
Dr. Heidi Ryf, Delémont  
PD Dr. Ursula Schreiter-Gasser, Zurich  
Dr. Ursula Steiner-König, Lyss  
Prof. Dr. Hans-Christoph Steinhausen, Zurich  
Prof. Dr. Gabriela Stoppe, Basel  
Prof. Dr. Dr. h.c. Jürg Willi, Zurich

# Editorial

Das vorliegende Heft dokumentiert 30 Jahre Entwicklung schweizerischer Medizin in einer Spezialdisziplin an einem einzigen Ort, deren Wurzeln über 100 Jahre zurückreichen. Es wird zum einen dokumentiert, wie schwierig und nach aktuellen Vorstellungen z.T. auch langsam die Entwicklung des Faches erfolgt ist, zum anderen aber, wie der Druck neurowissenschaftlicher Erkenntnisse sich letztlich doch durchsetzt und zumindest punktuell eine erfolgreiche Entwicklung in Gang setzen kann. Die ökonomische Problematik, wie sie sich aus der zunehmenden Spezialisierung der Medizin ergibt, ist erkannt, jedoch im Hinblick auf die berechtigten Ansprüche der Gesellschaft, auch weiterhin von den Fortschritten der Medizin zu profitieren, kaum zu lösen. Im Gegenteil, die Beiträge zur Entwicklung der Neurologie in Aarau und der gesamten Schweiz dokumentieren eine insgesamt allmähliche, an den wissenschaftlichen Erkenntnissen orientierte behutsame, man möchte

meinen zu behutsame Entwicklung, wenn man die nachfolgenden Fachartikel in die Beurteilung einbezieht.

Wir stehen als Neurologen und Neurowissenschaftler vor einer ausserordentlichen Herausforderung, einerseits dieser wissenschaftlich-medizinischen Entwicklung durch Förderung des Faches (z.B. Verselbständigung als Prüfungsfach im medizinischen Staatsexamen, Ausbau leistungsfähiger neurologischer Akutkliniken) nachzukommen, andererseits aber auch ökonomische Aspekte des Gesundheitswesens nicht aus den Augen zu verlieren. Je stärker sich die Neurologie auch nach aussen erkennbar entwickelt, desto leichter fällt es uns Neurologen, die übrige Medizin, auch die Allgemeinmedizin, in der Grundversorgung zu unterstützen.

In diesem Sinne müssen wir gemeinsam an einer weiterhin erfolgreichen Entwicklung der Neurologie als wichtigem Mosaikstein der Medizin arbeiten.

*Ulrich Büettner*

# Grussbotschaft von Herrn Adrian Schmitter

**Adrian Schmitter, Generalsekretär des Departements Gesundheit und Soziales des Kantons Aargau**

«Wo ich bin, will ich sein.» Dieser Satz hat mit Selbstmotivation zu tun, und er trifft heute auf mich besonders gut zu. Ich habe hier und heute die Ehre, Frau Regierungsrätin Susanne Hochuli zu vertreten. Das tue ich sehr gerne und mit Stolz. Wir können im aargauischen Gesundheitswesen nicht jedes Jahr ein so bedeutendes Jubiläum feiern wie das 30-jährige Bestehen der Neurologischen Klinik im Kantonsspital Aarau. Und wir können nicht jedes Jahr, parallel dazu, das 15-jährige Dienstjubiläum des Leiters dieser Klinik feiern. Frau Regierungsrätin Hochuli gratuliert und dankt Ihnen, Herr Professor Buettner, sehr herzlich für Ihr langjähriges Engagement zugunsten des Kantonsspitals Aarau, der Bevölkerung des Kantons Aargau und des Gesundheitswesens Aargau ganz allgemein. Und sie gratuliert dem Kantonsspital Aarau für den Aufbau und die Weiterentwicklung der Neurologischen Klinik als wichtige Stütze eines hochqualifizierten Gesundheitswesens im Kanton Aargau.

«Wo ich bin, will ich sein.» Dieser Satz hat auch mit Eigenwahrnehmung zu tun. Als Generalsekretär des Departements Gesundheit und Soziales bin ich insbesondere auch für die operativen Fragen im Departement zuständig. Ich kann und muss also oft die Rolle des Poliers auf der «Baustelle Gesundheitswesen» übernehmen. Darum wäre heute Nachmittag eine adäquate Arbeitskleidung gerechtfertigt gewesen. Komplimente soll man nämlich mit der Maurerkelle auftragen, sagt man. Was wäre näher gelegen, als die Maurerkelle hier und heute am Jubiläumsfest der Neurologischen Klinik im Kantonsspital Aarau zu schwingen? Ich wollte aber verhindern, dass mein Auftritt im Maurer-Outfit in die Arbeits-Hosen geht wie die Gratulation von einem Ex-Präsidenten der Vereinigten Staaten an die Adresse der Schweiz, nachdem wir 2002 der UNO beigetreten sind: Der Mann war davon total begeistert und hat sofort ein Glückwunschsreiben nach Wien geschickt ...

«Wo ich bin, will ich sein.» Das hat viel mit Selbstverständnis zu tun. Das Selbstverständnis des Kantonsspitals Aarau, eine spezialisierte Klinik im Verlauf der letzten 30 Jahre kontinuierlich als strategisch anzusehen und dafür Know-how und Geld zur Verfügung zu stellen. Das Selbstverständnis der Aargauer Bevölkerung, sich ohne Wenn und Aber bei neurologischen Problemen im Kanton behandeln zu lassen. Und das Selbstverständnis des Personals der Klinik und insbesondere der Klinikleitung, die Entwicklung dieses Fachbereichs auf eine lange Zeitachse zu fokussieren und selbst Teil dieser langen Zeitachse zu werden. Das Selbstverständnis aber auch, ohne Scheuklappen für externe Faktoren auf die eigenen Stärken zu setzen; dabei aber Lösungen zu finden, die sachgerecht in die gesundheitspolitische Landschaft des Kantons Aargau passen. Solche Lösungen suchen wir im Departement ab und zu auch mit Hilfe von Unternehmensberatern. Als Gene-

ralsekretär kann ich Ihnen sagen: Wer glaubt, dass Unternehmensberater Unternehmen beraten können, der glaubt auch, dass Zitronenfalter Zitronen falten. Ich habe beim Durchgang durch die Klinik mit Befriedigung festgestellt, dass keine Volieren mit Zitronenfalter-Zuchten vorhanden sind. Zumindest nicht im öffentlichen Bereich ...

«Wo ich bin, will ich sein.» Dieser Satz hat auch mit Wahrnehmung und Bewusstsein zu tun. Und damit mit unserem Gehirn. Ihre tägliche Arbeit, Ihre Forschung in diesem spannenden Themenbereich der Medizin ist eine wichtige Investition in die Zukunft. Natürlich funktioniert das mit der Zukunft nur dann, wenn auch der Leistungserbringer seinen Beitrag leistet. Wenn nicht, wäre dies ein Stück Selbstamputation der Wissenschaft, und zudem würden Zuständigkeiten an eine Institution übertragen, die dafür wenig geeignet ist, nämlich der Staat. Heilen und forschen ist also weiterhin eine Kernaufgabe der Leistungserbringer. Sie ist so kostbar, dass sie auch in schwierigen Zeiten nicht aufs Spiel gesetzt werden sollte. Es gibt aber auch solche Zeitgenossen und -innen, die glauben, Leistung sei in erster Linie immer staatliche Leistung. Wenn man sie zu mehr Leistung auffordert, jubilierten sie: «Super – wo kann ich die beantragen?»

«Wo ich bin, will ich sein.» Und genau hier will ich heute Nachmittag sein. Ich danke den Organisatoren für die Einladung und für die Zeit, die Sie mir in Ihrem Programm eingeräumt haben. Mein besonderer Dank gilt aber Ihnen, meine Damen und Herren Mitarbeitende der Neurologischen Klinik des Kantonsspitals Aarau. Ihrer hochverantwortlichen Tätigkeit gelten mein ganz herzlicher Dank und meine Anerkennung. Denn Ihr Einsatz für die hohe Qualität der medizinischen Dienstleistungen im Kanton Aargau ist geradezu überlebenswichtig für ein kantonales ausgerichtetes, aber schweizweit wahrnehmbares medizinisches Angebot. Dafür setzt sich auch das Departement Gesundheit und Soziales mit grossem Engagement ein: Dafür, im Rahmen der alten und neuen Gesundheitsgesetzgebung günstige Rahmenbedingungen für Sie und für Ihre Klinik zu schaffen. Daran müssen wir uns gewöhnen: Der gesetzgeberische Fortschritt hinkt dem tatsächlichen medizinischen Fortschritt – und damit auch den Kosten – immer hinterher. In dieser Situation geht es mir nun darum, nicht den Fortschritt zu bremsen, sondern ihn zu kanalisieren. Kanalisieren heisst teilen. Teilen heisst – Knatsch. Denn jeder erwartet vom Staat Sparsamkeit im Allgemeinen und Freigiebigkeit im Besonderen. Das ist menschlich und nicht weiter schlimm.

«Wo ich bin, will ich sein.» Ich gebe Ihnen heute Nachmittag diesen Satz gerne mit auf Ihren Weg, beruflich und persönlich. Ich bin froh und dankbar, heute Abend, wenn ich mit Frau Regierungsrätin Susanne Hochuli telefonieren werde, ihr sagen zu können, dass ich heute Nachmittag dort war, wo ich unbedingt sein wollte.

# Grusswort von Dr. Urs Karli

**Urs Karli, CEO, Vorsitzender der Geschäftsleitung Kantonsspital Aarau AG**

Die Spitalchronik zeigt, dass gewaltige Fortschritte der bildgebenden Darstellung und Diagnostik des Gehirns bereits vor über 30 Jahren zu einer starken Nachfrage nach Therapien führten. In der Folge wurde 1979 im Kantonsspital Aarau eine eigenständige Klinik für Neurologie eröffnet. Unter der Leitung der Chefärzte Prof. Erlo Esslen, Prof. Klaus Hess und seit 1995 Prof. Ulrich Buettner entwickelte sich diese in der Folge zum neurologischen Zentrum mit ausgezeichnetem Ruf, das am 3. Dezember 2009 sein 30-jähriges Jubiläum feiern konnte.

Allein in den letzten drei Jahren stieg die Zahl der stationären Patienten um 30% auf 1400 pro Jahr, die der ambulanten Behandlungen um über 20% auf 8100 Konsultationen. Mit Behandlungsschwerpunkten für Schlaganfall, Demenz, Multiple Sklerose, Epilepsie und Parkinson-Syndrom diagnostizieren und therapieren die Ärzte der Klinik heute sämtliche Aspekte neurologischer Erkrankungen nach modernsten Grundsätzen.

Die WHO geht davon aus, dass neurologische Krankheitsbilder in modernen Gesellschaften weiter an Bedeutung zunehmen und wir alle im Laufe des Lebens einmal von einer Gehirnkrankheit betroffen sein werden.

Eine ausgezeichnete neurologische Versorgung der Bevölkerung vorausschauend zu planen, ist deshalb heute wichtiger denn je. So bin ich stolz, dass unsere Neurologie mit 30 Jahren nicht nur auf eine erfolgreiche Entwicklung zurückblickt, sondern eine eigentliche Pionierrolle in der Schweiz einnimmt. Davon zeugen das 2009 gebildete erste interdisziplinäre Hirntumorzentrum der Schweiz und die diesjährige Eröffnung der Stroke-Unit mit internationalen Behandlungsstandards und einem überzeugenden Qualitätsnachweis.

Solch innovative Behandlungsangebote sind das Ergebnis intensiver Teamarbeit, des Zusammenspiels einer Vielzahl diagnostischen, medizinischen, pflegerischen und therapeutischen Wissens. Hier nimmt die Neurologie eine vorbildliche Rolle ein. Unter der Führung von Prof. Ulrich Buettner ist es gelungen, das neurologische Teamwork beherzt zu orchestrieren. So wurden modernste Therapien für verbreitete Krankheitsbilder im Aargau auf höchstem Niveau ermöglicht. Mein herzlicher Dank geht an alle Mitarbeitenden der Klinik für Neurologie und ihrer engsten Partner!

# Die Neurologische Klinik des Kantonsspitals Aarau

Ulrich Buettner

## Zusammenfassung

Am 1. Oktober 2009 konnte die Neurologische Klinik ihr 30-jähriges Jubiläum als eigenständige Klinik, zunächst in einem Departement Spezialdisziplinen, später, nach Auflösung des Departements, in dem Bereich Medizin feiern. Prof. Erlo Esslen als erster Chefarzt der Klinik legte die Grundlagen für die spätere Entwicklung, die von Prof. Klaus Hess bis 1994 weiter gefördert wurde. Seit 1995 wird die Klinik vom Unterzeichnenden geführt und hat sich beträchtlich weiterentwickelt, speziell durch die Förderung der Notfallmedizin, der akuten Schlaganfallbehandlung und der Pflege aller klassischen Teildisziplinen der Neurologie. Mit der Erlangung des A-Klinik-Status sind gute Voraussetzungen für eine erfolgreiche Weiterentwicklung der Klinik gelegt worden.

Geschichte besitzt so wenig einen Anfang wie ein Ende. Dieses Motto könnte als Untertitel für die Neurologie am Kantonsspital Aarau verwendet werden. Mit dem 1.10.1979 wurde aus einer neurologischen Abteilung der Klinik für Innere Medizin die Neurologische Klinik des Kantonsspitals Aarau, das seinerseits auf seine Gründung im Jahr 1887 zurückblicken kann. Am 1.10.2009 durfte die Neurologische Klinik ihr 30-jähriges Bestehen feiern.

Die Anfänge liegen jedoch viel weiter zurück, obwohl sie schlecht dokumentiert sind. 1964 wurde der erste konsiliarisch tätige Neurologe am Kantonsspital angestellt. Zehn Jahre brauchte es, bis die Absicht, eine Spezial-



Erlo Esslen 1922–1986.

disziplin Neurologie aufzubauen, zum 1.1.1974 mit der Anstellung von Dr. Erlo Esslen zum Leitenden Arzt realisiert werden konnte. Zuvor, im Jahr 1973, wurde der neurologische Dienst vom frisch gewählten Leitenden Arzt für Neurochirurgie, PD Dr. Ch. Probst, *ad interim* übernommen. Dr. Esslen stand zunächst einer neurologischen Abteilung der Inneren Medizin vor. Erst 1979 wurde aus der neurologischen Abteilung eine Neurologische Klinik. Dr. Erlo Esslen habilitierte in Zürich und wurde 1981 schliesslich zum Titularprofessor ernannt. Seine Hauptarbeitsgebiete waren die Elektromyographie und die Fazialisdiagnostik. Er leitete eine Klinik, die er mit einem Oberarzt (erster Oberarzt Dr. F. Farago) und einem Assistenten (1986 zwei Assistenten) führen musste. Im Jahr

vor seinem unerwarteten Tod 1986 wurden 400 stationäre Patienten behandelt und über 4000 Konsilien und ambulante Untersuchungen durchgeführt.

PD Dr. Klaus Hess wurde zu seinem Nachfolger gewählt. Er übernahm eine Klinik, die in den folgenden Jahren immer wieder räumlich und personell an ihre Grenzen



Klaus Hess \*1943.

gelangte. PD Dr. Klaus Hess hatte seinen wichtigsten klinischen und wissenschaftlichen Schwerpunkt auf dem Gebiet des vestibulären Systems, vertrat darüber hinaus jedoch die gesamte klassische Neurologie. 1990 wurde PD Dr. Klaus Hess zum Titularprofessor an der Universität Zürich ernannt. Er baute die Klinik zielstrebig und ausdauernd aus. 1994 wurde er zum Ordinarius für Neurologie an der Universität Zürich berufen.

Die Neurologische Klinik umfasste zu dieser Zeit neben dem Chefarzt 3 Oberärzte, 3,5 Assistenten, drei technische Assistentinnen und zwei Sekretärinnen. Die Bettenzahl auf der Abteilung betrug maximal 13 Betten.

Bis zur Wahl von Prof. Dr. U. W. Buettner zum 1.1.1995 zum Nachfolger von Prof. Dr. Hess leitete *ad interim* Dr. Hj. Hungerbühler (ab 1.7.1995 Leitender Arzt) die Geschichte der Klinik. In den folgenden Jahren kam es zu einer weiteren stetigen Entwicklung der Neurologischen Klinik, die zum Teil auch der raschen revolutionären



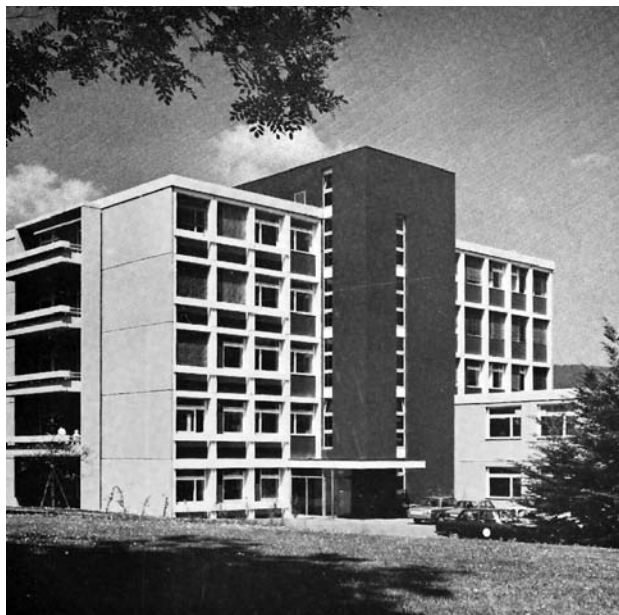
U. W. Buettner \*1947.

technischen Entwicklung mit Computertomographie, Magnetresonanztomographie, Positronen-Emissionstomographie und zahlreichen weiteren diagnostischen und therapeutischen Neuerungen zu verdanken ist. Schrittmacher der später rasanten Entwicklung der Neurologie in Aarau war ohne Zweifel das Engagement der Neurologie für neurologische Notfallpatienten und damit auch das rasch geweckte und zunehmende Interesse für den Schlaganfall. Die Spitalpolitik

förderte diese Entwicklung durch die konsequente Duldung von Notfallaufnahmen ohne Bindung an gewachsene Abteilungsstrukturen. Die interdisziplinäre Versorgung des

akuten Schlaganfalles war schliesslich eine zentrale Aufgabe der Neurologischen Klinik. Die letzten Schritte zur Schaffung einer Stroke Unit stehen unmittelbar bevor. Die Stroke Unit mit integrierter Akutrehabilitation war ein wichtiges Anliegen der Regierung des Kantons Aargau, die dem Kantonsspital explizit den entsprechenden Leistungsauftrag erteilte. Die Eröffnung der Stroke Unit (1.4.2010) erfolgt im Rahmen einer interdisziplinären Intermediate Care Unit. 2009 umfasste das Kader der Neurologischen Klinik neben dem Chefarzt und dem Leitenden Arzt sieben Oberärzte. Hinzu kamen zehn Weiterbildungsassistenten. Besondere Highlights bestanden in der Erlangung des A-Klinik-Status, wobei hierfür die neu gegründete Memory-Ambulanz mit Verhaltensneurologie notwendig war sowie die Gründung eines interdisziplinären Hirntumorzentrums. Die Schwerpunkte der klinischen Arbeit der Neurologischen Klinik bestehen ohne Zweifel in der Behandlung des Schlaganfalles, der Epilepsien, der Multiplen Sklerose und der Bewegungsstörungen, wobei Spezialambulanzen für Schwindel, Schmerz, Kopfschmerz, Neuroonkologie, Neuroimmunologie und Neuropsychologie das Bild abrunden.

Die Neurologische Klinik des Kantonsspitals Aarau ist im Verlauf seiner kurzen Geschichte immer ein Ort steter intensiver Arbeit am Patienten gewesen. Der Patient stand in der Regel im Vordergrund, und erst in zweiter und dritter Linie konnten Lehre und Forschung ein wenig Raum beanspruchen. Die Entwicklung der Klinik geht weiter, und ein Jubiläum ist Anlass, auch in die Zukunft zu schauen. Die neurologische Klinik wird sich auch zukünftig aktiv für Patienten und ihre Angehörigen und für die Verbreitung der Anliegen der Neurowissenschaft-



Haus 4. Plattenbau von 1973, damals wie heute Heimat neurologischer Patienten.

ten bei einem breiten Publikum (z.B. Brainweek) engagieren. Medizinisch stehen den «Neuro»-Fächern aufgrund der demographischen Entwicklung der Bevölkerung und der Kosten moderner Medizin besondere Herausforderungen bevor. Hier müssen sicher neue Lösungsansätze gesucht werden, die keine Qualitätseinbussen für den Patienten bedeuten. Verstärkte interdisziplinäre Vernetzung mit den wichtigsten Partnern ist sicher ein wichtiger Lösungsansatz.



# Die Entwicklung der Neurologie in der Schweiz

Marco Mumenthaler

## Zusammenfassung

Über hundert Jahre Geschichte der Neurologie als akademisches Fach liegen hinter uns. Bis vor wenigen Jahrzehnten war die Geschichte der Neurologie in der Schweiz jedoch ausschliesslich durch die universitären Zentren geprägt. Während schon sehr früh neurologische Fragestellungen von Internisten und Pathologen bearbeitet wurden, ist es nur sehr allmählich zu einer eigentlichen Verselbständigung des Faches Neurologie – zuerst in Zürich und Basel, mit den herausragenden Persönlichkeiten Constantin von Monakow und Robert Bing – gekommen. Erst eine Generation später wurden in den fünfziger und sechziger Jahren neurologische Abteilungen in Bern, Lausanne und Genf gegründet. Eine weitere Generation später sind dann erst die Kantonsspitäler St. Gallen und Aarau mit eigenen neurologischen Kliniken hinzugekommen. Die klinische und wissenschaftliche Entwicklung des Faches Neurologie kann nicht ohne uns, ihre Vertreter, vonstatten gehen. Es liegt an den Neurologen selbst, ob sich diese bisher so erfolgreiche Entwicklung fortsetzt und die Ergebnisse von Forschung und angewandter Klinik sich auch in den Strukturen widerspiegeln werden.

Obwohl vor wenig mehr als 100 Jahren die Schweizerische Neurologische Gesellschaft gegründet wurde, und obwohl erst 1894 in Zürich durch die Ernennung von Constantin von Monakow zum ausserordentlichen Professor für hirnanatomische Fächer und Nervenpoliklinik *ad personam* der erste neurologische Lehrstuhl in der Schweiz begründet wurde, hatten schon lange vorher an den verschiedenen schweizerischen Hochschulen einzelne Ärzte die Neurologie als Fach vertreten. Nachfolgend soll die Entwicklung unseres Faches in der Schweiz kurz geschildert werden. Dabei stützt sich der Autor auf eigene frühere Publikationen [19–21] sowie auf eine Reihe weiterer Arbeiten zu diesem Thema [1, 2, 12, 16, 17].

## Basel

In Basel [27], der ältesten Universität der Schweiz, die bereits 1460 gegründet worden war, lehrte 1543 Vesal. Er hat in seinem monumentalen Werk «de humani corporis fabrica libri septem» unter anderem auch das Gehirn und das übrige Nervensystem ausführlich beschrieben und illustriert. Felix Platter (1536–1614) war der Begründer der Basler Anatomie und des Botanischen Gartens. In seinem Werk «praxis medica» schilderte er für Studierende und für Ärzte die spezielle Pathologie und Therapie. Hierin berücksichtigte er auch ausdrücklich Erkrankungen des Nervensystems und schildert im I. Band des Werkes «sensus laesiones» und «motuum laesiones» sowie in «tactus, gustus, visus, auditus, olfactus laesiones» Erkrankungen des Nervensystems. Ebenfalls in Basel ist 1680 posthum das Werk des Anatomen, Chirurgen und Botanikers Johann

Heinrich Glaser (1629–1675) publiziert worden: «tractatus de cerebro». In Basel ist auch der erste Dozent für Neurologie an der Universität 1863 habilitiert worden. Der damals erst 27-jährige Gottlieb Burckhardt (1836–1907) habilitierte sich für das Fach Innere Medizin, Nervenkrankheiten und Syphilis. Er hielt bis ins Jahr 1875 auf diesem Gebiet auch Vorlesungen. Dann allerdings wurde er an die Bernische Heilanstalt Waldau und auch als Dozent nach Bern berufen, und zuletzt war er Direktor der Bernischen Heilanstalt Préfargier. Übrigens war er auch neurochirurgisch tätig, als er als Erster Teile des Cortex zur Behandlung von Geisteskrankheiten exstirpierte. In Basel war dann auch der bedeutende klinische Neurologe Robert Bing (1878–1956) tätig [24]. Er war in Strassburg – damals zu Deutschland gehörend – als Sohn eines aus Bayern stammenden Vaters und seiner aus Lengnau im Aargau stammenden Mutter, Valérie Guggenheim, geboren worden. Bald zog die Familie nach Basel um, wo er das Gymnasium und das Medizinstudium absolvierte. Er erwarb sich auch eine humanistische Bildung, war deutsch und französisch bilingue, konnte Griechisch und Latein und habilitierte sich 1908 für Neurologie. Schon im Jahre seiner Habilitation eröffnete er das Nervenambulatorium für mittellose Patienten auf privater Basis. Dieses wurde dann erst 1916 in die Medizinische Universitätspoliklinik eingegliedert. Zweimal wöchentlich fanden damals in jenem Ambulatorium Sprechstunden für neurologische Patienten statt, an welchen sich ein bis zwei Assistenten beteiligten. Der Unterzeichnende hat während seines im Jahre 1950 abgeschlossenen Medizinstudiums in Basel dieses Ambulatorium noch erlebt, in welchem der einzige offizielle Unterricht in Neurologie vermittelt wurde. Weltweit bekannt wurde Bing durch zwei Lehrbücher, eines über topische Rückenmarks- und Gehirndiagnostik, und ein Lehrbuch der klinischen Neurologie. Beide Bücher sind in sieben Sprachen übersetzt worden, und die topische Diagnostik erfuhr 12 Auflagen. Auch für den Unterzeichnenden bildeten sie die Basis für seine Neurologie-Ausbildung. Robert Bing gab den Anstoss für die Gründung der Schweizerischen Neurologischen Gesellschaft.

Robert Bing wurde schliesslich 1948 emeritiert. Seine Nachfolge übernahm Felix Georgi (1893–1965), der die Klinik ausbaute, bis sie 1962 den ehrwürdigen Namen «Neurologische Universitätsklinik und Poliklinik» annehmen durfte. Heinrich Käser (1924–2006) trat als klinischer Elektrophysiologe 1965 die Nachfolge an und leitete die Klinik, bis Andreas J. Steck (\*1942) 1993 die Klinik übernahm und den Schwerpunkt der Neuroimmunologie ausbaute. 2007 wurde Andreas Steck emeritiert. Sein Nachfolger wurde 2008 sein langjähriger Mitarbeiter Ludwig Kappos, der nunmehr neben der Neuroimmunologie mit seinem Mitarbeiterstab das gesamte Gebiet der Neurologie vertritt.

## Zürich

An der Universität Zürich [6] wurde die Neurologie ursprünglich durch Anatomen und Psychiater vertreten und übermittelt. Erwähnt sei Friedrich Goll (1825–1903), der durch Studien über das Rückenmark mit Beschreibung der nach ihm benannten Hinterstränge bekannt wurde. Der Direktor der Psychiatrischen Klinik Burghölzli, Bernhard von Gudden, der diese Institution von 1869 bis 1872 leitete, führte wichtige hirnanatomische Untersuchungen über die Geruchs- und Sehbahn und das Chiasma opticum durch. Auch der Internist Gustav Huguenin (1874–1883 Direktor der Zürcher Medizinischen Klinik) beschäftigte sich mit Anatomie und Pathologie des Gehirns und schrieb eine «Allgemeine Pathologie der Krankheiten des Nervensystems». Eduard Hitzig, der von 1875 bis 1879 die Psychiatrie in Zürich vertrat, setzte die früher in Berlin 1870 mit Fritsch begonnene Untersuchung über die elektrische Erregbarkeit des Grosshirns in Zürich fort. Auch der Psychiater Auguste Forel (1848–1931), der die Nachfolge Hitzigs am Burghölzli übernommen hatte, verfasste bahnbrechende Arbeiten über die Haubenregion des Gehirns, den Hypothalamus und den Thalamus. Der erste eigentliche Neurologe in Zürich war allerdings Constantin von Monakow (1853–1930) [7, 9, 10, 32]. Der in Russland geborene von Monakow zog im Alter von 13 Jahren mit seinem Vater nach Zürich, wurde 1868 dort eingebürgert, besuchte die Kantonsschule und studierte in Zürich Medizin. Er wandte sich zunächst der Psychiatrie zu und war auch Assistenzarzt an der sanktgallischen Heil- und Pflegeanstalt St. Pirminsberg in Pfäfers [9]. Hier begann er bereits mit experimentell-anatomischen Arbeiten. Er habilitierte sich 1885 mit einer Arbeit über die zentralen Sehbahnen und erhielt an der Zürcher Fakultät die *venia legendi* für Hirnanatomie und Nervenkrankheiten. Er eröffnete 1885 in Zürich eine Privatpraxis und installierte seine hirnanatomische Sammlung am Pathologischen Institut. Ähnlich wie Bing in Basel eröffnete er schon 1887 auf eigene Kosten eine Poliklinik für Nervenranke im alten historischen Haus «Zum Rech» am Neumarkt 4. Hier wurde während 26 Jahren die Neurologische Poliklinik bis zum Jahr 1913 betrieben. Von Monakow bildete sich dann anlässlich eines Aufenthaltes in Paris bei Déjerine 1895 in Neurologie weiter. Zahlreiche Forscher aus dem Ausland kamen zu ihm und in sein hirnanatomisches Privatlabor, so Koelliker, Marinesco, Mingazzini, Madame Déjerine und andere.

Erst 1892 erhielt von Monakow vom Kanton Zürich eine Semester-Gratifikation von Fr. 200.– und erst 1894 wurde er zum ausserordentlichen Professor für hirnanatomische Fächer und Nervenpoliklinik *ad personam* ernannt. Er war somit der erste offizielle Dozent für Neurologie in der Schweiz. Sein Jahresgehalt hierfür betrug Fr. 1000.–. Einer seiner ersten Assistenten zwischen 1897 und 1900 war Otto Veraguth, der später allerdings Professor für physikalische Therapie war, jedoch weiterhin an der Neurologie interessiert blieb. Erst 1913 wurden sowohl von Monakows Laboratorium wie auch die Poliklinik vom Neumarkt in das Haus «Belmont» an die Rämistrasse verlegt. In diesem Haus hatte der spätere General der Schweizer Armee im 1. Weltkrieg, Ulrich Wille, gelebt. Zugleich wurde die früher private

Nervenpoliklinik verstaatlicht, dem Kantonsspital angeschlossen und als «Universitätspoliklinik für Nervenranke» bezeichnet. Der Unterzeichnende hat seine ersten Jahre als Assistent noch im Haus Belmont absolviert. Als Nachfolger des 1927 zurückgetretenen von Monakow wurde einer seiner Schüler, Mieczyslaw Minkowski (1884–1972), ernannt [18]. Der aus einer hochbegabten jüdisch-polnischen Familie stammende Minkowski hatte sich in Breslau und in Kasan als Arzt ausgebildet, war dann beim Physiologen Ivan Pavlov in St. Petersburg und bei Alzheimer in München tätig und kam 1911 nach Zürich. Er wurde 1912 der erste etatmässige Assistent am Institut von Monakows und habilitierte sich 1913. Auch er wurde bei seiner Ernennung zunächst lediglich ausserordentlicher Professor der Neurologie *ad personam*. Schon in seiner Ernennungsurkunde wurde die Angliederung von Betten an die Neurologische Poliklinik in Aussicht gestellt, mit einer Zuteilung von höchstens zehn Betten. Dies wurde dann allerdings erst mit Bezug des neuen Kantonsspitals 1952 Wirklichkeit. Bis dahin existierten also auch an der Universität Zürich keine neurologischen Betten. Nach dem Rücktritt von Minkowski übernahm 1955 Fritz Lüthy (1895–1988) den Lehrstuhl. Ihm folgte 1967 Günter Baumgartner (1924–1991). Nach dessen Emeritierung wurde sein in leitender Funktion tätiger Oberarzt Volker Henn (1943–1997) von 1991 bis 1994 als interimistischer Klinikchef ernannt. Endgültig neu besetzt wurde der Lehrstuhl dann 1994 durch Klaus Hess (geb. 1942), dem 2009 Michael Weller (geb. 1962) folgte.

## Bern

In Bern [5, 23] war die Neurologie lange fest in internistischen Händen. Hermann Sahli (1856–1933), Direktor der Medizinischen Klinik, hatte immer sehr dezidiert die Ansicht vertreten, dass die Neurologie niemals ein selbständiges Fach werden solle, sondern Teil der Inneren Medizin sei [26]. Allerdings pflegten einige in Bern habilitierte Internisten die Neurologie. Erwähnt seien PD Dr. Fritz Lothmar (1873–1964), der als Konsiliararzt an der Chirurgischen Klinik tätig war, und Professor Robert Georg Isenschmid (1882–1964). Dieser richtete 1952 kurz vor seiner Emeritierung in der Medizinischen Klinik den ersten Elektroenzephalographen ein. Auch Professor Sandro Bürgi (1904–1974) hielt Vorlesungen über neurologische Themen. Dieser hatte sich 1947 für Innere Medizin, speziell Neurologie, habilitiert. Als eigentlicher Neurologe war Werner Bärtschi-Rochaix (1911–1994) tätig. Er betreute das 1952 von Isenschmid eingerichtete EEG-Labor an der Medizinischen Klinik und habilitierte sich 1957 mit einer Monographie über die «Migraine cervicale». Zwar wirkte er als Konsiliararzt an der Medizinischen Poliklinik, ohne dass aber hier eine eigene neurologische Sprechstunde abgehalten worden wäre. 1956 wurde er dann als Professor an die Universität von Alexandrien in Ägypten berufen. Erst 1958 wurde Rolf Magun (1916–1960) von Hannover-Nordstadt (ausgebildet in Hamburg-Eppendorf) nach Bern berufen. Erstmals verfügte er im Rahmen einer Abteilung der Medizinischen Klinik über zwölf neurologische Betten und leitete eine selbständige Neurologische Poliklinik. Er führte auch

die Elektromyographie ein. Nach seinem frühen Tod und einer interimistischen Leitung der Neurologie durch seinen Oberarzt Marc Eichenberger wurde dann 1962 Marco Mumenthaler (geb. 1925) zunächst als Extraordinarius und von 1966 an als Ordinarius eingesetzt. Nach der Emeritierung von Mumenthaler 1990 übernahm Christian W. Hess (geb. 1946) die Direktion der Klinik.

### Lausanne

In Lausanne [25] hatte die Lehre von der Erkrankung des Nervensystems eine lange Tradition. Der Chirurg Jean Griffon hatte schon Ende des 17. Jahrhunderts einen posttraumatischen Epiduralabszess am Gehirn operiert und war somit wohl der erste «Neurochirurg» in Lausanne. Samuel Auguste Tissot (1728–1797) [8] machte den Ruf der Medizin und im Besonderen der Lehre von den Anfallsleiden weit über die Schweizer Grenze hinaus bekannt. Im 3. Band seines Werks «*Traité des nerfs et de leurs maladies*» hat er alles Wichtige aus der Epileptologie beschrieben. Zwar wurde dann 1890 die Universität Lausanne mit einer Medizinischen Fakultät gegründet, die Neurologie war darin aber nicht vertreten. Auch der Lausanner Internist Louis Michaud (1880–1956), der 1913 die Leitung der Medizinischen Klinik übernahm, wollte ähnlich wie Sali in Bern keine selbständige Neurologie [13]. Er war allerdings in der Neurologie bewandert und lehrte sie auch im Rahmen der Inneren Medizin. Auch der habilitierte Internist Hermann Brunnschweiler (1879–1968) war neurologisch interessiert und lehrte Neurologie an der Medizinischen Fakultät bis in das Jahr 1950. 1945 hatte sich Michel Jéquier (1909–1996) im Fach Innere Medizin habilitiert. Als der Nachfolger von Michaud, Vannotti (1907–2002) 1950 die Medizinische Klinik übernahm, wurde 1954 im Pavillon Bourget eine «*division autonome de neurologie*» geschaffen. Diese wurde dann 1969 in das Hôpital du Beaumont als Service universitaire versetzt. Jéquier erhielt 1957 einen Lehrauftrag für Neurologie, wurde 1962 Extraordinarius und 1969 Ordentlicher Professor für Neurologie. 1954 bis 1956 leitete Théodor Ott (1909–1991) eine selbständige EEG- und EMG-Abteilung. Ott hatte sich 1951 für das Fach Neurologie habilitiert. Nach der Emeritierung von Jéquier übernahm 1975 Franco Regli (geb. 1931) die Leitung der Neurologischen Klinik. Nach seiner Emeritierung 1996 übernahmen J. Bogousslavsky und A. Albanese, später Bogousslavsky allein die Leitung der Klinik. Nach dessen Rücktritt 2006 übernahm zunächst Prof. P. A. Despland interimistisch die Klinik, und seit 2009 ist der Lehrstuhl für Neurologie durch Richard Frackowiak besetzt.

### Genf

In der Universität Genf [11] hatte der Professor der Inneren Medizin Léon Revilliod (1835–1918) nicht weniger als 18 Arbeiten über neurologische Probleme veröffentlicht. Unter ihm machte Eduard Claparède 1897 seine neurologische Dissertation über «*Du sens musculaire, à propos de quelque hémiataxie posthémiplegique*». Auch der Nachfol-

ger von Revilliod, Louis Bard (1857–1930), publizierte als Internist 33 Arbeiten über neurologische Erkrankungen, unter anderem über den Nystagmus. Auch dessen Nachfolger, Maurice Roch, der 1920 sein Amt antrat, hat in seinen «*dialogues cliniques*» nicht weniger als 43 Beobachtungen über Erkrankungen des Nervensystems veröffentlicht. Paul Louis Ladame (1842–1919) war der erste eigentliche Neurologe an der Medizinischen Fakultät Genf. Als Neuenburger hatte er Medizin in Zürich, Würzburg, Bern und Paris studiert und 1865 seine Dissertation über «*Symptomatologie und Diagnostik der Hirngeschwülste*» veröffentlicht. Er liess sich 1884 in Genf nieder und liess sich im gleichen Jahr als Privatdozent eintragen. Mit ihm fand also die Neurologie als Fach in die Genfer Akademie Eingang. Ladame war übrigens eines der Gründungsmitglieder der Schweizerischen Neurologischen Gesellschaft. Der zweite Genfer Neurologe war Edouard Long (1868–1929). Er war unter anderem ein Schüler von Déjerine, mit dem er auch später immer wieder zusammenarbeitete. Er unterbreitete 1900 in Genf seine Habilitationsschrift mit dem Titel «*Contribution à l'étude des scléroses de la moelle épinière, sclérose en plaques et syphilis médullaire*». Im Rahmen der Medizinischen Klinik konnte er die neurologischen Fälle untersuchen und in seinen Vorlesungen auch vorstellen. Er wurde dann in Genf 1917 ausserordentlicher Professor für Neuropathologie auf einem von der Fakultät für ihn geschaffenen Lehrstuhl. Dieser blieb nach dem Tod von Long während mehreren Jahren vakant und wurde erst 1934 durch Georges De Morsier, damals Privatdozent für Neurologie und Psychiatrie, neu besetzt. Eine eigentliche Neurologische Klinik wurde erst 1964 mit den zugehörigen eigenen Betten geschaffen und als deren Direktor 1966 Gérard Gauthier (geb. 1923) eingesetzt. Als dieser 1992 seinen Rücktritt nahm, folgte zunächst während 14 Monaten eine interimistische Leitung der Klinik durch Frau Dr. J. Le Floch-Rohr. 1994 wurde Theodor Landis (geb. 1945) ernannt.

### Neurologie an nicht universitären Zentren

Aber nicht nur an den fünf Universitätskliniken entstanden neurologische Kliniken und Abteilungen, sondern auch an den grossen nicht universitären schweizerischen Spitälern. In St. Gallen [31] war der Nachfolger von Robert Hegglin, Theodor Wegmann, als Direktor der Medizinischen Klinik 1958 eingesetzt worden. Er hatte während seiner Ausbildung auch eine Zeit in der Neurologischen Poliklinik von Mieczyslaw Minkowski absolviert und war besonders an den infektiös-entzündlichen Erkrankungen des zentralen Nervensystems interessiert. Er führte 1961 am Kantonsspital St. Gallen die Elektroenzephalographie ein. 1970 wurde eine neurochirurgisch-neurologische Klinik unter der Leitung des Neurochirurgen Gerhard Weber (geb. 1914) eröffnet. Hier wurde 1972 auch ein Institut für Elektroenzephalographie, Elektromyographie und klinische Neurophysiologie der Klinik angegliedert und dem Neurologen Eberhard Ketz (geb. 1923) anvertraut. Als Gerhard Weber 1976 von der Leitung der Klinik zurücktrat, wurden zwei je selbständige Kliniken, eine Klinik für Neurologie und eine Klinik für Neurochirurgie, geschaffen. Die Leitung der

Neurologischen Klinik übernahm zunächst Eberhard Ketz. Unter ihm hatte die Klinik einen Schwerpunkt in der Epileptologie. Nach seinem Rücktritt übernahm 1989 Hans-Peter Ludin (geb. 1936) seine Nachfolge, und nach dessen Rücktritt trat 1999 Barbara Tettenborn (geb. 1958) die Klinikleitung an.

1911 fand erstmals die 5. Tagung der Schweizerischen Neurologischen Gesellschaft in **Aarau** [4] statt. In den 1960er Jahren fanden Konsilien bei Neurologischen Patienten des Kantonsspitals Aarau durch Mitarbeiter der Neurologischen Universitätsklinik Zürich, so u.a. durch Albert Bischoff, statt. 1973 hatte der Neurochirurg Charles Probst zunächst interimistisch die neurologischen Konsilien übernommen. 1974 wurde im Rahmen der Medizinischen Klinik eine neurologische Station eröffnet, die am 1.10.1979 in eine eigentliche Neurologische Klinik mit 12 Betten umgewandelt wurde. Schon 1974 hatte Erlo Esslen (1922–1986) die Leitung der Station und später der Klinik übernommen. Sein erster Assistent war Gregor Wieser. Esslen hatte sich in Zürich habilitiert und wurde 1981 zum Titularprofessor ernannt. Er leitete die Klinik mit nur einem Oberarzt und einem Assistenten, seit 1986 zwei Assistenten. Nach seinem plötzlichen Tod 1986 leitete Klaus Hess, damals noch als Privatdozent aus Zürich, die Klinik, bis er dann 1994 den Lehrstuhl in Zürich übernahm. Ulrich W. Buettnner (geb. 1947) trat dann 1995 die Nachfolge von Hess an und leitet auch jetzt noch die Klinik. Unter ihm nahmen die Ansprüche an die Leistungsfähigkeit der Klinik ständig zu. Nebst dem Chefarzt und einem Leitenden Arzt sind bereits fünf Oberärzte und zehn Assistenten tätig.

In **Lugano** [28] wurde im Rahmen des Ospedale Civico erst 1980 ein Ambulatorium unter der Leitung von Dr. Carlo Tosi (geb. 1945) eröffnet und ein Jahr später eine Abteilung geschaffen. Die Neurologische Abteilung verfügte auch über EEG, EMG und Doppler. Erst 1989 wurde eine Neurochirurgische Abteilung unter der Leitung von R. Renella eröffnet. Nach dem Rücktritt von Carlo Tosi hat Claudio Bassetti (geb. 1959) die Leitung der nun wesentlich erweiterten Klinik in Lugano übernommen, wobei er weiterhin als Dozent und auch als Leiter des Schlaflaboratoriums an der Neurologischen Universitätsklinik Zürich tätig geblieben ist.

Am Kantonsspital **Luzern** besteht zwar seit 1955 ein Neurologischer Dienst mit EEG-Station. Diese stand nur kurz unter der Leitung von Dr. Vinzenz und war dann seit 1956 vom Psychiater Anton Meyer geleitet. 1972 wurde eine EMG-Station angegliedert. Seit 1983 hat Oton Bajc (geb. 1931) die Leitung des Neurologischen Dienstes übernommen. Von 1996 bis 2004 hatte Dr. Maire diese Aufgabe inne. Nunmehr versieht Martin Müller diese Funktion. Eine eigene Abteilung, eine eigene Poliklinik oder gar selbständige Betten sind in Luzern trotz der Grösse und der regionalen Bedeutung des Kantonsspitals nicht vorhanden.

### Schweizerische Neurologische Gesellschaft

Die Neurologie hat sich also in der Schweiz an den verschiedenen Orten sehr unterschiedlich entwickelt. Obwohl sie nun als etabliertes Fach an allen Universitätskliniken und als selbständige Einheit an drei grossen kantonalen Spitälern

vorhanden ist, ist die Neurologie nach wie vor zwar seit 1934 obligates Lehrfach für die Medizinschulen der Schweiz, jedoch immer noch nicht Prüfungsfach im Abschlussexamen im Rahmen der Eidgenössischen Medizinalprüfungen [22]. Die Neurologen haben sich allerdings seit 1908 in der Neurologischen Gesellschaft zusammengeschlossen. Den Anstoss dazu hat offenbar Robert Bing aus Basel gegeben. Er hat sich zunächst an Paul Dubois in Bern gewendet und diesen dazu ermuntert, den Plan zusammen mit Constantin von Monakow aus Zürich weiter zu verfolgen. Am 15.11.1908 traten im Bahnhofbuffet Olten zehn an der Neurologie interessierte Männer zur Gründung der Schweizerischen Neurologischen Gesellschaft zusammen. Es waren dies nur zum Teil Neurologen. Die Gründer waren Robert Bing aus Basel, Paul Dubois aus Bern, Paul-Louis Ladame aus Genf, Constantin von Monakow aus Zürich, Louis Schnyder, Schumann (ein Psychologe), Alfred Ulrich, Otto Veraguth, Emil Villiger und Gustav Wolff. Übrigens war die Schweizerische Neurologische Gesellschaft die erste in der Schweiz gegründete Spezialistengesellschaft. Lange dauerte es allerdings, bis eine klare Abgrenzung gegenüber der Inneren Medizin erreicht wurde.

### Neurologie im Medizinstudium

Trotz dieser faktischen Berücksichtigung der Neurologie in den Lehrveranstaltungen für Studierende der Medizin war auch nach Gründung der Schweizerischen Neurologischen Gesellschaft im Jahre 1908 offiziell der Unterricht in Neurologie eine Sache der Internisten [22]. Einen ersten Versuch, den Unterricht in Neurologie von der Inneren Medizin abzutrennen, unternahm einer der Mitbegründer der Schweizerischen Neurologischen Gesellschaft, Otto Veraguth. Er drückte diese Absicht im «Correspondenzblatt für Schweizer Ärzte» 1911 sehr pointiert aus [29]. Er warf in seinem Artikel den Internisten vor, mangelnde Kenntnisse in der Neurologie zu haben, vor allem aber eine Vernachlässigung der Neurologie in ihrer Unterrichtstätigkeit zu praktizieren. Anlass zu diesem Artikel war die Tatsache, dass die Eidgenössische Medizinalprüfungskommission im Begriff war, dem Bundesrat ein neues Reglement über medizinischen Unterricht und Prüfungen vorzulegen. Im Nachtrag zum Text von Veraguth wurde im Correspondenzblatt noch Folgendes abgedruckt: «Nach reiflicher Überlegung hat der Vorstand der Schweizerischen Neurologischen Gesellschaft in seiner ausserordentlichen Sitzung vom 25.6.1911 den Inhalt des Referates von Herrn Dr. Veraguth gutgeheissen und erklärt sich mit dessen Vorschlag und deren Motivierung solidarisch». Unterzeichnet war diese Erklärung durch Dubois, von Monakow, Ladame, Bing und Schnyder. Kein geringerer als Eugen Bleuler, Professor der Psychiatrie an der Medizinischen Fakultät Zürich und Direktor der Zürcher Psychiatrischen Universitätsklinik Burghölzli, liess im Anschluss an den Text von Veraguth folgenden Hinweis drucken: «Vom Vorstand der Schweizerischen Neurologischen Gesellschaft dazu aufgefordert, meine Ansicht über die im obigen Exposé auseinandergesetzten Motivierungen und Vorschläge zu äussern, erkläre ich mich gerne mit Ihnen einverstanden. Sig. Prof. Bleuler, Zürich». Auf die

Ausführungen von Veraguth hat der Berner Internist Hermann Sahli in der gleichen Zeitschrift 1912 reagiert [26]. In gepflegtem Stil und mit respektvollen Formulierungen wandte er sich gegen einen selbständigen Unterricht durch den Neurologen ausserhalb der Inneren Medizin.

Am Zustand änderte sich somit zunächst nichts [30]. Einen neuen Anlauf zur Stärkung der Stellung der Neurologie im Unterricht hat erst 1931 Mieczyslaw Minkowski genommen. In der Schweizerischen Medizinischen Wochenschrift hat er 1931 einen Aufsatz mit dem Titel «Über die Voraussetzungen und Aufgaben einer selbständigen Neurologie – mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse an den Schweizerischen Universitäten» veröffentlicht [15]. Schliesslich konnte an der 35. Tagung der SNG am 9. und 10.7.1932 in Zürich das Thema des Ausbaus des neurologischen Unterrichtes aufgenommen werden. Als Referent war Minkowski beauftragt worden, wobei der Lausanner Internist Michaud ein Ko-Referat hielt. Auf diese Initiative von Minkowski reagierte dann im Namen der Internisten Prof. L. Michaud aus Lausanne in der gleichen Zeitschrift [13, 14]. In dem französisch geschriebenen Artikel lehnte er eine Verselbständigung der Neurologie weitgehend ab, mit Ausnahme einer Zustimmung zur Schaffung von Forschungsinstitutionen im Bereich der Neurologie. Im Gegensatz zu Michaud unterstützte jedoch der Zürcher Internist Otto Nägeli die Bestrebungen der Neurologen. Er hielt fest, dass aus Achtung vor den enormen Leistungen der Neurologie man sich einer Verselbständigung der letzteren nicht mehr widersetzen könne. Bing formuliert an der erwähnten 35. Tagung der SNG eine Resolution, die mit 14 gegen 4 Stimmen bei einigen Enthaltungen angenommen wurde und wie folgt lautete: «Die Schweizerische Neurologische Gesellschaft hält es für dringend wünschenswert, dass der Besuch eines zweistündigen (sei es klinischen, sei es poliklinischen) neurologischen Kurses für die Dauer von 2 Semestern im Medizinstudium für obligatorisch erklärt würde» [3].

An der 38. Versammlung der SNG am 18. und 19.11.1933 in Bern konnte schliesslich den Mitgliedern verkündet werden, dass durch den leitenden Ausschuss für die Eidgenössischen Medizinalprüfungen die Medizinalprüfungsordnung bereinigt wurde und gemäss der Eingabe der Gesellschaft beschlossen worden war, die Neurologie als obligatorisches Lehrfach einzuführen. Als Prüfungsfach allerdings wurde sie nicht bezeichnet und ist es bis heute nicht. Die Vorstände des SNG haben später mehrmals einen Vorstoss unternommen, um die Neurologie als Prüfungsfach anerkennen zu lassen. Als Begründung wurde anlässlich von Sitzungen der Gesellschaft angeführt, dass in anderen europäischen Ländern die Neurologie als integrierender Teil des Staatsexamens geprüft wird. Es ergab sich allerdings bei einer Überprüfung 2006, dass eine ganze Reihe von anderen europäischen Staaten auch keine Prüfung in Neurologie im Staatsexamen fordert. Obwohl die soeben beschriebenen formalen Aspekte ihre Bedeutung haben, ist und bleibt das Ansehen eines Faches an das Wirken und Verhalten ihrer Vertreter gebunden. Es ist also an uns Neurologen, dafür besorgt zu sein, dass unser Fach weiterhin gedeiht und seine Stellung innerhalb der medizinischen Disziplinen erhalten kann.

## Literatur

- 1 Bassetti CL, Valko PO. Geschichte der Schweizerischen Neurologischen Gesellschaft im Kontext der nationalen und internationalen Entwicklung der Neurologie. *Schweiz Arch Neurol Psychiatrie*. 2008;159:143–56.
- 2 Bassetti CL, Valko PO. Histoire de la Société suisse de neurologie dans le contexte de l'évolution nationale et internationale de la neurologie. *Schweiz Arch Neurol Psychiatrie*. 2009;160:137–45.
- 3 Bing R. Diskussionsbeitrag. *Schweiz Arch Neurol Psychiatrie*. 1933;31:138–41.
- 4 Buettner UW. Die neurologische Klinik des Kantonsspitals Aarau. *Schweiz Arch Neurol Psychiatrie*. 2008;159:198–9.
- 5 Hess CW. Geschichte der Neurologie in Bern. *Schweiz Arch Neurol Psychiatrie*. 2008;159:176–82.
- 6 Hess K. Geschichte der Neurologischen Klinik und Poliklinik Zürich. *Schweiz Arch Neurol Psychiatrie*. 2008;159:191–7.
- 7 Jagella Caroline, Isler H, Hess K. 100 Jahre Neurologie an der Universität Zürich 1894–1994. Constantin von Monakow (1853.1930): Hirnforscher, Neurologe, Psychiater, Denker. *Schweiz Arch Neurol Psychiatrie*. 1994;145, Suppl.
- 8 Karbowski K. Au sujet des prénoms de Tissot (1728–1797). *Gesnerus* 2000;57:84–7.
- 9 Kesselring J. Constantin von Monakow's formative years in Pfäfers. *J Neurol*. 2000;247:200–5.
- 10 Koehler PJ. Jagella Caroline: Constantin von Monakow. *J Neurol*. 2002;249:115–6.
- 11 Landis T, Burkhard PR. Historique du Service de Neurologie des Hôpitaux Universitaires de Genève. *Schweiz Arch Neurol Psychiatrie*. 2008;159:183–5.
- 12 Loeliger Nadine, Mumenthaler M. Zur Geschichte der Schweizerischen Neurologischen Gesellschaft von 1950–2003. *Schweiz Arch Neurol Psychiatrie*. 159, Suppl. 4.
- 13 Michaud L. L'enseignement de la neurologie dans les universités suisses. *Schweiz Med Wschr*. 1933;63:9–15.
- 14 Michaud L. *Schweiz Arch Neurol Psychiatrie*. 1933;31:141.
- 15 Minkowski M. Über die Voraussetzungen und Aufgaben einer selbständigen Neurologie – mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse an Schweizerischen Universitäten. *Schweiz Med Wschr*. 1931;61:842–60.
- 16 Minkowski M. 50 Jahre Schweizerische Neurologische Gesellschaft. *Schweiz Arch Neurol Psychiatrie*. 1958;82:5–183.
- 17 Minkowski M. Zur Geschichte der Schweizerischen Neurologischen Gesellschaft. *Schweiz Arch Neurol Psychiatrie*. 1959;84.
- 18 Mumenthaler M. Mieczyslaw Minkowski. *Schweiz Aertzzeitung*. 1983;64:1116–8.
- 19 Mumenthaler M. Medizingeschichtliches zur Entwicklung der Neurologie in der Schweiz. *Schweiz Arch Neurol Psychiatrie*. 1987;138:15–30.
- 20 Mumenthaler M. Die klinische Neurologie in der Schweiz. *Schweiz Arch Neurol Psychiatrie*. 1995;146(Suppl. 1):44–6.
- 21 Mumenthaler M. Zur Geschichte der Schweizerischen Neurologischen Gesellschaft. *Schweiz Arch Neurol Psychiatrie*. 2000;151:168–72.
- 22 Mumenthaler M. Die Neurologie in der Ausbildung des Schweizer Arztes. *Schweiz Arch Neurol Psychiatrie*. 2008;159:265–6.
- 23 Mumenthaler M, Ludin H.-P. 50 Jahre Neurologie in Bern. *Praxis*. 2008;97:829–34.
- 24 Mumenthaler M, Müller Chr. Robert Bing. *Schweiz Arch Neurol Psychiatrie*. 2008;159:252–4.
- 25 Regli F, Despard P.-A. Parcours du service universitaire de neurologie de Lausanne entre 1954 et 2007. *Schweiz Arch Neurol Psychiatrie*. 2008;159:186–90.
- 26 Sahli H. Über den neurologischen Unterricht an den schweizerischen Universitäten. *Correspondenzblatt für Schweiz Aerzte*. 1912;21:195–205.
- 27 Steck AJ, Loeliger N, Stöckli H.-R. 100 Jahre Neurologie Basel. *Schweiz Arch Neurol Psychiatrie*. 2008;159:171–5.
- 28 Tosi C. Storia del Servizio Cantonale Ticinese di Neurologia a Lugano. *Schweiz Arch Neurol Psychiatrie*. 2008;159:200–4.
- 29 Veraguth O. Der neurologische Unterricht an den Schweizerischen Universitäten. *Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte*. 1911;20:696–708.
- 30 Verbindung der Schweizer Aerzte: Bericht der zur Vorberatung der Reform des ärztlichen Studiums ernannten Subkommission an den Zentralvorstand. *Schweizerische Aertzzeitung für Standesfragen*. 1922;3:117–24 u. 127–32.
- 31 Weder B, Tettenborn Barbara. Die Geschichte der Klinik für Neurologie am Kantonsspital St. Gallen. *Schweiz Arch Neurol Psychiatrie*. 2008;159:205–8.
- 32 Wiesendanger M. Constantin von Monakow (1853–1930): A pioneer in interdisciplinary brain research and a humanist. *C.R. Biologies*. 2006;329:406–18.

# Neurologisch-therapeutische Meilensteine der letzten Jahrzehnte

Heinrich P. Mattle

## Zusammenfassung

Wenn man die Entwicklung eines Fachgebietes in einem Zeitraum von dreissig Jahren adäquat beschreiben will, muss man sich auf wenige Aspekte beschränken. Es sind die medizin-technischen Neuerungen, die der Neurologie ab den 1950er Jahren die entscheidenden Impulse gegeben haben, so in der Elektrophysiologie die Mittelungstechniken in den fünfziger, in der Radiologie die Computertomographie und die Magnetresonanztomographie in den siebziger und achtziger Jahren. Drei Krankheitsbilder sind für die Neurologie von zentraler Bedeutung, die Multiple Sklerose, das Parkinson Syndrom und der Schlaganfall. Die Multiple Sklerose hat sowohl in der Kenntnis ihrer Pathophysiologie wie auch in der Therapie entscheidende Veränderungen erfahren. Viel von ihrem Schrecken ist zumindest in jüngster Zeit verloren gegangen. Die Behandlung der Parkinson'schen Krankheit profitiert nach wie vor von der schon vor Jahrzehnten eingeführten L-DOPA-Therapie, neuerdings auch von invasiven Therapien wie der tiefen Hirnstimulation. Der Schlaganfall, noch vor 20 Jahren ein Stiefkind der Medizin, hat durch nichtinvasive und invasive Therapieverfahren in der Frühphase der Erkrankung grosse Bedeutung erlangt. Die Behandlung des Schlaganfalles erfordert schon initial auf dem Notfall spezialisierte neurologische Kompetenz.

Technische Fortschritte führten in den vergangenen Jahrzehnten zu grundlegenden Veränderungen der Diagnostik und Therapie in der Medizin, entzündeten einen Boom der Neurowissenschaften, holten die klinische Neurologie aus der «l'art pour l'art»-Kontemplation heraus und verwandelten sie in eine klinische Disziplin mit zahlreichen therapeutischen Möglichkeiten. Fortschritte kamen aus verschiedenen Richtungen, und den verbesserten diagnostischen Möglichkeiten folgten alsbald auch Therapien: 1924 begann Hans Berger in Jena die Elektroenzephalographie zu entwickeln. 1954 beschrieb GD Dawson eine Summations- und Mittelungstechnik, die den Weg zur Ableitung evozierter Potentiale bereitete. Es folgte alsbald die klinische Entwicklung der Elektroneuro- und -myographie. 1972 kam der EMI-Scanner auf den Markt, der erste Computertomograph, entwickelt vom Engländer Sir Godfrey Hounsfield. Dies war der Beginn der Computertomographie- bzw. CT-Ära. Die CT vereinfachte und verbesserte die Diagnostik der Krankheiten des Nervensystems. Nur zwei Jahre später, 1974, gelang Paul Lauterbur die erste Bildgebung mit Magnetresonanz (MR). Obwohl damals wenig beachtet, begann 1977 die Kommerzialisierung der ersten MR-Tomographen. Sowohl CT als auch MR-Tomographen entwickelten sich in den folgenden Jahren rasant. Die CT wurde durch die Spiraltechnologie revolutioniert und beschleunigt. Brauchte der EMI-Scanner noch mehrere Minuten zur Erfassung einer Bildschicht, so können heute ganze Körperteile inert weniger Sekunden in hoher Auflösung abgebildet und funktionelle Studien durchgeführt werden. Das Gleiche gilt

für die MR-Tomographie. Noch vor 1990 standen klinisch brauchbare Techniken zur MR-Angiographie zur Verfügung. Es folgten Techniken zur Darstellung der zerebralen Perfusion, zur Erfassung der Diffusion auf Molekularebene und zur Visualisierung der neuronalen Funktionen. Heute ist diese Entwicklung nicht zu Ende, sie geht permanent weiter. Eine der letzten Erfindungen ist die Rotationsangiographie, mit der während einer Angiographie dreidimensionale Bilder und Schnittbilder wie mit der CT angefertigt werden können.

Nicht nur die klinische Neurophysiologie und die Bildgebung machten Fortschritte. Auch die Molekularbiologie, Pharmazie und Chemie und die verbesserte Methodik klinischer Studien trugen zum Fortschritt bei. All dieses Wissen verhalf den Klinikern zu einem besseren Verständnis der Krankheiten. Spielten vor einigen Jahrzehnten persönliche Erfahrungen eines Arztes und Serien behandelter Patienten eine Rolle, so bilden heute randomisierte kontrollierte Studien den Standard der diagnostischen und therapeutischen Evidenz. Randomisierte Studien sind vor allem zur Selektion und Zulassung wirksamer Arzneimittel wichtig, die von der primär dem Gewinn und dem Aktionär verpflichteten Pharmaindustrie entwickelt werden.

In der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts waren im deutschen Sprachraum Robert Bings Lehrbuch der Nervenkrankheiten und sein Kompendium der topischen Gehirn- und Rückenmarkdiagnostik Standardwerke in der Neurologie. In der zweiten Jahrhunderthälfte gehörten «der Mumenthaler» und «der Poeck» zu den deutschen Standardwerken. Diese Bücher können als Meilensteine der Wissensvermittlung bezeichnet werden. Sie trugen wesentlich zur Ausbildung von Neurologen und zum therapeutischen Fortschritt bei.

Im Folgenden werden die therapeutischen Fortschritte für die drei häufigsten Erkrankungen des Nervensystems besprochen.

## Multiple Sklerose

In der Schweiz leben etwa 10000 Personen mit Multipler Sklerose (MS). Die MS tritt am häufigsten im 3. oder 4. Lebensjahrzehnt auf und betrifft Frauen in diesem Alter doppelt so oft wie Männer. Sie entspricht einer entzündlichen und neurodegenerativen Erkrankung, die in der Regel zur Behinderung führt. Sie ist die häufigste Erkrankung des Nervensystems, die zu einer Behinderung im jungen Erwachsenenalter führt.

In der ersten Auflage des «Mumenthaler» ist zu den demyelinisierenden Erkrankungen zu lesen: *Pathologisch-anatomisch ist die multiple Sklerose charakterisiert durch herdförmige Demyelinationen ohne Destruktion der Axone, ausser in*

sehr akuten Herden [1]. Heute wissen wir, dass schon mit den ersten Entzündungsschüben Axone und Neurone zugrunde gehen und die Unterdrückung der Entzündung den Krankheitsverlauf verbessert [2].

Die Überlebenszeit bei MS ist vom Krankheitsbeginn an nicht länger als 17 Jahre, schrieb W. R. Brain 1936 über die Prognose der disseminierten Sklerose [3]. Drei Jahrzehnte später war das Schicksal nicht mehr ganz so düster, aber gemäss «Mumenthaler» immer noch schlecht: *Die Prognose der multiplen Sklerose ist im ganzen gesehen schlecht. 10 Jahre nach dem ersten Schub leben noch 80% der Patienten, verglichen mit 100% einer gleichstrukturierten Normalbevölkerung. Nach 25 Jahren sind es gar nur noch 6%*. Heute sind die Überlebenschancen wesentlich besser. Eine epidemiologische Studie in Dänemark von 1948 bis 2000 zeigte eine rückläufige Mortalität, und dass ein durchschnittlicher MS-Patient verglichen mit der Normalbevölkerung nur noch 10 Lebensjahre verlor [4]. Gut die Hälfte der Todesfälle waren der MS zuzuschreiben, und Unfälle und Suizide waren gehäuft. Die Abnahme der Mortalität betraf alle bei MS gehäuften Todesursachen. Es ist somit anzunehmen, dass mit der verbesserten Diagnostik auch weniger stark betroffene MS-Patienten erfasst wurden, und dass bessere allgemeinmedizinische Betreuung einschliesslich Antibiotika zum Rückgang der Mortalität beitrugen.

Weiter im «Mumenthaler»: *Unter den zahlreichen vorgeschlagenen Therapien scheint die Behandlung mit Kortikosteroiden – auch intrathekal – und vor allem die ACTH-Behandlung als einzige einen nachweislichen Effekt auf den einzelnen Krankheitsschub zu haben*. Heute ist die Behandlung mit Kortikosteroiden, meist mit Methylprednisolon intravenös, integraler Bestandteil der Schubbehandlung der MS. Methylprednisolon unterdrückt die entzündliche Reaktion, im Kernspintogramm das Ausmass der Läsionen, und mit einer regelmässigen Steroid-Intervalltherapie kann auch die Schubhäufigkeit beeinflusst werden [5]. Der durchschnittliche MS-Patient ist 11 Jahre nach Krankheitsbeginn noch 500 m weit gehfähig, nach 23 Jahren 100 m mit Gehhilfe, und nach 33 Jahren gehunfähig [6]. 1993 wurde erstmals für Beta-Interferon-1b und 1998 für Beta-Interferon-1a gezeigt, dass Interferone immunmodulatorisch wirken, die Zahl der MS-Schübe vermindern, die im MRI sichtbare Krankheitsaktivität dämpfen und die Zunahme der Behinderung im Alltag verlangsamen [7, 8]. Der natürliche Krankheitsverlauf wird unter Interferon verbessert: Der Übergang in die sekundär progrediente Phase tritt später ein, und definierte Behinderungsgrade werden später erreicht als ohne Behandlung [9]. Glatiramer-Azetat wirkt ähnlich und gleich stark wie Interferon, und auch Mitoxantron vermag als immunsuppressiv wirksame Substanz die MS-Aktivität zu reduzieren [10, 11]. Noch stärker wirksam ist der monoklonale Antikörper Natalizumab, allerdings zum Preis potentiell letaler Nebenwirkungen wie der progressiven multifokalen Leukoenzephalopathie [12]. Diese Erkrankung kommt durch eine Reaktivierung des JC-Virus zustande und führt zu schwerer Behinderung oder Tod. Weitere wirksame MS-Therapeutika werden derzeit in Phase-III-Studien evaluiert oder stehen kurz vor der Markteinführung. Es stehen somit wirksame MS-Therapeutika zur Verfügung, die das Schicksal der MS-Patienten verbessern. Bei den Interfero-

nen sind auch nach Jahrzehnten keine bösen Überraschungen in Bezug auf Nebenwirkungen zu erwarten, bei den monoklonalen Antikörpern und anderen neuen Substanzen ist diese Frage zum Teil noch offen. Der MS-Patient darf jedoch heute mit guten Gründen auf eine weiter verbesserte Lebensqualität und Lebenserwartung hoffen.

## Morbus Parkinson

Im Alter von weniger als 65 Jahren erkrankt eine und über 65 Jahren zwei von 1000 Personen jährlich an einem idiopathischen Parkinsonsyndrom bzw. einem Morbus Parkinson. Mit 65 Lebensjahren liegt die Prävalenz bei etwa einem Prozent, und bis zum 80. Lebensjahr steigt sie gegen 2 bis 4,5% [13].

Leitsymptome des idiopathischen Parkinsonsyndroms sind Akinesie oder Bradykinesie, Rigor, und Tremor. Die Bradykinesie und Akinesie entsprechen einer Verlangsamung willkürlicher und automatischer Bewegungen und bestehen in einer Bewegungsverarmung bis hin zur Unmöglichkeit, Bewegungen in Gang zu setzen. Zu Beginn der Krankheit sind sie leicht ausgeprägt. Am besten sind sie an der Hypomimie, der geringen Modulation der Stimme, dem verminderten Mitschwingen der Arme beim Gehen, der Verkürzung der Schrittlänge und der *En-bloc*-Drehung des ganzen Körpers erkennbar. Die Körperhaltung verändert sich. Der Oberkörper ist vornübergebeugt, und die Hüfte, Knie und Ellenbogen sind leicht flektiert. Durch anhaltende Kokontraktion antagonistischer Muskeln erhöht sich der Muskeltonus im Sinne eines Rigors, und alternierende Kontraktionen oder Kokontraktionen antagonistischer, vorwiegend distaler Muskeln, führen zum Ruhe- und seltener Halte-tremor. In der Regel später im Krankheitsverlauf können psychische Symptome wie Verlangsamung der Denkabläufe und kognitive Störungen bis hin zur Demenz und Schlafstörungen hinzukommen. Auch im Laufe der Krankheit und meistens als Auswirkung der L-Dopa-Therapie treten On-off-Phänomene, Dystonien, Halluzinationen und Psychosen auf. Dem Parkinsonsyndrom liegen Zelluntergänge in der Substantia nigra und anderen melaninhaltigen Kernen, im Globus pallidus und dem Corpus striatum zugrunde. Der Verlauf ist über Jahre bis Jahrzehnte progredient.

Ordenstein bemerkte 1867, dass Atropa belladonna Tremor und Rigor bei Parkinsonkranken verbessert. Damit läutete er die Ära der Anticholinergika ein. In den 1950er Jahren wurde der günstige Effekt des dopaminagonistisch wirksamen Apomorphin beschrieben, ohne dass der Wirkungsmechanismus genauer erkannt wurde [14]. Ebenfalls in dieser Zeit wurden stereotaktische Hirnläsionen als wirksam erkannt, um Tremor und Rigor zu verbessern, Läsionen in ventrooralen Thalamuskernen vor allen den Tremor, und Läsionen im inneren Pallidum vor allem den Rigor. Diese Operationen wurden jedoch wegen unakzeptabler Nebenwirkungen, vor allem nach bilateralen Eingriffen, verlassen, sobald Levodopa als medikamentöse Therapie zur Verfügung stand.

Hornykiewicz und Birkmayer gelten als die Pioniere der modernen Therapie des M. Parkinson. Ehringer und Hornykiewicz fanden 1960 einen massiven Dopaminver-

lust in den Basalganglien von Parkinsonpatienten, und 1961 bewiesen Hornykiewicz und Birkmayer den günstigen Effekt von intravenösem L-Dopa auf Akinese, Rigor und Tremor [15]. Birkmayer wies auch nach, dass sich die Wirkung von L-Dopa durch Kombination mit dem peripheren Dekarboxylasehemmer Benserazid verstärken liess. Anfangs wurde den Ausführungen Birkmayers mit Skepsis begegnet. Die L-Dopa-Behandlung des M. Parkinson erlebte ihren Durchbruch erst, als Cotzias und Mitarbeiter gleiche Ergebnisse im *New England Journal of Medicine* bestätigten [16]. Schwankungen des L-Dopa-Plasmaspiegels gingen mit Schwankungen des klinischen Effekts einher, und bei Patienten in fortgeschrittenen Stadien kam es sehr bald zu scheinbar unkontrollierbaren On-Off-Phänomenen und zu medikamenteninduzierten unwillkürlichen Bewegungen. Heute stellt L-Dopa, kombiniert mit einem Dekarboxylasehemmer, nach wie vor die Grundbehandlung des M. Parkinson dar. Auch Kombinationen mit Catechol-O-Methyltransferase-Inhibitoren (COMT-Hemmer) oder mit Dopaminagonisten sind möglich und führen zu konstanteren L-Dopa-Spiegeln und damit geringeren Fluktuationen der Motorik. Die konstantesten Serumspiegel können mit intraduodenalen L-Dopa-Infusionen erzielt werden, was derzeit aber nur in fortgeschrittenen Krankheitsstadien zur Anwendung kommt. Bei jüngeren Patienten werden Dopaminagonisten als erste Medikamente in frühen Krankheitsstadien empfohlen, und L-Dopa erst bei ungenügender Wirkung der Dopaminagonisten eingesetzt. In den letzten Jahren sind Monoaminoxidasehemmer zur therapeutischen Palette hinzugekommen, zuletzt Rasagilin, das als *Add-on-* oder in frühen Krankheitsstadien als Monotherapie eingesetzt wird. Dem Rasagilin wird zusätzlich zur symptomatischen Wirkung ein neuroprotektiver Effekt zugeschrieben [17].

Mit der Pharmakotherapie gelingt es, den Parkinsonpatienten gute Lebensqualität während Jahren bis Jahrzehnten zu geben. Die Krankheit schreitet jedoch fort, und zunehmende motorische Fluktuationen und Dyskinesien zeigen, dass die Pharmakotherapie des M. Parkinson an ihre Grenzen stösst. Hier gingen die Grenobler Professoren Benabid und Pollak in den 1980er Jahren mit der tiefen Hirnstimulation neue Wege [18]. Statt Läsionen zu setzen, wie dies in der Ära vor L-Dopa üblich war, bedienten sie sich implantierbarer Elektroden zur Hochfrequenzstimulation der Thalamuskern. Zur gleichen Zeit zeigten Experimente mit Primaten die zentrale Rolle des Globus pallidus internus und des Nucleus subthalamicus internus, die sie in den Basalganglien bzw. in der Regelschleife der extrapyramidalen Motorik einnehmen [19]. Ein Verlust der Hemmung via direkte Verbindungen und eine exzessive Stimulation ausgehend vom Nucleus subthalamicus über indirekte Wege führt zu einer Globus-pallidus-Überaktivität und einer Akinese. Logischerweise erfolgten Stimulationsversuche dieser beiden Kerne. Die Stimulation des Nucleus subthalamicus erwies sich als hoch wirksam [20]. Sie kann als grösster Durchbruch in der Parkinsontherapie seit Einführung des L-Dopa angesehen werden. Sie verbessert die medikamenteninduzierten motorischen Fluktuationen und Dyskinesien dramatisch und gilt als Therapie der Wahl in fortgeschrittenen Stadien des M. Parkinson. Aktuelle Studien untersuchen deshalb den Einsatz der tiefen Hirnstimulation

bereits in früheren Stadien, sobald motorische Komplikationen der Pharmakotherapie auftreten [21]. Bei Krankheiten mit Dyskinesien im Vordergrund bietet sich die tiefe Hirnstimulation des Globus pallidus internus als Therapie an, bei Tremor jene der ventralen Thalamuskern.

### Ischämische Hirninfarkte

Ischämische Hirninfarkte stehen bei älteren Erwachsenen als Ursache für Invalidität an erster Stelle, bei Demenz an zweiter und bei Todesursachen im dritten Rang. Im Weiteren sind sie häufige Ursachen für Epilepsie und Depressionen.

Epidemiologische Studien zeigten in den vergangenen Jahrzehnten eindeutige Zusammenhänge zwischen Lebensstil und Risikofaktoren für Hirninfarkte: Arterielle Hypertonie, Rauchen, Übergewicht und Dyslipidämie, Diabetes mellitus, physische Inaktivität, exzessiver Alkoholkonsum und Schlaf-Apnoe-Syndrom erhöhen das Risiko, einen Hirnschlag zu erleiden. Veränderungen dieser Risikofaktoren durch eine Änderung des Lebensstils einerseits und Einsatz von Medikamenten andererseits können das Hirnschlagrisiko mehr als halbieren. Als Medikamente stehen Antithrombotika, Antihypertensiva, Antilipämika und Antidiabetika zur Verfügung.

Beim akuten Hirninfarkt bestehen heute Mittel, um das verschlossene Hirngefäss zu rekanalisieren und damit die Chancen des Betroffenen auf ein günstiges Schicksal zu verbessern. Sussman und Fitch versuchten 1958 erstmals Thrombolyse bei drei Patienten mit Hirninfarkten [22]. Noch in der Vor-CT-Ära führte John Stirling Meyer erste randomisierte Studien mit Fibrinolyse und Streptokinase durch, die allerdings nicht von Erfolg gekrönt waren. Hauptgrund des Misserfolgs war vermutlich das lange Zeitfenster von bis 72 Stunden bis zum Behandlungsbeginn [23, 24]. Zeumer und Mitarbeiter aus Aachen berichteten 1982 über eine erfolgreiche Thrombolyse bei Basilaristhrombose [25]. Sechs Jahre später publizierte die gleiche Aachener Forschungsgruppe eine Serie von 43 endovaskulär behandelten Basilaristhrombosen [26]. Zehn Patienten, bei denen die A. basilaris rekanalisiert werden konnte, erholten sich gut. Alle Patienten, bei denen die Rekanalisation misslang, starben. Diese Studie zeigte eindrücklich die Wichtigkeit der Rekanalisation in der Himschlagtherapie. Die Japaner Etsuro Mori und Mitarbeiter veröffentlichten 1992 eine erste randomisierte Studie mit intravenös appliziertem, gentechnisch hergestelltem Gewebefibrinolyseaktivator (*recombinant tissue plasminogen activator; rt-PA*) bei Infarkten im Karotisstromgebiet [27]. Mit erfolgreicher Reperfusion waren klinische Verbesserungen häufiger zu beobachten. Der eigentliche Durchbruch gelang 1995 mit der NINDS-Studie, die man auch als den Wegbereiter der modernen Hirnschlagtherapie bezeichnen kann [28]. Intravenöse rt-PA-Gabe erhöhte die Wahrscheinlichkeit, drei Monate nach dem Hirnschlag nicht oder nur minimal behindert zu sein, um 30% (30% relativer, 14% absoluter Behandlungseffekt). Spätere Studien und Analysen von NINDS, ECASS und ATLANTIS bestätigten diese Resultate. Sie zeigten den Nutzen der i.v.-rt-PA bis zu 4,5 Stunden nach Auftre-



ten der Hirnschlagsymptome und die bessere Wirksamkeit, je rascher die Behandlung erfolgte [29]. ECASS III bestätigte die post-hoc Analyse von 2004, dass i.v.-rt-PA auch im Zeitfenster von 3 bis 4,5 Stunden dem Hirnschlagpatienten einen Vorteil bringt [30]. Die intravenöse Thrombolyse mit rt-PA (Actilyse®) gilt heute als Standardtherapie des akuten Hirninfarkts bis 4,5 Stunden nach Symptombeginn.

Parallel zur intravenösen Thrombolyse wurden endovaskuläre Therapien untersucht. Vier Jahre nach der NINDS-Studie wurde PROACT II veröffentlicht. Patienten mit proximalen Verschlüssen der A. cerebri media profitierten von intraarterieller Pro-Urokinase, und zwei kleinere randomisierte Studien bestätigten diesen Effekt [31, 32]. Ausserdem bestehen heute Möglichkeiten und Werkzeuge, verschlossene Hirngefässe mechanisch zu rekanalisieren. Der MERCI-Retriever und das Penumbra-System sind FDA- und CE-zertifiziert [33, 34]. Im Weiteren können Stents bei der mechanischen Rekanalisierung eingesetzt werden [35]. Es stellt sich daher die Frage, welche Patienten i.v.-rt-PA erhalten, welche mit Vorteil endovaskulär und welche kombiniert intravenös und endovaskulär behandelt werden sollen [36]. Ein Vergleich zweier Kohorten mit proximalen Mediaverschlüssen zeigte, dass die endovaskuläre Behandlung bei dieser selektionierten Patientengruppe der intravenösen Thrombolyse überlegen war [37]. Unsere gegenwärtige Strategie besteht darin, Patienten mit proximalen Verschlüssen, d.h. Verschlüssen der A. carotis, der proximalen A. cerebri media und der A. basilaris, endovaskulär zu behandeln und Patienten mit peripheren Verschlüssen intravenös zu thrombolysieren.

Die Thrombolyse ist die wirksamste Therapie des akuten Hirnschlags. Sie sollte im Rahmen einer organisierten Behandlungskette in einer *Stroke Unit* durchgeführt werden. Allein schon die Organisation der Hirnschlagtherapie in einer *Stroke Unit* verbessert das Schicksal der Hirnschlagpatienten und vermindert die Mortalität [38]. Ein nächster Meilenstein wird erreicht sein, wenn alle zur Verfügung stehenden Hirnschlagtherapien in der Schweiz umgesetzt werden und den Betroffenen zugute kommen.

#### Literatur

- Mumenthaler M. Neurologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart. 1. Auflage 1967.
- Trapp BD, Peterson J, Ransohoff RM, Rudick R, Mörk S, Bö L. Axonal transection in the lesions of multiple sclerosis. *N Engl J Med.* 1998;338:278–85.
- Brain WR. Prognosis of disseminated sclerosis. *Lancet.* 1936;2:866–7.
- Bronnum-Hansen H, Koch-Henriksen N, Stenager E. Trends in survival and cause of death in Danish patients with multiple sclerosis. *Brain.* 2004;127:844–50.
- Sorensen PS, Mellgren SI, Svenningsson A, Elovaara I, Frederiksen JL, Beiske AG, et al. NORdic trial of oral Methylprednisolone as add-on therapy to Interferon beta-1a for treatment of relapsing-remitting Multiple Sclerosis (NORM1MS study): a randomised, placebo-controlled trial. *Lancet Neurol.* 2009;8:519–29.
- Confavreux C, Vukusic S, Moreau T, Adeleine P. Relapses and progression of disability in multiple sclerosis. *N Engl J Med.* 2000;343:1430–8.
- The IFNB Multiple Sclerosis Study Group. Interferon beta-1 b is effective in relapsing-remitting multiple sclerosis. I. Clinical results of a multicenter, randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Neurology.* 1993;43:655–61.
- PRISMS Study Group. Randomised double-blind placebo-controlled study of interferon beta-1a in relapsing/remitting multiple sclerosis. *Lancet.* 1998;352(9139):1498–504.
- Trojano M, Pellegrini F, Fuiani A, Paolicelli D, Zipoli V, Zimatore GB, et al. New natural history of interferon-beta-treated relapsing multiple sclerosis. *Ann Neurol.* 2007;61:300–6.
- O'Connor P, Filippi M, Arnason B, Corni G, Cook S, Goodin D, et al.; BEYOND Study Group, O'Connor P, Filippi M, Arnason B, Cook S, Goodin D, Harung HP, Kappos L, Jeffery D, Corni G. 250 microg or 500 microg interferon beta-1b versus 20 mg glatiramer acetate in relapsing-remitting multiple sclerosis: a prospective, randomised, multicentre study. *Lancet Neurol.* 2009;8:889–97.
- Hartung HP, Gonsette R, König N, Kwiecinski H, Guseo A, Morrissey SP, Krapf H, Zwingers T; Mitoxantrone in Multiple Sclerosis Study Group (MIMS). Mitoxantrone in progressive multiple sclerosis: a placebo-controlled, double-blind, randomised, multicentre trial. *Lancet.* 2002;360:2018–25.
- Polman CH, O'Connor PW, Havrdova E, Hutchinson M, Kappos L, Miller DH, et al.; AFFIRM Investigators. A randomized, placebo-controlled trial of natalizumab for relapsing multiple sclerosis. *N Engl J Med.* 2006;354:899–910.
- de Lau LM, Breteler MM. Epidemiology of Parkinson's disease. *Lancet Neurol.* 2006;5:525–35. Review.
- Schwab RS, Amador LV, Lettvin JY. Apomorphine in Parkinson's disease. *Trans Am Neurol Assoc.* 1951;56:251–3.
- Birkmayer W, Hornykiewicz O. Der L-3,4-Dioxyphenylalanin (= DOPA)-Effekt bei Parkinson-Akinese. *Wiener Klinische Wochenschrift.* 1961;73:787–8.
- Cotzias GC, Van Woert MH, Schiffer LM. Aromatic amino acids and modification of parkinsonism. *N Engl J Med.* 1967;276:374–9.
- Olanow CW, Rascol O, Hauser R, Feigin PD, Jankovic J, Lang A, et al.; ADAGIO Study Investigators. A double-blind, delayed-start trial of rasagiline in Parkinson's disease. *N Engl J Med.* 2009;361:1268–78.
- Benabid AL, Pollak P, Louveau A, Henry S, de Rougemont J. Combined (thalamotomy and stimulation) stereotactic surgery of the VIM thalamic nucleus for bilateral Parkinson disease. *Appl Neurophysiol.* 1987;50:344–6.
- Wichmann T, DeLong MR. Pathophysiology of Parkinson Disease. *Ann NY Acad Sci.* 2003;991:199–213.
- Krack P, Batir A, Van Blercom N, Chabardes S, Fraix V, Ardouin C, et al. Five-year follow-up of bilateral stimulation of the subthalamic nucleus in advanced Parkinson's disease. *N Engl J Med.* 2003;349:1925–34.
- Schüpbach WM, Maltete D, Houeto JL, du Montcel ST, Mallet L, Welter ML, et al. Neurosurgery at an earlier stage of Parkinson disease: a randomized, controlled trial. *Neurology.* 2007;68:267–71.
- Sussman BJ, Fitch TSP. Thrombolysis with fibrinolytic in cerebral arterial occlusion. *JAMA.* 1958;167:1705–9.
- Meyer JS, Gilroy J, Barnhart MI, Johnson JF. Therapeutic thrombolysis in cerebral thromboembolism: double-blind evaluation of intravenous plasmin therapy in carotid and middle cerebral arterial occlusion. *Neurology.* 1963;13:927–37.
- Meyer JS, Eyer JS, Gilroy J, Barnhart MI, Johnson JF. Anticoagulants plus streptokinase therapy in progressive stroke. *JAMA.* 1964;189:373.
- Zeumer H, Hacke W, Kolman HL, Poock K. Fibrinolytische Therapie bei Basilaris-thrombose. *Dtsch Med Wschr.* 1982;107:728–31.
- Hacke W, Zeumer H, Ferbert A, Brückmann H, del Zoppo GJ. Intra-arterial thrombolytic therapy improves outcome in patients with acute vertebralbasilar occlusive disease. *Stroke.* 1988;19:1216–22.
- Mori E, Yoneda Y, Tabuchi M, Yoshida T, Ohkawa S, Ohsumi Y, et al. Intravenous recombinant tissue plasminogen activator in acute carotid artery territory stroke. *Neurology.* 1992;42:976–82.
- The National Institute of Neurological Disorders and Stroke rt-PA Stroke Study Group. Tissue plasminogen activator for acute ischemic stroke. *N Engl J Med.* 1995;333:1581–7.
- Hacke W, Donnan G, Fieschi C, Kaste M, von Kummer R, Broderick JP, et al.; ATLANTIS Trials Investigators; ECASS Trials Investigators; NINDS rt-PA Study Group Investigators. Association of outcome with early stroke treatment: pooled analysis of ATLANTIS, ECASS, and NINDS rt-PA stroke trials. *Lancet.* 2004;363:768–74.
- Hacke W, Kaste M, Bluhmki E, Brozman M, Davalos A, Guidetti D, et al.; ECASS Investigators. Thrombolysis with alteplase 3 to 4.5 hours after acute ischemic stroke. *N Engl J Med.* 2008;359:1317–29.
- Furlan AJ, Higashida R, Wechsler L, Gent M, Rowley H, Kase C, et al. Intra-arterial prourokinase for acute ischemic stroke. The PROACT 11 study: a randomized controlled trial. *JAMA.* 1999;282:2003–201.
- Saver JL. Intra-arterial fibrinolysis for acute ischemic stroke: the message of melt. *Stroke.* 2007;38:2627–8.
- Flint AC, Duckwiler GR, Budzik RF, Liebeskind DS, Smith WS; MERCI and Multi MERCI Writing Committee. Mechanical thrombectomy of intracranial internal carotid occlusion: pooled results of the MERCI and Multi MERCI Part I trials. *Stroke.* 2007;38:1274–80.
- Penumbra Pivotal Stroke Trial Investigators. The penumbra pivotal stroke trial: safety and effectiveness of a new generation of mechanical devices for clot removal in intracranial large vessel occlusive disease. *Stroke.* 2009;40:2761–8.
- Breckenfeld C, Schroth G, Mattle HP, Do DD, Remonda L, Mordasini P, et al. Stent placement in acute cerebral artery occlusion: use of a self-expandable intracranial stent for acute stroke treatment. *Stroke.* 2009;40:847–52.
- Mattle HP. Intravenous or intra-arterial thrombolysis?: it's time to find the right approach for the right patient. *Stroke.* 2007;38:2038–40.
- Mattle HP, Arnold M, Georgiadis D, Baumann C, Nedeltchev K, Benninger D, et al. Comparison of intraarterial and intravenous thrombolysis for ischemic stroke with hyperdense middle cerebral artery sign. *Stroke.* 2008;39:379–83.
- Engelger S, et al. für die Zerebrovaskuläre Arbeitsgruppe der Schweiz. Stroke Units in der Schweiz: Bedarfsanalyse, Richtlinien und Anforderungsprofil. *Schweiz Med Forum.* 2004;4:200–3.

# Das mystische Gehirn

## Die Neurologie der Doppelgänger und der ausserkörperlichen Erfahrungen

Theodor Landis

### Zusammenfassung

Gibt es ein Hirnsubstrat für mystische, geheime Überzeugungen, wie sie unter verschiedenen Bedingungen auftreten können? Es wird Evidenz vorgestellt, dass z.B. das Gefühl einer «Anwesenheit» neben oder hinter uns gehäuft in Situationen des Sauerstoffmangels im Gehirn, z.B. bei Extrem-Bergsteigern auftreten kann. Bei Epilepsiepatienten, die das Gefühl von «Anwesenheiten» berichteten, findet sich das Substrat in der Gegend des Gyrus angularis. Hierbei handelt es sich um eine multimodale sensorische Area, die vermutlich auch für extrakorporale Erfahrungen verantwortlich ist. Hierunter versteht man verschiedene Phänomene, in denen sich das Subjekt selbst ausserhalb des Körpers wahrnimmt, und häufig auch nicht entscheiden kann, in welchem der wahrgenommenen Körper es sich befindet. Meist liegen lokalisierte Hirnschädigungen vor, die z.B. durch eine präoperative invasive epilepsiechirurgische Diagnostik abgeklärt werden können.

Mystisch stammt «von Mysterium, einer geheimen Überzeugung, jenseits verstandemässiger Erkenntnis im religiösen Bereich».

Wenn ein Neurologe das Thema «mystisches Gehirn» aufgreift, wird er sich sofort fragen: «Haben geheime Überzeugungen ein Hirnsubstrat?», und wenn ja: «Könnten diese umschriebenen Hirnarealen entsprechen?»

Das «Gefühl einer Anwesenheit» ist eine solche feste Überzeugung. Sie ist auch «geheim», weil Patienten im Allgemeinen nicht spontan darüber berichten, aus Angst, für «verrückt» gehalten zu werden. Der Arzt muss das Phänomen kennen und es in seiner Anamnese aktiv, wenn auch nicht suggestiv, erfragen. Beim «Gefühl einer Anwesenheit» weiss das Individuum – nicht notwendigerweise ein Patient – plötzlich mit unumstösslicher Gewissheit, dass neben ihm eine andere Person existiert. Diese «Person» befindet sich im Allgemeinen seitlich, etwas nach hinten versetzt, im peripersonellen Raum, d.h. etwa auf Armlänge. Ihr Geschlecht, Alter, sogar Identität, kann, muss aber nicht bekannt sein. Diese «Person» kann sich sogar im Gleichtakt bewegen, und manchmal ist es dem Betroffenen plötzlich klar, dass dieser «Andere» sein *alter ego*, sein «unsichtbarer Doppelgänger» ist. Er dreht den Kopf, um einen Blick auf den gefühlten Anderen zu erhaschen, aber da ist nichts. Jedoch die feste Überzeugung einer Anwesenheit bleibt.

Das Gefühl einer Anwesenheit, insbesondere des unsichtbaren Doppelgängers, ist so alt wie die Menschheit selbst. Es existierte in allen Kulturen und hat auch Eingang in die Literatur gefunden, wie zum Beispiel in «Le Horla»

von Guy de Maupassant, «The talented Mr. Ripley» von Patricia Highsmith, oder «Inferno» von August Strindberg.

Wir hatten vor vielen Jahren die Gelegenheit, die neun besten Extrem-Höhenbergsteiger der Welt neuropsychologisch, neurologisch und mit MRI und EEG zu untersuchen [1]. Parallel dazu hatte Peter Brugger diese Bergsteiger bezüglich ihrer Halluzinationen befragt [2]. Diese ausgewählte Gruppe von aussergewöhnlichen Bergsteigern zeigte keine kognitiven Störungen, aber eine ungewöhnliche Häufung von Halluzinationen, von denen das Gefühl einer Anwesenheit bei weitem das häufigste war. Allein in grosser Höhe, unter extremen Temperaturen und grosser körperlicher Anstrengung, war es nicht selten, dass sich da plötzlich ein «Anderer» einstellte, der im Gleichschritt neben den Bergsteigern marschierte, von dem sie wussten, dass es nicht irgend jemand war, sondern ihr *alter ego*, sie selbst, ihr Doppelgänger, der sie begleitete. Peter Brugger teilte diese Halluzinationen ein in solche, die über oder unter 6000 Metern Höhe aufgetreten waren. Sie waren in etwa gleich häufig. Nachdem aber Extrem-Höhenbergsteiger etwa 20mal mehr Zeit unter 6000 Metern als darüber verbringen, sind die Doppelgänger-Halluzinationen über 6000 Metern Höhe circa 20-mal häufiger und höchstwahrscheinlich im Zusammenhang mit dem Sauerstoffmangel zu sehen.

Das «Gefühl einer Anwesenheit» oder des «unsichtbaren Doppelgängers» ist also mindestens zum Teil die Folge einer «Gehirnstörung», verursacht durch Sauerstoffmangel. Da dies eine vergleichsweise diffuse Hirnstörung darstellt, fragt sich der Neurologe natürlich, ob solche Phänomene als Folge einer Störung umschriebener Hirnareale auftreten könnten. In einer Literaturübersicht von «einseitigen Anwesenheiten» zeigte sich weder eine Bevorzugung der linken oder rechten Raumseite noch ein Überwiegen von linkshemisphärischen gegenüber rechtshemisphärischen Hirnschädigungen. Dagegen fanden sich unter den Patienten sehr viele Epileptiker, und die geschädigten Hirngebiete betrafen vor allem die Übergangsregion zwischen dem Scheitel-, Schläfen- und Hinterhauptslappen, dem Gebiet des Gyrus angularis [3].

Gäbe es eine direktere Möglichkeit, diese Gehirnregion mit dem Gefühl einer Anwesenheit in Verbindung zu bringen? Dies ist möglich im Rahmen von Abklärungen von Patienten mit therapierefraktären Epilepsien, bei denen intrazerebrale oder subdurale Elektroden mit dem Ziel, den elektrischen Anfallbeginn genau zu lokalisieren, implantiert werden. Um sicher zu sein, dass bei einer operativen Entfernung des epileptischen Herdes keine bleibenden Schäden z.B. der Motorik oder der Sprache entstehen, müssen

alle diese Elektroden stimuliert und das durch die Reizung ausgelöste Verhalten registriert werden. Wir haben kürzlich durch solche Reizungen nicht nur das Gefühl einer Anwesenheit auslösen, sondern auch modulieren können [4]. Bei einer jungen Frau mit komplex-partiellen Anfällen fanden wir den epileptischen Herd im linken Gyrus angularis. Bei Reizung dieser Region stellte sich sofort das Gefühl einer Anwesenheit ein. Sie fühlte die Anwesenheit einer Person direkt hinter ihr. Nach Ende der Reizung verschwand das Anwesenheitsgefühl schlagartig. Durch Veränderung der Reizstärke, aber auch der Position der Patientin wurde ihr klar, dass dieser «Andere» ein junger Mann war, dass er sie am Lesen einer Karte hindern wollte, und auch, dass ihr seine Anwesenheit unangenehm war.

Könnte diese Hirnregion unser «Körperschema» kodieren, die Repräsentation unseres Körpers und unseres «Ichs»? Könnte eine Störung dieser Hirnregion zu einer Teilung von «Körper» und «Ich» führen, einer «ausserkörperlichen Erfahrung»?

Ausserkörperliche Erfahrungen sind, wie das Gefühl einer Anwesenheit, seit Ewigkeiten bekannt und in allen Kulturen beschrieben. Es handelt sich dabei um die Erfahrung, dass sich das Bewusstsein einer Person von ihrem physischen Körper trennt und damit eine Betrachtung der Welt, und auch des eigenen Körpers, von einem entfernten Blickpunkt ermöglicht.

Ausserkörperliche Erfahrungen sind bei weitem nicht so selten, wie man annehmen könnte. Ihre Häufigkeit als einmaliges Erlebnis im Leben wird in einer Durchschnittsbevölkerung mit etwa 10% angenommen. Ihr Auftreten ist unabhängig von Geschlecht, Rasse, Religion oder Beruf, hingegen sind sie häufiger während Schläfrigkeit, Erwachen, Entspannung, Stress, Angst, Fieber, und unter Drogen.

Die ausserkörperliche Erfahrung hat ein typisches «klassisches» Bild, mit individuellen Variationen. Sylvan Muldoon, der Autor eines faszinierenden Buches [5], beschreibt die ausserkörperliche Erfahrung wie folgt: «... erwacht und hat das Gefühl von Schwere, wie am Bett zu kleben ... rasche Auf- und Ab-Vibrationen des ganzen Körpers. Ich schwebte in der Luft, horizontal, einige Fuss über dem Bett. Alles war zuerst verschwommen und wird jetzt klarer ... Ich schwebte gegen die Decke. ... Es gelingt mir, mich um 180 Grad zu drehen. Ich sehe mich selbst, wir sind zwei. Ich beginne zu glauben, dass ich geistesgestört sei. Da war doch ein zweites «Ich», das ganz gemütlich im Bett lag.»

Dieser Typus von ausserkörperlicher Erfahrung (Dekorporation) spielt sich meistens im Liegen ab und beginnt immer mit einer «vestibulären» Sensation, einer Körpervibration, einem Schweben oder Sinken. Das «Ich» befindet sich im schwebenden «parasomatischen» Körper, meist in einem Raum, so einen halben Meter unter der Zimmerdecke um 180 Grad gedreht, so dass das «Ich» seinen «physischen Körper» in einem Winkel von etwa 45 Grad von oben sieht. Diese Erfahrung kann, muss aber nicht mit Angst verbunden sein.

Andere Erfahrungen sind die «Autoskopie» (sich selbst sehen) und die «Heautoskopie». Die Autoskopie wird meist in Stehen erfahren. Das Individuum sieht sich plötzlich selbst und weiss, dass der «Andere» es selbst ist, obwohl der «Andere» ihm nicht unbedingt ähnlich sehen muss. Die

Erfahrung ist rein visuell, das «Ich» bleibt im eigenen Körper, die Erfahrung ist im Allgemeinen nicht mit Furcht verbunden. Eine wesentlich unangenehmere, glücklicherweise seltene ausserkörperliche Erfahrung ist die Heautoskopie. Während bei der «Dekorporation» das «Ich» sich ganz klar im schwebenden «parasomatischen» Körper befindet, und bei der Autoskopie das «Ich» im eigenen «physischen» Körper bleibt, ist bei der Heautoskopie nicht klar, in welchem Körper sich das «Ich» befindet. Diese Unsicherheit scheint für den Menschen kaum erträglich zu sein. Ein junger Epileptiker, der beim Versuch, diesem Zustand zu entfliehen, aus einem Fenster im vierten Stock sprang und überlebte, beschreibt die heautoskopische Episode wie folgt:

Am besagten Morgen stand er auf mit einem Schwindelgefühl. Als er sich umdrehte, sah er sich selbst noch im Bett liegen und wurde ärgerlich über «den Typen, von dem ich wusste dass ich es selbst war, der nicht aufstehen wollte und riskierte, zu spät zur Arbeit zu kommen». Er versuchte ihn zu wecken, schrie ihn an, schüttelte ihn, und zuletzt sprang er mehrmals auf sein *alter ego* im Bett. Der Körper im Bett zeigte keine Reaktion. Erst jetzt wurde dem Patienten seine Doppel-Existenz bewusst und er bekam Angst, weil er nicht mehr sagen konnte, welcher der beiden er wirklich war.

Mehrere Male wechselte sein Ich-Bewusstsein vom Stehenden zum im Bett liegenden Körper. Im liegenden Körper war er hellwach, aber komplett gelähmt und geängstigt von seinem anderen Körper, der sich über ihn beugte und ihn schlug. Sein einziger Gedanke und Wunsch war, wieder eine einzige Person zu werden! Er ging zum Fenster, von wo er seinen im Bett liegenden Körper sehen konnte, und fasste plötzlich den Entschluss, sich aus dem Fenster zu stürzen, «um dem unerträglichen Gefühl, in zwei gespalten zu sein, ein Ende zu bereiten, und in der Hoffnung, dass diese zweifelte Tat den im Bett Liegenden so erschrecken würde, dass er sich wieder mit mir vereinte». Das Nächste, woran er sich erinnerte, war das Aufwachen und die Schmerzen im Spital [6].

Bei diesem jungen Mann, der nach Entfernung eines linksseitigen gutartigen Schläfenlappentumors anfallsfrei wurde, war die ausserkörperliche Erfahrung ein einmaliges Ereignis, wahrscheinlich verursacht durch einen Alkoholrausch und das Absetzen der antiepileptischen Medikamente.

Für die ausserkörperliche Erfahrung stellt sich natürlich die gleiche Frage wie für das Gefühl einer Anwesenheit, nämlich ob es eine direktere Weise gäbe, eine Gehirnregion mit dem Phänomen der Dekorporation in Verbindung zu bringen. Anhand von drei Patientinnen mit therapieresistenter Epilepsie, die alle während der prächirurgischen Abklärung eine Dekorporation erlebten, lässt sich diese Frage möglicherweise klären [7].

Die erste Patientin leidet seit vielen Jahren an Anfällen mit Dekorporation. Sie erlebt dabei ein müheloses Aufwärtsschweben, gepaart mit Angst und Schwindel. Sie sieht ihren Körper auf einer Wiese, umgeben von vielen Leuten, auf dem Rücken liegend. Am Anfang schwebt sie nur wenige Meter (180 Grad gedreht) über ihrem Körper, dann schwebt sie rasch höher und höher, bis sie die Szene nicht mehr sehen kann. Dann fällt sie zur Erde zurück und wird unweigerlich von einem spitzen Gegenstand durchbohrt.

Die invasive Abklärung mit einem Netz von subduralen Elektroden zeigte einen Anfallsbeginn im Übergangsbereich zwischen Scheitel- und Hinterhauptlappen.

Unsere zweite Patientin litt ebenfalls seit vielen Jahren an epileptischen Anfällen mit ausserkörperlicher Erfahrung. Die invasive Abklärung mit implantierten Elektroden zeigte, dass diese Anfälle von einem gutartigen Tumor im Übergangsbereich zwischen dem linken Scheitel- und Schläfenlappen ausgingen. Da dieses Gebiet Teil der Sprachregion ist, liess sich der Tumor nur teilweise entfernen. Vor der Operation hatte die Patientin sehr häufige «klassische» ausserkörperliche Erfahrungen. Sie befand sich im parasomatischen Körper an der Decke schwebend um 180 Grad gedreht und sehe ihren physischen Körper. Da sei auch ein furchterregender Mann, der ihr Angst einflösse. Nach der Operation hat sie viel weniger Anfälle, und die Art der ausserkörperlichen Erfahrung hat sich komplett geändert. Sie erlebt nun eine Autoskopie. Sie befindet sich in ihrem physischen Körper und sieht sich von hinten. Die Angst ist vollständig verschwunden.

Das Beispiel dieser Patientin zeigt, dass eine operative Läsion im parieto-temporalen Übergangsbereich tiefgreifende Veränderung ausserkörperlicher Erfahrung zur Folge haben kann.

Die dritte Patientin [8], ebenfalls seit vielen Jahren an epileptischen Anfällen leidend, zeigt wahrscheinlich am klarsten die Bedeutung der parieto-temporalen Übergangsregion für Dekorporationsphänomene. Ihre Anfälle hatten absolut nichts mit ausserkörperlicher Erfahrung zu tun. Die Anfälle begannen mit einem aus der Magengegend aufsteigenden Übelkeits- und Schmerzgefühl, gefolgt von einer Sensation, schlechter zu hören, und einem kurzen Kontaktverlust. Die invasive Abklärung zeigte, dass diese Anfälle von einem Herd im vordersten rechtsseitigen Schläfenlappen ausgingen. Diese Region wurde entfernt, und die Patientin ist seither anfallsfrei. Diese vordere Schläfenlappenregion ist mehr als 10 cm von der besagten temporo-parietalen Übergangsregion entfernt. Im Rahmen der Abklärung werden alle implantierten Elektroden gereizt. Bei der Reizung von Elektroden am temporo-parietalen Übergang, dem Gyrus angularis, erlebte die Patientin plötzlich erstmals in ihrem Leben eine ausserkörperliche Erfahrung. Direkt nach Beginn der Reizung schwebte sie in einem Körper nahe der Decke, um 180 Grad gedreht, und sah sich selbst im Bett liegend mit Elektroden am Kopf und Ärzten und Schwestern um sie herum stehen. Sobald die Reizung endete, be-

fund sie sich wieder in ihrem Körper. Wieder mit derselben Stärke gereizt wiederholte sich das Phänomen sofort. Bei geringerer Reizstärke hatte sie das Gefühl, durch das Bett durchzusinken, ein rein vestibuläres Symptom; bei höherer Stromstärke kam es zu Illusionen von Arm- und Beinverformung, und bei muskulärer Vorspannung zu Bewegungsillusionen der Arme.

Die anatomische Lokalisation der Elektroden oder Läsionen, die zu ausserkörperlicher Erfahrung führten, befindet sich bei allen drei Patientinnen im und um den Gyrus angularis.

Diese Hirnrindenstruktur ist eine derjenigen, die uns Menschen am meisten von unseren Vorfahren, den Menschenaffen, unterscheidet. Dieses Gebiet reift sehr spät und ist bekannt als die Plattform *par excellence*, in welcher Signale aus dem daneben oder darunter liegenden vestibulären, dem Hör-, Seh-, somatosensorischen und dem motorischen Kortex integriert werden.

Wir nehmen an, dass eine vorübergehende Mehrdeutigkeit der sensorischen Eingänge, wie sie bei epileptischen Anfällen oder elektrischer Hirnstimulation auftreten, Illusionen wie das Gefühl der Anwesenheit, Autoskopie oder ausserkörperliche Erfahrung verursachen können. Illusionen waren in der Vergangenheit hilfreich, die Hintergründe von Wahrnehmungsprozessen aufzuklären.

Neurowissenschaftliche Forschung könnte dazu beitragen, auch ausserkörperliche Erfahrungen zu entmystifizieren.

#### Literatur

- 1 Regard M, Oelz O, Brugger P, Landis T. Persistent cognitive impairment in climbers after repeated exposure to extreme altitude. *Neurology*. 1989; 39:210–3.
- 2 Brugger P, Regard M, Landis T, Oelz O. Hallucinatory experience in extreme-altitude climbers. *Neuropsychiatry, Neuropsychology and Behavioral Neurology*. 1999;12:67–71.
- 3 Brugger P, Regard M, Landis T. Unilaterally felt «presences»: The Neuropsychiatry of One's invisible Doppelgänger. *Neuropsychiatry, Neuropsychology, and Behavioral Neurology*. 1996;9:114–22.
- 4 Arzy S, Seeck M, Ortigue S, Spinelli L, Blanke O. Induction of an illusory shadow person. *Nature*. 2006;443:287.
- 5 Muldoon SJ & Carrington H. *The projection of the astral body*. Rider & Co., Paternoster House, London, 1929.
- 6 Brugger P, Agosti R., Regard M., Wieser H.G., Landis T. Heautoscopy, epilepsy, and suicide. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*. 1994;57:838–9.
- 7 Blanke O, Landis T, Spinelli L, Seeck M. Out-of-body experience and autoscopy of neurological origin. *Brain*. 2004;127:243–58.
- 8 Blanke O, Ortigue S, Landis T, Seeck M. Stimulating illusory own-body perceptions. *Nature*. 2002;419:269.

# Die Entmystifizierung des Gehirns

Ulrich Buettner

## Zusammenfassung

Es wird zwei Fragen nachgegangen, deren Beantwortung zum Verständnis der Funktionsweise des Gehirns beitragen soll. Die Abbildung unserer äusseren Umwelt und des Zustands unseres Körpers im Gehirn erfolgt ausschliesslich nach den Funktionsprinzipien von Nervenzellen und physiologisch bekannten Grundmechanismen. Es ist eine triviale Erkenntnis, z.B. dass die Abbildung der Umwelt in das Gehirn nicht 1:1 einer wie auch immer gearteten realen Welt entspricht. Sinnestäuschungen und andere Sinnesphänomene können das zweifelsfrei nachweisen. Es lassen sich verschiedene Annahmen machen, wie das Gehirn in der Lage ist, Aufmerksamkeit zu generieren und den Vorrat an Erfahrungen und «Gedächtnis» bei der Problemlösung zu nutzen. Weiter ungeklärt bleibt jedoch, wie eine traditionell postulierte freie Willensentscheidung und ein Bewusstsein möglich sind, wenn angenommen werden muss, dass das Gehirn grundsätzlich nach naturwissenschaftlichen Prinzipien arbeitet, das heisst die Willensentscheidung und das Bewusstsein gleichzeitig Objekt naturwissenschaftlichen Denkens und frei entscheidendes Subjekt sein sollen.

## Einleitung

Auch von Neurologen werden Antworten auf die elementaren Fragen der Neurowissenschaften, nämlich dem Wesen von Aufmerksamkeit, Bewusstsein, von Entscheidungsfähigkeit und Verantwortung erwartet. Die Beantwortung dieser Fragen wurde meist den Philosophen und den religiösen Instanzen überlassen. Zudem wurden sie im Wesentlichen durch weltanschauliche Positionierung vorgegeben. Das hat sich, jedenfalls zum Teil, gewandelt.

Angesichts der grossen vor dreissig Jahren noch undenkbaren Erfolge der Gehirnwissenschaften im weitesten Sinne betrachten wir je nach Standpunkt die Schönheit, die Komplexität, die Leistungsfähigkeit und auch die Konsequenzen einer Funktionsstörung des Nervensystems. Zwei Fragen sollen im Folgenden vordringlich behandelt werden:

1. Wo zeigen sich die Grenzen der Leistungsfähigkeit des Gehirns?
2. Wo liegen die Grenzen unseres Verständnisses der Arbeitsweise des Gehirns?

Bei der ersten Frage geht es darum, die dem Gehirn zugeschriebene geradezu unvorstellbare Leistungsfähigkeit anhand einiger Beispiele zu überprüfen, gegebenenfalls auch Grenzen aufzuzeigen.

Bei der zweiten Frage geht es um das Verständnis von Gehirn schlechthin. Es geht um qualitative, nicht quantitative Fragen. Ist das Gehirn das Organ des Geistes (der Seele),

des Bewusstseins, der Verantwortung? Ist der Mensch in allen seinen Facetten durch das Gehirn gesteuert oder haben wir einen freien Willen?

## Wo zeigen sich die Grenzen der Leistungsfähigkeit des Gehirns?

Unser Gehirn scheint ein Organ der Superlative zu sein, dies aufgrund seiner anatomischen und physiologischen Organisation und der blossen Zahlen, die allein schon Grosses vermuten lassen:

10–100 Mrd. Neurone mit je 100–1000 Synapsen ergibt die unvorstellbare Zahl von  $10^{12-14}$  Schaltstellen im Gehirn. Grosse Zahlen allein sagen jedoch nichts über Funktion aus. Es gibt verschiedene Tierspezies mit durchaus vergleichbarer Zahl an Neuronen, Verschaltungen und Gehirngewicht (Pottwal und Elefant). Es bleibt ebenfalls allein aufgrund klinischer Beobachtung und Kenntnis unklar, was ein Gehirn befähigt, komplexe Funktionen wie Bewusstsein und Entscheidungsfähigkeit oder selektive Aufmerksamkeit zu generieren. Jedenfalls sprechen Beobachtungen im klinischen Alltag in Kenntnis von Patienten mit ausgeprägten hirnatrophiischen Prozessen (bis zu einer über 50%igen Reduktion von Hirngewicht und Neuronen) oder entzündlichen und ischämischen Läsionen dagegen, dass Hirnvolumen, Nervenzell- und Synapsenzahl die alles bestimmenden Parameter seien, die zu den genannten Funktionen befähigen. Hirnlokale Verarbeitungsprozesse mögen die **notwendige** Ingredienz für eine bestimmte Eigenschaft sein, sie erlauben jedoch in der Regel keine Aussage darüber, ob die Funktion dieser Hirnregion auch für die in Frage stehende Funktion **hinreichend** ist. Einer der grossen Anatomen des beginnenden 20. Jahrhunderts, Korbinian Brodmann [1], hat im Bewusstsein der von ihm publizierten histologischen Differenzierung des menschlichen Gehirns (1909) gemeint, dass er nicht davon ausgehe, dass höhere Gehirnfunktionen durch die seinerzeit beliebten hirntopographischen Zuordnungen von Funktion ausreichend erklärt werden könnten.

Anhand des visuellen Systems möchte ich im Folgenden zunächst an einem sensorischen System die Funktion, die Leistungsfähigkeit, aber auch die Grenzen seiner Leistungsfähigkeit aufzeigen.

Die anatomischen Untersuchungen so wie bei Tartuferi (1887) lassen schon erahnen, wie die retinale Funktion im Grundsatz eine Abbildung der Umwelt in der Netzhaut ermöglicht [2]. Die Umwandlung physikalischer Strahlenergie in ein Generatorpotential der Rezeptoren und dann

in Aktionspotentiale der Neurone führt zu einer Abfolge von Verarbeitungsprozessen, von denen die laterale Hemmung in den retinalen Ganglienzellen [2] nur den ersten Schritt darstellt.

Generell erwarten wir aufgrund unserer Erfahrung, dass unser visuelles System unsere Umwelt «naturgetreu» abbildet. Dies ist jedoch eine Annahme, die durch nichts gerechtfertigt wird. Die Abbildung unserer Umwelt im Auge und im Gehirn gehorcht den physikalischen und biochemisch-physiologischen Gesetzmässigkeiten und ist deshalb immer von individuellen anatomischen und physiologischen Voraussetzungen abhängig. Es muss davon ausgegangen werden, dass die Abbildung unserer Umwelt, ohne Berücksichtigung höherer Hirnfunktionen, von Person zu Person unterschiedlich ist und nicht etwa nur dann, wenn z.B. ein genetischer Farbsinnesdefekt bei einem Individuum vorliegt. Wie unterschiedlich von uns Menschen wird erst die Umwelt von anderen Lebewesen wahrgenommen werden!

Die weitere Verarbeitung der visuellen Signale erfolgt durch die so genannte Sehbahn und ihre verschiedenen Projektionen, wobei parallele und sequentielle Verarbeitung der visuellen Signale zu einer topographisch verteilten Ablage von Objekteigenschaften in verschiedenen kortikalen Arealen führen, so z.B. von Form, Farbe, Bewegung und Entfernung des gesehenen Objekts [3]. Nun zerlegen wir zweifellos ein Objekt nicht bewusst in seine verschiedenen Eigenschaften, sondern werden bei fokussierter Aufmerksamkeit alle beschriebenen Eigenschaften wieder vereint in dem nämlichen Objekt wiederfinden. Die Vorstellungen, wie ein derartiges Zusammenführen von isoliert abgelegten Eigenschaften erfolgen soll, sind umstritten. Man nennt das zugrunde liegende Problem das «Bindungsproblem». Es wird uns später wieder begegnen. Jedenfalls muss die Detailanalyse wieder ein vollständiges interpretierbares Abbild liefern, wie das schon von Treisman [4] graphisch gezeigt wurde.

Soweit zu den anatomischen und physiologischen Voraussetzungen, die hohe Leistungsfähigkeit gewährleisten sollen. Das visuelle System ist darüber hinaus in der Lage, Dinge zu erkennen, die keineswegs real existieren, sondern virtuell sind. Ein gutes Beispiel ist das Kanitza-Dreieck, das aufgrund von Einzelelementen, die für sich keinen physischen Zusammenhang besitzen, dem Gehirn erlaubt, eindeutige Objekte zu erkennen, im vorliegenden Fall Dreiecke. Das Erstaunliche besteht darin, dass interne Signale benutzt werden (Gedächtnisinhalte), um aus rudimentären Formelementen neue Formen zu generieren. Es ist sicher interessant herauszufinden, wann in Phylogenie und Ontogenese die Kanitza-Dreiecke als solche erkannt werden können. Es gibt zahlreiche andere Figuren, die aufgrund ähnlicher Mechanismen höherer Gehirnaktivität erkannt werden können.

Auf der anderen Seite gibt es zahlreiche Beispiele von Störungen der Sinneswahrnehmung und so genannten Sinnestäuschungen, z.B. durch Kontrastverschärfungen, Distorsion von Linien durch geeignete Hintergrundstrukturen und raffinierte Bildkonstruktionen, die durch bewusste Verzerrungen der Perspektive zu Sinnestäuschungen führen.

Diese Beispiele zeigen einerseits die unglaubliche Leistungsfähigkeit des visuellen Sinneskanals, andererseits

auch seine Grenzen und seine Abhängigkeit von «inneren» Faktoren, wie selektive Aufmerksamkeit und Gedächtnis. Welche Rolle die sogenannten «inneren» Faktoren spielen, kann kaum eindrücklicher demonstriert werden als durch den Videoclip «Gorilla in our midst» von D. Simons [5]. Dieser Clip ist erhältlich und kann wärmstens empfohlen werden, um die Grenzen der Leistungsfähigkeit unserer Sinne zu dokumentieren.

### **Wo liegen die Grenzen unseres Verständnisses der Arbeitsweise des Gehirns?**

Die zentrale Frage, wie aus einer Fülle von Nervenaktivitäten das entsteht, was in den Kognitionswissenschaften als Korrelat von Nervenaktivität angesehen wird, wie z.B. ein Verhalten, eine Emotion, eine Sinneswahrnehmung, ist ungelöst.

Aufmerksamkeit scheint mir eine wichtige Schlüsseleigenschaft zu sein. Aufmerksamkeit ist Voraussetzung für Selektion von Sinnesreizen und Verarbeitung in einem Arbeitsspeicher [6]. Dem vorliegenden Modell von Knudsen, das verschiedene ähnliche Modelle kompiliert, liegen vier für Aufmerksamkeit essentielle Prozesse zugrunde:

- Filterfunktion für bedeutsame Reize,
- eine kompetitive Auswahl,
- das Arbeitsgedächtnis und
- eine Empfindlichkeitsregelung (Gain).

Die äussere Umwelt wird nach Filterung durch die jeweilige Sinnesmodalität abgebildet und den zahlreichen modulierenden sensorischen, internen Zuständen und Gedächtnisinhalten einer kompetitiven Auswahl ausgesetzt, um schliesslich je nach Ergebnis für einige Momente (Sekunden, Minuten) in einem Arbeitsspeicher gehalten zu werden [7]. Experimentell konnte gezeigt werden, dass neuronale Aktivität in diesen Arbeitsspeichern (präfrontaler Cortex – PFC und postparietaler Cortex – PPC) mit der Aufmerksamkeitsspanne für eine Aufgabe korreliert. Es besteht eine enge Abhängigkeit von der Aktivität im Arbeitsspeicher und Aufmerksamkeit. Die Empfindlichkeitsregelung ermöglicht eine Verminderung des Rauschens und Verbesserung des Signals in den sensorischen Repräsentationen.

Die anatomischen Strukturen, die bei dem Prozess der selektiven Aufmerksamkeitswerdung beteiligt sind, sind für das aufsteigende visuelle System der visuelle Cortex und der Colliculus superior. Beide projizieren in den posterioren parietalen Cortex (PPC), wo die verschiedenen Bezugssysteme (Koordinatensysteme) verrechnet werden müssen. Das Arbeitsgedächtnis arbeitet deszendierend über die frontalen Augenfelder (FEF) und den PPC, um so selektive Aufmerksamkeit auf die äussere Welt zu richten [6]. Wie dieser Arbeitsspeicher arbeitet, ob er eher lokalisiert oder ausge dehnt ist, ist nicht bekannt.

Der Wettbewerb um den Eintritt in den Arbeitsspeicher ist sehr komplex und muss Informationen aus der Umwelt, den Gedächtnisspeichern und inneren Körperzuständen berücksichtigen. Diese Competition auf allen Ebenen sorgt auch dafür, dass Distraktoren möglichst eliminiert werden müssen. Die Suche nach den neuronalen Korrelaten für selektive Aufmerksamkeit wird dadurch erschwert,

dass nicht etwa nur die absoluten Impulsraten der Nervenzellen, sondern auch relative Impulsratenänderungen für die jeweilige Gewichtung des Zuganges zum Arbeitsspeicher von Bedeutung sind. Willkürliche Aufmerksamkeitskontrolle erfolgt in diesem Konzept über Feedbackschleifen über den Arbeitsspeicher, deszendierende Gain-Kontrolle und kompetitive Selektion [8]. Zentrales Element ist hier nach der frontale Cortex als ausgedehnter Arbeitsspeicher mit verschiedenen Komponenten und Funktionen, der orbito-frontale Cortex zur Abschätzung des Lustgewinns, der dorsolaterale präfrontale Cortex zum Planentwurf zur Gewinnung der Belohnung und der mediale präfrontale Cortex zur Abschätzung des Aufwandes, um den Lustgewinn zu erreichen. Soweit klingen diese Hypothesen sehr plausibel. Sie lassen sich nur zum geringeren Teil neurophysiologisch, mehrheitlich allenfalls durch funktionelle Bildgebung, wahrscheinlich machen.

Wenn das Gehirn das Organ ist, das wesentlich für alle Denkprozesse ist, dann ist das Denken eine Eigenschaft, die der Gesamtheit des Gehirnes oder aber Teilen desselben zukommt. Sämtliche Informationsprozesse werden durch Neurone und ihre Eigenschaften, Information weiterzuvermitteln geleistet, seien dies Aktionspotentiale, langsame Spannungsänderungen oder Codierungen von Information durch Rhythmen gruppierter Neurone (z.B. Gamma-Rhythmen [9]). Diese Informationen betreffen simultan sensorische, motorische, autonome, emotionale Informationen und verschiedene Gedächtnisinhalte. Ein zentraler Integrationsort für Homöostase und Sensorik scheint der insuläre Cortex, speziell der ventrale insuläre Cortex, zu sein. Ihm wird von A. D. Craig [10] eine besondere Rolle bei der Entstehung von Bewusstsein zugeschrieben (*The sentient self*). Hierbei handelt es sich, wie wir alle wissen, um Grundfunktionen unserer Gehirne. Angeborene, triebgesteuerte oder emotional gesteuerte Handlungen sind hierdurch einfach nachzuvollziehen. Wir können sie uns zumindest z.T. auch unbewusst, d.h. ohne Ich-Bewusstsein, vorstellen. In dem Zusammenhang muss auf die zeitlichen Aspekte von Ich-Erleben im «Jetzt» hingewiesen werden, das in Wirklichkeit rasch vergänglich ist [7, 11].

Hiermit gelangen wir schon an die Grenzen unseres Verständnisses der Arbeitsweise des Gehirns. Das Organ Gehirn ist grundsätzlich ein Werkzeug, das aufgrund seiner Anatomie und Physiologie in der Lage ist, Information zu verarbeiten. Wir könnten auch sagen: «Das Gehirn ist das Organ, mit dem wir denken» [12].

### Und das Bewusstsein?

Viele Neurowissenschaftler [13, 14] gehen davon aus, dass Bewusstsein «naturkausal» erklärbar sei. Verschiedene Ich-Bewusstseinszustände könnten durch neuronale Aktivität in verschiedenen Hirnzentren miteinander verbunden werden und somit das Bewusstsein generieren. Diese Ich-Zustände kennzeichnen sich durch Erlebnisgehalt und sprachliche Berichtbarkeit. Das Ich wird hiermit zum Subjekt und gleichzeitig, da alle Hirnaktivität «natürlich kausal» erfolgt, also zum Objekt der Hirnaktivität. Neuronale Aktivität lasse sich empirisch messen, und daraus resultier-

ten auf grossenteils bisher unverstandenen Mechanismen auch selektive Aufmerksamkeit, Bewusstsein und Willensentscheidung. Da alle Prozesse naturkausal seien, d.h. durch Nervenaktivität verursacht würden, könne es keine wirklich freie Willensentscheidung geben.

Die klassische Philosophie hakt an diesem Punkt ein und setzt voraus, dass Bewusstsein ohne Freiheit nicht denkbar sei (I. Kant, Kritik der reinen Vernunft, 1781 [15]). Freiheit ihrerseits könne naturkausal (d.h. empirisch) nicht erklärt werden, da sie sonst nicht frei sei. Nach Kant sind die Begriffe «freier Wille», Vernunft, und Einheit des Selbstbewusstseins miteinander verbunden. Ein freier Wille kann nur der eines sich selbst bewussten, vernünftigen Wesens sein. Nach Kant ist es die Vernunft, die die Urheberin dieser Prinzipien ist, den freien Willen als eigenen erkennt und voraussetzt.

J. Habermas [16] dagegen nimmt eine Mittlerstellung zwischen klassischer Philosophie und Naturwissenschaftlern ein, indem er sagt, die Perspektive des Subjekts sei der Hirnforschung nicht zugänglich, diese Perspektive sei jedoch durch die «Leiblichkeit» bedingt. Habermas' Freiheitsbegriff geht davon aus, dass unser Wille nicht «unbedingt» frei sei, sondern den Bedingungen unserer körperlichen und psychischen Verfasstheit unterliege. Von hier zu dem Begriff bedingter Freiheit und Freiheitsillusion [13] ist es nicht mehr weit.

Das Libet-Experiment [17] als Nachweis der Determiniertheit von Handlungen, in dem ein Bereitschaftspotential mehrere hundert Millisekunden vor dem erinnerten Zeitpunkt der Handlungsentscheidung nachweisbar ist, ist ebenfalls wenig plausibel, da Handlungsvorbereitungen sicher unbewusst erfolgen können.

Unser Gehirn ist aufgrund seiner Beschaffenheit in der Lage, unsere Umwelt zu analysieren, genauso unsere Körperempfindungen. Es kann auf Gedächtnisinhalte zurückgegriffen werden und komplexe Handlungen können ausgeführt werden. All dieses kann in der dritten Person Perspektive (Objekt) untersucht werden. Das Ich-Erleben, sei es als Gehirn oder als Gesamtorganismus, konnte bisher weder physiologisch noch durch andere Methoden gezeigt werden. Das Gehirn generiert also dem «Ich» durch die Fülle von Informationen eine Sicht der Welt, wobei das Besondere darin besteht, dass durch Ich-Bewusstsein eine Beziehung der Welt zur eigenen Person, nicht etwa zum Gehirn, geschaffen wird. Selbstbewusstsein gründet also notwendig auf der Funktion des Gehirns, hinreichend wird das Bewusstsein aber erst erklärt, wenn es einer personalen Idee entspringt [12].

Insofern ist die Behauptung einiger Neurowissenschaftler nachzuvollziehen, dass Selbstbewusstsein immer ein Konstrukt ist, das Abstraktionen einer inneren und äusseren Welt entspricht. So ist es auch gut verständlich, dass unsere Alltagserfahrung lehrt, dass zwei Personen, die vermeintlich dasselbe erleben, nicht wirklich auch das gleiche wahrnehmen.

Die Lokalisations- und Funktionslehre der Hirnfunktion hat uns durch zahlreiche Techniken der Informationstechnologie, der Neuropsychologie, der funktionellen Bildgebung und der Neurophysiologie wichtige Erkenntnisse gebracht. Diesen Erkenntnissen fehlt jedoch mindestens ein

zentraler Baustein, nämlich wie aus Aktionspotentialen, d.h. verstandenen Mechanismen, aus vermehrtem Energiestoffwechsel oder Aktivität von Ionenkanälen bewusstes Erleben entstehen kann. Ein grundsätzlicher Widerspruch naturkausaler Erklärungsversuche von Bewusstsein bleibt die Beziehung zwischen «Ich-Bewusstsein» als Subjekt des Handelns und Denkens und dem «Ich-Bewusstsein» als Objekt naturkausaler Prozesse wie Aktionspotentialen als Grundelement der Informationsverarbeitung im Nervensystem.

Warum führt ein Schmerzreiz nicht ausschliesslich zur adäquaten Vermeidungsreaktion, sondern zu einem unangenehmen Erleben? Warum sind Wahrnehmungen und Handlungen mit Emotionen verbunden? Man spricht auch von phänomenalem Bewusstsein (Qualia). Phänomenales Bewusstsein ist geradezu notwendig und Voraussetzung für unser Überleben. Es generiert starke Gedächtnisinhalte, die wiederum kontinuierlich Grundlage für weiteres Handeln und Entscheiden sind.

All diese Erkenntnisse können aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass die grundsätzliche Frage nach dem Bewusstsein ungelöst ist, da diese in jedem Fall mit unserer personalen Identität verknüpft ist.

#### Literatur

- 1 Brodmann K. Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde: in ihren Prinzipien dargestellt auf Grund des Zellenbaues. J. A. Barth Verlag, Leipzig, 1909.
- 2 Kuffler SW. Discharge patterns and functional organization of mammalian retina. *J Neurophysiol.* 1953;16:37–68.
- 3 Van Essen DC, Gallant JL. Neural mechanisms of form and motion processing in the primate visual system. *Neuron.* 1994;13:1–10.
- 4 Treisman AM. A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology.* 1980;12:97–136.
- 5 Simons DJ, Chabris CF. Gorilla in our midst. *Perception.* 199;28:1059–74. Video in: *Surprising studies of visual awareness* (Viscog productions, 2003).
- 6 Knudsen EI. Fundamental components of attention. *Annu. Rev. Neurosci.* 2007;30:57–78.
- 7 Pöppel E. Grenzen des Bewusstseins. Wie kommen wir zur Zeit, und wie entsteht Wirklichkeit? Insel Verlag, Frankfurt am Main, 1997.
- 8 Wallis JD. Orbitofrontal cortex and its contribution to decision-making. *Annu. Rev. Neurosci.* 2007;30:31–56.
- 9 Fries P. Neuronal Gamma-band synchronization as a fundamental process in cortical computation. *Annu Rev Neurosci.* 2009;32:209–24.
- 10 Craig AD. The sentient self. *Brain Struct. Funct.* 2010;214(5–6):563–77.
- 11 Damasio AR. *Descartes' error: emotion, reason, and the human brain.* Putnam, New York, 1994.
- 12 Zunke C. *Kritik der Hirnforschung.* Akademieverlag, Berlin, 2008.
- 13 Roth G. *Fühlen, Denken, Handeln.* Suhrkamp, Frankfurt am Main, 2001.
- 14 Singer W. *Vom Gehirn zum Bewusstsein.* Frankfurt am Main, 2006.
- 15 Kant I. *Kritik der reinen Vernunft.* Werkausgabe Bd. III. W. Weischedel, Hrsg. Frankfurt am Main, 1968.
- 16 Habermas J. *Freiheit und Determinismus.* In: Krüger HP. *Hirn als Subjekt?* Dt. Z. f. Philosophie, Sonderband 15, Berlin, 2007, S. 108.
- 17 Libet B. *Mind Time. Wie das Gehirn Bewusstsein produziert.* Suhrkamp, Frankfurt am Main, 2005.