

Aus dem Klinischen Neurozentrum des Universitätsspitals Zürich

Neurowissenschaft quo vadis?

Ein kritischer Blick auf die heutige Hirnforschung

Anton Valavanis



Impressum**Herausgeber**

Klinisches Neurozentrum, Universitätsspital Zürich

Copyright

Copyright © 2022 Klinisches Neurozentrum, Universitätsspital Zürich, 8091 Zürich, Schweiz

Druck

Druckerei Studer AG, Burghaldenstrasse 4, 8810 Horgen

Auflage

200

Text

Prof. em. Dr.med., Dr. h.c., Anton Valavanis

Bühlstrasse 27

CH-8700 Küsnacht

E-Mail: antonios.valavanis@usz.ch, valavanis@bluewin.ch

www.neurozentrum.usz.ch

Neurowissenschaft quo vadis?

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	4
Von der Hess'schen Bescheidenheit zur gegenwärtigen Neuroeuphorie.....	6
Unübersichtlichkeit der modernen Neurowissenschaft.....	8
Das Aufkommen der «Neuro-Bindestrich Pseudo-Neurowissenschaften»	10
Alle wollen Hirnforschung machen	11
Die Neurowissenschaft im veloziferischen Zeitalter: immer mehr und immer schneller.....	11
Schöne neue Neuro-Welt	14
Das Vermächtnis von Walter Rudolf Hess und die Zürcher Schule der Neurowissenschaft.....	15
Nachwuchsförderung in der Neurowissenschaft	16
Die Neurowissenschaft benötigt eine innere Reformation.....	16
Literaturverzeichnis	18

Einleitung

Mit diesem, vor allem an unseren Nachwuchs gerichteten, Beitrag möchte ich am Ende meiner Amtszeit als Leiter des Klinischen Neurozentrums des USZ und einer 45jährigen, ununterbrochenen Tätigkeit am USZ und der Universität Zürich auf ein besorgniserregendes Phänomen hinweisen, welches in den letzten drei Jahrzehnten zu beobachten ist und die aktuelle Entwicklung der Neurowissenschaft zu bestimmen scheint.

Gekennzeichnet ist dieses Phänomen durch die Überzeugung seitens eines grossen Teils der akademischen internationalen neurowissenschaftlichen Gemeinschaft, dass die bisher unvollständig verstandenen, miteinander verwobenen, strukturelle architektonische Organisation und Funktionsweise des Gehirns endlich vollständig verstanden werden können und darauf beruhend, die Erkrankungen, die es befallen geheilt werden können.

Begünstigt wurde diese Überzeugung durch die erzielten Fortschritte in der Digitalisierung, der Erstellung grosser Datensätze, der Informationstechnologie, der künstlichen Intelligenz, der Nanotechnologie, des Neuroimaging, der Molekularbiologie, der Neurogenetik, der Stammzellenforschung und der neurotechnologischen Innovationen. Durch die kombinierte Applikation dieser Methodologien in der Erforschung des gesunden und kranken Gehirns erwartet man als Endziel nicht nur die Arbeitsweise des menschlichen Gehirns vollständig zu entziffern, sondern auch die noch nicht effizient behandelbaren Hirnerkrankungen endlich heilen zu können.

Dieser glorifizierenden Überhöhung neurowissenschaftlicher Erkenntnismöglichkeit, die einige Hirnforschungsautoritäten in den letzten drei Jahrzehnten gepflegt und in die neurowissenschaftliche Gemeinschaft verstreut haben, steht in krassem Widerspruch zur bescheidenen und selbstkritischen Arbeitsweise des Zürcher Physiologen und Hirnforschers Walter Rudolf Hess, der in einem stillen Kämmerlein des Physiologischen Institutes der Universität Zürich jahrelang bodenständige, tierexperimentelle Forschung

betrieb und mit methodologischer Akribie sowie mit einer begleitenden kontemplativen Haltung die autoregulative Arbeitsweise des Zwischenhirns untersuchte, womit er den Weg zur Erforschung der integralen Neurophysiologie, der Homöostase des Zentralnervensystems im 21. Jahrhundert, eröffnete und mit dem Nobelpreis für Medizin 1949 belohnt wurde.

Mit folgenden Worten beendete Walter Rudolf Hess eine längere und kritische Diskussion über die Funktion des Gehirns und die Möglichkeiten und Grenzen der Hirnforschung mit seinem Kollegen Professor Hans Fischer, dem damaligen Direktor des Pharmakologischen Institutes der Universität Zürich, welche im Jahr 1973 stattfand und in der Zeitschrift *Perspectives in Biology and Medicine* veröffentlicht wurde¹²: *«Ich glaube wir müssten uns darin finden, dass in unserer Welt vieles sich entwickle und existiere, was unserem Verständnis nicht zugänglich sei; denn unser Hirn sei in erster Linie darauf angelegt, das Überleben des Individuums in seiner natürlichen Umwelt zu sichern. Es sei nicht so organisiert, dass es seine eigene Arbeitsweise völlig analysieren könne. Jenseits der Effekte seiner Tätigkeit, die sich erforschen lassen, sei bescheidenes Schweigen die angemessene Haltung».*

Zu einer ähnlichen Schlussfolgerung kam auch der an der Universität Freiburg in Brsg. lehrende Arzt und Evolutionsbiologe August Weismann, der 1913, ein Jahr vor seinem Tod, sie wie folgt formulierte: *«Niemals werden wir mit der Erforschung des Lebens endgültig abschliessen, und wenn wir einen vorläufigen Abschluss zeitweise versuchen, so wissen wir sehr wohl, dass das Beste was wir geben können, nicht mehr bedeutet als eine Stufe zu Besseren»*³⁵.

Mit seiner neurophilosophischen Konklusion hat Hess die kritische und bescheidene Neuroskepsis als Grundhaltung der Neurowissenschaft eingeführt, die sich heute von der Konjunkturströmung der grassierenden, spekulativen Neuro-Euphorie herausgefordert sieht^{46,47}.

Die von Hess propagierte kritisch-bescheidene Grundhaltung des Hirnforschers hat sein Schüler, Konrad Akert, Direktor des 1961 gegründeten Hirnforschungsinstitutes und Rektor der Universität Zürich weiter gepflegt, und so auf die moderne Phase der Zürcher Neurowissenschaft überführt. Die bereits sich zu seiner Zeit im Status nascendi befindende glorifizierende Überhöhung neurowissenschaftlicher Erkenntnismöglichkeit hat Akert in seiner Ansprache des Rektors anlässlich der 151. Stiftungsfeier der Universität Zürich am 28. April 1984 als Manifestation eines ungewissen und besorgniserregenden Bildes, welches die heutige Welt bietet, mit folgenden Worten formuliert: «wenn die

heutige menschliche Gesellschaft vom traditionsreichen Stand einer Hochkultur in die Barbarei absinken und schliesslich untergehen sollte, so letztlich, weil eine ungeheure Kluft zwischen Kenntnis und Macht die rechtzeitige geistige und moralische Verarbeitung überdimensionierter Technologien und die notwendig gewordenen strukturellen Anpassungen im menschlichen Zusammenleben zu verunmöglichen scheint. Insofern als das Gehirn zu den vorherrschenden Schwierigkeiten entscheidend beigetragen hat, stellt sich u.a. die Frage nach seiner Arbeitsweise und nach der Entwicklung seiner Möglichkeiten»⁴⁸.

Von der Hess'schen Bescheidenheit zur gegenwärtigen Neuroeuphorie

Begonnen hatte diese von Optimismus begleitete Entwicklung mit dem Ausrufen des «Jahrzehnts des Gehirns» durch den damaligen Präsidenten der Vereinigten Staaten George H. W. Bush, Senior im Juli 1990: *«Ich, George Bush, Präsident der Vereinigten Staaten von Amerika, erkläre hiermit die am 1. Januar beginnende Dekade zur Dekade des Gehirns»*. Mit seiner präsidialen Proklamation und den entsprechenden Budgets und Forschungsprogrammen hat Bush vor 30 Jahren den Startschuss zum (vermeintlich) beispiellosen Siegeszug der Neurowissenschaften gegeben. Ziele waren die umfassende Erforschung des Gehirns und seiner Erkrankungen, was zu deren Heilung oder mindestens zu deren Linderung führen sollte²⁵. Eine Beurteilung der erzielten Ergebnisse am Ende des Jahrzehnts, veröffentlicht in der Zeitschrift *Science*, fällt allerdings eher bescheiden aus: *«Even when a cure or effective treatment does not yet exist, as in Alzheimer's disease, the attention attracted by recent breakthroughs such as those in stem cell research and the genetics of Parkinson's disease has induced a clear expectation that treatments are not too far away. Identification of the pathophysiology underlying chronic brain and mind disorders has also helped to reduce the stigma attached to these conditions»*³¹. Dennoch hat diese Initiative die Proklamation ähnlicher Projekte in verschiedenen Ländern wie Japan, China, Indien, Korea, Deutschland, u.a., ausgelöst.

Ein gutes Jahrzehnt später, im Oktober 2013, kündigte die Europäische Kommission die Lancierung des 1,3 Milliarden Euro schweren 'Human Brain Project' an^{11,14,19}. Es ist der größte Beitrag, den die EU bislang für ein einzelnes Forschungsprojekt ausgab. Dieses, im Vergleich zum unmittelbar vorher ausgerufenem amerikanischen Projekt «*Das Jahrzehnt des Gehirns*» ambitiösere Projekt hat sich als Ziel die umfassende Entschlüsselung der strukturell-funktionellen Organisation des menschlichen Gehirns und seiner Erkrankungen auf der Grundlage einer zu schaffenden extensiven informations-technologisch gewichteten Forschungsinfrastruktur gesetzt.

Damit sollte ein vollständig digitales, dreidimensionales Modell entwickelt werden, das jede einzelne der 86 Milliarden Zellen darstellt, und die zahlreichen Verbindungen dieser Zellen nachzeichnet, was zur Erstellung einer Computersimulation eines lebenden menschlichen Gehirns führen sollte.

Das Projekt steht unter der Leitung des Hirnforschers Henry Markram von der Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) und läuft noch bis 2023. Es beteiligt mehr als 100 Institutionen in 24 Ländern^{1,19}. Angesichts seines Ausmasses, seiner Zielsetzung und der ausgelösten Euphorie in breiten Teilen der neurowissenschaftlichen Gemeinschaft, wurde es, in Anlehnung an den von Galison 1992 eingeführten Begriff «Big Science», mit dem neugeschaffenen Begriff «Big Neuroscience» gekoppelt^{3,7,21}. Trotz begründeter Kritik, geäußert seitens prominenter Neurowissenschaftler, wurde das Projekt mit gewissen methodologischen Anpassungen fortgeführt^{2,5,6,8,13,16,17}.

Wenige Wochen später, vermutlich als amerikanische Reaktion auf das europäische Projekt, folgte die Proklamation des mit rund 3 Milliarden Dollar zu finanzierenden *Brain Activity Map Project* oder *BRAIN Initiative* durch den damaligen Präsidenten der USA Obama mit dem erklärten Ziel unser Verständnis über das menschliche Gehirn zu revolutionieren (!)³². Das ehrgeizige Projekt wurde als «ein gross angelegtes, internationales, öffentliches Projekt deklariert, das darauf abzielt, die gesamte neuronale Aktivität zu erfassen und neuronale Schaltkreise komplett zu rekonstruieren».¹⁹

Diese drei Initiativen wurden sogar kollektiv als «mega brain projects» definiert. Dies obwohl die grundlegendsten Fragen, wie, beispielsweise, die zwischenzeitlich akquirierten, sich teilweise widersprechenden, Hunderttausenden neurowissenschaftlichen Datensätze, die von der neuronalen molekularen Struktur bis zur cerebralen Systemebene reichen, und zu einem einheitlichen Gehirnmodell vereinigt werden sollen, nicht gelöst werden konnten³⁴.

Die Vorgehensweise im *Human Brain Project* hat Felix Hasler, von der Berlin School of Mind and Brain der Humboldt Universität zu Berlin in seiner Streitschrift «Neuromythologie» (2012) wie folgt beschrieben: «*Man hat zwar keine Ahnung, wo man hinrennt, tut dies aber immer schneller*»³⁴. Unweigerlich erinnert man sich an den Aphorismus des berühmten Malers und Anatomen Leonardo da Vinci (1452–1519): «*Anyone who loves practice without theory is like a sailor going aboard ship without rudder or compass and having no idea where he is going*».

In einer umfassenden Analyse der Konzeption dieser Projekte kommt Poo (2014) zu folgender kritischen Schlussfolgerung: «*The mega brain projects announced by the US President and European Commission in 2013 offer new initiatives for developing innovative neurotechnology, but the prospect of effective therapies for brain disease remains uncertain*»²⁶. Ungeachtet der geäußerten Kritik wurden beide Initiativen als die treibenden Kräfte eines «*New century of the brain*» deklariert²¹.

Bei Persistenz dieser in Teilen der neurowissenschaftlichen Gemeinde proliferierenden euphorischen Haltung kann extrapoliert werden, dass nach dem Jahrzehnt des Gehirns der 1990er Jahre (The decade of the brain) und dem anschließenden Jahrhundert des Gehirns der 2010er Jahre (The new century of the brain) bald das Jahrtausend des Gehirns (The new millenium of the brain) anbrechen wird.

Es schien sogar nur eine Frage der Zeit, bis die Neurowissenschaften, die von Immanuel Kant (1724–1804) in seiner «Kritik der reinen Vernunft», in seiner «Kritik der praktischen Vernunft» und in seiner «Kritik der Urteilskraft» aufgestellten vier Fundamentalfragen: *Was kann ich wissen? Was soll ich tun? Was darf ich hoffen? Was ist der Mensch?*, werden beantworten können. In Bezug auf die erste kantische Grundfrage, «*Was kann ich wissen?*», aus welcher sich die Grundfrage der Neurowissenschaft: «*kann das menschliche Gehirn vollständig verstanden werden? bzw. kann ein vollständiges, sicheres Wissen über das Gehirn erreicht werden?*» ableitet, kam Kant zur bescheidenen Er-

kenntnis, dass: «*es sei nämlich wenigstens so viel sicher und ausgemacht, dass uns dieses [...] niemals zu Teil werden könne*».

Rückblickend und nüchtern betrachtet stellt man heute fest, dass die mit viel personellem, materiellem und finanziellem Aufwand das menschliche Gehirn vollständig zu kartieren und mit selbstsicheren, aber spekulativen Überzeugung durchgeführten «Mega Projekte», die zu einer Revolution der Neurowissenschaft führen sollten, mehrheitlich gescheitert sind. Ein hoher, milliardenschwerer Preis um das Hess'sche neurophilosophische Diktum doch zu bestätigen, dass nämlich «*das Gehirn sei nicht so organisiert, dass es seine eigene Arbeitsweise völlig analysieren könne*». Drei Jahrzehnte lang ist man, getrieben von einer neuromanischen Selbstüberhebung, mit einem Milliardenollar Aufwand einer als revolutionäre Zukunftsvision propagierten Illusion hinterhergejagt, deren ultimatives Ziel so unerreichbar ist wie seit jeher³⁶.

Der Philosoph Kant und der Hirnforscher Hess setzten zu unterschiedlichen Epochen, mit differierenden geistigen Vorgehensweisen, übereinstimmend Grenzen zum menschlichen Erkenntnisvermögen, die der neuro-spekulative Teil der modernen Neurowissenschaft durchbrechen zu können glaubt. Diesbezüglich hält das Brain Activity Map Project fest: «*We believe that neuroscience is ready for a large-scale functional mapping of the entire brain circuitry, and that such mapping will directly address the emergent level of function, shining much-needed light into the "impenetrable jungles" of the brain*». Dabei bezieht sich der Ausdruck «impenetrable jungles» auf den Begründer der Neurowissenschaft und Nobelpreisträger Ramon y Cajal, der die vergebliche Bemühung vieler Hirnforscher die nicht durchbrechbaren Grenzen der Neurowissenschaft als «impenetrable jungles where many investigators have lost themselves» beschreibt (Ramón y Cajal, 1923).

Das Projekt beschränkt sich nicht nur auf die letztgültige Entschlüsselung der Arbeitsweise des Gehirns, sondern bezweckt gleichermaßen auch das Erzielen einer Reihe medizinischer Durchbrüche: «*In addition to promoting*

basic research, we anticipate that the BAM Project will have medical benefits, including novel and sensitive assays for brain diseases, diagnostic tools, validation of novel biomarkers for mental disease, testable hypotheses for pathophysiology of brain diseases in animal models, and development of novel devices and strategies for fine control brain stimulation to rebalan-

ce diseased circuits. Not least, we might expect novel understanding and therapies for diseases»³⁷.

Mit dieser zusätzlichen Zielsetzung wurde die in der theoretischen Neurowissenschaft ausgelöste Neuroeuphorie auch auf die Neuronosologie übertragen.

Unübersichtlichkeit der modernen Neurowissenschaft

Obwohl die moderne Neurowissenschaft dank ihrer wissenschaftlichen Durchbrüche, neurotechnologischen Innovationen und erheblichen klinischen Fortschritten in der Patientenbehandlung, sich vielschichtig entfaltet und unbestrittenerweise den Status einer medizinischen Leitdisziplin erreicht hat, ist sie mit gegenwärtig weit über 100.000 Publikationen pro Jahr unterschiedlicher Qualität und Relevanz nicht nur unübersichtlich sondern bedingt durch die modisch gewordenen «Open Access»-Publikationen¹⁰ in gewissen ihrer Teilbereiche anfechtbar geworden.

Die katalysatorische Wirkung des Open Access Publishing auf die «Produktion» neurowissenschaftlicher Publikationen zur Struktur und Funktion des Gehirns in der Periode 1968–2008, wird aus einer Analyse der Ärztin und Medizinhistorikerin Joel Abi-Rashed von der London School of Economics and Political Science, UK, ersichtlich: Im Jahr 1968 wurden 2020, im Jahr 1988 11.700 und im Jahr 2008 26'500 neurowissenschaftliche Publikationen veröffentlicht (zitiert nach Hasler F., 2013³⁴). Dies entspricht einer Zunahme von 1'311% in 40 Jahren, Tendenz steigend.

Open Access Publishing, wird als Durchbruch in der Geschichte des akademischen Publizierens zelebriert, weil damit vordergründig die wissenschaftliche Erkenntnis allen Interessierten frei zugänglich wird. Dabei wird allerdings in Kauf genommen oder gar ignoriert, dass Open Access zu einem einträchtigen Geschäftsmodell für kommerzielle Anbieter (Verlage, Dienstleister, Start-ups, *predatory publishers* usw.) geworden und somit der ökonomischen Ver-

wertungslogik unterworfen ist, mit der Konsequenz, dass wissenschaftliche Qualitätskriterien im kommerziellen Open Access-Milieu zunehmend erodieren.¹⁰

Auch wurden in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre neben wichtigen Zentren für Hirnforschung, wie etwa das Londoner Wellcome Functional Imaging Laboratory²⁸ oder das Zentrum Neurowissenschaften Zürich (ZNZ) der Universität und ETH Zürich, auch eine Fülle von sog. Zentren gegründet, die sich mit selbstbeweihräuchenden Homepages im Internet vorstellen, aber deren Relevanz bestenfalls fragwürdig ist.

Begleitet wird diese Entwicklung von der Gründung unzähliger wissenschaftlicher Zeitschriften, die wie Pilze aus dem Boden schießen und deren Verleger mit Rundmails an die neurowissenschaftliche Gemeinschaft unaufhörlich um die Gunst der Forscher buhlen. Laut dem Elsevier Brain Research Report aus dem Jahre 2014 wurden zwischen 2009 und 2013 1.790.000 neurowissenschaftliche Fachartikel in einer nicht mehr überschaubaren Zahl von Zeitschriften veröffentlicht. So kommt es, dass gleichermassen wichtige und irrelevante, ja sogar falsche Forschungsergebnisse in der ganzen Weltliteratur verstreut und nicht selten mangelhaft besprochen sind. Vielsagend ist auch der stereotype Schlusssatz in den meisten, den Reifegrad zur Publikation nicht erreichenden, Studien: «*Weitere Studien sind notwendig um unsere präliminären Ergebnisse zu bestätigen*».

Aktuell gibt es weit über 150 Zeitschriften, die in ihrem Titel den Begriff «Neuroscience» enthalten. Darunter befindet sich so Exotisches wie das *Bangladesh Journal of Neuroscience*, das *Journal of Nanoneuroscience* oder das *Neuro-Quantology: An interdisciplinary Journal of Neuroscience and Quantum Physics*.

Die zunehmende Veröffentlichung fragwürdiger, nicht replizierter oder falscher Forschungsergebnisse betrifft gleichermaßen die theoretische wie die klinische Neurowissenschaft. In einer vielbeachteten statistisch-analytischen Studie aus dem Jahr 2005, kam der Medizinstatistiker John Ioannidis von der Tufts University School of Medicine, Boston, Massachusetts, sogar zum Schluss, dass die Mehrzahl der veröffentlichten Ergebnisse von Neuro-Studien falsch sind und Button et al. (2013)³² zeigten wie nicht erkannte, falsche oder auf geringe statistische Aussagekraft beruhende Ergebnisse die Reliabilität der Neurowissenschaft unterminieren^{31,32}. In einer Metaanalyse der statistischen Aussagekraft neurowissenschaftlicher Studien betrug diese durchschnittlich 0.2, während erst bei einem Wert von 0.8 von einem sicheren Effekt ausgegangen werden kann.

So kommt es, dass die meisten der veröffentlichten neurowissenschaftlichen Artikel eine kurze Halbwertszeit haben; spätestens nach 5 Jahren sind gemäss Prof. Michael Hagner, von der ETH Zürich, die meisten Artikel aus dem Zitationskarussell rausgeflogen. Ein weiterer Grund ist der mittlerweile weit verbreiteter Usus meist nur noch die positiven und möglichst spektakulären Forschungsergebnisse in den Fachzeitschriften zu veröffentlichen. Der Anteil der veröffentlichten Neurostudien mit falsch positiven Ergebnissen wird derzeit auf mehr als 80% geschätzt. Demgegenüber werden, gemäss Angaben des Deutschen Cochrane Zentrums in Freiburg, rund 50% von klinischen Studien mit negativen oder nicht eindeutigen Ergebnissen nicht veröffentlicht. Damit wird aber auch die Freiheit der Wissenschaft oft als die Freiheit, nicht zu publizieren, fehlinterpretiert. So entstehen in der Neurowissenschaft vorübergehende «Konjunkturströmungen», die gelegentlich sogar als, die Forschung fehlleitende, Dogmen weiter bestehen.

Die Unübersichtlichkeit der Neurowissenschaft ist allerdings kein neues, sondern ein akzentuiertes Phänomen, auf welches bereits im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts der damalige Direktor der psychiatrischen Klinik Burghölzli, August Forel, hingewiesen hat. In der Beurteilung der Dissertationsarbeit von Monakows 1881 hielt er fest: «... und gratuliere ich Ihnen herzlich für die schöne, umsichtige und von scharfer und wahrer Kritik zeugende Arbeit. Derartige gibt es eben in dem immer mehr anschwellenden Meere des Papierdruckes nicht gar viele, und sie werden leider zu sehr in diesem Ocean des schwulstigen «Schwafel» ersoffen. Umso mehr freut man sich, schöne Arbeiten zu treffen.» Dieses Phänomen wurde später vom Begründer der Zürcher Neurowissenschaften Constantin von Monakow ebenfalls identifiziert und als Gefahr für die Weiterentwicklung des Gebietes erkannt. In seinem berühmten Referat, vorgetragen an der 5. Versammlung der Schweizerischen Neurologischen Gesellschaft am 29. April 1911 in Aarau und welches anschliessend in der von ihm gegründeten Zeitschrift «Arbeiten aus dem Hirnanatomischen Institut in Zürich» (Heft VI, 1912, pp. 1–27) veröffentlicht wurde, hält er diesbezüglich fest: «Wie auf allen Gebieten der Medizin, so häuft sich heute auch in der Hirnlehre rastlos Stoff auf Stoff an. Wer auf diesem Gebiete selbsttätig mitarbeitet und nicht zurückbleiben will, muss dem Studium der Literatur übermässig viel Zeit opfern. Die Fülle des neu Dargebotenen, zumal in Gestalt von Einzelbeobachtungen, lässt dem Forscher kaum Zeit, sich mit letzteren genügend vertraut zu machen, geschweige denn sie auf ihren wirklichen Wert zu prüfen. Unter der fortgesetzten und hastigen Orientierung über die ihrem Inhalt nach so verschiedenen Leistungen anderer Autoren, leidet nicht selten die Übersicht über das Ganze, vor allem aber die eigene ausgereifte Produktivität, die ja bekanntlich ihren Ursprung vorwiegend aus eigenen Beobachtungen und Erfahrungen nimmt und durch fremde Gedankengänge eher gestört als gefördert wird»³⁸.

In ähnlicher Weise drückte sich Hess 37 Jahre später aus, als er, auf Anregung und Einladung des damaligen Rektors, am 1. November 1949 einen Vortrag, in der Aula der Universität Zü-

rich, anlässlich des Festaktes zur Feier der Verleihung des Nobelpreises für Medizin und Physiologie hielt. Er schloss den Vortrag mit einer persönlichen und bescheidenen Begründung, wie seine Forschungstätigkeit zur für ihn überraschenden Verleihung des Nobelpreises führte: *«Der gezeichnete Entwicklungsgang verlief scheinbar so programmgemäss, dass man an die Realisierung eines von Anfang an disponierten Planes denken möchte. Es ist aber nicht so. Führend war von Schritt zu Schritt einzig der Vorrang des Interesses, welchem, wie es scheint, eine logische Induktion eigentümlich ist. Soweit bewusster Wille im Spiele war, betrifft dies die Ablehnung, mich nach Konjunkturströmungen zu richten, und im Kampfe mit einer widerstrebenden Feder nicht nachzugeben.»*²³

Die evidente Parallelität der Denk- und Arbeitsweise Forels, von Monakows und Hess' zeigt wie sich über die Jahre ein für die Zürcher Neu-

rowissenschaft charakteristischer Denkstil entwickelt und durch deren Nachfolger bis in unsere Zeit weitergeleitet hat. Wesentlich dazu beigetragen haben die Medizinische Fakultät und die damalige Erziehungsdirektion (heute Bildungsdirektion) des Kantons Zürich, welche mit ihren weisen Entscheidungen in der Ausbauphase der Zürcher Neurowissenschaften herausragende Schüler und engste Mitarbeiter als Nachfolger der Gründergeneration zu berufen wussten. Dies betrifft zum Beispiel die Berufung des Neurologen Mieczyslaw Minkowski (1933) als Nachfolger von Constantin von Monakow, des Hirnforschers Konrad Akert (1961) als Nachfolger von Walter Rudolf Hess, des Neurochirurgen M. Gazi Yasargil (1973) als Nachfolger von Hugo Kravenbühl und des Neuroradiologen Anton Valavanis (1984), der zwar keinen Vorgänger hatte aber wissenschaftlich und klinisch im Zürcher neurowissenschaftlichen Umfeld aufgewachsen war^{27,28,29}.

Das Aufkommen der «Neuro-Bindestrich Pseudo-Neurowissenschaften»

Die oben erwähnte Unübersichtlichkeit beschränkt sich mittlerweile keinesfalls nur auf eine überbordende, nicht mehr überschaubare und vielfach fragwürdige Publikationserzeugung als Symptom der Wissenskultur von «publish or perish», was nicht zuletzt mit Finanzierung und Existenzdruck zu tun hat und häufig mit einer forschersichen Sucht nach Sensationen gekoppelt ist, sondern umfasst auch die arbiträr wachsende «subdisziplinäre» Zusammensetzung der Neurowissenschaft, die rasant wachsende Zahl von selbsternannten Neurowissenschaftlern, den inflationären Gebrauch der Vorsilbe «Neuro-», und die jahrmärktähnliche Gestaltung neurowissenschaftlicher Kongresse.

Treffend haben Hagner und Borck (1999/2006)³⁰ diese Entwicklung wie folgt beschrieben: *«Die grossen Fragestellungen verstellen – bei aller qualitativer Bedeutung – den Blick dafür, dass die Neurowissenschaften eine heterogene Wissenschaftslandschaft darstellen, die keinen allgemeinen Überblick erlaubt. Wer die Jahres-*

*tagungen der American Association for Neuroscience mit ihren mehr als 30'000 Teilnehmern besucht und sich den zahllosen Themengebieten zuzuwenden versucht, wird wohl noch bemerken, dass die von den Vertretern der verschiedenen Disziplinen – Anatomie, Physiologie, Neurologie, Psychiatrie, Molekularbiologie, Biochemie, Physik, Statistik, Computerwissenschaften, Linguistik, Psychologie usw. – vorgestellten Forschungen zwar alle in irgendeiner Weise um das Gehirn oder ein anders Nervensystem situiert sind; doch man kann mit gutem Grund daran zweifeln, dass sie alle es mit ein und demselben oder sogar einem einheitlichen Forschungsgegenstand zu tun haben. Auch solche Mammuttagungen vermögen die Neurowissenschaft nur noch als Jahrmärkte der Unübersichtlichkeiten zusammenzuhalten»*³⁰. Hagner weist in diesem Zusammenhang auch darauf hin, *«dass die verschiedenen Forschungszweige innerhalb der Neurowissenschaften trotz solcher gemeinsamer Veranstaltungen bis zur gegenseitigen Verständnislosigkeit auseinanderdriften»*³⁰.

Alle wollen Hirnforschung machen

Charakteristisch für diese Entwicklung ist auch der stattgehabte Wandel, vom Singular zum Plural, in der Bezeichnung der Disziplin: aus der Leitdisziplin «Neurowissenschaft» und ihrer interagierenden Subdisziplinen ist ein loser, nur beschränkt interdisziplinär zusammenarbeitender Verbund der «Neurowissenschaften» geworden. Auch ist nicht zu übersehen, dass im Zuge dieser (Fehl)-Entwicklung viele Wissenschaftler, deren Fachdisziplin eigentlich nichts mit Hirnforschung zu tun hat, die Neurowissenschaft für sich entdeckt haben und folglich es kaum noch eine Forschungsdisziplin gibt, die sich nicht mit der Vorsilbe «Neuro-» schmücken und modrenisieren liesse. Solche bereits etablierte Neuro-Bindestrich-Neurowissenschaften sind u.a. die Neurophilosophie, Neuro-Epistemologie, Neuro-Soziologie, Neuro-Ökonomie, Neuro-Theologie, Neuro-Ethik, Neuro-Ästhetik, usw. Mit dem modischen Andocken von Fremddisziplinen an die Neurowissenschaft wird nicht nur die Unübersichtlichkeit verstärkt sondern auch die Essenz der Ursprungsdisziplin Neurowissenschaft verwässert.

Auf diese sich anbahnende Fehlentwicklung hat bereits der Zürcher Hirnforscher und Rektor der Universität Zürich Konrad Akert in seiner Rektoratsrede vom 28. April 1984 warnend aufmerksam gemacht: «Sicher werden die ein-

gangs verkündeten Schwierigkeiten nicht behoben, wenn zu viele Unberufene sich einschalten oder wenn die Universität auf falsche Bahn gerät»⁴⁸.

Das mittlerweile etablierte Phänomen, dass klinik-orientierte und grundlagen-basierte neurowissenschaftliche Forschung auch von Nicht-Neurowissenschaftlern betrieben wird, hat der Neuropsychologe Lutz Jäncke von der Universität Zürich treffend wie folgt thematisiert: «Das Bemerkenswerte [...] ist, dass hier Vertreter von Disziplinen, die nicht aus der Hirnforschung kommen, die Neurowissenschaft für sich entdecken. Man könnte vielleicht schon wehmütig festhalten, dass es Zeiten gab, in denen Hirnforscher dieses Fach noch studierten und eine Ausbildung in Neuroanatomie, Neurophysiologie oder Pharmakologie absolvieren mussten, um dann als Hirnforscher wissenschaftlich zu arbeiten. Heute hat man den Eindruck, dass jeder, der eine Bildgebungsstudie durchführt oder durchführen lässt, bereits ein Hirnforscher sei oder zumindest in die Nähe der Hirnforschung einsortiert wird.»³³ Bindestrich-Neurowissenschaftler haben auch längst erkannt, dass ihre Chancen auf eine Forschungsfinanzierung ganz beträchtlich steigen, wenn im Forschungsantrag etwas mit dem Begriff «Neuro» erscheint. Besonders ausgeprägt ist diese Praktik auf dem Gebiet des Neuroimaging³⁴.

Die Neurowissenschaft im veloziferischen Zeitalter: immer mehr und immer schneller

Goethe prägte für seine Zeit, in der Pressezeugnisse zunehmend für eine rasche Verbreitung von Neuigkeiten sorgten, den genialen Ausdruck «veloziferisch», aus «velocitas» und «luziferisch»: teuflische Eile³⁹.

Dass Goethe's veloziferisches Zeitalter bereits zu seiner Zeit wahrnehmbar war, geht aus einem Brief hervor, den er im Jahr 1825 an seinem Freund C. F. Zelter richtete: «alles aber, mein Teuerster, ist jetzt ultra, alles transzendiert

unaufhaltsam, im Denken wie im Tun. Niemand kennt sich mehr, niemand begreift das Element worin er schwebt und wirkt, niemand den Stoff den er bearbeitet. [...] Junge Leute werden viel zu früh aufgeregert und dann im Zeitstrudel fortgerissen; Reichtum und Schnelligkeit ist was die Welt bewundert und wonach jeder strebt; Eisenbahnen, Schnellposten, Dampfschiffe und alle mögliche Fazilitäten der Kommunikation sind es, worauf die gebildete Welt ausgeht, sich zu überbieten, zu überbilden und dadurch in der

Mittelmäßigkeit zu verharren. [...] Lass uns so viel als möglich an der Gesinnung halten in der wir herankamen, wir werden, mit vielleicht noch wenigen, die Letzten sein einer Epoche die so bald nicht wiederkehrt»⁴⁰.

Goethes «alles veloziferisch» ist in der heutigen Zeit zur Formel der Moderne geworden; eine «wie vom Teufel gerittene Betriebsamkeit», die der menschlichen «Gabe der Kontemplation» den Garaus machte. Sie zeigt sich in der Beschleunigung aller Lebensverhältnisse, wie u.a. der unaufhaltsamen Beschleunigung von Verkehr, Ökonomie, Nachrichtenwesen, Wissenschaft aber auch in der Lebens- und Alltagswirklichkeit des einzelnen».

Wie das Studium der zeitgenössischen neurowissenschaftlichen Literatur und der Besuch internationaler Grosskongresse mehr als deutlich zeigen, ist die Neurowissenschaft vom Phänomen des «Veloziferismus» besonders betroffen. Voreiliges Einreichen von hastig erstellten Publikationen, untereinander konkurrierende Verlage über die beschleunigte Evaluation eingereichter Arbeiten, ungeduldiges Warten des Verfassers auf die «open access» Veröffentlichung, aufeinanderfolgende Kurzpräsentationen von Forschungsergebnissen in vorgeschriebenen drei oder maximal fünf Minuten sind einige Merkmale des eiligen Zeitgeistes, der Eil-Krankheit der Moderne. So ist heute auch die Neurowissenschaft dem Diktat der Eile unterworfen.

So hat sich, wie der an der ETH Zürich Wissenschaftsforschung lehrende Prof. Michael Hagner in seinem Essay «Gute Bücher benötigen Zeit und Papier» schreibt, eine von Projekt zu Projekt hastende Wissenschaftskultur etabliert, die tatsächlich glaubt, gute Forschung sei im Eilschritt und mit Abkürzungen zu haben. Dabei kommen im schlimmsten Fall «Plagiate» und im besten Fall schlechte Publikationen heraus.

Goethe lässt in seinem Hauptwerk «Faust (2. Teil)» Mephisto über Faust, dessen jeder Wunsch, kaum geäußert, schon vom nächsten überholt wird, sagen: *«Ihm hat das Schicksal einen Geist gegeben, der ungebündelt immer vorwärtsdringt, und dessen übereiltes Streben*

der Erde Freuden überspringt». Nahezu prophetisch beklagt er die negativen Auswirkungen von Beschleunigung auf Gesellschaft, Wissenschaft und Ökonomie, dem verhängnisvollen Streben nach Wachstum (immer mehr) und die zunehmende Fixierung auf die Zukunft (immer schneller). Im Faust kulminiert die Zeit raffend, sich permanent selbst überholende Ungeduld der Moderne⁴¹.

Um die Verfassung wissenschaftlicher Publikationen zu beschleunigen und, ohne die Qualität des Inhalts zu berücksichtigen, sie stilistisch den strikt reglementierten Anforderungen des Evaluationsverfahrens anzupassen, werden laufend kommerzielle Firmen gegründet, die diese Aufgabe übernehmen. Hier ein von vielen Beispielen, wie solche Firmen mit von Internet-Adressen und im Pubmed gefundenen Publikationslisten, Autoren identifizieren um mit wiederholten Rundmails um die Gunst der ungeduldigen Forscher zu buhlen: *«We are proud to have expanded our business over time to offer services in three languages, specializing in medical editing, revision and translation. Boasting teams made up of both doctors and native-language translators, we have been able to ensure scientific rigor and top linguistic quality, achieving the best possible results for your work. Here at Cremer Consulting, there are certain standards especially close to our heart - reactivity, good-quality work, and flexibility – meaning we are able to provide the quality you demand within the timeframe you need»*.

Treffend hat Felix Hasler von der Berlin School of Mind and Brain der Humboldt Universität zu Berlin in seiner Streitschrift «Neuromythologie», wo er die Forschungsergebnisse der drei Mega-Projekte, der sogenannten Big Neuroscience, «Das Jahrzehnt des Gehirns», «The Human Brain Project» und des «Brain Activity Map Project» kritisch analysiert, wie folgt beschrieben: *«Man hat zwar keine Ahnung, wo man hinrennt, tut dies aber immer schneller»⁴².*

Die kontemplative Lebens-, Denk- und Arbeitsweise ist eine wesentliche Bedingung, dass Einfälle kommen, und insbesondere, dass sie ernst genommen werden. Mancher hatte einen guten Gedanken und hat ihn in der Übereilung

schnell vergessen, schreibt in seinem Buch «Die Idee der Universität» (1980) der Arzt und Philosoph Karl Jaspers.

Dass gute Hirnforschung viel Zeit erfordert, hat der dänische Hirnanatom Nicolaus Steno mit seiner berühmten Rede über «Die Anatomie des Gehirns», gehalten 1667 in Paris mit folgendem, zwar für den heutigen Zeitgeist etwas übertriebenen, aber wahren Worten formuliert: «*Eine genaue Untersuchung des Gehirns erfordert so viel Zeit und eine solche geistige Anstrengung, dass man jede andere Arbeit und jeden anderen Gedanken aufgeben muss, um sich ihr zu widmen*». Mit dem Ausdruck «geistige Anstrengung» weist er auf die zwar anstrengende aber nicht zeitgebundene und somit nicht arbeitszeitgebundene Kontemplation hin. Sie ist eine Bedingung, dass Einfälle kommen, und insbesondere, dass sie ernst genommen werden. Die im heutigen veloziferisch geprägten Zeitalter auch in der Wissenschaft und damit in der Tätigkeit des Forschers weitgehend verschwundene kontemplative, geistig betrachtende Annäherung an die jeweilig zu lösenden Fragen, beeinträchtigt, zu Gunsten der praktisch-aktiven Forschungstätigkeit, die Erkenntnisgewinnung.

In ähnlicher Weise drückt sich Karl Jaspers in seiner «Die Idee der Universität» aus: «*Der geistige Forscher gehört zu denen, die 'immer daran denken', von ihrem Studium ganz durchdrungen sind. Ungeistig ist die Trennung des Lebens in Arbeit und Amusement*».

Kontemplation (von lateinisch *contemplatio*) bedeutet «geistige Betrachtung». In erster Linie geht es dabei um Betrachtung eines geistigen, ungegenständlichen Objekts, in das man sich vertieft, um darüber Erkenntnis zu gewinnen.

Wenn im menschlichen Leben die Betrachtung eine dominierende Rolle spielt, spricht man von einer theoretischen oder kontemplativen Lebensform oder -phase (lateinisch *vita contemplativa*) im Gegensatz zur «praktischen» Lebensweise, dem auf äussere Aktivität ausgerichteten «tätigen» Leben (*vita activa*). Das Spannungsverhältnis und die Rangordnung zwischen Betrachtung und Aktivität zählt

seit der Antike zu den am intensivsten diskutierten Themen der philosophischen, wissenschaftlichen und religiösen Ethik. In der Antike und im Mittelalter herrschte in tonangebenden intellektuellen Kreisen die Auffassung vor, dass die Beschaulichkeit die beste Daseinsform sei, da sie die wertvollsten Früchte erbringe. Dies änderte sich jedoch in der Neuzeit, vor allem in der Moderne; die herkömmliche Überzeugung, dass kontemplative Reflexion einen privilegierten Zugang zu besonders wichtigen Einsichten biete, stiess auf zunehmende Skepsis.

Es waren die antiken griechischen Philosophen, Platon und sein Schüler Aristoteles, die sich als erste und grundlegend mit dem, die Philosophie und die wissenschaftliche Forschung, betreffenden Thema der Lebensweise befassten und das Verhältnis zwischen *bios theoretikos/vita contemplativa* und *bios praktikos/vita activa* untersuchten. Für Platon (428/427–348/347 v. Chr.) war die Überlegenheit der betrachtenden Haltung (*bios theoretikos/vita contemplativa*) unzweifelhaft, doch verband er damit keine Geringschätzung des tätigen Lebens^{49,50}. Der Schüler Platons, Aristoteles (384–322 v. Chr.), war der Ansicht, die höchste Lebensform sei das «betrachtende Leben» (*bíos theōrētikós*) des Philosophen und des wissenschaftlich Forschenden. Es sei dem – ebenfalls wertvollen – praktisch tätigen Leben (*bíos praktikós*) überlegen. Das «Betrachten» fasste er durchaus als Tätigsein im Sinne eines aktiven Forschens auf, nicht im Sinne eines bloßen Empfangens von Erkenntnis, einer passiven Beschaulichkeit⁴³.

Der zeitgenössische Philosoph, Peter Sloterdijk, beschrieb den Menschen als Übenden und definierte die Moderne als das Zeitalter der Übereilung, «*das die höchste Mobilmachung der menschlichen Kräfte unter dem Vorzeichen von Arbeit und Produktion zustande brachte*». Die übende Lebensform setzte Sloterdijk mit der *vita contemplativa* gleich, die in Wahrheit eine *vita performativa* sei und kritisierte die «eingeschliffene Differenz» von «aktiv» und «kontemplativ». Sie erwecke den irrigen Eindruck, eine exklusive und vollständige Alternative zu sein. Dadurch verschwinde ein umfangreicher Komplex menschlichen Verhaltens aus

dem Blick, das übende Leben, das weder bloß aktiv noch bloß kontemplativ sei, sondern ein gemischter Bereich. Er behandelte Wissenschaft und Philosophie als theoretische Lebensformen. Sie seien beide – ungeachtet ihrer Differenzen – als «Sprösslinge der alteuropäischen Rationalitätskultur» Ausprägungen des *bíos theōrētikós*⁴⁴.

Seit Goethe auf das sich schon zur seiner Zeit abzeichnende veloziphereische Zeitalter warnend aufmerksam gemacht hat, hat sich dieses exponentiell beschleunigt und neben vielen anderen Lebens- und Wissenschaftsbereichen auch die Neurowissenschaft ergriffen. Damit ist die *vita contemplativa* des Hirnforschers seiner heutigen *vita (hyper-) activa*, als Folge der herrschenden Doktrin des «immer mehr und immer schneller», weitgehend zum Opfer gefallen. Im

modernen veloziphereischen Zeitgeist ist aber auch und vor allem den jungen, nachwachsenden Hirnforschern die Fähigkeit zum geistigen Verweilen, zum geduldigen Besinnen und damit Geniessen und folglich kreativer Schöpfung unbemerkt abhandenkommen. Die Wiederherstellung der durch die zweckgerichtete Hast gestörte Balance zwischen Aktivität und Kontemplation durch Wiederbelebung der «Gabe der *vita contemplativa*», würde zur, die Erkenntnis fördernde, Weiterentwicklung der Neurowissenschaft erheblich beitragen. Goethes «West-östlicher Divan» mit den imaginierten Reisen in noch nicht beschleunigte Gegenwelten stellt ein Manifest zu einem Entschleunigungsprogramm als Gegenbewegung zur Beschleunigung dar⁴⁵. Auch die Neurowissenschaft bedarf eines Entschleunigungsprogramms!

Schöne neue Neuro-Welt

Mit seiner eingangs zitierten Aussage, *de facto* sein Vermächtnis, hat der bescheidene Hirnforscher Hess eine Skepsis in die und eine Haltung gegenüber der Neurowissenschaft hineingetragen, die der Mehrheit der prominenten Neurowissenschaftlern der Gegenwart im unentwirrbaren Dickicht der Unübersichtlichkeit der sog. «Big Neuroscience» abzugehen scheint oder bereits abgegangen ist. Es scheint als ob die Verfechter der «Big Neuroscience» der Illusion verfallen sind zu einem allumfassenden, perfekten Bild einer schönen neuen Neurowelt hinsteuern zu können, in welchem der Eindruck erweckt wird, als wollte man mit diesem Ansatz alle Belange des menschlichen Gehirns in das Korsett von Molekülen, Genen, Stammzellen, Transmittern, Synapsen, Impulsen und neuronalen Verschaltungen stopfen⁹.

Solche Änderungen der Grundhaltung und des Denkstils sind in der 2.500-jährigen Entwicklungsgeschichte der Neurowissenschaft wiederholt vorgekommen⁹. So vertrat beispielsweise der Philosoph René Descartes Mitte des 17. Jahrhunderts in seinem 12 Jahre nach seinem Tod erschienenem Werk «*De homine*» (1650)

die Ansicht, dass alle Funktionen des Gehirns mit Hilfe seiner Maschinentheorie vollständig verstanden werden können⁴.

Descartes's optimistische Haltung gegenüber der Erforschung des Gehirns wurde einige Jahre später vom dänischen Anatomen und Naturforscher Nicolaus Steno in seiner wenig beachteten Abhandlung zur Anatomie des Gehirns (1669) mit folgender Stellungnahme entgegnet: *«Es wäre ein grosses Glück für die Menschheit, wenn dieses Organ, das, von allen am feinsten gebaut, sehr häufig gefährlichen Krankheiten ausgesetzt ist, ebenso gut erkannt würde, wie viele Philosophen und Anatomen es sich vorstellen. Nur wenige von ihnen drücken sich mit derselben Ehrlichkeit aus wie Sylvius, der über das Gehirn nie ohne Vorbehalt spricht, obwohl er sich mit ihm mehr befasst hat als irgend jemand den ich kenne. Die Zahl derer, denen nichts schwierig vorkommt, ist zweifellos viel grösser. Die Leute, die so prompt Behauptungen aufstellen, werden Ihnen eine Beschreibung des Gehirns und der Lage der einzelnen Teile mit derselben Sicherheit geben, als wären sie beim Bau dieser wunderbaren Maschine zugegen gewesen*

und in alle Pläne des grossen Baumeisters eingeweiht worden»¹⁸.

Die von Steno eingeleitete kritisch-skeptische Haltung fand ihren nächsten Kulminationspunkt mit Santiago Ramon y Cajal, dem eigentlichen Begründer der modernen Neurowissenschaft und gemeinsam mit Camillo Golgi Nobelpreisempfänger für Medizin oder Physiologie (1906),

der gegen Ende seiner langen Forschungstätigkeit festgehalten hat: «*The complexity of the nervous system is so great, its various association systems and cell masses so numerous, complex, and challenging, that understanding will forever lie beyond our most committed efforts*»¹⁵ und «*As long as our brain is a mystery, the universe, the reflection of the structure of the brain, will also be a mystery*»²².

Das Vermächtnis von Walter Rudolf Hess und die Zürcher Schule der Neurowissenschaft

Die Fortschritte, welche in den letzten Jahrzehnten auf den Gebieten der Hirnforschung und den klinisch-neurologischen Wissenschaften erzielt wurden sowie die grosse, öffentliche Aufmerksamkeit, welche diese andauernd und berechtigterweise finden, begründen einerseits die Neurowissenschaft als eine neue Leitdisziplin an der Schnittstelle zwischen Medizin und Naturwissenschaft, lenken andererseits etwas von den grossen Herausforderungen ab, mit denen die Neurowissenschaft konfrontiert ist. Diese betreffen sowohl die nach wie vor vielen ungelösten Fragen in der Forschungsbemühung die Struktur und die davon abhängige Arbeitsweise des komplexesten lebenden Systems, nämlich des Zentralnervensystems, zu verstehen, als auch die Ursachen und Mechanismen gewisser akuter, mancher bösartiger und vieler chronischer Hirnerkrankungen zu eruieren und folglich erfolgreich zu behandeln. Angesichts dieser, den Neurowissenschaften inhärenten Hürden und Limitationen muss der klinische Neurowissenschaftler, der häufig leicht und schnell entfachten Euphorie über positive präliminäre Forschungsergebnisse oder Behandlungserfolge, eine im Hess'schen Sinne kritische und zugleich bescheidene Haltung gegenüberstellen können. Wie in keinem anderen Gebiet der Medizin sind Selbstkritik und Bescheidenheit als herausragende Persönlich-

keitsmerkmale des klinischen Neurowissenschaftlers gefragt. Dazu gehört gemäss Hess aber auch die Erkenntnis, dass die Durchführung eines Forschungsprojektes nicht immer als Realisierung eines von Anfang an disponierten Planes verläuft sowie die Bereitschaft und der Wille sich nicht nach Konjunkturströmungen zu richten²³.

Das Vermächtnis von Walter Rudolf Hess nimmt einen festen Platz in der langen Tradition der Zürcher Neurowissenschaft ein, die mit Constantin von Monakow begonnen hat und über Hess, Krayenbühl, Akert, Baumgartner, Yasargil und Schwab, um nur einige der beteiligten Pioniere zu nennen, zu dem heutigen Zentrum Neurowissenschaften der Universität und ETH Zürich (ZNZ, gegründet 1998) sowie zum Klinischen Neurozentrum des Universitätsspitals Zürich (KNZ, gegründet 2014) geführt hat²⁴.

Die enge Verknüpfung der beiden Institutionen, der theoretischen (ZNZ) und der klinischen (KNZ), die historisch auf die von Hess 1940 initiierte Gründung der *Zürcher Gemeinschaft für Hirnforschung* zurückreicht, erwies sich für die Interaktion (in heutiger Terminologie: Translation) als besonders fruchtbar. Sie bildet ein historisch gewachsenes, charakteristisches Merkmal der Zürcher Neurowissenschaften.

Nachwuchsförderung in der Neurowissenschaft

Schliesslich sei hier auf die von Hess hervor- gehobene Verpflichtung der akademischen Lehrer der Neurowissenschaft hingewiesen den dafür geeigneten Nachwuchs in diesem komplexen aber faszinierenden Gebiet der klinischen und theoretischen Neurowissenschaft zu fördern. Im Schlusswort seines Vortrags über die «Funktion und nervöse Regulation der inneren Organe», gehalten am 1. November 1949 in der Aula der Universität Zürich, anlässlich des Festaktes zur Feier der Verleihung des Nobelpreises für Medizin und Physiologie hält er folgendes fest: *«Es soll speziell an die angehenden Jünger der Wissenschaft gerichtet sein, die berufen sind, zu ihrer Zeit, in ihrem Gebiet, unter Einsatz ihrer Veranlagung und unter Ausnützung der ihnen gebotenen äusseren Möglichkeiten die Erkenntnis um einen Schritt voranzubringen»*²³.

Auf die Besonderheit und die Herausforderungen der Diagnose der Hirnerkrankungen und die sich daraus ergebende Notwendigkeit der Ausbildung des Nachwuchses zu fachkompetenten Ärzten auf dem Gebiet der Neuro- nosologie hat als erster der antike Arzt und Be-

gründer der wissenschaftlichen Medizin, Hippo- krates, in seiner berühmten Schrift «Über die heilige Krankheit», ca. 400 v.Chr. hingewiesen: *«Daher behaupte ich, dass das Gehirn von den heftigsten, grössten, tödlichsten und für die un- erfahrenen Ärzte am schwersten erkennbaren Krankheiten überfallen wird»*.

Entsprechend ist es eine wesentliche Aufgabe des Klinischen Neurozentrums als einer auch universitär angesiedelten Institution, die Bedin- gungen zu schaffen und nachhaltig zu gewähr- leisten, welche eine ungehinderte Forschungs- arbeit der daran Interessierten und dafür Qualifizierten in produktiver Symbiose mit der klinischen Tätigkeit ermöglicht. Das Leben des Klinischen Neurozentrums, wie jeder universi- tären Institution, hängt an den darin tätigen Per- sönlichkeiten, nicht an der Institution, welche nur Bedingung ist. Die Institution «Klinisches Neurozentrum» wird daher danach zu beurteilen sein, ob sie die besten Persönlichkeiten he- ranziehen kann und ob sie die günstigsten Be- dingungen für deren Forschung, Lehre, Tätigkeit am Patienten und Kommunikation gibt.

Die Neurowissenschaft benötigt eine innere Reformation

Im Klinischen Neurozentrum wird der vom Hess'schen Vermächtnis abgeleiteten Grund- haltung in der klinischen Neuronosologie, in der neurowissenschaftlichen Forschung und in der Hirnlehre konsequent nachgelebt²⁰. Diese Grundhaltung begründet die lange Tradition der Zürcher «Schule» der Neurowissenschaft. Dies obwohl derzeit festzustellen ist, dass der fröhliche Optimismus, welcher von einer grösseren Gruppe prominenter und erfolgreicher Expo- nenten der neurowissenschaftlichen Forscher- gemeinschaft propagiert wird, die Hess'schen Tugenden der selbstkritischen Haltung und der skeptischen Bescheidenheit im Klammergriff hat. Aber wie die Geschichte der Neurowissen- schaft mit Bezug auf die intrinsischen, sich pe-

riodisch wiederholenden Oszillationen in der Haltung der Forscher gegenüber der Erfor- schung des Gehirns lehrt, wird es irgendwann einmal wieder umgekehrt sein. Für Letzteres spricht die Hoffnung-gebende Tatsache, dass man in der gegenwärtigen jungen Nachwuchs- generation gleichermassen bescheiden neuro- euphorischen wie selbstkritischen angehenden Neurowissenschaftlern begegnet.

Akert hefte in seiner Rede des Rektors (1984) die unkomfortable Lage der Neurowissenschaft hervor und plädierte für die Notwendigkeit Wege zu finden um sie zu bannen: *«Wenn heu- te die Wissenschaftler vor der Öffentlichkeit als Zauberlehrlinge dastehen, indem sie zusam-*

men mit den Politikern die Welt in eine praktisch unregierbare verwandelt haben, so glaube ich andererseits nicht, dass uns die Wissenschaftsfeindlichkeit und etwa die Rückkehr zur Romantik aus dieser unkomfortablen Lage befreien können. Es ist logischer zu denken, dass die gleiche Wissenschaft, welche die Zauberkräfte entfesselt hat, auch Wege finden muss, und finden wird, um sie zu bannen»⁴⁸.

Allerdings wäre eine radikal pessimistische Haltung zur Zukunft der Neurowissenschaften genau so verfehlt, wie der ungezügelter Optimismus der letzten Jahre war³⁴. Diese balancierte Haltung zu fördern und den Nachwuchs durch das Dickicht der Unübersichtlichkeiten zu führen sind Hauptverpflichtungen der heutigen Generation der Lehrer, Mentoren und Vorgesetzten gegenüber den angehenden Jüngern der Neurowissenschaft, denn es werden diese Akteure sein, welche die entscheidenden Impulse zur notwendigen Reformation der Neurowissenschaft geben werden.

Der renommierte Zürcher Neurowissenschaftler und Schüler des Nobelpreisträgers (1949) Walter Rudolf Hess, Professor Konrad Akert (1919-2015), hat als neu gewählter Direktor des Institutes für Hirnforschung und Lehrstuhlinhaber für Hirnforschung an der Universität Zürich, in den letzten Sätzen seiner Antrittsvorlesung in der Aula der Universität (1962) bescheiden auf den bevorstehenden langen und Geduld, nicht veloziferische Übereilung, fordernden Weg der modernen Neurowissenschaft und auf die Notwendigkeit der Förderung eines begeisterungsfähigen Nachwuchses für die Sicherung der Weiterentwicklung der Neurowissenschaft mit den Worten aufmerksam gemacht: *«Noch hat die moderne Neurowissenschaft erst eine kurze Strecke zurückgelegt, und sie hat einen weiten Weg bis zum Ziel vor sich. Aber es scheinen genug Anhaltspunkte da zu sein, welche die Richtung der neurowissenschaftlichen Arbeit klar vorzeichnen. Um die grossen Aufgaben der Zukunft zu lösen, braucht es nicht nur teure Ap-*

parate und zeitraubende Methoden, sondern jene Kräfte und Energien, welche begeisterungsfähigen jungen Gehirnen entstammen».

Eine erfolgreiche Nachwuchsförderung hängt nicht nur von der Eignung und Begeisterungsfähigkeit der Nachwuchskräfte ab, sondern gleichermassen auch von der Bereitschaft ihrer Vorgesetzten ihnen die Freiheit zur Entfaltung zu gewähren.

Rückblickend kann man von einem Glücksfall reden, dass es den auswählenden Kräften der Universität Zürich, des Universitätsspitals Zürich und der kantonalen Oberbehörde gelungen ist, wie die über 100jährige Geschichte der Entfaltung der Zürcher Neurowissenschaft zeigt, vortreffliche und produktive Köpfe zur Leitung eines Institutes oder Klinik aus dem Gebiet der Neurowissenschaft zu berufen, die im Bewusstsein ihrer begrenzten Kräfte jedem lebendigen Impuls des ihnen unterstellten Nachwuchses Freiheit liessen und ihren Ehrgeiz darin sahen, dass diese Besseres leisten möchten als sie selbst.

Abschliessend seien hier die Worte des früheren Rektors der Universität Zürich, Schülers von Waltrer Rudolf Hess und ersten Direktors des Hirnforschungsinstitutes der Universität Zürich, die er anlässlich seiner Rektoratsrede unter dem Titel *«Vergangenheit und Zukunft des menschlichen Gehirns»*, gehalten an der 151. Stiftungsfeier der Universität Zürich am 28. April 1984, zitiert: *«Ziel und Kriterium für wissenschaftliche Arbeit ist in erster Linie die Suche nach der Wahrheit. Sie kann nur gedeihen, wenn wir, Studierende und Dozenten, uns in Bescheidenheit bewusst sind, dass niemand die reine Wahrheit wissen wird (zitiert nach dem vorsokratischen Philosophen Xenophanes vor über 2000 Jahren), und wenn wir aber aus innerer Verpflichtung trotzdem mit aller zu Gebote stehenden intellektuellen Redlichkeit danach suchen»⁴⁸.*

Literaturverzeichnis

1. Amunts K., Ebell C., Muller J., Telefont M., Knoll A., Lippert T.: The Human Brain Project: Creating a European Research Infrastructure to Decode the Human Brain. *Neuron*, 92 (3): 574-581; 2016
2. Amunts K, Knoll AC, Lippert T, Pennartz CMA, Ryvlin P, Destexhe A, et al. (2019) The Human Brain Project—Synergy between neuroscience, computing, informatics, and brain-inspired technologies. *PLoS Biol* 17(7): e3000344. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000344>
3. Christen M., Biller-Adorno N., Bringedal B., Grimes K., Savulescu J., & Walter H.: Ethical challenges of simulation-driven Big Neuroscience. *AJOB Neuroscience* 7 (1): 5-17; 2016
4. Des Cartes Rénatus.: *De homine. Ex officina Hackiana*, 1664
5. Editorial. The Human Brain Project: mutiny on the flagship. *The Lancet Neurology*. 13 (9): 855; 2014
6. Frégnac Y., and Laurent G.: Where is the brain in the Human Brain Project? *Nature* 513: 27-29; 2014
7. Galison P.: The many facets of Big Science. In: *Big science: The growth of large-scale research*, ed. P. Galison and B. W. Hevly, 1-17; 1992. Stanford CA: Stanford University Press
8. Grillner S.: Megascience efforts and the brain. *Neuron* 82 (6): 1209-1211; 2014
9. Hagner M.: *Der Geist bei der Arbeit. Historische Untersuchungen zur Hirnforschung*. 2. Aufl, 2007, Wallstein Verlag, Göttingen 2006
10. Hagner M.: Open access, data capitalism and academic publishing. *Swiss Med Wkly* 2018; 148w14600
11. HBP Report 2012. The Human Brain Project. A report to the European Commission. Available at: <https://www.humanbrainproject.eu/documents/>
12. Hess W. R., Fischer H.: Brain and Consciousness: A Discussion About the Function of the Brain. *Perspectives in Biology and Medicine*, 17 (1): 109-118; 1973
13. Lim D.: Brain simulation and personhood: A concern with the Human Brain Project. *Ethics and Information Technology* 16: 77-89; 2014
14. Markram H., Frackowiak R., and Meier K.: Big digital science-A roadmap for the brain. 2014. Available at: http://ec.europa.eu/archives/commission_2010-2014
15. Ramon y Cajal S.: *Reglas y Consejos sobre Investigacion Biologia (los tonicos de la voluntad)*, 4th edition (Fortanet : Madrid). See English translation by N. Swanson and L.W.Swanson, *Advice for a young Investigator*, MIT Press: Cambridge, 1999, p.63)
16. Requarth T.: The big problem with “big science” ventures -Like the Human Brain Project. 2015. Available at: <http://nautil.us/blog/>
17. Rose N.: The Human Brain Project: Social and ethical challenges. *Neuron* 82 (6): 1212-1215; 2014
18. Steno N. *Discourse de Monsieur Steno sur l' Anatomie du Cerveau*. 1669. Paris: Ninville
19. Technical Review Report of the HBP. 2015. Available at: <https://www.humanbrainproject.eu/-/hbp-technical-review-report-now-available>
20. Valavanis A.: *Jahresbericht 2014 des Klinischen Neurozentrums USZ*. 2015, p.1. UniversitätsSpital Zürich
21. Yuste R., Church G. M.: The new century of the brain. *Sci Am* 310 (3): 38-45; 2014
22. Ramón y Cajal, S.: *Charlas de café. Pensamientos, anécdotas y confidencias / Santiago Ramón y Cajal; ed., introd. y notas de Francisco Fuster*. – Madrid :FCE, 2016
23. Hess W.R.: Funktion und nervöse Regulation der inneren Organe. *Vierteljahrsschr. der Naturforsch. Gesellsch. Zürich*. 4: 250-264, 1950
24. Valavanis A.: Meilensteine der Entwicklung der Zürcher Neurowissenschaften. In: *Jahresbericht 2017 des Klinischen Neurozentrums USZ*. pp. 5-12
25. Anderson A.: Brain research. Heading for the nineties. *Nature*. 346 (6282): 304
26. Poo M.: Whereto the mega brain projects. *National Science Review*. 1: 12-14, 2014
27. Die Universität Zürich 1933 – 1983. *Festschrift zur 150-Jahr Feier der Universität Zürich*. Herausgegeben vom Rektorat der Universität Zürich, 1983
28. *Zürcher Spitalgeschichte, Band 3*. Herausgegeben vom Regierungsrat des Kantons Zürich 2000, Zürich
29. Jäggi M.: *in primo loco. Geschichte der Medizinischen Fakultät Zürich 1833-2003*. Ruffer und Rub, Sachbuchverlag, Zürich, 2004
30. Hagner M. und Borck C.: «Brave Neuro Worlds. Historische Untersuchungen zur Hirnforschung». In: Hagner M. *Der Geist bei der Arbeit. Historische Untersuchungen zur Hirnforschung*. Göttingen, S. 17-37, 1999/2006
31. Ioannidis JP. Why most published research findings are false. *PLoS Med*. 2005 Aug;2(8):e124.
32. Button KS, Ioannidis JP, Mokrysz C, Nosek BA, Flint J, Robinson ES, Munafò MR.: Power failure: why small sample size undermines the reliability of neuroscience. *Nat Rev Neurosci*. 2013 May;14(5):365-76
33. Jäncke L.: *Neue Zürcher Zeitung vom 13.05.2009*. p. 10
34. Hasler F.: *Neuromythologie. Eine Streitschrift gegen die Deutungsmacht der Hirnforschung*. E.Book transcript Verlag, Bielefeld 2013

35. Weismann A.: Vorträge über Descendenztheorie. Gustav Fischer, Jena 1913
36. Mulin E.: Warum die grosse Gehirn-Simulation zum Scheitern verurteilt sein könnte. MIT Technology Review 25.10.2021
37. Alivisatos, Miyoung Chun, George M. Church, Ralph J. Greenspan, Michael L. Roukes, Rafael Yuste: The Brain Activity Map Project and the Challenge of Functional Connectomics, NEUROVIEW VOLUME 74, ISSUE 6, P970-974, JUNE 21, 2012
38. Valavanis A. & Borbély A.: Constantin von Monakow. Pionier und Wegweiser der Zürcher Neurowissenschaften. Klinisches Neurozentrum USZ. N+E AG, Siebnen 2019
39. Kaeser E.: Unser teuflisch schnelles Zeitalter, NZZ, 04.09.2013
40. Seewald J.: Goethes «Velozifer»: Beschleunigung als alter Hut. GBW
41. Borchmeyer D.: Goethe entdeckte die Langsamkeit. Die Welt 26.07.2003; Manfred Osten: «Alles veloziferisch» oder Goethes Entdeckung der Langsamkeit. Insel, Frankfurt/M. 2003
42. Hasler F.: Neuromythologie. transcript Verlag, Bielefeld 2012
43. Huber G.: Bios theoretikos und bios praktikos bei Aristoteles und Platon. In: Brian Vickers (Hrsg.): Arbeit, Musse, Meditation, 2., durchgesehene Auflage, Zürich/Stuttgart 1991, S. 21–33; Aristoteles, Nikomachische Ethik, 1177a–1179a
44. Sloterdijk P.: Du mußt dein Leben ändern, Frankfurt am Main 2009, S. 329–331; Peter Sloterdijk: Scheintod im Denken, Berlin 2010, S. 16 f; Peter Sloterdijk: Scheintod im Denken, Berlin 2010, S. 10 f., 24 f
45. Osten M.: «Alles veloziferisch» oder Goethes Entdeckung der Langsamkeit. Insel, Frankfurt/M. 2003
46. Valavanis Anton und Borbély Alexander: Walter Rudolf Hess. Leben und Werk. Klinisches Neurozentrum USZ. Kohler Medien AG 2019
47. Valavanis Anton: Das Vermächtnis von Walter Rudolf Hess und kritische Gedanken zur gegenwärtigen Situation der Neurowissenschaft. Klinisches Neurozentrum USZ. N+E Print AG 2020
48. Akert Konrad: Vergangenheit und Zukunft des menschlichen Gehirns. Rede des Rektors. In: Jahresbericht der Universität Zürich 1983/84
49. Mesch Walter: theôrein/theôria. In: Christoph Horn & Christof Rapp (Hrsg.): Wörterbuch der antiken Philosophie, München 2002, S. 436 f.
50. Platon, Politeia 533c–d
51. Hagner Michael: Gute Bücher benötigen Zeit und Papier. NZZ 23.05.2014

Literaturverzeichnis alphabetisch geordnet

- Akert Konrad: Vergangenheit und Zukunft des menschlichen Gehirns. Rede des Rektors. In: Jahresbericht der Universität Zürich 1983/84
- Alivisatos A. Paul, Chun Miyoung, Church George M., Greenspan Ralph J., Roukes Michael L., Yuste Rafael: The Brain Activity Map Project and the Challenge of Functional Connectomics, *NEUROVIEWI VOLUME 74, ISSUE 6*, P970-974, JUNE 21, 2012
- Amunts K, Knoll AC, Lippert T, Pennartz CMA, Ryvlin P, Destexhe A, et al. (2019) The Human Brain Project—Synergy between neuroscience, computing, informatics, and brain-inspired technologies. *PLoS Biol* 17(7): e3000344. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000344>
- Amunts K., Ebell C., Muller J., Telefont M., Knoll A., Lippert T.: The Human Brain Project: Creating a European Research Infrastructure to Decode the Human Brain. *Neuron*, 92 (3): 574-581; 2016
- Anderson A.: Brain research. Heading for the nineties. *Nature*. 346 (6282): 304
- Borchmeyer D.: Goethe entdeckte die Langsamkeit. *Die Welt* 26.07.2003; Manfred Osten: «Alles veloziferisch» oder Goethes Entdeckung der Langsamkeit. Insel, Frankfurt/M. 2003
- Button KS, Ioannidis JP, Mokrysz C, Nosek BA, Flint J, Robinson ES, Munafò MR.: Power failure: why small sample size undermines the reliability of neuroscience. *Nat Rev Neurosci*. 2013 May;14(5):365-76
- Christen M., Biller-Adorno N., Bringedal B., Grimes K., Savulescu J., & Walter H.: Ethical challenges of simulation-driven Big Neuroscience. *AJOB Neuroscience* 7 (1): 5-17; 2016
- Des Cartes Renatus.: *De homine*. Ex officina Hackiana, 1664
- Die Universität Zürich 1933 – 1983. Festschrift zur 150-Jahr Feier der Universität Zürich. Herausgegeben vom Rektorat der Universität Zürich, 1983
- Editorial. The Human Brain Project: mutiny on the flagship. *The Lancet Neurology*. 13 (9): 855; 2014
- Frégnac Y., and Laurent G.: Where is the brain in the Human Brain Project? *Nature* 513: 27-29; 2014
- Galison P.: The many facets of Big Science. In: *Big science: The growth of large-scale research*, ed. P. Galison and B. W. Hevly, 1-17; 1992. Stanford CA: Stanford University Press
- Grillner S.: Megascience efforts and the brain. *Neuron* 82 (6): 1209-1211; 2014
- Hagner M. und Borck C.: «Brave Neuro Worlds. Historische Untersuchungen zur Hirnforschung». In: Hagner M. *Der Geist bei der Arbeit. Historische Untersuchungen zur Hirnforschung*. Göttingen, S. 17-37, 1999/2006
- Hagner M.: *Der Geist bei der Arbeit. Historische Untersuchungen zur Hirnforschung*. 2. Aufl, 2007, Wallstein Verlag, Göttingen 2006
- Hagner M.: Open access, data capitalism and academic publishing. *Swiss Med Wkly* 2018; 148w14600
- Hagner Michael: Gute Bücher benötigen Zeit und Papier. *NZZ* 23.05.2014
- Hasler F.: *Neuromythologie. Eine Streitschrift gegen die Deutungsmacht der Hirnforschung*. E.Book transcript Verlag, Bielefeld 2013
- Hasler F.: *Neuromythologie*. transcript Verlag, Bielefeld 2012
- HBP Report 2012. The Human Brain Project. A report to the European Commission. Available at: <https://www.humanbrain-project.eu/documents/>
- Hess W. R., Fischer H.: Brain and Consciousness: A Discussion About the Function of the Brain. *Perspectives in Biology and Medicine*, 17 (1): 109-118; 1973
- Hess W.R.: Funktion und nervöse Regulation der inneren Organe. *Vierteljahrsschr. der Naturforsch. Gesellsch. Zürich*. 4: 250-264, 1950
- Huber G.: Bios theoretikos und bios praktikos bei Aristoteles und Platon. In: Brian Vickers (Hrsg.): *Arbeit, Musse, Meditation*, 2., durchgesehene Auflage, Zürich/Stuttgart 1991, S. 21–33; Aristoteles, *Nikomachische Ethik*, 1177a–1179a
- Ioannidis JP. Why most published research findings are false. *PLoS Med*. 2005 Aug;2(8):e124.
- Jäggi M.: *in primo loco. Geschichte der Medizinischen Fakultät Zürich 1833-2003*. Rüffer und Rub, Sachbuchverlag, Zürich, 2004

- Jäncke L.: Neue Zürcher Zeitung vom 13.05.2009. p. 10
- Kaeser E.: Unser teuflisch schnelles Zeitalter, NZZ, 04.09.2013
- Lim D.: Brain simulation and personhood: A concern with the Human Brain Project. *Ethics and Information Technology* 16: 77-89; 2014
- Markram H., Frackowiak R., and Meier K.: Big digital science-A roadmap for the brain. 2014. Available at: http://ec.europa.eu/archives/commission_2010-2014
- Mesch Walter: theôrein/theôria. In: Christoph Horn & Christof Rapp (Hrsg.): *Wörterbuch der antiken Philosophie*, München 2002, S. 436 f.
- Mulin E.: Warum die grosse Gehirn-Simulation zum Scheitern verurteilt sein könnte. *MIT Technology Review* 25.10.2021
- Osten M.: «Alles veloziferisch» oder Goethes Entdeckung der Langsamkeit. Insel, Frankfurt/M. 2003
- Platon, Politeia 533c–d
- Poo M.: Whereto the mega brain projects. *National Science Review*. 1: 12-14, 2014
- Ramon y Cajal S.: *Reglas y Consejos sobre Investigacion Biologia (los tonicos de la voluntad)*, 4th edition (Fortanet : Madrid). See English translation by N. Swanson and L.W.Swanson, *Advice for a young Investigator*, MIT Press: Cambridge, 1999, p.63)
- Ramón y Cajal, S.: *Charlas de café. Pensamientos, anécdotas y confidencias / Santiago Ramón y Cajal; ed., introd. y notas de Francisco Fuster.* – Madrid :FCE, 2016
- Requarth T.: The big problem with “big science” ventures -Like the Human Brain Project. 2015. Available at: <http://nautil.us/blog/>
- Rose N.: The Human Brain Project: Social and ethical challenges. *Neuron* 82 (6): 1212-1215; 2014
- Seewald J.: Goethes «Velozifer»: Beschleunigung als alter Hut. GBW
- Sloterdijk P.: *Du mußt dein Leben ändern*, Frankfurt am Main 2009, S. 329–331; Peter Sloterdijk: *Scheintod im Denken*, Berlin 2010, S. 16 f; Peter Sloterdijk: *Scheintod im Denken*, Berlin 2010, S. 10 f., 24 f
- Steno N.: *Discourse de Monsieur Steno sur l' Anatomie du Cerveau*. 1669. Paris: Ninville
- Technical Review Report of the HBP. 2015. Available at: <https://www.humanbrainproject.eu/-/hbp-technical-review-report-now-available>
- Valavanis A. & Borbély A.: *Connstantin von Monakow. Pionier und Wegweiser der Zürcher Neurowissenschaften*. Klinisches Neurozentrum USZ. N+E AG, Siebnen 2019
- Valavanis A.: *Jahresbericht 2014 des Klinischen Neurozentrums USZ*. 2015, p.1. UniversitätsSpital Zürich
- Valavanis A.: *Meilensteine der Entwicklung der Zürcher Neurowissenschaften*. In: *Jahresbericht 2017 des Klinischen Neurozentrums USZ*. pp. 5-12
- Valavanis Anton und Borbély Alexander: *Walter Rudolf Hess. Leben und Werk*. Klinisches Neurozentrum USZ. Kohler Medien AG 2019
- Valavanis Anton: *Das Vermächtnis von Walter Rudolf Hess und kritische Gedanken zur gegenwärtigen Situation der Neurowissenschaft*. Klinisches Neurozentrum USZ. N+E Print AG 2020
- Weismann A.: *Vorträge über Descendenztheorie*. Gustav Fischer, Jena 1913
- Yuste R., Church G. M.: The new century of the brain. *Sci Am* 310 (3): 38-45; 2014
- Zürcher Spitalgeschichte, Band 3. Herausgegeben vom Regierungsrat des Kantons Zürich 2000, Zürich

