

Henry Markram
Neurowissenschaftler

Der 1962 in Südafrika geborene Markram leitet im schweizerischen Lausanne das Blue Brain Project – den Versuch, mithilfe eines Supercomputers das Gehirn naturgetreu zu simulieren. Bei der EU in Brüssel ist es als »Flaggschiffprojekte« im Gespräch, das Europa im Bereich neuer Technologien eine weltweite Führungsrolle beschreiben soll. Anfang Mai beteiligte sich Spanien an dem Projekt; damit stieg erstmals ein ganzes Land als Forschungspartner mit ein



Die Demokratie der Neuronen

Henry Markram baut das Gehirn im Computer nach und sagt das Ende von Tierversuchen und klassischer Laborarbeit voraus **VON ULRICH SCHNABEL**

Vordenker

Afrikas Buschmänner

Die ersten zehn Jahre seines Lebens hat Markram in der Kalahari-Wüste verbracht, wo seine Eltern eine große Farm hatten. Das Denken der Buschleute (oben links) hat ihn tief beeindruckt. Aus kleinen Spuren können sie auf weit entfernte Ereignisse schließen und sich ein Bild vom großen Ganzen machen. Markram will auf ähnliche Weise das Gehirn verstehen.

Gegendenker

Die Vereinfacher

Einen Erzeife habe er stehen, sagt Markram, dennoch gibt er unter Hirnforschern als Unruhiger. Denn die meisten Theorien über das Gehirn hält er für ähnlich schlicht wie die Modelle der Phrenologen aus dem 18. Jahrhundert (unten links). Auch heute verkenne die Suche nach spezialisierten Hirnarealen, wie dynamisch und wandlungsfähig das neuronale Netzwerk sei.

Mitdenker

Wolfgang Maass

Mit Computertheoretikern wie Wolfgang Maass von der TU Graz (unten rechts) sucht Markram nach einer neuen Sprache zur Beschreibung komplexer dynamischer Systeme. Denn das Gehirn arbeitet zugleich analog und digital, dabei nichtlinear und vielfach rückgekoppelt. Um dem gerecht zu werden, haben Markram und Maass eine Theorie entwickelt, die sie als *aliquid computing* nennen, flüssiges Rechnen.

Die Wüste hat Henry Markram viel gelehrt. »Die Buschmänner der Kalahari haben eine faszinierende Gabe«, erzählt der gebürtige Südafrikaner, »sie können eine Landschaft richtiggehend lesen, von einem Punkt aus die ganze Umgebung erfassen – und daraus zum Beispiel schließen: 55 Meilen entfernt sitzt gerade ein Löwe.« Dieses Denken in Zusammenhängen, dieses holistische Weltverständnis, hat den Hirnforscher stark geprägt. Und wenn er heute in das Dickicht der Neuronen vordringt, gleichsam als Führer des Gehirns, sucht er auch dort nach einer Ganzheit, die – ähnlich wie die Landschaft der Kalahari – in jedem Punkt alle Informationen über das Gesamtsystem enthält.

Außerlich hat sich Markram vom Leben eines Wüstenbewohners so weit entfernt, wie das auf diesem Planeten nur möglich scheint: Heute arbeitet er in der Schweiz, am eleganten Ufer des Genfer Sees, mit atemberaubendem Blick auf den Montblanc. Hier, an der École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), hat der Neurowissenschaftler vor vier Jahren eines der anspruchsvollsten, visionärsten – manche sagen auch: verrücktesten – Forschungsprogramme der Gegenwart gestartet: das Blue Brain Project, das nichts weniger zum Ziel hat als den Bau eines künstlichen Gehirns, Zelle für Zelle, Molekül für Molekül – als komplette, detailgetreue Simulation in einem gigantischen Supercomputer völlig neuen Typs.

Nicht ist es nicht so weit. Noch verfügt Markram erst über einen »normalen« Blue-Genesupercomputer, der üblicherweise für Genom-Analysen genutzt wird. Und noch sind in Lausanne erst 10.000 Neuronen programmiert, gerade der Grundbaustein eines Rattengehirns. Doch wer sich, wie diese Daten zum Leben erwachen (Video auf ZEIT.ONLINE), wer in der Computernation durch das pulsierende Neuronengeflecht reist, seine verästelte Architektur und seine Verbindungen studiert, der erhält bereits eine Ahnung davon, welch faszinierende Einblicke dieses Werkzeug einst liefern könnte. Und für Markram ist es nur eine Frage der Zeit (und größerer Rechenkraft), bis er irgendwann ein komplettes Menschengehirn simulieren kann.

Der 47-Jährige, der sich selbst als »obsessiven Forscher« beschreibt, als einen, der nur vier Stunden pro Tag schläft und sein Leben weitgehend im Labor verbringt, ist in vielerlei Hinsicht der Prototyp des modernen Naturwissenschaftlers. Nicht nur, weil seine Arbeit beispielhaft zeigt, wohin sich die Forschung im 21. Jahrhundert entwickelt; sondern auch, weil sein Aufbruch ins wissenschaftliche Neuland eigentlich nur zwei mögliche Ausgänge kennt: Weltruhm oder glorioses Scheitern.

Denn natürlich weiß der Hirnforscher, das viele seiner Kollegen das Blue Brain Project für großwahnsinnig halten. Schließlich besteht das menschliche Gehirn aus 100 Milliarden Neuronen und anähernd einer Billionäre Synapsen. Wie kann er davon träumen, dieses hochkomplexe System jemals zu rekonstruieren? »Ich verstehe die Skepsis«, sagt Markram mit ruhiger, fast sanfter Stimme und einem Anflug von kühler Ironie. »Aber für mich lautet die Frage nicht: Ist es möglich, das Gehirn nachzubauen? Sondern: Was braucht man, damit es möglich wird?«

Wenn er in seinem schlichten weißen Büro an der EPFL solche Sätze sagt, mustert Markram sein Gegenüber mit abwesendem Blick. Er weiß, dass Journalisten gerne schreiben, er wolle die Seele in einen Com-

puter verpflanzen oder Ähnliches. Das sei Quatsch, erklärt er geduldig. Ihm gehe es nicht um humanoide Roboter, sondern um Erkenntnisgewinn. Denn all die bisherigen Bemühungen der Hirnforschung, das Gehirn in seine Teile zu zerlegen, es in Areale einzuteilen und die Funktion einzelner Zellen zu erforschen, hätten das Geheimnis des menschlichen Denkorgans nicht gelöst. »Wenn man das Gehirn wirklich verstehen will, muss man es irgendwann auch wieder zusammensetzen.«

Die Regeln in diesem ganz speziellen Organ kann Markram in faszinierendem Metaphern beschreiben. Im Gehirn sieht er zum Beispiel eine »ideale Demokratie« vor: »Jede Nervenzelle ist einzigartig, und ein und dasselbe Signal wird von tausend Neuronen auf tausend unterschiedliche Arten verarbeitet. Doch zugleich respektieren sich die Neuronen voll-

Dann kam ein neuer Lateinlehrer, »der Latein zum Leuchten brachte«, erinnert sich Markram. »Zum ersten Mal entdeckte ich das intellektuelle Vergnügen, Zusammenhänge herzustellen und mir eine neue Welt zu erschließen.« Als ob »sein Schalter umgelegt wurde«, schoss Henry plötzlich in allen Fächern an die Spitze.

Er schloss die Schule mit Bravour ab, begann ein Medizinstudium in Kapstadt und stieß dort auf den Neurophysiologen Rodney Douglas, der ihm anbot, in seinem Labor mitzuforschen. Die Droge Erkenntnis begann von Markram Besitz zu ergreifen. »Ich arbeitete von morgens bis abends, bis ich buchstäblich vor Müdigkeit umfiel.« In Vorlesungen sei er nie gelangweilt, »sich las mir die Mitschriften meiner Kommilitonen durch, das reichte«. Es folgte eine rasche Karriere, Markram wechselte von der Medizin in die Forschung und ging 1988 ans berühmte Weizmann-Institut nach Israel. Dort traf er seine erste Frau, bekam mit ihr drei Kinder und nahm die israelische Staatsbürgerschaft an. Von dem zerrissenen Land ist er noch immer fasziniert – es gibt dort eine Art von Wachheit, die einzigartig ist – und, von seinen damaligen Kollegen schwärmt er bis heute.

Von seiner ersten Frau ist er allerdings getrennt. Heute lebt der südafrikanische Israeli in der Schweiz – internationaler geht es kaum – mit einer Deutschen, die aus Polen stammt. Kamila Markram sei »der wichtigste Katalysator in meinem Leben«, sagt Henry; selbstredend ist sie ebenfalls Neurowissenschaftlerin.

Auch sein wissenschaftliches »Schlüsselereignis« hängt mit Deutschland zusammen: Am Max-Planck-Institut für medizinische Forschung in Heidelberg untersuchte Markram in den neunziger Jahren mit dem Nobelpreisträger Bert Sakmann das Zusammenspiel von Neuronen. »Als ich das erste Mal sah, wie die miteinander kommunizierten, wurde mir klar, dass alles falsch war, was ich über das Gehirn gelernt hatte«, erinnert sich Markram: Die Kommunikation der Neuronen unterschied sich radikal von allen bekannten Arten der Informationsverarbeitung.

Anders als in einem Computer werden im Gehirn Informationen multidimensional, nichtlinear und in permanentem Rückkopplung ausgetauscht. Es gleiche einem schwirrenden Bienenschwarm, der ständig seine Form, Zusammensetzung und Arbeitsverteilung ändere, sagt Markram. »Mir würde klar, dass man, um diese Komplexität zu verstehen, eine völlig neue Sprache entwickeln muss.« Jahrelang sammelte er wie ein Bessener weiter Daten und suchte in Diskussionen mit Informatikern und Physikern nach dieser neuen Sprache. Viele Gespräche tauschten ihn, die meisten Forscher dachten zu statisch, sagt er. Mit vereinfachten Modellen aber will er sich nicht zufriedengeben; für ihn führt kein Weg an einem echten Verständnis der komplexen Hirndynamik vorbei.

Zugleich denkt Markram weit über die Hirnforschung hinaus. Den derzeitigen Versuch etwa, die weltweite Finanzkrise mit festen Regeln einzudämmen, hält er für völlig unzureichend. »Auch die Finanzwirtschaft ist ein dynamisches System; dafür brauchen wir flexible Regeln, die sich den jeweiligen Gegebenheiten anpassen.« Doch noch fehle es, in der Politik wie in der Wissenschaft, an einem Verständnis für solche dynamischen Prozesse. Die Hoffnung, dass die Hirnforschung – und das Blue Brain Project – zu diesem Verständnis beitragen können, spricht er zwar nicht offen aus; aber sie ist durchaus zu hören.

Und dann: die »Wissenschaft des 21. Jahrhunderts«. Kürzlich hat Markram als Redner die Europäische Konferenz über Zukunftstechnologien in Prag eröffnet und »drei Megarevolutionen« postuliert: Die Forschung werde zunehmend industrialisiert und automatisiert; sei gekennzeichnet durch eine ungeheure Menge an digital verfügbaren Daten; und die führe, drittens, zur »simulation basierten« Forschung, die neues Wissen zunehmend am Computer generiere. Damit würden künftig nicht nur Tierexperimente obsolet, glaubt Markram; zudem ließen sich in Minuten die minutenschnelle Resultate gewinnen, die im Labor Jahre erforderten. »Bis zum Ende dieses Jahrhunderts werden wir alle Gene kennen, alle Proteine, Zellstrukturen und so weiter«, prognostiziert Markram. »Dieses Wissen wird in großen Datenbanken zusammengefasst und eine digitale Repräsentation von Leben erlaubt.« Im Rückblick werde man die wissenschaftliche Leistung des 21. Jahrhunderts in zwei Wörtern zusammenfassen: *screening life*, die Durchleuchtung des Lebens.

Machen ihm solche Visionen nicht selbst manchmal Angst? Da breitet sich auf Markrams Gesicht ein kleines Lächeln aus. »Sicher, wir stehen vor gewaltigen ethischen Herausforderungen. Aber ich glaube nicht, dass wir vor der Wahrheit Angst haben sollten. Denn am Ende wird uns klar werden, dass das Geheimnis des Lebens gerade in seiner Vielfalt liegt.«

Und dann erzählt der Hirnforscher von seinem jüngsten Sohn, der Autist ist. Solche Menschen gelten als verschlossene Sonderlinge, die unfähig zu sozialen Kontakten sind. Gleichzeitig verfügen sie häufig über erstaunliche »Insellabergungen«, können ganze Lexika heransagen oder schwindelerregende Kalkulationen im Kopf anstellen. Markram, der prompt ein Forschungsprogramm dazu aufgelegt hat, konnte zeigen, dass Autisten mitunter geradezu »Superhirne« haben, die ebenso sensibel auf äußere Reize reagieren und mit fast unendlichem Erinnerungsvermögen ausgestattet sind. Vom *sensory world syndrom* spricht er, von einer gewaltigen übersteigerten Empfindlichkeit, gegen die sich die Betroffenen durch Rückzug und radikale Wahrnehmungsbeschränkung schützen müssten.

Angesichts solcher Erkenntnisse erscheine der Autismus also andere als pathologisch. »Im Gegenteil, solche Kinder sind eine unheimliche Bereicherung, weil sie uns herausfordern, anders zu denken und die Welt anders zu sehen«, sagt Markram. Und ganz ähnlich werde es uns am Ende auch mit der Genforschung und der Entschlüsselung des Lebens gehen. Es könne sich nämlich durchaus herausstellen, dass ein Gen, das die Alzheimerkrankheit auslöst, zugleich positive Wirkungen habe und vor Herzinfarkt schütze. »Unser Erbe ist das Ergebnis einer Milliarden Jahre dauernden Evolution, und das genetische Zusammenspiel ist extrem fein austariert.« Wer da meine, er könne einfach so hergehen und dieses oder jenes Gen ausschalten, sei »ein Narr«. »Wenn wir den genetischen Code wirklich verstanden haben«, sagt Markram voraus, »wird uns klar werden, dass es keine guten oder »schlechten« Gene gibt, sondern dass die Kraft komplexer Organismen gerade in ihrer Diversität liegt.« Viele unserer derzeitigen ethischen Probleme verschwänden dann von selbst.

Ist das nun naive oder genial, technokratisch oder humanistisch gedacht? Vermutlich alles zusammen. Denn das System Markram ist mindestens so dynamisch, so komplex und so schwer auf einen einfachen Nenner zu bringen wie das Gehirn.

TEIL 7
Wer denkt für morgen?

Eine ZEIT-Serie stellt zwölf führende Aufklärerinnen, Denker und Visionäre vor. Zuletzt erschienen: Der Architekt Werner Sobek wagt für die Zukunft. **NÄCHSTE WOCHE:** Martha Nussbaums Philosophie der Grundbedürfnisse. Alle Teile der Serie auf ZEIT.ONLINE: www.zeit.de/denker

ständig und gleichen permanent ihre Interpretationen miteinander ab – ganz anders als eine menschliche Gesellschaft, in der einer sagt, er habe recht und alle anderen unrecht.« Da schwärze sie wieder mit, die Vision vom großen Ganzen, das alle Teile vereint und zugleich in allen Teilen enthalten ist.

Zugleich sei das Gehirn aber auch die totale Autokratie: Denn Entscheidungsprozesse werden meist von einzelnen Neuronen (oder Neuronengruppen) eingeleitet, deren Impulse sich kaskadenartig im Gehirn verbreiten. »Der Unterschied zur Gesellschaft ist, dass im Gehirn der König in jeder Millisekunde wechselt.« Denn nur wer gerade über die meiste Information verfügt, hat Entscheidungsgewalt; doch schon im nächsten Moment wird der Neuronenkönig zum »Strafengelehrten«, und andere Neuronen geben die Richtung vor.

So leidenschaftlich Henry Markram über das Gehirn spricht, so spärlich gibt er Auskunft über sein Leben. Selbst wenn man ihn nach seiner Biografie fragt, kommt er immer wieder auf die Wissenschaft zu sprechen, auf die Einsichten und Erkenntnisse, die ihn geprägt haben.

Zur ersten Initialzündung muss es in Alter von 14 Jahren gekommen sein. Der Schüler Markram war damals der Letzte seiner Klasse, ein desinteressierter Legationiker, »a complete non-performer«, wie er lachend erzählt.