

CHIP IM GEHIRN

Am Zürcher Institut für Neuroinformatik wird ein Katzenhirn gebaut. Der Versuch soll zeigen, wie das komplizierteste aller Organe funktioniert, diese schwarze Kiste, in der nach wie vor unerklärliche Dinge geschehen. Mit diesem Projekt ist das internationale Forscherteam weltweit führend. Nur der Nationalfonds hat das noch nicht gemerkt.

Text Christoph Keller Bilder Hans-Jörg Walter und Christian Schnur (Porträts)

Bei meinem Besuch im Untergeschoss von Bau 55, Universität Zürich Irchel, sass die Katze namens Gugelhopf auf einem Podest im Katzengehege und putzte sich. Es war ein mittelgrosser, ganz normaler Tiger, wenn nur die seltsame, hässliche Platte auf ihrem Kopf nicht wäre.

Gugelhopf, seit vier Jahren als Versuchstier im Einsatz, ist mit zwei Öffnungen für die Sensoren ausgestattet, die ihr immer wieder ins Gehirn gesteckt werden. Im Übrigen ist Gugelhopf daran gewöhnt, nebst den Sensoren im Gehirn noch eine Videokamera auf dem Kopf zu tragen im Dienste des Instituts für Neuroinformatik der Universität/ETH Zürich, kurz INI.

An den Wänden in den Korridoren hängen Poster mit wissenschaftlichen Präsentationen, die Wandtafeln sind voller hingekritzelter Formeln, hinter halb offenen Türen sind gebeugte Rücken vor flimmernden Bildschirmen erkennbar. Wie in allen Laboratorien dieser Welt arbeiten hier Männer in Manchesterhosen oder billigen Jeans (und ein paar Frauen), die aussehen, als würden sie auch die Nacht hinter ihren Tastaturen und Drähten verbringen, die Arbeitsplätze ein Chaos von Papieren, Kickboards, Postkarten und verwickelten Drähten.

Das menschliche Gehirn ist, in den Worten der hier arbeitenden Wissenschaftler ausgedrückt, ein «kognitives Organ», ein Supercomputer, ein phänomenales Informationsverarbeitungssystem, das rund 100 Milliarden Zellen enthält. Diese sind mit rund 3,2 Millionen Kilometer Verdrahtungen miteinander verbunden, das alles bei einem Gewicht von etwas mehr als 1,5 Kilogramm und bei einem durchschnittlichen Stromverbrauch von 10 Watt.

Das menschliche Gehirn ist das komplexeste Organ in der bekannten Welt, niemand weiss, wie es funktioniert. Die heutigen Computer sind vergleichsweise beschränkte, langsame und simple Rechner, die mit mehr oder weniger Leistung ausgestattet sind und im Grunde nur immer das eine können: 0 von 1 unterscheiden. Sie sind viel zu gross, zu schwer und brauchen zu viel Energie; sie sind, so drückte es Rodney Douglas, der Forschungsleiter des INI, bei meinem Besuch aus, «im Vergleich zur Natur so unglaublich dumm, dass es kaum zu fassen ist».

Rodney Douglas sass in seinem abgewetzten Pullover auf einem der vielen Sofas des Instituts und lächelte: «Nehmen Sie eine Biene, oder nehmen Sie nur den winzigen Gehirnteil der Biene, der sich mit dem Flug beschäftigt: Da können Sie fünf gängige, leistungsfähige Computer par-

allel schalten, und dennoch werden die es nicht schaffen, die Fähigkeit der Biene, sich im Raum zu orientieren, auch nur annähernd zu simulieren.»

«Sie stehen also mit Ihrer Wissenschaft, der Neuroinformatik, noch ganz am Anfang?»

«Ja, das kann man so sagen. Weder wissen wir, wie das Gehirn in seinen Grundfunktionen eigentlich arbeitet, noch sind wir heute in der Lage, Computer so zu bauen, damit sie wenigstens so intelligent werden wie ein Bienenhirn.»

Rodney Douglas, geboren in Südafrika, ursprünglich Arzt, hat in Oxford, London und Pasadena gelehrt und geforscht und gehört zu den weltweit führenden Neuroinformatikern. Als der Nationalfonds Mitte der Neunzigerjahre ein Schwerpunktprogramm «Biotechnologie» (mit einem Bereich «Neurologie») lancierte, erhielt Douglas, gemeinsam mit dem Engländer Kevan Martin, die einmalige Chance, das Institut für Neuroinformatik von Grund auf aufzubauen. Beide waren sie Anfang vierzig, beide waren voller Tatendrang und brachten 40 Wissenschaftler, die ihrerseits zur Weltspitze gehören, ans Institut, genügend Brain, um die «kritische Masse» für bedeutsame Entdeckungen zu erreichen. Das INI hat auf seinem Gebiet innert kurzer Zeit mit renommierten Instituten wie am Caltech in Kalifornien oder an der John Hopkins University gleichgezogen, und das auf einem Gebiet, das erst seit etwas mehr als zehn Jahren überhaupt klare Konturen erhalten hat.

Noch immer muss Rodney Douglas erklären, dass die Neuroinformatik eine Verbindung der Fachbereiche Neurologie (dem medizinisch-biologischen Zugang zum Gehirn) und der Informatik ist; die Neuroinformatik macht sich überhaupt alle Erkenntnisse von Medizin und Biologie über das Gehirn zu eigen, setzt diese Erkenntnisse dann um beim Bau von künstlichen Systemen, «die in der Lage sind, mit der Umwelt intelligent zu interagieren. Mit der Kombination von Neurologie und Informatik hoffen wir herauszufinden, nach welchen Prinzipien das Gehirn funktioniert», sagte Rodney Douglas.

«Und dabei entwickeln Sie Systeme, die intelligenter werden als wir?»

«Das steht noch aus (lacht). Für den Augenblick packen wir das Problem von zwei Seiten her an: Am einen Ende versuchen wir, die Mechanismen im Gehirn genau zu verstehen, etwa wie die einzelnen Zellen im Grosshirn mit anderen kommunizieren und wie die Information verarbeitet wird. Andererseits forschen wir an unserem Institut an neuartigen Prozessoren, die nach den gleichen Mustern funktionieren wie die neuronalen Verbindungen in unserem Gehirn.»

«Falls es gelingt, wirklich intelligente Computer zu bauen - welches werden die Auswirkungen auf unsere Gesellschaft sein?»

«Das ist heute noch nicht abzusehen, aber auf Grund meiner Erfahrung unterschätzt die Gesellschaft die neuen Technologien meistens, und das wird auch im Bereich der Neuroinformatik so sein. Die Gesellschaft wird mit neuen Entwicklungen konfrontiert sein, mit Ereignissen, die

nicht linear vor sich gehen werden, sondern sprunghaft, und je früher wir uns mit ihnen auseinander setzen, desto besser.»

«Warum?»

«Weil ich glaube, dass die Neuroinformatik unser bisheriges Verständnis vom Menschen und unser Verhältnis zu uns selber grundlegend verändern wird. Wenn es Maschinen gibt, die genauso intelligent sind wie wir, die lernfähig und anpassungsfähig sind, vielleicht sogar intelligenter, werden wir bescheidener werden.»

«Wie meinen Sie das?»

«Ich glaube, dass Maschinen eines Tages intelligenter werden als wir. Das heisst, die Maschinen wären dann die Fortsetzung der Evolution mit anderen Mitteln, und wir hätten verloren.»

Die Neuroinformatik, als Wissenschaft noch nicht viel älter als ein Jahrzehnt, schaffte es schon einmal in die Schlagzeilen, aber nicht wegen einer superintelligenten Maschine, sondern wegen einer etwas anders gelagerten Spekulation. Im Sommer 1996 war der Leiter der Abteilung für «Artificial Life» beim Forschungslaboratorium von British Telecom, Chris Winter, mit einer reinen Spekulation vor die Presse getreten. Der Festkörperphysiker Winter dachte an einer Pressekonferenz laut darüber nach, dass es in etwa 30 Jahren möglich sein werde, alle in einem menschlichen Gehirn gespeicherten Informationen auf einem Mikrochip zu speichern, diesen Mikrochip dann einem anderen Menschen zu implantieren, um so beispielsweise einem Alzheimerkranken den Zugang zu seiner Erinnerung wieder zu ermöglichen; um vielleicht auch bei Kindern die Lernzeit abzukürzen und so weiter. Chris Winter war durchaus ernst mit seinem Gerede vom «Brain Chip», denn immerhin stützten sich seine Aussagen auf die akuraten Berechnungen des Futurologen von British Telecom, Ian Pearson, der zum Schluss gekommen war, dass jeder Mensch im Verlauf seines Lebens eine Datenmenge von rund 10 Terabytes (das sind 10 Millionen Megabytes) verarbeite, und genau diese Speicherkapazität werde ein normaler Mikrochip in 30 Jahren besitzen. Fehlte dann noch die Frohlockung des Direktors von BT Laboratories, Peter Cochrane, der meinte, dank des «Brain Chips» müssten wir «nicht mehr hundertprozentig sterben», sondern könnten unser Wissen via «Brain Chip» auf andere übertragen, und schon waren die Schlagzeilen da: Von «Seelen aus Silikon» war die Rede und vom «Chip von der Wiege bis zum Grab».

Aber auch die Wissenschaft nahm sich des Themas an. Unzählige Forscher gaben ihre Meinung zum «Brain Chip» ab, darunter auch Grössen wie Michael Deroutzos, Leiter des MIT Laboratory für Computer Science, der das allerdings eine «lausige Vorstellung» findet. Auch die Ethik begann sich mit dem Problem zu beschäftigen und kam darin meist zum (nicht überraschenden) Befund, dass diese Technologie «verheerende» und «beängstigende» Folgen habe, zumal das eingepflanzte «Brain Chip» auch von aussen gesteuert werden könnte, was uns alle dann zu «programmierbaren Menschen» machen würde.

Mittlerweile, fast fünf Jahre später, ist es still geworden um Chris Winter und seine «Brain Chip»-Forschungsgruppe mit dem sinnigen Namen «Soul Catcher». Peter Cochrane trat auf Ende Jahr als Leiter von BT Laboratories ab, und der Presseverantwortliche der Forschungsabteilung, Paul Hayward, sagte mir am Telefon, die Sache mit dem «Brain Chip» sei im Wesentlichen «ein grösseres Missverständnis» gewesen.

Dennoch war der «Frankenstein-Effekt» da, jener primäre Schock, mit dem sich die Neuroinformatik ins Bewusstsein der Öffentlichkeit einbrannte - wie schon 1997, als das geklonte Schaf Dolly den klonierten Menschen vorweggenommen hatte; oder Ende der Achtzigerjahre, als Wissenschaftler der staunenden Öffentlichkeit ihre Schöpfungsmacht in der Form einer «Schiege» demonstrierten, einer gentechnisch hergestellten Kreuzung aus Schaf und Ziege.

Mit entsprechend gemischten Gefühlen nahm die Öffentlichkeit spätere Erfolgsmeldungen der Neurowissenschaften auf wie jene, wonach «Nerven im Rattenhirn einen Roboter steuern» (ein eingebauter Mikrochip im Rattenhirn sendet die Wünsche der Ratte an einen Roboter); oder «Querschnittgelähmter Mann kommuniziert mit einer «Maus» in seinem Kopf» (ein Mikrochip im Gehirn nimmt Hirnströme auf und überträgt sie auf einen Computer).

Von seinem Sofa aus blickte Rodney Douglas über die Häuser von Zürich hinweg und meinte, es sei ihm schon sehr ernst mit diesem Gedanken, dass der Mensch bescheidener werden müsse; manchmal warte er darauf, «dass da drüben am Höngherberg ein paar Ufos auftauchen».

Ich suchte meinen Weg durch das Institut und begegnete so der Katze Gugelhopf ein erstes Mal in Form eines «informationsverarbeitenden visuellen Systems»: In einem Labor sah ich einen Videofilm, den Gugelhopf mit der Kamera auf ihrem Kopf gemacht hatte. Ein Teich war zu sehen, viele Gräser, im Hintergrund ein Baum, Gugelhopf drehte den Kopf hin und her. Belinda Betsch, die Doktorandin aus Deutschland, machte mich auf die vertikale Struktur der Gräser oder die senkrechten Umrisse des Schilfes am Teich aufmerksam, ihr eigentliches Arbeitsfeld: Belinda Betsch untersucht, wie diese Strukturen in Gugelhopfs Gehirn abgebildet und verarbeitet werden. Das kann sie feststellen dank der Sensoren in Gugelhopfs Hirnwindungen, die genau angeben, welche Gehirnzellen aktiv sind.

Die Sensoren, äusserst feine und lange Nadeln, zeigen an, wann die Neuronen im Gehirn «feuern» (aktiv sind). Sie produzieren Daten in Form von Grafiken und Kurven, und diese Daten mäandern nun von Gugelhopfs Gehirn aus über viele Windungen durch das ganze Institut. Die Daten sind die Grundlage für weitere Experimente: hin und her, von der «Wet zone», der «nasen Seite» des Instituts, die sich mit dem Organischen, dem Gehirn beschäftigt, hinüber zur «Dry zone», dem «trockenen Bereich», der mit den Chips zu tun hat - und wieder zurück.

A walk on the wet side führte mich zu John Anderson, einem Physiologen mit britischem Understatement, der mir am Bildschirm zeigte, wie bestimmte Zellen in einem Katzenhirn aussehen. Die Zellen stammen aus dem Gehirn einer unglücklichen Artgenossin von Gugelhopf, die, unter

Narkose und eingespannt in eine komplizierte Apparatur, mit optischen Reizen bombardiert worden ist; dabei wurden exakt jene Zellen eingefärbt, die beim Versuch «gefeuert» hatten. John Anderson kann sich (nach dem Exitus letalis der Katze) daran machen, diese Zellen nachzubilden. Seine Fertigkeit besteht darin, diese einzelnen Nervenzellen zu sezieren und am Computer zu dreidimensionalen Bildern zusammensetzen, zu wunderbaren Bäumen, auf denen alles zu sehen ist: vor allem die langen Fäden, die Dendriten, die mit unzähligen kleinen Knötchen bestückt (die Synapsen) und ihrerseits mit Hunderten oder Tausenden anderen Hirnzellen verbunden sind, die Elemente eines hoch komplexen Schaltkreises.

Zumindest teilweise, erklärte John Anderson, liessen sich diese Schaltkreise unter dem Mikroskop rekonstruieren, damit man wenigstens stückweise herausfinden könne, wie die Verarbeitung der Information in einem Gehirn vor sich gehe. Aus seiner Warte als Physiologe, meinte John Anderson, könne er nur sagen, dass die Form dieser Nervenzellen einen Sinn haben müsse; in der Natur besitze jede Form eine Funktion, und jede Funktion habe eine Form, deshalb sei das genaue Studium dieser feinen Neuronen der eigentliche Schlüssel für die rasend schnelle Informationsverarbeitung, die in unserem Gehirn dauernd stattfindet.

John Andersons Arbeit ist basic. Da können die anderen Forscher am Institut noch so wild spekulieren über mögliche Schaltkreise in unserem Gehirn: Am Ende werden alle hochfliegenden Ideen auf die Realität der Anatomie heruntergeholt. So auch die Annahmen von Peter König, der in Bonn nacheinander Medizin und Physik studiert hat und der mir erklärte, man müsse sich das Gehirn als eine äusserst plastische Angelegenheit denken. Er sass im Schneidersitz auf einem Sofa und sprach davon, dass die Neuronen im Gehirn offenbar nicht nur Informationen aufnehmen, sondern auch gezielt wegwerfen, auf Wesentliches reduzieren. Dieser einfachen, ökonomischen Struktur jagen alle Neuroinformatiker hinterher, Peter König mit seinen Versuchen an lebenden Katzen, aber auch mit Experimenten an neuronal gesteuerten Robotern (mit dem Ziel, die im «Gehirn» des Roboters nachgebauten Schaltkreise mit den gemessenen Prozessen im natürlichen Gehirn zu vergleichen). Die Grenzen zwischen Neuronen und Chips, zwischen natürlichem Gehirn und künstlichen Schaltkreisen sind an diesem Institut ohnehin verwischt; Guggenbühlers Gehirn ist in der Betrachtung der hier Arbeitenden schlicht ein «informationsverarbeitendes System», das einmal durch die Brille der Neurologen, ein andermal durch die Brille der Informatiker betrachtet wird.

Die Klammer, die alles zusammenhält, ist ein einfacher Gedanke, den Kevan Martin und Rodney Douglas bereits vor zehn Jahren formuliert haben: Die verschiedenen neuronalen Zellen in unserem Gehirn kommunizieren untereinander nach einem Mechanismus, der einfach und äusserst effizient funktioniert und deshalb auch wenig Energie verbraucht. Deshalb, so die weitere Annahme, müssten in der Neurologie nicht nur einzelne Neuronen untersucht werden, sondern so genannte Microcircuits, um «den Reichtum» an biologischen Vorgängen im Gehirn zu erfassen. Diese Prozesse könnten dann, so die dritte Annahme, mit intelligenten Prozessoren

ren simuliert und nachvollzogen werden. Die intelligenten Prozessoren aber musste Rodney Douglas erst einmal bauen und die Software dazu.

«Kevan Martin, was, in einem Satz, ist unser Gehirn?»

Kevan Martin, auch er im T-Shirt und abgewetzten Jeans, studierter Philosoph, Ingenieur, heute Professor für Neuroinformatik und Koleiter des Instituts, erklärte: «Das Gehirn ist ein Organ, das sich ständig verändert - unser beider Gehirn wird nach unserem Gespräch nicht mehr dasselbe sein wie vorher, und das bedeutet für mich als Forscher auch, dass das Ding, das ich beobachte, nie und nimmer das Gleiche sein wird, wie ein paar Augenblicke zuvor.»

«Und das heisst?»

«Das bedeutet, dass wir hier nicht ein Objekt studieren, sondern ein Subjekt, das Gehirn ist ein Subjekt. Wenn Sie diese Erkenntnis einmal haben, dann verlassen Sie ein Stück weit die herkömmlichen wissenschaftlichen Paradigmen und sind daran, eine neue Art von Wissenschaft zu praktizieren - eine, die nicht reduktionistisch ist, die nicht Zusammenhänge verkürzt, sondern im Gegenteil: eine Wissenschaft, die mit der Vielfalt der Möglichkeiten arbeitet.»

Ein paar Büros weiter stiess ich neuerdings auf Gugelhopf.

Diesmal trat mir die Katze in der Form zweier Linsen entgegen, die auf einer Platte voller Chips und Drähte montiert waren. Die Platte ist der Nachbau jenes Teils im Katzengehirn, der auf erste visuelle Eindrücke reagiert (etwa auf eine Hand, die plötzlich auftaucht); das System kann, genau wie ein Katzengehirn, vorne und hinten unterscheiden, und es kommt mit so viel Energie aus wie ein normales Gehirn, mit 10 Watt.

Giacomo Indiveri, Biophysiker aus Genua mit einem Forschungsaufenthalt am Caltech in Kalifornien, zeigte mir das Kernstück der Platte, die das primäre Sehverarbeitungssystem einer Katze modelliert: ein so genannter aVSLI, ein «analoger Very-Large-Scale-Integration-Prozessor», der im Gegensatz zu den herkömmlichen digitalen Prozessoren die visuellen Reize unmittelbar in verwertbare Information umsetzt. Mit diesem aVSLI ist es Giacomo Indiveri gelungen, einen Roboter zu bauen, der ohne Ruckeln und Zuckeln einem weissen Strich am Boden entlang fährt; und wenn Giacomo Indiveri an seiner verdrahteten Platte Sensoren ansetzt, um zu überprüfen, welche Teile des Systems nun gerade aktiv sind, erhält er dieselben Grafiken, wie wenn er sie in Gugelhopfs Gehirn messen würde. Die Schaltkreise seines «Neuro-morphic vision sensors» «feuern» bei ihrer Aktivierung genau gleich wie die Nervenzellen im Katzengehirn.

In der Platte mit den Schaltkreisen steckt das Brain von mindestens weiteren sechs Leuten drin: von Rodney Douglas, der die verwendeten Prozessoren erfunden und weiterentwickelt hat; von Peter König mit den Ergebnissen seiner Forschungen am Sehsystem von Katzen; von Jörg Kramer und seinen Kenntnissen über die Nachbildung visueller Systeme; von Shih Chii Liu, der Gruppenleiterin aus China, und schliesslich vom Mathematiker Ruedi Stoop. Und wenn man

Giacomo Indiveri fragt, wer wann die Ideen für die Zusammenarbeit geliefert habe, so gibt er zur Antwort: «These things happen», das passiere einfach, im Gespräch zwischendurch, in den Kaffeepausen oder an den wöchentlichen «Lab meetings», an Kolloquien am Freitagnachmittag, vielleicht auch an der anschliessenden Happyhour. Jedenfalls sei das Institut so organisiert, dass jeder jederzeit mit anderen eine Idee austauschen könne, wie in einem chaotischen System.

Für Ruedi Stoop, den Mathematiker (einer der wenigen Schweizer am Institut), ist das Gehirn ein chaotisches System, das aber, wie jedes Chaos, in seiner «Struktur» verstanden werden kann; also versucht Ruedi Stoop, mit mathematischen Modellen nachzuvollziehen, wann neuronale Zellen sich ausschalten, wann sie auf chaotische Weise «feuern» und wann sie sich mit anderen synchronisieren. Kurzum, der ruhige, zurückhaltende Mathematiker sucht nach einer «Sprache» im Gehirn.

Der «Übersetzung» primärer visueller Eindrücke in sinnhafte Informationen ist Peter Koering auf der Spur, ein junger «Postdoc», der nachts eine Party gibt und am andern Tag wieder hellwach vor seinem Bildschirm sitzt. Er machte mich nochmals anders mit der Katze Gugelhopf bekannt, als er mir zeigte, wie ein Katzenhirn beim Sehen von Strukturen («der Schilf am Teich») einfache primäre Eindrücke zu höheren Informationen verwertet («es ist Schilf am Teich»).

Die Frage, nach ein paar Tagen am Institut, drängte sich auf, ob das alles auch einen praktischen Zweck habe. Kevan Martin hatte die Frage erwartet: «Als Ingenieur weiss ich aus eigener Erfahrung, wie befriedigend es ist, wenn man für etwas eine technische Anwendung findet. Und wenn man als Wissenschaftler in der Schweiz arbeitet, wird man stets damit konfrontiert, was das denn alles für einen praktischen Sinn gebe. Nur sollte man auch berücksichtigen, dass noch kein einziger Fortschritt in irgendeinem Wissenschaftszweig möglich war ohne die Erforschung der Grundlagen. Auch die Gebrüder Wright mussten, bevor sie sich mit ihrem Flugapparat in die Lüfte wagten, Grundlagenforschung leisten, viel Grundlagenforschung. Und daran arbeiten wir.»

«Aber eine Anwendung muss es ja geben.»

«Denken Sie an intelligente Maschinen, an Fahrzeuge, die sich im Raum selbstständig orientieren können, an Roboter, die Gegenstände erkennen und lernen, an Flugzeuge, die ihren Weg alleine finden, denken Sie an alles mögliche.»

Der wohl wirblichste Kopf am Institut ist Hans Eichenberger, bald neunzig Jahre alt, Physiker und ausgewiesener Forschungsmanager, Ende der Siebzigerjahre Leiter des IBM-Forschungszentrums in Rüschlikon (wohin 1986 und 1987 zwei Nobelpreise vergeben wurden), nach seiner Pensionierung Student der Neuroinformatik.

Hans Eichenberger ging mit seinen schlotternden, fleckigen Hosen von einem Labor zum anderen und redete sich mit jedem ins Feuer.

Die forschungspolitischen Institutionen in der Schweiz hätten keineswegs kapiert, welches Potenzial in der Neuroinformatik stecke, lautet seine Botschaft; Hans Eichenberger ist der zornige Missionar in Sachen Neuroinformatik, und das mit gutem Grund. Als der schweizerische Nationalfonds sich dazu entschloss, in ausgewählten Wissenschaftsbereichen so genannte National Centres of Competence in Research (NCCR, Nationale Kompetenzzentren) zu bilden, bewarb sich auch das Institut für Neuroinformatik im März dieses Jahres um die Anerkennung als NCCR (und um die damit verbundenen Forschungsgelder, die einen weiteren Ausbau des bisherigen Forschungsniveaus über das Jahr 2001 hinaus gewährleisten sollten; dazumal läuft die heutige Finanzierung durch ein Schwerpunktprogramm des Nationalfonds aus).

Das INI unterbreitete dem Nationalfonds ein Dossier, das vorsah, dass rund 40 Universitätsinstitute und Firmen in der Schweiz und im Ausland zu einem Netzwerk zusammengefasst würden mit dem Ziel, acht klar konturierte Projekte zu verfolgen, die von «Coding and Information» über «Behavior and Learning» bis hin zu konkreten Anwendungen (Bau von intelligenten Robotern, Bau von «intelligenten Räumen», die mit dem Besucher kommunizieren) reichten. Ein Projekt, das von einer internationalen Forschergruppe begutachtet und für gut befunden wurde; ein Projekt, das klar festhielt, die Schweiz müsse, um im Bereich der Informationstechnologien international mithalten, «die Wissenschaft internationalisieren und unkonventionelle Partnerschaften mit der Industrie eingehen». Denn, so steht es in der Projekteingabe, die Schweiz habe bereits mehrfach exzellente Grundlagenforschung geleistet, aber dann doch bei der Umsetzung in konkrete Produkte den Anschluss an die Weltspitze verloren. So geschehen, als die drei Forscher Rutishauser, Speiser und Stiefel 1950 den weltweit ersten programmierbaren elektronischen Computer bauten; oder als Wirth an der ETH Zürich die Programmiersprache «Pascal» erfand und als am CERN die ersten Anfänge des World Wide Web entstanden. In keinem dieser Fälle, schrieben Rodney Douglas und Kevan Martin in ihrer Eingabe, habe es die Schweiz geschafft, «von diesen Pionierleistungen zu profitieren». Das, meinten sie, solle sich im Bereich der Neuroinformatik nicht wiederholen. ¹

Sie täuschten sich, das Projekt wurde abgelehnt.

Der Hauptgrund, so stand es in der Begründung des Nationalfonds, lag in der flachen und unkomplizierten Projektstruktur, die möglichst viel Freiraum für kreatives Zusammenarbeiten liess. Eine Matrix, die derjenigen des Instituts ähnelt (eine Art «neuronales Netzwerk»), die aber auch von internationalen Konzernen verwendet wird: Rodney Douglas musste mit Bitternis zur Kenntnis nehmen, «dass der Nationalfonds noch immer in militärischen und hierarchischen Schemata denkt, in den verkrusteten Managementformen des letzten Jahrhunderts».

Den Hintergrund für die Ablehnung aber sieht Rodney Douglas in einer anderen, für die Schweiz fatalen Tendenz. Er glaubt, dass hier «nach wie vor der Reflex besteht, vor allem For-

schungsprojekte zu fördern, deren unmittelbarer Nutzen für die Pharmazie auf der Hand liegt». Nicht das Erkenntnisinteresse sei entscheidend bei der Beurteilung von Projekten und schon gar nicht die Frage, welche längerfristige volkswirtschaftliche Dynamik sich bei der Investition in neue Wissenschaftsbereiche ergeben könnte. Einzig das unmittelbare Verwertungsinteresse sei relevant, und in dieser Beziehung habe ein anderer eindeutig die besseren Karten gehabt: der Neurologe Martin Schwab, dessen Institut für Hirnforschung mit dem INI unter dem gemeinsamen Dach des Zentrums für Neurowissenschaften Zürich (ZNZ) zusammengefasst ist. Martin Schwab, Direktor des Instituts für Hirnforschung, der nur ein Stockwerk über Rodney Douglas arbeitet, hatte in Sachen Neurologie ein sehr handfestes Projekt vorzuweisen: die Forschung an den Faktoren, die das Nachwachsen von durchtrennten Nervenzellen (etwa bei Querschnittgelähmten) fördern. Dieses Projekt hat der Bundesrat denn auch bewilligt, im Rahmen eines grösseren Programms unter Professor Hanns Möhler, dem Leiter des Instituts für Neuropharmakologie der Universität Zürich; 18,4 Millionen hatte Hanns Möhler für sein Programm beantragt, 12,3 Millionen hat er erhalten.

«Welche Lehren ziehen Sie aus der Ablehnung?», fragte ich Rodney Douglas.

«Ich bleibe dabei, dass unser Projektansatz richtig war. Die Wissenschaft verträgt keine Hierarchien. Man muss kommunizieren können, möglichst frei. Allerdings muss ich schon sagen, dass mich die Art, wie in der Schweiz Entscheidungen gefällt werden, etwas befremdet. Man entscheidet nicht auf Grund wissenschaftlicher Vorgaben, man will in den zukunftsweisenden, neuen Technologien nicht nach den Sternen greifen in diesem Land, sondern man sucht immer zuerst den praktischen Nutzen. Die Entscheidungen werden hintenherum gefällt, dort, wo die Klüngel zusammenkommen.»

Gugelhopf begegnete mir ein letztes Mal im Untergeschoss von Bau 55, diesmal in Gestalt eines kleinen, kamerabestückten Roboters, der in einem Labyrinth von farbigen Streifen lernt, seine «Futterquellen» zu finden.

Beim Holländer Paul F. M. J. Verschure, Psychologe, Neurologe und Informatiker in einem, endet die «Dry zone» des Labors. In seiner Abteilung stehen die intelligenten Maschinen mit ihren neuronalen Prozessoren herum - bierdosengrosse Kephervas und sechsrädrige Koalas. Hier erhalten die neuronalen Netzwerke auf Silizium einen Körper, hier werden sie ihrer Umgebung ausgesetzt, und mit unzähligen Kontrollfenstern am Bildschirm überprüft Paul F. M. J. Verschure, was die kleinen Geräte bei ihren Wanderungen gerade sehen, was sie gerade lernen. Da ist zum Beispiel «Ada», eine Art begehbare künstliches Gehirn, mit dem die Besucherinnen und Besucher auf vielfältige Weise kommunizieren können. «Ada» soll, wenn alles gut geht, an der Expo.02 zu sehen sein.

Wann aber kehren die Chips aus der «Dryzone» der Roboter wieder zurück zu ihrem Ursprung, in die «Wet zone» des Gehirns?

Niemand am Institut fand meine Frage abwegig. Giacomo Indiveri verwies auf die unzähligen Forscher, die versuchen, blinden Menschen ein Sehorgan aus Silizium zu implantieren. Das Gehirn sei durchaus in der Lage, sich rund um einen eingebauten Chip neu zu organisieren. John Anderson, der Physiologe, vertrat die Ansicht, dass Silikon und Karbon (der Stoff, aus dem Zellen gebaut sind) auf dem Periodensystem nahe beieinander liegen und folglich verwandt seien. Deshalb sei der Kontakt zwischen Nervenzelle und Silikonchip kein Problem, sofern es gelinge, diesen Übergang auch dauerhaft herzustellen.

Ruedi Stoop wiederum hielt eine Verbindung für möglich und erwähnte ein Forschungsprojekt, das gemeinsam mit dem Paul-Scherrer-Institut in Würenlingen vorangetrieben wird: Dort werden Techniken erforscht, die ein gezieltes, gesteuertes Wachstum von Nervenzellen möglich machen sollen, ein gerichtetes Wachstum hin zum Kontaktpunkt auf dem Mikrochip. Rodney Douglas schliesslich, der Institutsleiter, antwortete lakonisch und meinte, «die Lösung für dieses Problem wird sich ergeben, irgendwann».

Christoph Keller ist redaktioneller Mitarbeiter beim «Magazin». Er wohnt in Basel (ckeller@access.ch).

Die Basler Fotografen Hans-Jörg Walter (fonzi@datacomm.ch) und Christian Schnur (cschnur@datacomm.ch) arbeiten regelmässig fürs «Magazin».

Ein ziemliches Gebastel: Um dem Gehirn, dem komplexesten Organ der Welt, auf die Spur zu kommen, müssen die Wissenschaftler Tag und Nacht an ihren Computerchips arbeiten.

«Wenn es Maschinen gibt, die intelligenter sind als wir, werden wir bescheidener werden», sagt Rodney Douglas, Leiter des Zürcher Instituts. Er ist daran, seinen Satz mittels hoch sensibler Kameras (Bilder oben und unten) in die Tat umzusetzen.

Alles nach der Katze. Die Forscher bauen mit Bewegungsmeldern (Bild links oben), Minirobotern und Kamerasystemen (Bild oben rechts und unten) das Gehirn einer Katze nach. Sie stehen aber erst am Anfang.