

Das "zweite Gehirn"

Der Bauch – ein Universum im Zentrum des Leibes. Ausgerechnet der wohl prosaischste Teil des Menschen mit seinem stinkenden, Rumpelnden Gedärm wird beherrscht von einem "zweite Gehirn". 100 Millionen Nervenzellen umhüllen den Verdauungstrakt, mehr als im Rückenmark vorhanden sind. Dieses "Enterische Nervensystem" zieht immer mehr Wissenschaftler in seinen Bann: Sie versprechen sich Erkenntnisse, die das Menschenbild verändern könnten. Denn das "Bauchhirn" produziert Nervenbotenstoffe und reagiert auf Psycho-Drogen. Es arbeitet autonom und sendet viel mehr Signale zum Kopfhirn, als es von dort empfängt. Es kann erkranken und eigene Neurosen entwickeln. Es fühlt, denkt mit und erinnert sich – und es lässt uns intuitiv "aus dem Bauch heraus" entscheiden.

Geahnt haben sie es immer, die Menschen aller Kontinente und Kulturen – der Sitz der Gefühle liegt im Zentrum des Körpers. Dort wo Aufregung „Schmetterlinge flattern“ lässt und Freude und Glück leise kribbeln. Wo das Übel der Überforderung sich offenbart, wo Anspannung „auf den Darm drückt“, wo Ärger „auf den Magen schlägt“ wo Angst ein Beben erzeugt und Ekel sich bis zum Erbrechen steigert. Und ihrer Ahnung verliehen sie Worte, wenn sie den Bauch zum „Nabel der Welt“ oder zum „Symbol des Lebens“ erklären.

Werden Menschen gefragt, wo Gefühl und Gesundheit, Emotion und Intuition, Wohlbehagen und Leidenschaft am besten zu orten sind, zeigen sie, gleich welcher Herkunft oder Hautfarbe, auf die Mitte ihres Körpers. Weil sie spüren, dass in der dumpfen Höhle des Leibes etwas ein Eigenleben führt. Etwas, das zu einem spricht, das Geschichten erzählt und verschlüsselte Botschaften versendet. Seit Urzeiten meditieren sich ganze Völker in jenes Zentrum hinein, um Gelassenheit zu finden und Weisheit. Sogar die Herrscherin der heutigen Welt, die wirtschaft, vertraut auf die globale Sprache aus dem Innern: „Höre auf Deinen Bauch“ heisst es in Kursen für erfolgreiche Manager, und Börsenmakler werden angehalten, ihre Entscheidungen „aus dem Bauch heraus“ zu optimieren.

Und nun gibt die Wissenschaft ihnen allen Recht. Der wohl prosaischste Teil des Menschen, sein stinkendes, rumpelndes Gedärm, birgt tatsächlich entscheidende Geheimnisse des Lebens. Der Bauch mit seinem ausgeklügelten Verdauungssystem, seinem unappetitlichen Inhalt und den eher peinlichen Bekundungen seiner Existenz ist in ungeahnter Form in das Interesse der Forschung gerückt.

Der Grund dafür, sagt der amerikanische Neurowissenschaftler Michael Gershon, Chef des Departements für Anatomie und Zellbiologie der Columbia University in New York, „so unpassend das klingen mag“, sei eine bahnbrechende Erkenntnis: „Da ist ein Gehirn in unserem Bauch.“

Mögen die Eingeweide auch hässlich erscheinen und von Wissenschaft und Gesellschaft tabuisiert werden – sie sind umhüllt von mehr als 100 Millionen Nervenzellen: mehr Neuronen, als im gesamten Rückenmark zu finden sind. Auch wenn es sich wie ein Sakrileg anhört: Dieses „zweite Gehirn“, so haben Neurowissenschaftler herausgefunden, ist quasi ein Abbild des Kopfhirns – Zelltypen, Wirkstoffe und Rezeptoren sind exakt gleich.

Die Existenz einer solchen Masse von Nervenzellen im Bauch hat ein neues Forschungsgebiet hervorgebracht, das jüngere Wissenschaftler in aller Welt in seinen Bann schlägt. Gerade in jüngster Zeit hat die Disziplin mit dem sperrigen Namen Neurogastroenterologie grosse Anziehungskraft entwickelt.

Eine Quelle psychoaktiver Substanzen

Von „einer Entdeckungsreise in die verborgenen Tiefen des menschlichen Körpers“ spricht Michael Schemann, Professor für Psychologie an der Tierärztlichen Hochschule Hannover – einer von etwa 300 Wissenschaftlern in aller Welt, die sich dem „Enterischen Nervensystem“ widmen. „Lange Zeit glaubten wir, dass der Darm eine röhre mit einfachen Reflexe sei“, erklärt David Wingate, Professor an der University of London, „keiner ist auf die Idee gekommen, die Nervenfasern zu zählen“. Emeran Mayer, Professor an der University of California in Los Angeles, sagt: „Vor zehn Jahren hätten mich viele Kollegen ausgelacht, wenn ich von einer Verbindung zwischen Psyche und Bauchhirn gesprochen hätte.“ Und der australische Forscher Marcello Costa von der Flinders University in Adelaide kommentiert die neue Erkenntnisse: „Ich wollte es anfangs nicht glauben.“

In einem sind sie sich alle einig: Die grösste Ansammlung von Nervenzellen ausserhalb des Kopfes erledigt noch mehr als die an sich schon hoch komplexe Verdauungsarbeit. Das zweite Gehirn ist ein Überlebensgarant für Leib und Seele. Es ist eine Quelle psychoaktiver Substanzen, die mit Gemütsagen in Verbindung stehen – etwa Serotonin, Dopamin, Opiaten. Auch Benzodiazepine werden hier produziert, jene Chemikalien, die Drogen wie Valium deren beruhigende Wirkung geben. Der Bauch nährt das Gehirn im Schädel also auf vielerlei Weise.

Die Aufteilung der graue Masse erfolgt schon im werdenden Embryo: Bei der Ausbildung von Neuralrohr und –leiste wird ein Teil der Nervenzellen vom Kopf eingeschlossen, ein anderer wandert in den Bauchraum. Die Körpermitte wird gleichsam kolonialisiert von Neuronen, die sich wie Emigranten aufgemacht haben, neue Gebiete zu besiedeln. Die Verbindung zwischen den Verwandten, eine Art Standleitung, bilden das Rückenmark und der Vagusnerv.

Warum machen sich die Nervenzellen auf den Weg? „Wir können nicht alles im Gehirn verstauen“, sagt Michael Schemann. „Durch die nötigen Leitungen hätten

wir einen riesigen Hals.“ Ein Säugling müsse schon unmittelbar nach der Geburt essen, trinken und verdauen, das ist sein erster und intensivster Kontakt mit der Aussenwelt. Diese grundlegende Funktion des Überlebens werde besser nicht über lange Verbindungsstränge vom Kopf her kontrolliert, sondern sollte weitgehend unabhängig sein.

“Am Anfang einer Revolution”

Was aber macht dieses zweite Gehirn das uns so selten bewusst wird, beim Heranwachsenden, beim Erwachsenen? Denkt und fühlt es, erinnert es sich? Liegt etwa in Begriffen wie „aus dem Bauch heraus entscheiden“ und dem „gut feeling“ – dem „Darm-Gefühl“, wie Angloamerikaner es nennen, spontan, unbewusst, eben aus dem Bauch heraus Entscheidungen zu fällen – mehr als nur ein Fünkchen Wahrheit?

„Wir stehen am Anfang einer Revolution“, sagt Michael Gershon. Neueste Forschungen zeigten, dass psychische Prozesse und das Verdauungssystem weitaus inniger gekoppelt sein könnten, als man bisher gedacht habe. Das Bauchhirn spielt eine grosse Rolle bei Freud und Leid, doch die wenigsten wüssten überhaupt, dass es existiert, sagt der 62-jährige Forscher, den seine jüngeren Kollegen als „Entdecker“ bezeichnen.

Gershon winkt ab. Nein, er habe jenes „zweite Gehirn“ nicht entdeckt. Denn schliesslich habe seine Zunft, die Neurogastroenterologie, eine mehr als 100-jährige Geschichte. Eine bewegte Geschichte, durchzogen von Misstrauen und Verdrängen, Vergessen, Tabuisieren. Es habe viele Jahre gedauert, für ihn auch sehr bittere Jahre, bis sich die Erkenntnis vom Bauchhirn schliesslich durchsetzen konnte.

Das erste Kapitel spielt schon Mitte des 19. Jahrhunderts und handelt von dem deutschen Nervenarzt Leopold Auerbach. Als er ein Stückchen Gedärm zerlegte und durch ein einfaches Mikroskop genauer betrachtete, sah er etwas, das ihn stutzig machte: In die Darmwand eingebettet sind zwei Schichten eines Netzwerkes von Nervenzellen und –strängen, hauchdünn und zwischen zwei Muskellagen versteckt. Der im Vergleich zum Kopfhirn eher unscheinbare Aufbau dieses weitflächigen Nervensystems war wohl mit dafür verantwortlich, dass es erst so spät Aufmerksamkeit erfuhr. Wozu, fragte sich Auerbach, mochten diese Netzstrümpfe dienen, die dem einfache Auge verborgen bleiben, aber den gesamten Verdauungstrakt von der Speiseröhre bis zum Enddarm umhüllen?

Damals war nur im groben bekannt, wie der Darmtrakt seine überlebenswichtige Aufgabe, die Energiegewinnung, erfüllt: Der vom Magen angedaute Nahrungsbrei wird dabei portionsweise in den 30 Zentimeter langen Zwölffingerdarm gepresst. Hier fliessen Sekrete aus Bauchspeicheldrüse und Galle hinzu, deren Enzyme den Brei in kleinere Molekülstücke zerlegen. Weiter geht es in den bis zu fünf Meter langen Dünndarm, wo die eigentliche Verdauung stattfindet. Milliarden kleiner, mehrfach gefalteter Zotten sorgen für eine riesige Oberfläche, die eine effektive Absorption ermöglicht: Durch die schleimigen Wände der Fältchen

wird zerkleinerte Nahrung, werden Fette, Kohlenhydrate und Eiweisse in Blut- und Lymphgefässe aufgenommen.

Letzte Station ist der anderthalb Meter lange Dickdarm. Der ist entstanden, so nehmen Wissenschaftler heute an, um Landtieren zu helfen, Wasser zu konservieren. Der menschliche Verdauungsprozess erfordert täglich neun Liter Flüssigkeit, die dem Körper mit den Sekreten entzogen werden. Diese menge erreicht den Dickdarm, der das Wasser dem Organismus über molekulare Pumpen wieder zuführt. Am Ende passieren den Anus mit dem Stuhl nur sehr geringe Mengen Flüssigkeit – eine biochemische Höchstleistung. Die ausgelaugten Nahrungsreste, abgestorbene Zellen und Mikroorganismen, werden durch einen starken Muskelmantel in den Wänden zum Ausgang geschoben. Kraftwerk Bauch.

Auerbach hatte damals keine Ahnung, dass er beim Blick durchs Mikroskop sozusagen den Herrscher über ein Binnen-Universum des Menschen aufgespürt hatte: die Schaltzentrale der Verdauungsmaschinerie, die aus sensorischen Neuronen besteht, aus Interneuronen und Motoneuronen – ein komplexes Netzwerk, das nicht nur derbe Grössen wie Nährstoffzusammensetzung, Salzgehalt und Wasseranteil analysiert und Absorptions- und Ausscheidungsmechanismen koordiniert. Es kontrolliert auch die raffinierten Gleichgewichte von hemmenden und erregenden Nervenbotenstoffen, stimulierenden Hormonen und schützenden Sekreten. Im Laufe eines 75-jährigen Lebens wandern mehr als 30 Tonnen Nahrung und 50000 Liter Flüssigkeit durch dieses Röhrensystem. „Das Herz ist dagegen eine primitive Pumpe“, erklärt Gershon. Das Bauchhirn steuert den Durchsatz „hochintelligent“: Millionen von chemischen Substanzen – „stellen Sie sich nur die Verdauung eines Steaks vor“ – müssen analysiert, Millionen von Giften und Gefahren gemeistert werden.

Und das über die grösste und intimste Kontaktfläche des Menschen mit der Aussenwelt: „Wir sind ja innerlich Hohl“, sagt der New Yorker Forscher. Der Körper endet nach draussen nicht nur an der Haut, sondern auch an der wand des Darms. Ein Tunnel, der so perfekt gebaut ist, dass die Umwelt tonnenweise durch uns hindurch gehen kann, ohne dass wir Schaden nehmen.

Die Schaltzentrale im Bauch organisiert den Kampf gegen schlimmste Invasoren: Jene Mikroorganismen, die quasi symbiontisch mit uns zusammenleben und den so genannten Intestinaltrakt in millionenfacher Ausführung besiedeln, dürfen ebenso wenig in das innere des Organismus gelangen wie jene, die wir jeden Tag in Unmengen schlucken.

Die effektivste Verteidigungslinie

Der Darm: das Grösste Immunorgan im Körper, in dem mehr als 70 Prozent aller Abwehrzellen sitzen. Sein Inhalt: ein warmes Gebräu aus Dung, Schleim und fermentierenden Bazillen – ein gefährliches Bakterien- und Pilzparadies. Wir werden von rund 500 Spezies potentiell tödlicher Lebewesen bewohnt. Die Hälfte des Kots besteht aus abgestorbenen Bakterien. Ferngehalten durch die Darmwände, der effektivsten Verteidigungslinie

des Organismus. Eine grosse Zahl von Abwehrzellen ist dort direkt mit dem Bauchhirn verbunden.

Sie lernen, zwischen gut und böse zu unterscheiden. Die Information wird gespeichert und bei Bedarf abgerufen.

Vieles läuft völlig unabhängig vom Kopf ab. Gelangen allerdings Gifte in den Körper, „fühlt“ das Darmhirn die Gefahr zuerst und schickt sofort Alarmsignale ins Oberstübchen. Denn in Notsituationen soll das Hirn im Schädel bereit sein, der Mensch sich seines Bauches bewusst werden und sich nach Plan verhalten – Erbrechen, Krämpfe, Entleerung.

Die englischen Mediziner William Bayliss und Ernest Starling hatten erst Jahrzehnte nach Auerbachs Entdeckung von den Arbeiten des deutschen Kollegen erfahren und wollten es genauer wissen. In ihrem physiologischen Labor in London öffneten sie den unteren Leib eines betäubten Hundes und holten eine von dessen pulsierenden Darmschleifen ans Tageslicht. Dieses Stück Eingeweide - mit dem Hund noch verbunden – zeigte ein stereotypes Verhalten: Wenn die Forscher auf das Isolat Druck ausübten, antwortete die Schleife mit wellenartigen Muskelbewegungen, die den Inhalt in eine Richtung weiter schoben – immer von oral nach anal. Die beiden nannten das Phänomen: „Das Gesetz des Darms“.

Wer spielt hier mit wem?

Damit hatten sie den „peristaltischen Reflex“ entdeckt – eine weitere überlebensnotwendige Funktion des Verdauungstrakts. Die hochkomplexe Transportmaschine wird, wie die Wissenschaftler heute wissen, ebenfalls vom Bauchhirn synchronisiert und reagiert auf feinste Druckreize: Dehnt ein Speiseklumpen ein Darmsegment, werden „mechanosensitive“ Schleimhautzellen aktiviert. Die schütten Neurotransmitter aus, Botensubstanzen, die wiederum andere Nervenzellen, die „submucosalen sensorischen Neuronen“ im Inneren der Darmwand, stimulieren. Diese schicken schliesslich über vielerlei Botenstoffe hemmende und aktivierende Signale an Muskelzellen, die dann den wellenartigen Reflex ausführen.

Um den Transport über die grosse Strecke zu ermöglichen, werden mehrere hemmende und aktivierende Schaltkreise – nur wenige Millimeter lang und wie die Perlen einer Kette aufgereiht – nacheinander angeregt. Das „kleine Hirn“ ist verantwortlich für ein hochsensibles, fein austariertes Gleichgewicht: Wird das hemmende System zu stark, entspannt der Darm so sehr, dass er gelähmt wird; die Sensoren registrieren keine Wandspannung mehr, chronische Verstopfung ist die Folge. Ist dagegen das „erregende System“ zu stark, erfolgt ein beschleunigter Transport. Durchfall.

„Das Darmhirn fühlt“, sagt der Hanoveraner Michael Schemann, der die „Neurotransmitter-Cocktails“ im Verdauungstrakt erforscht. Er will wissen: Wer spricht hier mit wem? Ist bei Kranken die Kommunikation gestört? Er möchte einmal den „Code“ des peristaltischen Reflexes knacken, um etwa bei Verstopfung oder auch „Darm-Infarkten“ besser eingreifen zu können.

Ein unabhängiger Geist im Körper

Auch schon seine Kollegen Bayliss und Starling wollten in ihrem Londoner Labor ergründen, woher die Signale für die Bewegung kamen. Und sie hatten eine Ahnung: Um ihr nachzugehen, und beeindruckt von dem Phänomen des sich vor ihren Augen schlängelnden Eingeweidens, schnitten sie alle Nervenverbindungen zu anderen Organen und zum zentralen Nervensystem des Hundes ab. Keine direkte Information aus dem Gehirn oder Rückenmark konnte jetzt mehr die isolierte Schlinge erreichen. Jedes andere Organ des Körpers würde auf diese Weise paralytisch werden, denn alle sind Sklaven des grossen Gehirns.

Doch als die beiden Forscher auf das Eingeweide drückten, reagierte es mit der absteigenden Welle von Kontraktion und Relaxation. Wenn also Nerven von aussen nicht notwendig dafür waren, schlossen die Wissenschaftler, dann müssten Nerven innen diese Arbeit erledigen. Sie fügten dem „Gesetz des Darms“ einen „lokalen nervösen Mechanismus“ hinzu.

Eigentlich eine Sensation, war doch für damaligen Wissenschaftler das Gehirn der uneingeschränkte König über den gesamten Körper. Bayliss und Starling konnten noch nicht wissen, was ihre Kollegen erst viel später herausfanden: Je tiefer im Verdauungstrakt, umso schwächer die Herrschaft des Kopfhirns. Mund, Teile der Speiseröhre und Magen lassen sich temporär noch etwas von oben sagen. Doch hinter dem Magenausgang übernimmt ein anderes Organ die Regie: Was wann wo dort passiert, entscheidet das Bauchhirn. Erst am allerletzten Ende, am Rektum und Anus, regiert das menschliche Gehirn mit bewusster Steuerung wieder mit.

Deshalb hat es modernen Neurologen vor allem der Darm angetan – jenes schleimige, schlangenartige, meterlange Körperteil mit Brechreiz förderndem Inhalt, das zusammengeballt verschlungen im Hohlraum Bauch seine Arbeit leistet, vernachlässigt und nicht zu vergleichen mit dem Gehirn, in dem weise Gedanken und hehre Gedichte ihren Ursprung finden. „Nur Wissenschaftler können den Darm lieben“, sagt Michael Gershon.

Nach den beiden Briten liess sich wieder ein deutscher intensiv auf die Eingeweide ein: Mit einem erneut bahnbrechenden Experiment – veröffentlicht 1917 – brachte der Pharmakologe Paul Trendelenburg das Wissen um den Bauch einen entscheidenden Schritt weiter. Er isolierte ein Stück Meerschweinchendarm und hängte es in ein Testgefäss mit einer Nährlösung, die mit Sauerstoff versorgt wurde. Das Präparat überlebte so gut in dieser künstlichen Umgebung, dass es sogar ohne Tier weiter arbeitete: Der Forscher blies mit Hilfe eines Schlauches Luft in das Darmstück: Und das blies, sozusagen, zurück.

Frappierend. Das vom Organismus abgeschnittenen Segment des Meerschweinchendarms im Reagenzglas musste also in der Lage sein, die durch das Hineinblasen entstandene Druckerhöhung zu spüren. Mehr noch: Das Stück Innerer antwortete dem Reiz sogar – mit einer koordinierten Welle von oraler Kontraktion

und analer Relaxation, bei welcher Luft entwich. Das Gedärm lebte auf seine Weise weiter.

„Das zweite Gehirn ist einzigartig.“ Gershon teilt die damalige Begeisterung des Deutschen. Das Denkkorgan im Bauch ist ein unabhängiger Geist im Körper. Ein vibrierendes, modernes, Daten verarbeitendes Zentrum. Vor allem deshalb ist es bis heute ein äusserst schwieriges Unterfangen, Gedärme zu transplantieren: Die grosse Anzahl von fremden Nerven- und Immunzellen, die mit dem Spender-Organ übertragen werden, ordnen sich dem Empfänger-Organ besonderes schwer unter. Aus diesem Grund befürchteten Mediziner neben den gravierenden Abstossungsreaktionen auch psychische Irritationen.

Denn das Darmhirn hat macht: Es kann die Daten seiner Sensoren selbst generieren und verarbeiten, und kontrolliert einen Set von Reaktionen. Es gibt den Nachbarorganen Anweisungen, koordiniert die Infektabwehr und die Muskelbewegung, es muss schnell entscheiden und gespeichertes Wissen abrufen. Es ist funktionell organisiert, arbeitet mit Kreisläufen. Und es ist in der Lage, unterschiedliche Zustände zu registrieren und darauf zu reagieren. Das zweite Gehirn hat alles, was ein integratives Nervensystem braucht. „Ja“, sagt Schemann, „man kann sagen, das Darmhirn denkt.“

„Diese Entdeckung wird vielleicht einmal für unser Menschen- und Weltbild so wichtig werden wie jene des Kopernikus“, sagt Gershon.

Doch wie es so häufig geschieht bei künstlerischen oder wissenschaftlichen Durchbrüchen – die Zeit war noch nicht reif. Nichts und niemand hatte die frühen Ergebnisse der Briten und Deutschen widerlegt. Doch eine kollektive Verdrängung der Entdeckungen im Bauch prägte viele Jahrzehnte das vorherrschende Denken. Lag es an der „Gehirn-Zentriertheit“ der Forscher? Oder an der Bescheidenheit der ersten Experimentatoren. Die hatten keine wilden Theorien aufgestellt, nicht viel Wind um ihre Ergebnisse gemacht, sondern sie schlicht veröffentlicht.

Die Wiederentdeckung des Bauchhirns sei zunächst reiner Zufall gewesen, berichtet Gershon. Und dann schildert er Kapitel zwei der „little brain story“, die ihm aber eine gewisse Zeit, „viel Kummer bereitet“ habe.

Dieses Kapitel nimmt ihren Anfang mit einer „love affair“ zu einer Chemikalie und endet beinahe mit einer Inquisition durch Kollegen. Als junger Student hörte Gershon 1958 in einer Vorlesung zum Thema „Die Physiologie des Verhaltens“, dass die neu entdeckte, im Körper produzierte Substanz Serotonin die Gemütslagen des Menschen beeinflussen könnte. Fasziniert von der modernen Neurobiologie stürzte er sich in die Arbeit. Wo wird, wollte er wissen, Serotonin im Körper produziert?

Nach vielen Experimenten erlaubte die Datenlage nur eine einzige Interpretation: 95 Prozent der Substanz werden im Darm synthetisiert und gelagert. Spezielle Nervenzellen senden sie als Botenstoff aus, der unter anderem den peristaltischen Reflex in Gang bringt. Der junge Gershon veröffentlichte 1965 seine Ergebnisse „mit einigem Stolz“ in „Science“, dem renommiertesten amerikanischen Wissenschaftsmagazin.

Eine gigantische Chemie-Fabrik

Mit unerwarteter Wirkung: Er erlebte eine Lawine der Ablehnung. Damals glaubten Neurobiologen, dass im Menschen lediglich zwei Nervensysteme existierten: das zentrale im Kopf und das vegetative, das für alle Organe zuständig wäre. Zudem glaubte man, dass nur zwei passende Nervenbotenstoffe die Kommunikation erledigten. „Und jetzt kam ich mit dem absurden, ja unmoralischen Anliegen, die schöne Ordnung quasi durch einen unabhängigen Darm und einen dritten Botenstoff, das Serotonin, zu stören.“ Niemand nahm ihn Ernst.

Erst viele Jahre später konnte Gershon sich in der Wissenschafts-Gemeinde rehabilitieren. 1981 sollte er bei einem Kongress im amerikanischen Cincinnati, bei dem sich Tausende Neurowissenschaftler regelmässig treffen, eine Rede halten. Seine Angst war nicht gering gewesen, denn damals wussten nicht einmal die Organisatoren, was das „Enterische Nervensystem“ ist. Und viele Forscher tendieren bis heute zu dem Glauben, dass der gesamte Körper allein dazu dient, das Gehirn zu tragen und zu unterhalten. Für sie ist nur die graue Masse unterm Schädeldach relevant.

Gershons langjährige Gegner sassen in der ersten Reihe – unter ihnen der brillante australische Wissenschaftler Marcello Costa. Vor diesen hochkarätigen Forschern, die sich dem edelsten Teil des Menschen widmeten, musste er die vergessene Geschichte vom Darm erzählen, von Auerbach, von den Briten, von Trendelenburg und vom Serotonin. Von einem „zweiten Gehirn“ zu sprechen wagte er damals noch nicht. „Die Angst liess mich die Macht der Eingeweide fühlen.“

Nach seinem Vortrag sprang Marcello Costa auf, als wollte er den erwarteten vernichtenden Widerspruch formulieren. Doch dann sagte er: „All die Jahre behaupteten wir, dass Michael irrt. Jetzt aber bin ich hier, um Ihnen mitzuteilen, dass er die ganze Zeit wirklich recht gehabt hat – und ich werde Ihnen den definitiven Beweis vorführen.“ Der australische Forscher hatte Serotonin-Moleküle mit Hilfe einer raffinierten Antikörper-Methode markiert und sozusagen schwarz auf weiss den Neurotransmitter unter dem Mikroskop in den Nervenzellen des Darms sichtbar gemacht.

Der Bann war gebrochen, das Nervensystem im Bauch hatte seinen Platz auf der Neurologen-Landkarte gefunden, eine neue Ära konnte beginnen: die molekulare Erkundung der Arbeitsweise des „second brain“. Überall in der Welt widmeten sich Teams dem neuen Forschungsgebiet. Mittlerweile hat sich Serotonin als ein Element unter vielen im System eines grandiosen Nervenapparats entpuppt. Das Bauchhirn ist eine riesige Chemiefabrik, die mindestens 40 Nervenbotenstoffe produziert und exakt reguliert. Diese Moleküle sind wie Worte in der komplizierten Sprache der Nervenzellen. Und sie sprechen zu uns.

Gershon redet von neuen Horizonten, als wollte er noch einmal aufbrechen. Und er spricht von neuen Hoffnungen für viele kranke Menschen. „Es ist so verlockend“, sagt er und meint damit die Entschlüsselung der innigen Kommunikation zwischen den beiden Gehirnen. Indizien für eine Verbundenheit von Bauch

und Kopf gebe es genug. „Da sprechen zwei die gleiche Sprache.“

Was dem Hirn geschieht, bleibt dem Bauch nicht verborgen. Bei Alzheimer- und Parkinson-Patienten findet sich häufig der gleiche Typ von Gewebeschäden im Kopf- wie im peripheren Hirn. Auch bei BSE, dem „Rinderwahn“, ist der Darm extrem befallen. Hier sehen Forscher eine Möglichkeit zu besseren Frühdiagnosen.

Der identische Zell- und Molekülaufbau erklärt ebenfalls, warum psychiatrische Medikamenten für den Kopf auch auf den Darm wirken, und umgekehrt körpereigene Stoffe als Pharmaka im Gespräch sind. Sekretin etwa, ein Verdauungshormon, wird als Arznei getestet, die autistischen Kindern möglicherweise helfen kann. Ein bekanntes Migränemittel beruhigt hochaktive Eingeweide. Betäubungsmittel können Entzündungen im Trakt in Schach halten. Antidepressiva bewirken umgekehrt Verdauungsstörungen.

Die Ärzte sind Ratlos

So auch die Psycho-Droge Prozac. Sie erhöht die Konzentration des Neurotransmitters Serotonin in den Räumen zwischen den Nervenzellen. Im Kopf hebt diese Veränderung nicht selten die Stimmung. Im Bauch allerdings – Serotonin wirkt beim peristaltischen Reflex – führt sie je nach Dosierung zu Durchfall oder Verstopfung.

Vor kurzem wurde das erste Medikament gegen die Volkskrankheit „Reizdarm“ auf den Markt gebracht, das auf den Erkenntnissen des intensiven Zusammenhangs von Bauchhirn und Psyche basiert: Die Arznei gegen irritablen Darm – englisch: „irritable bowel syndrom“ oder IBS – wurde ursprünglich als eine Anti-Angst-Droge entwickelt und soll zumindest einigen der Millionen betroffene Menschen helfen. IBS-Symptome: starkes Unwohlsein, Unregelmäßigkeiten beim Stuhlgang, Blähungen und Bauchschmerzen. Nicht weniger als 20 Prozent der Bevölkerung leiden darunter, weitere 20 Prozent plagen sich mit anderen Funktionsstörungen, etwa der chronischen Verstopfung.

Das Verdauungssystem dieser Menschen funktioniert nicht richtig, und kein Arzt weiss warum. Keine anatomischen oder chemischen Effekte sind erkennbar. Deshalb werden IBS-Patienten oft als hypochondrische Spinner abgetan. Dabei beruhen viele solcher Erkrankungen auf einer „neuralen Fehlfunktion“ im Bauch, sagt Michael Schemann. Oder das Darmhirn spiele verrückt. Oder im Dialog zwischen oben und unten hätten sich Missverständnisse eingeschlichen. Mehr als 50 verschiedene Krankheiten werden mittlerweile mit solchen Fehlschaltungen in Zusammenhang gebracht.

Das Bauchhirn entwickle seine eigenen „Neurosen“, sagt Michael Gershon. Und noch viel mehr. Erst vor kurzem stellten Forscher fest, dass weitaus mehr Nervenstränge vom Bauch in das Gehirn führen als umgekehrt: 90 Prozent der Verbindungen verlaufen von unten nach oben. Warum? „Weil sie wichtiger sind als die von oben nach unten“, sagt Gershon. Die meisten Botschaften vom Darm sind allgegenwärtig, wir nehmen sie nur nicht bewusst wahr – ausser den Alarmzeichen

wie Übelkeit, Erbrechen oder Schmerzen. Aber die ungeheure Fülle der unbewussten Signale vom Bauch zum Hirn ist voller biologischer Bedeutung.

Eine Fülle von Botschaften

„Little brain“ speist „big brain“ mit einer Flut von Informationen. Diesem geheimnisvollen Strom durch den menschlichen Körper noch genauer auf die Spur zu kommen, hat sich zum Beispiel Emeran Mayer von der University of California in Los Angeles verschrieben. Der Deutsche, der seit 20 Jahren in Amerika forscht, hat mit seinen Experimenten für Aufsehen gesorgt. Er konnte bereits ein Stück weit zeigen, welche Botschaften der Darm überbringt.

Mayer und sein Team unternahmen an IBS-Patienten Reizungen des Dickdarms. Dabei wird ein Kunststoff-Ballon eingeführt und solange aufgeblasen, bis die Versuchspersonen erste Anzeichen von Schmerz empfinden. Gleichzeitig wird die Gehirnaktivität tomographisch aufgezeichnet. Alle Reizdarm-Patienten zeigten im Vergleich zu gesunden Menschen beim Auftreten von unangenehmen Gefühlen unter anderem eine erhöhte Aktivität in Regionen des limbischen Systems (zuständig für die Verarbeitung von Gefühlen): den „Arealen des Unwohlseins“.

Diese Regionen werden mit der Verarbeitung von negativen Körper-Impulsen in Zusammenhang gebracht – sie steuern einen Mechanismus, der unliebsame Empfindungen unterdrücken soll. „Wie das Phänomen des kratzenden Pullovers“, erklärt Mayer. „Nach einiger Zeit merkt man nichts mehr.“ Bei gesunden Menschen müssen also insbesondere Reize aus dem Darmtrakt eine hohe Schwelle überspringen, bis sie bewusst werden. Der „Input ist gedämpft.“ Was nur gut sei, sagt der Forscher: „Denn wenn wir alle Aktionen des Bauches mitbekämen, würden wir verrückt werden.“ Wir könnten uns etwa beim Essen nicht unterhalten, und jede Art von Angstzustand wäre mit enormen Bauchschmerzen verbunden.

Ignoranz als Segen: Gesunde merken nicht, was unten abgeht. Bei IBS-Patienten aber funktionieren nach Meinung des Forscherteams die Schutzmechanismen nicht mehr, weil das zuständige Hirnareal ungenügend gehemmt wird. Ihre Wahrnehmungsgrenze für negative Bauchgefühle ist somit herabgesetzt. Deshalb kommt bei ihnen alles Unwohlsein, jede Darmbewegung, jedes Gluckern, jeder negative Impuls, aller Ärger und Schmerz ungefiltert im Bewusstsein an. Und ein weiteres Ergebnis hat die Wissenschaftler überrascht: „Ähnliche Veränderungen in der Gehirnaktivität sehen wir bei Patienten mit Depressionen und Angstzuständen“, sagt Emeran Mayer.

Furcht hinterlässt Spuren

Wie kann eine so wichtige Schutzbarriere der Psyche fallen? Ungezügelter Stress-Kreisläufe scheinen die Hauptursache zu sein. Not-Situationen wie Schmerzen oder Prüfungsängste fühlen Menschen auch in der Leibesmitte: Wenn die Zentrale im Kopf bewusst oder unbewusst die Last von Anspannung und Furcht

wahrnimmt, dann ruft sie den Satelliten im Bauch über spezialisierte Immunzellen im Darm. Die schütten Entzündungsstoffe wie Histamin aus, die Nervenzellen im Verdauungstrakt sensibilisieren und aktivieren. Diese schliesslich veranlassen Muskelzellen, sich zu kontrahieren. Krämpfe oder Durchfall sind die Folge.

Die allgemeine Alarmstimmung im Darmhirn wiederum wird dem Kopfhirn mitgeteilt, und das funkelt zurück nach unten... und so weiter – einer von Tausenden Zirkeln, die vor allem bei Dauerangst und „high level stress“ chronisch werden können: Der Kreislauf verselbständigt sich. Der fortwährende Beschuss mit Stress-Chemikalien kann sogar zu Zellzerstörungen im Gehirn führen. Die „Endstation“, sagt Mayer, „ist eine messbare Abnahme des Volumens bestimmter Regionen des limbischen Systems und des Frontalhirns“ – ein Phänomen, das auch bei manchen depressiven Menschen nachzuweisen ist.

Früher Lebensstress ist eingebrannt in Gehirn und Bauch und bestimmt die Sensibilität der Darm-Hirn-Achse für das ganze Leben. Eine Beobachtung am Menschen stützt die These: Kinder mit den berüchtigten Säuglings-Kolikern wachsen nicht selten zu Erwachsenen mit „irritable“ Darm heran. Ein solches Gedächtnis im Bauchhirn „beruht auf Lernprozessen auf der Mikroebene“, sagt Michael Schemann. „Wir finden die gleichen Substanzen und Moleküle, die im Gehirn für Erinnerung benutzt werden.“

Das Bauchhirn lernt jung am besten. Denn wie das Kopfhirn reift es nach der Geburt weiter; es ist für mindestens drei Jahre plastisch und entwickelt sich. Frühe „Erfahrungen“ des Darms können so die „Persönlichkeit“ beider Gehirne beeinflussen. Exzessive oder lang anhaltende Furcht hinterlässt Spuren nicht nur im Kopf, sondern auch im Intestinaltrakt, wie Tierexperimente erwiesen haben. So belegen Versuche an erwachsenen Ratten, die man als Neugeborene Stress-Situationen ausgesetzt hat, eine Hypersensitivität der Tiere und ihrer Gedärme mit Reizdarm ähnliche Symptome.

Und das stärkste Indiz für die verhängnisvollen Reaktionsketten zwischen Gedärme und Psyche: 40 Prozent der IBS-Patienten leiden, wie neueste Studien zeigen, an Angsterkrankungen und häufig auch an Depressionen.

Kommen die Schwermut und die Angst also aus dem Darm? „Da ist viel mehr dran, als wir heute exakt beweisen können“, kommentiert Emeran Mayer. Alle Ergebnisse deuteten in die Richtung, dass im Darmhirn „die Essenz der Depression verborgen liegt“ und im Bauch „Stimmungen generiert werden“. So wie beissender Hunger und wohlige Sättigung bewusst die Gefühlslage eines Menschen beeinflussen, so muss auch die unbewusste Manipulation unseres alltäglichen Daseins gewaltig sein.

Das dritte Kapitel der Geschichte vom Bauchhirn hat gerade erst begonnen. „Wir stehen am Anfang“, sagt Emeran Mayer, „aber wir glauben, Elementares über den Menschen erfahren zu können.“ Er und viele seiner Kollegen, so der berühmte amerikanische Gehirnforscher Antonio Damasio an der University of Iowa, sammeln schon seit einiger Zeit Indizien für die

verkannte Macht des Körpers über den Geist. Die neue Generation von Neurowissenschaftlern fragt, welche Einfluss das Darmhirn und andere Körperimpulse nicht nur auf unsere Gefühle haben, sondern letztlich auch auf unseren Verstand.

Damasio fand bei seinen Untersuchungen an Gehirnverletzten vor allem im Frontalbereich des Denkkorgans ein Areal, in dem der aktuelle Körperzustand repräsentiert wird. In dieser Region der Körperwahrnehmung ist eine Art Momentaufnahme dessen gebündelt, was unterhalb des Kopfes, und da vor allem im Bauch, vor sich geht. Dieser „Body-Status“ begleitet Vorstellungsbilder und Gedanken und markiert sie als angenehm oder unangenehm. Wissenschaftler sehen darin den Hintergrund aller geistigen Operationen.

Solche „somatischen Marker“ sind nach Damasio die Grundlage der Entscheidungsfindung. Sie helfen beim Denken und drängen Entscheidungen in eine Richtung. Sie sind die zuständigen Gehirnbereiche etwa durch Unfälle zerstört worden, können sich die Menschen trotz hoher Intelligenz nicht entscheiden. Die Gefühle können ihnen nichts mehr raten.

Emotionen sind demnach nichts anderes als die Quintessenz unserer Lebenserfahrungen – im Körper niedergeschrieben. Und die sind, so Emeran Mayer, vor allem in Bauchreaktionen chiffriert und gespeichert. Immer wenn der Darm kontrahiert, wenn er Serotonin oder andere Nervenbotenstoffe ausstösst, oder wenn er Immunzellen zur Arbeit bewegt, werden alle Daten über den Vagusnerv nach oben geleitet. Im Gehirn wird das übersetzt in Unwohlsein oder Heiterkeit, Müdigkeit oder Vitalität, in schlechte oder in gute Laune. Der Bauch macht Stimmung.

Kein Kollege lacht heute mehr, wenn der Neurogastroenterologe und Professor für Physiologie vor allem in den so überraschend umfangreichen Nervenfasern, die das kleine mit dem grossen Gehirn von unten nach oben verbinden, quasi das biologische Korrelat menschlicher „Bauchgefühle“ sieht – und der Intuition. Sie entsteht aus der Wechselwirkung der zwei intim verschalteten Gehirne.

Als Resultat postulieren Forscher eine „Emotions-Gedächtnis-Bank“ im Kopfhirn, die alle hoch gesendeten Reaktionen und Daten des Bauches sammelt. Etwa jene unangenehmen Sensationen bei stark beängstigenden Situationen. Aber auch biologischen Chiffren der Vorfroide, wie die harmlosen Schmetterlinge im Bauch oder irritierende Ablehnung beim Augenkontakt mit bestimmten Zeitgenossen.

Jedes Mal, wenn der Mensch eine Entscheidung in einer ähnlichen Situation fällen muss, basiert diese nicht nur auf intellektuellen Kalkulationen, sondern wird massiv von jenen unbewussten Informationen aus dem gigantischen Katalog von gespeicherten Emotionen und Körperreaktionen mitgeprägt, eben den „gut feelings“. Darin sehen Forscher auch eine Triebfeder der Evolution: Die starke Ausbildung der vorderen Hirnrinde im Kopf ist dem Bauch zuzuschreiben. Denn von dort unten kommt die grösste Masse an Information, an Feedback, wie Emeran Mayer es nennt, das oben verarbeitet werden muss.

Den ganzen Tag erzählt der Bauch dem Kopf Geschichten. Er kreiert das „emotionale Profil“. Jede Minute des Lebens wird im Gehirn ein „Gefühlsbett“ bereitet – auch für die Nacht, wie Studien nahe legen, in der sich das ständige Bombardement durch die Träume entlädt: Erzeugt das Darmhirn während der Tiefschlafphasen eher sanfte rhythmische Wellenbewegungen, beginnen die Innereien während der traumreichen REM-Phasen des Schlafes aufgeregt zu zucken. Die intensive Stimulierung der Eingeweide und ihrer Serotoninzellen erfolgt parallel zu den nächtlichen Bildern im Kopf. Und: Viele IBS-Patienten klagen über Schlafstörungen – während des Traums werden die gleichen Hirnregionen aktiviert wie bei der Ballon-Dilatation.

Träumt der Darm etwa mit? Hat man nach einem schweren, schlechten Essen nicht auch schlechte Träume? fragt Emeran Mayer zurück.

Tag und Nacht nutzen Menschen diese verborgenen Speicher – ohne es wahrzunehmen. Die Chiffren des Bauches steigen ur dann aus dem dunklen Gewässer des Unbewussten, wenn sie künstlich verstärkt werden – eben durch chronischen Stress. Der macht Menschen sensitiver, er lässt sie plötzlich wahrnehmen, dass Darm und Seele durcheinander sind.

„Es hat seinen biologischen Sinn“, sagt Mayer, „dass sehr starke Gefühle ins Bewusstsein dringen.“ Je besser Menschen Angst erinnern, umso besser können sie das nächste Mal entscheiden. Unsre Evolution sei deshalb so erfolgreich, weil Emotionen – ob negativ oder positiv – uns erlauben, bessere Entscheidungen zu treffen. Je stärker die emotionale Erfahrung, umso bessere „somatische Marker“ aus der Vergangenheit können wir zu Rate ziehen. Und desto schneller merken wir: Hier geht's lang.

Ansonsten herrscht das unbewusste.

„Gute Wissenschaftler brauchen Visionen“, sagt Gershon. Und sie müssten die richtigen Fragen stellen: Könnte nichts angesichts dieser Erkenntnisse „der Bauch auch ein Teil der biologischen Matrix für das grosse Unbewusste sein“? Für jene ebenfalls vor etwa 100 Jahren entdeckte psychische Innenwelt des Menschen, die bis heute relativ unerforscht in uns schlummert? Das Unbewusste – „eines der grossen Rätsel der Wissenschaft für die nächste Jahrhunderte“, wie der Nervenforscher annimmt.

Eines aber meinen alle Bauchhirn-Experten heute schon zu wissen: „Es gibt die Weisheit des Bauches.“

