

## Wohin führt uns die digitale Revolution?

### Erkenntnisse aus der Evolutions- und Hirnforschung

#### 1. Eine offene Frage

Die Frage, wohin uns die digitale Revolution führt, wurde im Vortrag meines Vorredners, Peter Hensinger, bildlich mit einer aktuellen Szene zur Evolution des Jetzmenschen beendet; und zufällig war es dasselbe Motiv, mit dem ich meinen Vortrag begann. In dieser Darstellung beendet „Homo Digitalis“ die bisher hoch dynamische biologische und kulturelle Evolution als eine zur Säule erstarrte menschliche Attrappe, die sich mit einer Frage dem alles wissenden Smartphone hingibt. Wir wissen ja, an virtuellen Antworten besteht kein Mangel. Es ist also verständlich und eben auch beängstigend, wenn in dieser Szene die Sicht nach vorn in gänzliche Leere weist.

Nein, das Internet gibt bislang keine wirkliche Antwort auf die uns alle bewegende Frage, wohin der digitale Mensch gesteuert wird. Sicher ist, er gibt sein Leben zunehmend aus der Hand. Er will – wie wir vom Vorredner hörten – rundum einfach nur *s m a r t* sein. Es wird sich zeigen, ob sich der im Menschen verankerte Hang zur Selbstbestimmung immer weiter verdrängen lässt. Mit zunehmender Besorgnis stellen kritische Wissenschaftler fest, dass die digitale Technik die junge Generation benebelt und Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer über den Kopf zu wachsen beginnt. Merkt die euphorisierte Gesellschaft vielleicht überhaupt nicht, wie uns die Algorithmen und Smartphone-Apps zu „Anhängseln“ (Adorno) großer Digital-Unternehmen machen?

Antworten geben die klassischen Humanwissenschaften, die im vergangenen Jahrhundert mit der so erfolgreichen Forschung der Informatik durchaus Schritt gehalten haben. Das waren insbesondere die Anthropologie, Evolutionsbiologie, Psychologie, Verhaltens- und Neurobiologie. Praktisch gesehen, werfen diese Disziplinen für den industriellen Fortschritt materiell zu wenig ab, weswegen sie angesichts der digitalen Dynamik schlichtweg vor sich hindümpeln. Aber der gesamte Bildungssektor könnte aus diesem Fundus schöpfen. Dringender Reformbedarf betrifft die Schulsysteme ab der Grundschule bis zur Universität. Leider werden zur



**Prof. Dr. Dr. Gertraud Teuchert-Noodt**

*Gertraud Teuchert-Noodt leitete den Bereich Neuroanatomie/Humanbiologie an der Universität Bielefeld, Fakultät für Biologie. Spezielle Forschungsgebiete: unter anderem quantitative Immunhistochemie von Neurotransmittern und neuronale Netzwerke in der Entwicklung psychokognitiver Hirnfunktionen. Sie ist Mitinitiatorin des Bündnisses für humane Bildung.*

Zeit in blindem Aktionismus die digitalen Medien in den Schulen eingeführt, ohne sich hinreichende Kenntnisse zur Wirksamkeit erworben zu haben. Zu fundierter Reformierung müsste man ja das eigene Gehirn allzu sehr in Anspruch nehmen, und dafür fehlt die Zeit. Damit ist das entscheidende Stichwort schon gefallen. Seitdem sich die Digitalisierung zunehmend in sämtliche Lebensbereiche reinfrisst, ist speziell menschliche *Z e i t* in große Gefahr geraten, die wir später als ein neuronales Werkzeug des Denkapparats kennenlernen.

Speziell die Entwicklung des Stirnhirns ist eine große Herausforderung, ja ein schwerster Brocken, auf dem Weg der Menschwerdung gewesen; selbst die moderne Hirnforschung hat dieses komplexeste Funktionssystem erst in allerjüngster Zeit analysiert. Auch das heutige Menschenkind muss den Gipfel dieses Brockens erst einmal erklimmen. Für die Entwicklung des Stirnhirns – dem eigentlichen

Gipfelsturm, um bei diesem Bild zu bleiben – haben die Vorzeitmenschen mehr als eine Million Jahre benötigt. Heutzutage muss Homo sapiens dafür mindestens 18 bis 20 Jahre seines jungen Lebens einsetzen, und eigentlich braucht er dazu noch einige Jahre länger. Das Stirnhirn sorgt dafür, dass der Erwachsene seine Chancen wirklich erkennen und Verantwortung übernehmen kann. Einzelnen, mitunter sogar sehr einflussreichen Menschen, gelingt es im Berufsleben überhaupt nie, diesen letzten Aufstieg zu packen. Sie hängen irgendwo fest, neuerdings in digitalen Schlaglöchern.

Es ist nicht von der Hand zu weisen: Jeder Mensch durchläuft in seiner Entwicklung von der Zeugung bis hin zum Erwachsenen im Eiltempo die einzelnen Stadien der Evolution. Lassen Sie uns, geneigte Leserinnen und Leser, weit vor die Steinzeit zurückgehen, um vom Fuß des Berges aufzusteigen und die Menschwerdung zu verfolgen.

## **2. Ein Pferdefuß im Geschehen der Menschwerdung**

Homo sapiens sapiens – der Weise – ist mit riesengroßen Defiziten ausgestattet. Er ist auch nur potentiell hochbegabt, sehr lernfähig und kreativ. Stattdessen ist ihm Mittelmäßigkeit in die Wiege gelegt, und er wird nach wie vor von dem faustischen Satz geleitet „wer immer strebend sich bemüht, den können wir erlösen“. Die Latte der Anforderungen lag, auch im Alltag eines überwiegend in großer Beschaulichkeit lebenden Vorzeitmenschen, ganz und gar nicht hoch. Man konnte sich auf eventuelle Tüchtigkeit von Mitstreitern verlassen, Erfolge resultierten aus gemeinschaftlichem Handeln. Vermutlich war die Anlage einer psychophysischen Mittelmäßigkeit sogar die eigentliche Antriebskraft zur Entwicklung von Hochkulturen.

Nur aus dem sich beständigen „Bemühen“ erfüllten und erfüllen sich dem Menschen auch heute Wünsche und wachsen ihm Ideen für ein besseres Leben zu. Infolgedessen kommt uns im digitalen Zeitalter das von den großen Digital-Unternehmen angekündigte Schlaraffenland durchaus entgegen. Wer möchte sich nicht auf die faule Haut legen und von Alexa im Haushalt bedienen lassen? Einkäufe über den Internet Versandhandel laufen lassen? Sich online ärztlich beraten und vielleicht rund um die Uhr vom digitalen Doktor überwachen lassen? Nur wenige mit Selbstvertrauen und Risikobereitschaft ausgestattete Menschen, die wollen das alles

vielleicht nicht. Welcher Autofahrer verzichtet noch auf das Navi? Man kann gespannt sein, ob der jetzt schon elektronisch Gegängelte sich freiwillig auch noch das Lenkrad aus der Hand nehmen lässt, um risikofrei im Auto gefahren zu werden? Oftmals ernte ich pures Lächeln, wenn ich vor dem Hintergrund neuronaler Erkenntnisse die Empfehlung verlaublich lasse, anstatt dem Navi und Handy lieber das Brainy zu benutzen (Teuchert-Noodt, 2017).

Sollte es Algorithmikern nun vielleicht auch gelingen, Gesellschaften so zu programmieren, dass sie ebenso wie ein Ameisenstaat oder Vogelschwarm garantiert zuverlässig funktionieren? Aber wie zuverlässig kann sich Homo sapiens mit den technischen Partnern anfreunden und sich dabei auch noch Wachheit, Flexibilität, Lernfähigkeit und die Freiheit zur Lust am Leben bewahren? Stoßen wir einmal tiefer in die biologischen Mechanismen vor, um Chancen und Gefahren der Digitalisierung für die gesamte Hirnentwicklung besser einzuschätzen.

## **3. Die Struktur-Funktionskopplung**

Komplexe Organismen haben das Prinzip einer „neuronalen Selbstorganisation“ (Humberto Maturana und Francisco Varela, 1984) immanent in sich verankert, und sie kombinieren dies mittels der „Rekapitulation“ von phylogenetischen Merkmalen in jedem individuellen Leben (Biogenetische Grundregel nach Ernst Haeckel, 1866). Diese reiche Mitgift hat die jüngste Spezies im Stammbaum der Wirbeltiere, Homo sapiens, in eine bevorzugte Lage versetzt. Jeweilige Nachkommen mussten sich einfach mehr Zeit geben und die gesamte Vorgeschichte ontogenetisch durchspielen. Das ist ein fundamentales Naturgesetz. In der heutigen Zeit meinen Informatiker, dieses unumstößliche Gesetz durch stochastische Algorithmen ersetzen zu können. Aber das geht nicht.

Am Beginn der Menschwerdung geschah folgendes: genetische Barrieren brachen auf, und lernfähige Nervenzellen mischten sich in das Geschehen der Entwicklung ein. Daraus bezog die Umwelt wachsende Chancen, sich somatisch und neuronal fristgerecht einzuprogrammieren. Augenfällige Beispiele waren die Aufrichtung des Bewegungsapparates und die Entwicklung der menschlichen Greifhand. Mit der Reifung dieser Strukturmerkmale ging die Erschließung von Sprache und Handfertigkeiten einher. So hat sich das Gehirn in der Ge-

schichte der Menschwerdung von einer frühen in eine späte Stufe hochgearbeitet, und sie tut das heutzutage in jedem Menschenleben immer und immer wieder.

Zu Beginn eines jeden Lebens werden für die reifenden Nervenetze lediglich kleine Fenster zur Umwelt geöffnet, um erste individuelle Erfahrungen einzubringen; das ist ein Trick zur Lebensversicherung, der im gesamten Tierreich greift. Die von Konrad Lorenz zur Mitte des letzten Jahrhunderts erkannte Mutter-Kindprägung, Kumpan- und Sexualprägung von nestflüchtenden Vögeln gaben den Anstoß, auch bei Säugetieren und dem Menschen nach frühkindlichen „Sensiblen Phasen“ zu fahnden. Ein von Kinderpsychologen rasch erkanntes Beispiel ist die über Blickkontakte initiierte Mutter-Kindprägung. Das sollte jede ihr Kind stillende Mutter wissen, um nicht durch gleichzeitiges Multitasking die frühe Stimulation der sensiblen Stirnhirnreifung ihres Kindes zu vernachlässigen, was sich später als riesengroßer Stolperstein erweisen könnte.

In Folge ist die gesamte frühe Hirnentwicklung des modernen Menschenkindes von kritisch-sensiblen Phasen quasi durchlöchert. Wahrscheinlich nehmen die profitsüchtigen Medientechnologen das händereibend zur Kenntnis. Denn das erschließt zusätzliche Absatzmärkte für werdende Mütter und Kleinstkinder und nimmt die junge Generation garantiert in das digitale Zeitalter mit. Aber die dynamische Kopplung von reifenden Strukturen mit Funktionen macht nicht Halt vor kleinen digitalen Einschlägen in das so sensible Gehirn, und diese können sich zu schweren Verhaltensstörungen ausweiten. Was passiert konkret?

Unter dem Einfluss von erheblichen Stressfaktoren wird die Reifung von Transmittern und Hormonen in ein pathologisches Ungleichgewicht versetzt. Wie wir aus eigenen Untersuchungen wissen wird die natürliche Bahnung im limbischen System beschleunigt und gleichzeitig diejenige zu höheren Etagen beeinträchtigt (u.a. siehe Busche et al., 2005; Winterfeldt et al., 1998). Das alles erzeugt Dissonanzen im neuro-psychischen Verhalten. Lernstörungen, Hyperaktivität und autistische Symptome nehmen Gestalt an. Es passt dazu, wenn im Medienzeitalter, das inzwischen in alle Altersgruppen Einzug genommen hat, außergewöhnliche Formen von kindlicher Aggressivität zunehmen, und junge Menschen in Schulen und Universitäten

erstmalig auch unter chronischen Kopfschmerzen, Schlafstörungen, Konzentrationsstörungen, Depression und Burnout leiden. Aber kehren wir zur Menschwerdung zurück, vielleicht ergibt sich ja doch letztendlich ein Ausweg. Wie war das denn seinerzeit mit der Vertreibung aus dem Paradies?

#### **4. Zur Vertreibung aus dem Paradies in vorbiblischer Zeit**

Von Anfang an bestand in der Evolution der Organismen eine innigste Verschränkung von Genetik und Epigenetik, den zwei Moderatoren der Artenbildung. Nicht erst mit der Menschwerdung setzte ein unfreiwilliger Kampf zwischen den Genen und den Neuronen ein. Bei den höheren Primaten, den Menschenaffen, entschied sich dieser Kampf sukzessiv für das Nervensystem und brachte die neuronale Intelligenz als Informationsträger in Vormachtstellung. Zum Manager erkor sich das Gehirn eine höchste Instanz, das Stirnhirn. Eine riesengroße Verlockung bahnte sich an, die menschliche Bewußtseinsbildung.

Dennoch, es blieb für den werdenden Menschen ein beschwerlicher Weg. Im Rückblick auf unsere eigene Kindheit und Jugend können wir davon eine Ahnung bekommen, denn die Übergabe der genetischen Informationsstaffel an neuronale Anker vollzieht jedes Individuum. Wieviel Glück haben Kinder, die vernünftige Eltern, gute Erzieherinnen und Erzieher haben, und - was hier schon einmal gesagt sei - heutzutage eine medienfreie Kindheit genießen können.

Auch der Jugendliche kann neuerdings in die digitale Falle der Unfreiheit geraten, die sich ihm durch den Gebrauch von Medien aufzutut. Denn ein dritter Informationsspeicher - „Big Data“ - hat begonnen, sich in die biologische Evolution von Intelligenz einzumischen. Ein Versuch der Rückkehr in das Paradies oder ein definitiver Ausstieg aus der Evolution? Mitunter gaukeln uns die Betreiber der Informatik und der Industrie sogar beides vor. Bilden wir uns mit Hilfe eines Beispiels aus der Praxis eine eigene Meinung.

Erinnern wir Älteren uns im Rückblick einmal daran, wie hilfreich (vielleicht leidvolle) Umwege in jungen Lebensjahren waren. Erst viel später erwies es sich, dass sie es mitunter sogar waren, die uns letztendlich zu einem erfolgreichen Berufsleben geführt haben. Heutzutage erhält der Student als

Ratsuchender „sein“ Profil mit Hilfe von digitalen Prognoseprogrammen aus einer cloud von „Big Data“, und er wird über Algorithmen zielgenau zu vermeintlichem Erfolg geführt. Die Kehrseite beschreibt Ingo Leipner (2018) in einem jüngsten Essay „Digital Mindset – Hybris des digitalen Zeitalters“ so: „Die Auseinandersetzung mit eigenen Stärken und Schwächen wird ausgelagert, die Verantwortung für das eigene Leben relativiert der Algorithmus. Auf der Strecke bleibt die Freiheit des selbstbewussten Subjekts, das sich einer stochastischen Scheinrationalität unterzuordnen hat. Das Konzept des „Human Mindset“ (Selbstreflexion; Selbstbewusstsein) verliert an Bedeutung – zu Gunsten eines „Digital Mindset“, das selbstverständlich mit Wahrscheinlichkeiten kalkuliert und im Zweifelsfall die Kontrolle des eigenen Lebens an Algorithmen delegiert“. Sind solche Kritiker vielleicht vorgestrige Bedenkenträger? Der erneute Blick zurück spricht ein klares *Nein* aus und stellt dem „digitalen Mindset“ das Zeugnis einer krassen „Selbstüberhöhung“ (Leipner) des Menschen aus, die dem cloud-gläubigen Studenten nicht bekömmlich sein wird.

Wirklich sichtbar wurde die Vertreibung aus dem Paradies etwa vor 6 Millionen Jahren. Zu jener Zeit tummelten sich unsere Urahnen - die Australopithecinen - auf afrikanischem Kontinent. Mit ihren Verwandten konnten sie auf breiter Front nicht mithalten. Sie waren den Pavianartigen mit ihren Reißzähne, den Gibbonartigen mit den Hängelarmen und den Menschenaffenartigen mit den übermenschlichen Körperkräften schlichtweg unterlegen. Alle diese biologischen Spezialmerkmale erschlossen den in Urwäldern oder in offenen Savannen lebenden Verwandten viele Nahrungsquellen und sicherten das Überleben ab. Weder hier noch dort konnten Australopithecinen ein neues zuhause finden. Nein, diese körperlichen Schwächlinge vom Stamm der Primaten mussten sich etwas einfallen lassen. Der Selektionsdruck war riesengroß.

Höhere Wachheit und Aufmerksamkeit, größeres Lernvermögen und ein größerer Gedächtnisspeicher, nur sowas konnte diese Zurückgebliebenen vielleicht retten. Arbeitsteilung und ein systematisches Tradieren von Fähigkeiten, das bot zusätzliche Chancen, die hatte noch kein anderes Lebewesen wirklich für sich und seine Nachkommen in größerem Umfang organisiert. Sozialverhalten? Ja, das war natürlich tief im Tierreich verankert. Aber

was darüberhinaus gefragt war, war eine umfassendere Aufforderung zu Hilfsbereitschaft, Empathie und Nächstenliebe.

Vielleicht kann man für das Zeitalter von *Homo erectus* von einer dumpfen Vorahnung eines (Ich-) Bewusstseins sprechen. Für mehr fehlten anfangs einfach noch die notwendigen Hirnstrukturen, um Wissen zu speichern aus dem sich menschliches Bewusstsein speist. Zudem war auch die sprachliche Kommunikation etwa auf das beschränkt, was heutzutage einem Kleinkind im zweiten und dritten Lebensjahr möglich ist. Es dämmerte Jenen zum ersten Mal, dass sie gut beobachten und nachdenken sollten, dann ließen sich Rückschlüsse ziehen, Lebensstrategien verbessern und Erfahrungen teilen, um sie an die nächste Generation weiterzugeben. Aus Gefühlen von Ohnmacht und Verlassenheit erwuchs der Wunsch nach mehr gemeinschaftlich-kooperativem Verhalten.

Das alles führte zur Selektion derer, die ein bisschen mehr Großhirn und speziell ein bisschen mehr Frontalhirn besaßen, um (negative) Emotionen zu überwinden. Das ist auch heute eine der Hauptfunktionen unseres Stirnhirns. Die notwendigen Hirnfelder entwickelten sich langsam über eine halbe Millionen Jahre des Lebens in Höhlen und notdürftig aus Gestrüpp zusammengetragenen Hütten, natürlich möglichst nah am Wasser das Schutz und Nahrung anbot. Verbesserte Voraussetzungen erlaubten es dann, langsamere Entwicklungszeiten für einzelne Individuen zuzulassen, und schon konnten mehr der besagten Eigenschaften reifen. Der Gipfel jenes Gehirnbrockens, das Stirnhirn, rückte tatsächlich näher.

Der Vorzeitmensch war ein Vertriebener und ein zu mehr Denkleistung hin Getriebener. Eine Vision von einem besseren Leben, ja das erweckte Hoffnungen und Wünsche, das wurde lebens- und liebenswert. Auch Sehnsucht hatte sich neuronal verankert, Sehnsucht nach einem neuen Paradies. Heutzutage könnte es sich doch endlich über digitale Medien erfüllen. Jedenfalls erzeugt die mediale Euphorie rund um die Welt eine Aufbruchstimmung in der Jugend, die alles Bisherige übersteigen mag. Kaum ein Jugendlicher kann noch ohne Smartphone existieren. Vielleicht entsprach die damalige Situation genau derjenigen eines wissenshungrigen modernen Jugendlichen, der voller Hoffnungen ein selbständiges Leben anstrebt. Und eines ist gewiss, wie in Vorzeiten vollzieht sich in seinem

Gehirn ein Prozess der Vertreibung aus dem Paradies. „Der Weg ist das Ziel“, und das meint, hohe Anforderungen an das Gehirn, einschließlich Fehlleistungen und Frustrationen, führen zum Erfolg. Warum dem das Smartphone voll im Weg steht, das soll noch verständlicher werden.

## **5. Raum und Zeit: ein neuronales Werkzeug für mehr Hirnleistung auf dem Weg der Menschwerdung**

Der Vorzeitmensch begann - auf den spezifischen Anlagen seines mächtig wachsenden Hirnvolumens basierend - sein Leben mit Hilfe von zwei Werkzeugen zu konstruieren, dem Raum und der Zeit. Abstraktes und strategisches Denken waren zunächst noch sehr unterentwickelte geistige Waffen, denn ein übergeordnetes raum-zeitliches Management des Stirnhirns war mangels genügender Vernetzungen anfangs nur begrenzt verfügbar. In jener Frühzeit musste Homo erectus zuallererst um sein Überleben in der sich für ihn öffnenden großen weiten Welt kämpfen. Er verließ seine afrikanische Heimat erstmals vor etwa eineinhalb Millionen Jahren. Und er nahm sich Zeit, diese Werkzeuge in die Gesamtkonstruktion seines Gehirns einzubauen. Als hilfreich boten sich die äußeren Umstände an, die einen ordentlichen Selektionsdruck ausübten.

Jene Hominiden waren nicht etwa zielstrebige Nomaden, unterwegs auf einem Weg nach Asien und Europa. Vielmehr wurden immer wieder verwüstete Lagerplätze und leer gejagte Teroasen durch unbeflecktes Neuland ausgetauscht. Die Ressourcen waren unerschöpflich. Leider hat sich speziell diese unsägliche Mentalität bis heute tief eingehirnt. Angesichts unserer Umweltprobleme möchte man an dieser Stelle einfordern, dass dem Stirnhirn des Jetzmenschen - um bei dem Bild des Gipfelstürmers zu bleiben - noch ein wichtiger Nebengipfel nachwachsen müsse. Oder erfüllt sich dieser Wunsch noch während des weiteren Aufstiegs? Haben Sie Geduld, diese Frage beantwortet sich noch.

Damals richtete sich der Selektionsdruck konkret auf ein besseres Arbeitsgedächtnis, Lern- und Erinnerungsvermögen. Das waren Attribute, die sich in den expandierenden Langzeitspeichern des Kortex unter Einsatz der ihm zuwachsenden raum-zeitlichen Fähigkeiten realisierten und bis auf den heutigen Tag sein Denkvermögen bestimmen. Bei

jedem Denkprozess wird ein momentaner Augenblick mit einem vergangenen und einem eventuell zukünftigen abgeglichen. Dafür öffnen sich kurzfristig sogenannte „Anwesenheitsfenster“ (Pöppel, 1983), die Augenblicke von 3 bis 4 Sekunden Dauer in Anspruch nehmen. Oszillatoren einer inneren Uhr ermöglichen es, diverse räumlich organisierte Verknüpfungen in den assoziativen Feldern beider Hirnhälften aufzurufen, neu anzubahnen und zu verfestigen. Damit nahm die Stirnhirnentwicklung Fahrt auf, die unter anderem das Arbeitsgedächtnis bereitstellte.

Die Abbildung fasst wesentliche Aspekte der expansiven Hirnentwicklung zusammen. Eine evolutive Chance zu mehr Hirnleistung bestand immer wieder darin, vor- sowie nachgeburtliche Entwicklungszeiten weiterhin zu verlangsamen. Das gab selbst höchsten Regionen zusätzliche Möglichkeiten, mehr assoziative Felder anzulegen und mehr Vernetzungen ins Spiel zu bringen. Verlangsamte Entwicklungsprogramme wurden zum Maß für eine kognitive Leistungssteigerung. Wenn Homo erectus vermutlich bereits mit 8 Jahren geschlechtsreif war, verschob sich dies - etwas pauschal gesagt - für Homo präsapiens etwa auf das 10., den Neandertaler das 12. und den Jetzmenschen das 14. Lebensjahr, immer verbunden mit steigender Hirnvolumenkapazität (Knußmann, 1996).

Homo präsapiens hatte vor etwa 400 Tausend Jahren vielleicht die mentale Reife eines (prä-)pubertierenden Jetzmenschen, der - noch ganz und gar auf die Familie angewiesen - geborgen in kleiner sozialer Gruppe zu überleben vermochte. Hätte er sich mit einem Handy als Kommunikations- und Orientierungshilfe ausstatten können, wäre er ohne Frage in den Startlöchern stecken geblieben. Gar nicht anders sollte es heutzutage dem jugendlichen User ergehen, dem die Welt nur dann offen stehen kann, wenn er sie sich selbst erkämpfen muss. Aber woher soll der Kampfesgeist kommen, wenn intelligente Algorithmen die kleinen wie großen Probleme für ihn lösen und Raum und Zeit sich nicht real verankern können? Funktioniert das Denken dann überhaupt noch? Die moderne Neuroforschung gibt klare Hinweise darauf, dass synaptische Kontakte verkümmern bzw. kognitives Potenzial dann gar nicht erst ausgeschöpft wird. Das kann speziell denjenigen Schulanfängern zuteil werden, die sich zuvor schon im Kinderzimmer mit Fernseher und Touchscreen angefreundet hatten.

## 6. Von der natürlichen Bewegung zur digitalen Zwangsjacke beim Schreiben-/Lesenlernen

Der onto-phylogenetische Hintergrund ist nahezu selbsterklärend: Um die Zeit vor 400 bis 200 Tausend Jahren brach unter den späten Vertretern des Homo prä-sapiens und den neu erscheinenden Neandertalern eine Epoche der frühen Fabrikation von Steinwerkzeugen aus, die über die folgenden Jahrtausende hin mit immer mehr Retuschen versehen wurden. Dazu bedurfte es zuguterletzt nur einer geringfügigen genetisch hinterlegten Verschiebung

der Ansätze von Fingerbeugesehen am Handskelett, um den äffischen Kraftgriff in den menschlichen Präzisionsgriff zu verwandeln. Mit präziser Handführung konnten nunmehr Pfeilspitzen und immer raffiniertere Waffen produziert werden. Der Kortex konnte dafür primäre assoziative Felder (s. unpunktierter Felder in der Abbildung) bereitstellen.

Diesen prähistorischen Reifungsschritt der Struktur-Funktionskopplung vollzieht auch heutzutage der Erstklässler beim Schreibenlernen. Der Präzisionsgriff reift zuvor langsam heran, währenddessen es tüchtiger Übungen bedarf (Bau- und Sandkastenspiele), um diesen Vorgang wirklich zu realisieren.

### Psycho-kognitive Entwicklung: Stirnhirn & Hippokampus

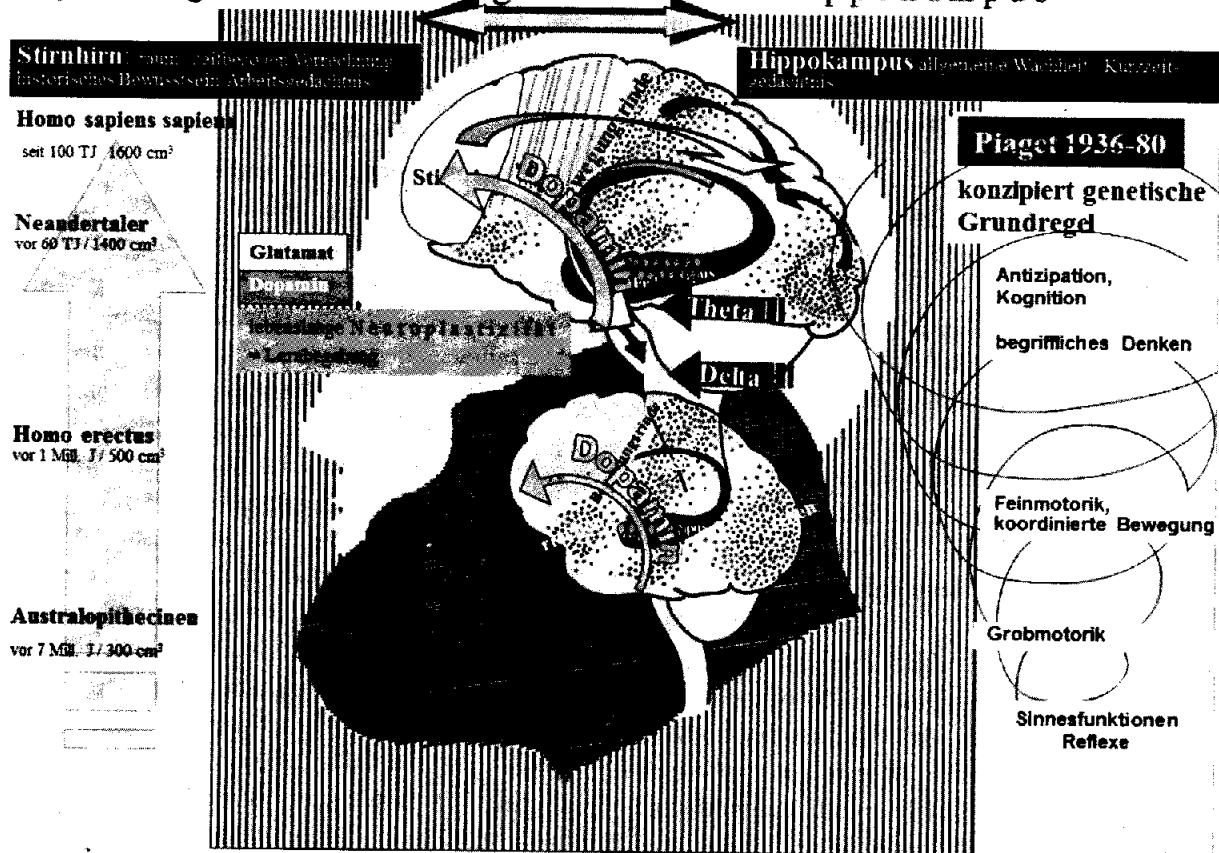


Abbildung: Drei Spalten zeigen links den Zeitpfeil der humanen Evolution, mittig das Gehirn vom schimpansenartigen Vorfahren (unten) und vom Jetztmenschen (oben) und rechts die Verhaltensentwicklung des Jetztmenschen (Stufenmodell nach Jean Piaget, 1980). Die senso-motorischen Repräsentationsfelder (punktierter) übernimmt das menschliche Gehirn etwa eins zu eins von den Primaten; sie reifen frühkindlich. Die Gesamtzunahme des Hirnvolumens von 300 auf etwa 1800 – 2000 cm<sup>3</sup> des Jetztmenschen bezieht sich auf assoziative (nicht punktierte) Hirnrindenzonen, die aus Primärfeldern gespeist werden und Lerninhalte speichern. Homo sapiens vollzieht diesen evolutiven Prozess der Menschwerdung im Kindes- und Jugendalter (rechts); frühkindlich reifen Sinnesfunktionen und Grobmotorik, dann reift die Feinmotorik, deren Aktivitäten zu begrifflichem Denken und kognitiven Fähigkeiten hinführen. Erkenntnisse zur Großhirnevolution stammen u. a. aus rekonstruierten Ausgüssen fossiler Schädel und den sich innerhalb der Kalotte abzeichnenden Imprägnationen von Gefäßverläufen, die als Maß für eine akute Ausdehnung von Rindenzonen gewertet werden können (s. Knusmann, 1996).

Dazu gehört eben auch die Raumerfahrung zwecks Aktivierung des Gleichgewichtssinnes und der entsprechenden Schaltssysteme im Kleinhirn und den Basalganglien. Wischen die Kleinen stattdessen über das Tablet, dann behalten logischerweise die Fäustchen den Griffel im Kraftgriff. Eine differenzierte Reifung angesprochener Schaltssysteme und der primär-assoziativen Rindenfelder im Kortex werden verhindert. Damit fehlt ein wichtiger Anstoß für weitere mentale Reifungen. Neuerdings wird angeboten, mit dem Stift auf ein Tablet zu schreiben; aber auch das verfehlt natürlich die eigentlichen Anforderungen an das Schulkind. Es kommt zu globalen Digitalschäden. Alarmierende Botschaften meldeten kürzlich Pädagogen aus England, und auch deutsche Grundschulen verkünden diesbezüglich Hiobsbotschaften.

## **7. Limbische Funktionen sind besonders mediensensibel**

Es ist so weit. Die Gipfelstürmer der Vorzeit konnten sich für kognitive Arbeiten den höheren Gefilden nähern. Für die Kinder unserer afrikanischen Vorfahren blieb es lebensnotwendig, emotionale und soziale Grundregeln so früh wie möglich zu erlernen. Der limbische Hippocampus (Abbildung) und weitere basale Relaiszentren im vorderen Hirnstamm haben dafür ein genetisches Programm konserviert, das sich bereits über Millionen von Jahren hin bewährt hatte. Jetzt aber bedroht das Medienzeitalter diese limbischen Funktionen zum allerersten Mal:

Die Bedürfnisse des Kindes sind ausschließlich auf eine vielseitige Symbiose mit der Mutter ausgerichtet. Sie bedient stellvertretend den noch fehlenden Eigenfilter des Kindes. Wenn die moderne Frau nunmehr mit dem Smartphone in der Hand ihr Kind stillen will und alsbald auch noch die kleinen neugierigen Augen auf die mediale Welt gezielt lenkt, dann versetzt sie speziell den reifenden Nervennetzen im limbischen Suchtsystem einen heftigsten Schlag. Emotionale Bahnungen werden umgepolt, und die neuronalen niederfrequenten Oszillationen (Schwingungen im Spektrum von 0,1 bis 14 Hz) werden extrem beschleunigt. Eine Notreifung junger Nervenzellen und Transmitter im Stirnhirn sowie eine digitale Sucht können vorgebahnt werden.

Eine weitere Zäsur in der emotionalen Entwicklung des Kleinkindes wird zu Schulbeginn wahr-

scheinlich. Ängste sind lebensnotwendige Partner, um Aufmerksamkeit zu erzeugen und erste Erfahrungen als Gedächtnisspuren in limbisch-assoziativen Nervennetzen zu hinterlegen. Das Kind lernt, sich aus der elterlichen Symbiose zu befeien, es lernt Gefahren zu erkennen und zu vermeiden. Das Prinzip der immer wiederkehrenden „Vertreibung aus dem Paradies“ sollte von den Eltern vertrauensvoll gefördert, aber nicht digital verhindert werden. Denn durch die mediale Beschleunigung werden an der Eintrittspforte in den Hippocampus (s. Pfeile in Abbildung) auch Sinnesbahnungen extrem beschleunigt. Zeitgleich reifende Transmitter können mit ihrer Produktion nicht mithalten, pathologische Veränderungen im limbisch-kortikalen Schaltplan sind die Folge. Man spricht dann von einer symbiotischen Fehlentwicklung, die in diverse Persönlichkeitsstörungen einmündet.

Man stelle sich vor, jene Vorzeitmenschen hätten von irgendwelchen „Außerirdischen“ ein Smartphone erhalten. Verängstigte nur halbwegs sozialisierte humane Wesen wären von vernichtenden Ängsten heimgesucht worden. Ebenso muss es dem modernen Menschenkind ergehen, dem die digitale Nabelschnur auf dem Schulweg um den Hals gehängt wird. Das Kind kann psychisch nicht stark werden, weil natürliche Ängste nicht bewältigt werden; sie persistieren als fehlgesteuerte limbische Bahnungen und konservieren ein pathologisch-symbiotisches Verhalten (Angstpsychose, Phobie, Ess- und Schlafstörungen).

Eine weitere riesengroße Gefahr erwartet die Kleinen in der Kita und Grundschule. Wenn Computer und Tablets demnächst wirklich in der „Frühförderung“ eingesetzt werden, dann werden alsbald die kleinen Händchen auf der Tastatur herumspielen und das Erlernen von Schreiben, Lesen und Denken nicht wirklich vollziehen können. Soll heißen, dass eine auf mediale Gesellschaftsformen ausgerichtete Neustrukturierung der pädagogischen Landschaft, auf die geistige Entwicklung des Kindes destruktiv wirkt und speziell auch einer digitalen Suchtentstehung Vorschub leistet.

## **8. Digitale Sucht organisiert sich in unbewussten limbischen Schaltkreisen**

Eine Drogen-, Alkohol- oder Spielsucht sitzt nicht an einem spezifischen Ort des Gehirns, wie oftmals gemeint wird, wenn auf die suchinduzierenden Endorphine im Gehirn verwiesen wird. Wä-

re das doch der Fall, dann könnte man diese hirneigenen Stoffe vielleicht pharmakologisch ausschalten oder durch eine andere neuroaktive Substanz (z.B. Methadon) kompensieren. Auch die Auffassung, dass eine durch Medien induzierte Sucht etwas ganz anderes wäre als eine stoffliche, führt in die Irre. Nein, Sucht ist gleich Sucht - egal ob sie stofflich über Drogen oder nicht-stofflich über Computerspiele ausgelöst wird. Deswegen ist es richtig, wenn die Weltgesundheitsorganisation die Videospieldsucht neuerdings als Krankheit einstuft und in die Neuauflage des ICD-11 Werks aufnimmt. Die neuronalen Mechanismen erklären das wie folgt.

Für den Einstieg in eine Abhängigkeit ist der für alles offen stehende Hippocampus verantwortlich. Durch ihn werden jegliche Reize aus der Innen- und Außenwelt aufgegriffen, über spezifische Rezeptoren neurochemisch im Kurzzeitgedächtnis festgehalten, dann weitergeleitet und systemisch verstärkt. Letzteres erfolgt über einen als „Reward-System“ (= „Belohnungssystem“) bekannt gewordenen Regelkreis, der über den vorderen Hirnstamm verläuft und zwei im Dialog miteinander stehende hochgradig neuroaktive Substanzen, Dopamin und Opioide, einbezieht. Zunächst einmal erklärt sich somit der Nutzen, den dieses System in der Evolution von Tieren und dem Menschen erzielt hat. War es doch diese Mitgift, die es dem tüchtigen ägyptischen Arbeitervolk junger Männer erlaubte, Steine für den Pyramidenbau zu schleppen, und die es jedem willigen Menschen ermöglicht, eine Arbeit – egal wie klug oder dumm sie angelegt ist – zu einem Beruf auszubauen.

Und das ist die Kehrseite: Jeder Mensch ist über diesen komplexen sich selbstverstärkenden Regelkreis lernfähig und kann eine Sucht ausbilden. Erwachsene und ältere Menschen, die zu unkontrollierter Einnahme von Medikamenten und übermäßigem Fernsehkonsum neigen, könnten durch Betätigung ihres Stirnhirns das Laster abstellen. Aber das kann das Kind gar nicht leisten, und auch der Jugendliche kann das Stirnhirn nur bedingt einschalten, weil sich dieses auch dann immer noch in Entwicklung befindet.

Hiermit kommen wir auf dem Gipfel des besagten Brockens der humanen Evolution an. Oder wir kommen nicht an, falls sich Videospiele zuvor des limbischen „Belohnungssystems“ bemächtigt haben. Denn sobald sich dieser limbische Regelkreis

im Kindes-/Jugendalter verselbständigt, können die für die prolongierte Reifung von höheren Funktionen benötigten Aktivitäten einfach nicht verfügbar gemacht werden. Auch das Smartphone kann den Jugendlichen unversehens in die Abhängigkeit führen, und kann selbst dann noch eine dissoziierte Ausreifung von Transmittern in höchsten Hirnarealen veranlassen. Wir konnten dokumentieren, dass ein überaktiver Dopaminhaushalt im limbischen Schaltkreis die Reifung langer dopaminergere Bahnen in den frontalen Kortex blockiert (Busche et al., 2005; Winterfeldt et al., 1998). Nur wenn diese lange dopaminerge Bahn in das Stirnhirn normal reifen darf, kommen wir auch auf dem Gipfel der Menschwerdung an. Dieser Mechanismus betrifft jedes Menschenleben immer und immer wieder.

## 9. Der Präfrontalkortex: warum Gipfel der Menschwerdung

Keine andere Hirnstruktur wiederholt (=rekapituliert) in der Entwicklung des Jetztmenschen die Vergangenheit so konsequent wie das reife Stirnhirn eines Kindes und Jugendlichen. Ich-Bewusstsein, Willensfreiheit, Kontrolle über Emotionen, Konflikte und die Gedächtnisbildung, all das realisiert sich über die sequentielle Reifung eines großen limbisch-präfrontalen Schaltkreises, der Stirnhirn und Hippocampus miteinander verbindet (Abbildung).

Dopamin spielt hierbei eine zentrale Rolle. Nicht von ungefähr nimmt die Reifung der dopaminergen Bahn ins Stirnhirn und damit die Unterordnung sämtlicher Teilfunktionen des Gehirns unter die Kontrolle des Stirnhirns diese lange Zeit von etwa 18 bis 20 Lebensjahren in Anspruch (Dawirs et al., 1993). Am frühesten reifen Kontrollfunktionen über die Emotionen, dann Kontrollen zur Bewältigung von Konflikten, und am langsamsten reifen die Funktionen der Exekutiven. Über letztere wird auch das Arbeitsgedächtnis organisiert, das geordnete Aktivitätsmuster für Handlungsfolgen und die Gedächtnisbildung generiert. Zeit und Raum sind die unerlässlichen Werkzeuge für jeden neuronalen Kraftakt. Nunmehr sind Medientechniker angetreten, diesen Werkzeugkasten mittels ihrer Algorithmen zu schwächen und vielleicht auszuhebeln. Aber das Digitalprojekt ist der zur Zeit ausufernden Konsequenz zum Scheitern verurteilt.

Die Geschichte der Menschwerdung hat uns mindestens zweimal dokumentiert, wie schicksalhaft es



war, ein sehr funktionstüchtiges Stirnhirn zu haben, und also strategisch gut zu sein, kooperativ und sozial miteinander umzugehen. Das erste diesbezügliche Ereignis liegt etwa 3 Millionen Jahre zurück. Es ist belegt, dass sich die grazile Variante der Australopithecinen (*Homo habilis*) gegenüber den zeitgleich in Afrika lebenden robusteren Australopithecinen durchgesetzt hatte. Gleiches geschah erneut, als der robuste Neandertaler vom grazileren Jetztmenschen eingeholt wurde. Von diesen beiden Vetter ist dokumentiert, dass der Neandertaler von der Ausprägung des Sapiens-Stirnhirns relativ weit entfernt war, und er stattdessen ein ausgedehnteres Hinterhaupt besaß. Mehr sensorisch-assoziative Leistungen verbesserten seine Jagdfähigkeiten in einem für uns unvorstellbarem Maß. Gleichzeitig minderte aber der Mangel an Stirnhirnqualitäten die strategischen Fähigkeiten und das historische Denken des Neandertalers. Gerade in der jüngsten Phase der Menschwerdung kam es *Homo sapiens* zugute, dass sich seine Jugendzeit und also die Stirnhirnreifung nochmals verlängert hatten. Qualitäten wie rationales und antizipatorisches Denken in raumzeitlicher Konstellation, die Organisation eines historischen Bewusstseins und Gedächtnisspeichers wurden unübertroffene Werte seiner Mitgift. Demzufolge entspricht die Kampfansage des Medienzeitalters einer ans Unheimliche grenzenden Herausforderung.

## 10. Fazit

Der Jetztmensch wird sich von seinem evolutiven Fundament nicht lossagen können. Nur ein leistungsstarkes Stirnhirn kann ihn in die Zukunft führen, und das kann jedem Individuum nur in einer befriedeten *r e a l e n* Welt zuteil werden. Was steht uns nur bevor, wenn wir diese langfristig erkämpfte geistige Waffe an digitale Medien abtreten? Die Existenz des Menschen steht auf dem Spiel, wenn Algorithmen in sein mentales Leben eingreifen, wenn YouTube als neues Leitmedium über die Funktion „autoplay“ radikal in die Willensbildung des Stirnhirns eingreift und es fehlsteuert (Spitzer, 2018). *Homo sapiens* hat im Verlauf seiner Geschichte Verhaltensmerkmale entwickelt und erfolgreich in sich verankert, die mit den digitalen Medien absolut unvereinbar sind. Die anthropologische und neurobiologische Forschung des letzten Jahrhunderts hat das hinreichend dokumentiert.

## Literatur

- Busche A., Polascheck D., Lesting, J, Neddens, J, Teuchert-Noodt, G. (2004): Developmentally induced imbalance of dopaminergic fibre densities in limbic brain regions of gerbils. *J. of Neural Transm.*, Springer-Verlag. DOI 10.1007/s00702-004-0106-2
- Dawirs RR, Teuchert-Noodt G, Czaniera R (1993): Maturation of the dopamine innervation during postnatal development of the prefrontal cortex in gerbils (*Meriones unguiculatus*). A quantitative immunocytochemical study. *J. Hirnforsch.* 34, 281-291.
- Knußmann R. (1996) Vergleichende Biologie des Menschen. Gustav Fischer Verlag.
- Leipner I. (2018): „Digital Mindset - Hybris des digitalen Zeitalters“, in: Kemper, Frank et al. (Hrsg.): *Disruption und Transformation Management. Digital Leadership - Digitales Mindset - Digitale Strategie*“, Springer Gabler, Heidelberg, S. 123-144.
- Maturana H. r., Varela F.J. (1984): *Der Baum der Erkenntnis*. Fischer-Verlag, pp 280.
- Piaget J. (1975): *Der Aufbau der Wirklichkeit beim Kind. Ges. Werke*, Bd. 1, Stuttgart, Klett-Verlag.
- Pöppel E. (1983): *Erlebte Zeit und die Zeit überhaupt: Ein Versuch der Integration*. In: A. Peisl, A. Mohler (Hrsg.), *Die Zeit*. München, 369-382.
- Spitzer M. (2018): *WWW( WeltWeite Werbung) und die Folgen – Radikalisierung, Spionage, Vertrauens- und Wahrheitsverlust*. *Nervenheilkunde*, 37: 303-311.
- Teuchert-Noodt G (2017): *Mein Brainy: Lernen in kleinen und großen Schaltkreisen*. P 354-373. In: *Hirnforschung und Weiterbildung*. H. Reiter (Hrsg.), Beltz Verlag.
- Winterfeld KT, Teuchert-Noodt G, Dawirs RR (1998): Social environment alters both ontogeny of dopamine innervation of the medial prefrontal cortex and maturation of working memory in gerbils (*Meriones unguiculatus*). *J. Neurosci. Res.* 52, 201-209