

Christoph Möller
Frank M. Fischer (Hrsg.)

Internet- und Computersucht

Ein Praxishandbuch für Therapeuten,
Pädagogen und Eltern

3., erweiterte und überarbeitete Auflage

Verlag W. Kohlhammer

3 An den Grundfesten der Gehirnentwicklung im Kindes- und Jugendalter kann man nicht rütteln

Gertraud Teuchert-Noodt

3.1 Warum die Hirnforschung bei der Digitalisierung von Kindern ein gehöriges Wort mitzureden hat

Wie lange wird das Gehirn von Homo sapiens sapiens dem Kampf von natürlicher gegenüber künstlicher Intelligenz (KI) noch standhalten? Sind die analogen Alten vielleicht die Letzten ihrer Art? Wird nach ihnen Homo erectus wieder auferstehen und als technisch hochgerüsteter »Homo digitalis« die Regie übernehmen? Ja, das könnte passieren, sobald wir dem kindlichen Gehirn Zugang zur digitalen Welt geben. Denn wir sollten nicht vergessen: die evolutiven Erfolge auf dem Weg der Menschwerdung beruhten darauf, dass unser Gehirn in einem äußerst unreifen Zustand zur Welt gebracht wird, womit ihm eine sehr lange Entwicklungs- und Lernzeit zur Verfügung gestellt ist, um die Staffel der Geschichte zu übernehmen. Aber können (epi-)genetische Gesetze noch mitreden, wenn sich die hoch wirksamen Einflüsse der Medientechnik als Konkurrenten anbieten? Von der Technik Beseelte sind überzeugt, das menschliche Gehirn dafür stark machen zu können. Nach einem halben Jahrhundert intensiver Entwicklungs- und Lernforschung sind Hirnforscher jedoch ganz anderer Meinung: *(exo-)endogene Aktivitäten/Hirnrhythmen* und *Neuroplastizität* sind der Schlüssel zum Verständnis. Doch auch die KI-Forschung hat mitgezogen, und nun hat sich ein Tauziehen zwischen beiden Disziplinen und zwischen dieser und jener Intelligenz eingestellt.

Die Neurowissenschaft warnt und erklärt, warum uns die Digitalisierung unmerklich in eine Sackgasse führt. Kernproblem ist die allgemeine Beschleunigung des Lebens und damit einhergehend der Verlust von Zeit und von Raum, sobald wir uns den digitalen Medien hingeben. Das beschreibt der Buchautor Frank Schirrmacher knapp so: »Im digitalen Zeitalter ist der Informationsfluss dichter und die Zeitintervalle für die Verarbeitung von Informationen sind kürzer geworden«. Ein anderer Spruch bringt es noch direkter auf den Punkt: »Die Leute sagen immer – die Zeiten werden schlimmer – die Zeiten bleiben immer – die Leute werden schlimmer« (diese Weisheit kann man bei einem Ausflug in das Bergische Land oberhalb von Leverkusen an der Fassade eines Fachwerkhäuses lesen). Die Frage, was Zeit eigentlich ist, hat sich bereits der Heilige Augustinus vor fast 2.000 Jahren gestellt, und sein Bekenntnis beschäftigt die Menschheit bis auf den heutigen Tag: »Wenn niemand mich danach fragt, weiß ich's, will ich's aber einem Fragenden erklären, weiß ich's nicht.«

Erst die Erforschung hirneigener *Rhythmen* gibt uns davon eine Idee. Oszillierende Nervenetze kommunizieren nach hirneigenen Regeln und steuern unser Verhalten. Sie sind bei weitem noch nicht zur Genüge erforscht. Aber so viel wissen wir, kommt es etwa durch einen zunehmend mediatisierten Beruf zu Hirnrhythmusstörungen, dann tragen sie ebenso wie Herzrhythmusstörungen dazu bei, die digitale Beschleunigung zum Problem werden zu lassen. Dann können sich Schlafstörungen, kognitive Leistungsabfälle und ein Suchtsyndrom einstellen. In dieses Fahrwasser der medialen Beschleunigung sollen nun auch unsere Kinder mitgenommen werden?

Das Problem ist aus Sicht der funktionellen *Neuroplastizität* noch weitaus vielschichtiger. Kann, rein physikalisch betrachtet, das Konzept »Medienerziehung« im Kindesalter überhaupt funktionieren? Fakt ist doch, dass technische Geräte auf Newtons' eindimensionalen Zeitstrahl ausgerichtet funktionieren und eins zu eins auch von unerfahrenen kindlichen Nervenetzen entsprechend nur linear verarbeitet werden können. Der Erwachsene kann damit umgehen, wenn sein Gehirn raumerfahren gereift ist und über die Fähigkeit zur Abstraktion verfügt. Aber das kindliche und jugendliche Gehirn muss das Denkvermögen zunächst räumlich reifen lassen, ebenso wie Muskeln durch intensive Betätigung auf 3-achsige Kugelgelenke ausgerichtet reifen. Das heißt, nur analog angelieferte Aktivitäten erzeugen über *Neuroplastizität* eine funktionelle Anpassung der auf die Raumkoordinaten genetisch angelegten Nervenetze in der Hirnrinde. Das Lehrbuch nennt das die »topische Organisation« von Rindenfeldern, woran unter allen Sinnesorganen der Gleichgewichtssinn repräsentativ einen besonders hohen Anteil hat; dieses Wissen ist für therapeutische Zwecke sehr nützlich.

Man fragt sich an dieser Stelle, woher Kinder ihren eigenen Kopf von Natur aus eigentlich ganz gut kennen? Oftmals fordern sie hartnäckig ein, tagträumend verweilen zu wollen. Die Antwort liegt auf der Hand: Das Lebenspflänzchen Kind entspricht einem »Ökosystem« (Maturana und Varela 1987), das den Jahreszeiten (Entwicklungsalter), dem Regenwetter (neuronale Wachstumsfaktoren wie Transmitter, Hormone, Rezeptoren), der Sonne (liebvolle Zuwendung), dem Wind (exo/endogene Aktivitäten) und insgesamt dem höheren Auftrag von *Selbstorganisation* durch ein beständiges Remodellieren von Neuronen, Rezeptoren und Nervenetzen Folge leistet. Die Frage an Eltern und Pädagogen war und bleibt, wie sie diese Parameter für das Kind altersgerecht zum Besten gestalten, spezielle Veranlagungen gezielt fördern und verpasste Chancen nachholen können? Mit diesem Auftrag verbindet sich die aktuelle Erkenntnis:

Analoge Aktivitäten und Neuroplastizität sind in der Hirnentwicklung die für das Lernen und die Gedächtnisbildung zuständigen Akteure. Sie sind nicht willkürlich verfügbar, wie das alles wissende Handy in der Schultasche, sondern sie stellen im Kindes- und Jugendalter enorme Anforderungen an alle Beteiligten; auch das Tagträumen gehört dazu.

3.1.1 Allgemeine Aspekte von Neuroplastizität und Hirnrhythmen

Der junge Forschungszweig der *Neuroplastizität* basiert auf den Erkenntnissen eines halben Jahrhunderts. Es verwundert nicht, dass diesbezügliche Theorien aus der experimentellen Entwicklungs- und Lernforschung stammen. Denn Entwicklung ist gleich Lernen, und Lernen ist gleich Neuroplastizität, ist funktionelle Anpassung:

(1) Von der Außen- und Innenwelt zufließende *Aktivitäten* werden mittels hochplastischer »*Lernsynapsen*« zeitlebens in höhere Hirnstrukturen eingespeist (Hebb 1949), (2) eine genetisch gesteuerte endogene *Dynamik* führt das kindliche Gehirn über Stufen zu immer komplexerem Verhalten (Piaget und Inhelder 1974), und (3) das Prinzip der plastischen *Anpassung* durch Remodellierung von synaptischen Kontakten regelt die funktionelle Anpassung von Nervennetzen und die Struktur-Funktionskopplung bis hin zu ganzheitlichem Verhalten (*Kompensationstheorie*, Wolff und Wagner 1983). Diese drei Prinzipien garantieren den für uns Menschen existentiellen Sozialverbund, Traditionen und kulturelle Evolution. Wollen wir angesichts der Digitalisierung von Kindern einen Zusammenbruch all dessen riskieren? Vor diesem Hintergrundwissen liegt folgende Annahme auf der Hand:

So sensitiv und selbstregulativ Nervennetze im kindlichen Gehirn sind, so verwundbar sind sie auch gegenüber Stressoren jeglicher Art. Keine Errungenschaft erweckt eine derart große Begehrlichkeit wie digitale Spiel- und Kommunikations-Werkzeuge. Die daraus hervorgehende Beschleunigung von Zeitfolgen wirkt wie Sprengstoff auf die in Reifung befindlichen Hirnfunktionen. Beide, die chemisch-strukturelle und die elektro-physiologische Ebene, werden gleichermaßen irreparabel beschädigt und veranlassen psychische Abhängigkeit und gleichzeitig kognitive Hirnschäden.

Auch der ebenfalls junge Forschungszweig der *Hirnrhythmen* basiert auf Erkenntnissen des letzten halben Jahrhunderts. Oszillatoren sind die unmittelbaren Zubringer und Koordinatoren für kooperierende Nervennetze. Sie starten in der frühen Schwangerschaft mit spontan-aktiven Zellen und der Einschaltung einer inneren Uhr im Hypothalamus; internalisierte Umweltschwingungen, wie die Schumannfrequenz, spielen mit. Dies setzt Anstöße für weitere endogene Oszillatoren, die nach und nach zum Zuge kommen. Letztendlich ist die beständige Präsenz struktur- und funktionsspezifischer Rhythmen und die überregionale Koordination verschiedener Frequenzen Ursache dafür, dass wir unser Verhalten ganzheitlich und quasi aus dem Stand heraus steuern können. Damit sind sie der neurochemisch-synaptischen Übertragung von Erregungen sowie der elektrischen Membranleitung entlang anatomischer Nervenstränge noch um vieles überlegen. Sie erzeugen scheinbar eine unmittelbare Präsenz für aktuelle Geschehnisse – quasi eine 5G-Präsenz–und vermitteln das trügerische Gefühl von Gleichzeitigkeit im Prozess von Denken, Fühlen und Handeln. In den Rhythmen sind Befindlichkeiten

und mentale Zustände auf eine Art und Weise verschlüsselt, die wir noch gar nicht so richtig verstehen. Was also riskieren wir Menschen mit der momentanen elektromagnetischen Hochrüstung in der Elektrotechnik?

Während beispielsweise der Hippocampus selbst im Theta (4–8 Hz) oszilliert und für ruhige Wachheit sowie für das Tagträumen sorgt, stehen als kortikale Informationsträger die Alphawellen an (10–14 Hz). Über kommunizierende Transmitter werden im Stirnhirn hohe Gamma-Frequenzen (30–70 Hz) erzeugt, die für bewusste Aufmerksamkeit sorgen. Im Spektrum kohärenter Frequenzen breitet sich dann eine Schwingung im 40 Hz-Bereich über den Kortex aus, stößt Denkprozesse an und veranlasst die Bildung von Gedächtnisspuren. Diese spezifischen Frequenzmuster lassen erahnen, dass hirneigene Rhythmen ebenso wie der Herzrhythmus durch Stress aus dem Takt gebracht werden können, die Konzentration und Gedankentätigkeit mindern und unter Umständen ein Burnout auslösen. Auch die den Schlaf steuernden niederfrequenten Deltawellen (0,1–3 Hz) sind lebensnotwendig, unter ihnen werden tagsüber vorgebahnte kortikale Gedächtnisspuren konsolidiert.

Weil sich besagte Rhythmen bereits fetal einüben, sind ein angemessen ruhiger oder ein von Stress bestimmter Alltag der Schwangeren für das werdende Leben schicksalsträchtig. Eine epidemiologische Studie mit jungen Müttern hat uns gezeigt, dass der wiegende Schritt beim Spaziergang sowie Haus- und Schreibtischaktivitäten positive Auswirkungen auf die kognitive Entwicklung des Fetus haben, wohingegen sich hektisches und motorisiertes Einkaufsverhalten signifikant negativ auf spätere Leistungen des Schulkindes auswirken (Schlotmann und Teuchert-Noodt 2009).

Ab der Geburt übernehmen die Akteure (exo-/endogene Aktivitäten und Neuroplastizität) über gereifte Sinnesorgane die Regie und legen den Grundstein für ein ganzes Leben. Dann sind für das Kinderauge Auto- und Fernseh-Rasestunden ebenso wie digitale Bilderbücher absolut unverträglich; leider ist das dem kindlichen Verhalten gar nicht so leicht abzulesen. Die bei der Ernährung sehnsüchtig gesuchten Mutter-Kind Blickkontakte werden blockiert, wenn die Mutter gleichzeitig in Sozialen Netzen unterwegs ist. Das Kinderhandy lässt eine digitale Nabelschnur heranreifen. Warum das zu digitalen Ängsten, AD(H)S, Apathie, Sprachbehinderung, Legasthenie und/oder zu weiteren kognitiven Defiziten führt, erklärt sich physiologisch aus diversen Störungen in der Hirnreifung (siehe unten). Intuitiv wussten das frühere Generationen, was junge Eltern heutzutage meist erst lernen müssen:

Die Chancen für gesunde und die Gefahren für gestörte Entwicklungsabläufe liegen nah beieinander. Nur befriedete Tagesabläufe garantieren über befriedete Hirnrhythmen eine gesunde Hirnreifung für das werdende Leben im Mutterleib sowie die jungen Lebensjahre. Das fordert viel, sehr viel Zeit und allseitige Geduld ein.

Warum gerade auch die Jugend von der Medienindustrie auf ganz besonders raffinierte Weise gepackt wird, hat mit erhöhten Instabilitäten spezifischer noch in Reifung befindlicher Transmitter und Hormone und ihrer morphogenen Wirkung

auf Wachstum und Differenzierung von kognitiven Nervennetzen zu tun. Reifungsschübe können dann ganz einfach schon mal im Gehirn einen Platzregen von Endorphinen auslösen und den instabilen Hirnzustand für eine Suchtentstehung öffnen. Eine längst fällige Maßnahme wäre es, die kritische Jugendzeit durch halbjährige Aufenthalte in Werkstätten abzufangen, in denen praktische Berufe erlernt werden können. Nach einer Pilotstudie dieser Art hörte ich Schüler berichten: »Toll waren die Erfolgserlebnisse, die wir in der Schule nicht haben, wo es nur blöde Noten gibt«. Ein diesbezügliches Fazit lautet:

Die Hirnforschung hat im letzten Jahrhundert Grundlagen erarbeitet, die nicht nur der Lern- und Gedächtnisbildung, sondern gleichzeitig auch der Sucht- und Psychoseforschung gedient haben. Digitale Spiel- und Lernwerkzeuge enthalten ein hohes Stress- und Suchtpotential, was die empfindsam reifenden Subfunktionen irreversibel verletzt und die Verhaltensentwicklung in eine falsche Richtung steuert. Dann dysfunktionalisieren die allem zugrunde liegenden Akteure – Hirnrhythmen und Neuroplastizität – motorische, limbische und assoziative Subsysteme auf ganz unterschiedliche Weise.

Befristete Neuroplastizität reifender Bewegungssysteme im Kindes- und Jugendalter

Größte Chancen für eine zeitlebens gute körperliche Befindlichkeit erwachen im frühen Kindesalter. Der Gleichgewichtssinn, das Kleinhirn und früh reifende motorische Rindenfelder des Kortex stehen im Zentrum des Geschehens. Man muss sich die Komplexität von werdenden Verschaltungen im Kleinhirn nur einmal vor Augen führen, um zu verstehen, wie notwendig die Bewegungsvielfalt in natürlichen Lebensräumen für das Kind ist und warum jede Minute am Tablet eine Minute zu viel ist: Im prä-/perinatalen Kleinhirn legen reifende Nervenbahnen einen genetisch vorgegebenen drei-dimensionalen Strukturrahmen an, der den drei im Innenohr senkrecht zueinander angeordneten vestibulären Bogengängen angepasst ist; das hat sich in der Frühgeschichte von Wirbeltieren und dem Menschen als evolutive Anpassung an die drei Raumkoordinaten auf unserem Erdplaneten ausgebildet, und daran ist nicht zu rütteln.

Diesem Diktat untersteht die Reifung des Bewegungsapparats ebenso wie die Reifung der motorisch-assoziativen Nervennetze und Funktionsmodule in den Rindenfeldern. Dafür werden im Kleinhirn 15 Mio. flächig aneinander geschichtete Neurone (Purkinjezellen) bereitgestellt, die mit spalterbaumartig gespannten Antennen (Dendriten) die Rindenfolien besetzen und von 180.000 Parallelfasern pro Zelle durchquert werden. Man kann über das hohe Angebot an Schaltmöglichkeiten nur staunen, das durch Krabbeln, Purzeln, Klettern, Balancieren, Laufen genutzt werden will. Daraus gehen Vorbahnungen für die Anlage von etwa 40 Mio. Funktionsmodulen im nachgeschalteten Großhirn hervor, die pro Modul (1 mm Durchmesser) knapp 200 Neurone enthalten und die Konnektivitäten (10.000–

20.000 pro Neuron) ebenfalls raum-zeitlich reifen lassen. Deswegen gilt unumstößlich:

Alles hängt von einer bewegungsreichen frühen Kindheit ab. Wir wissen doch, durch das frühe Greifen wird das spätere Be-greifen vorgebahnt. Aber, durch Stillsitzen vor dem Flachbildschirm und die Faszination für gewischte Tablet-bildchen entstehen unausweichlich Defizite in der Reifung von Kleinhirn und höheren Rindenfeldern. Dann kann dem Schulkind ein kognitives Grundverständnis für logische Fähigkeiten fehlen. Auch eine verzögerte Sprachentwicklung, Lese- und Rechtschreibschwäche resultieren aus dem Mangel an feinmotorischen Vorbahnungen; die Spätfolgen sind uns allen bekannt.

Wenn es im Digitalpakt heißt, die Kinder müssen früh lernen, die Medien für sich als »Werkzeuge« zu nutzen, dann sei dem hier entschieden widersprochen:

Nur vielfältige Handbewegungen können die räumlichen Verknüpfungen in den motorisch-assoziativen Schaltkreisen anlegen und synaptisch stabilisieren. Deswegen bleiben für das Kind ausschließlich analoge Gegenstände wie Kreide, Griffel, Bauklötze etc. wirkliche Werkzeuge, um die senso-motorische Repräsentation topisch und räumlich anlegen und festigen zu können.

Ab der Adoleszenz beginnen sich motorische Klein- und Großhirnfelder gegenüber der hohen *Neuroplastizität* – wie die Gelenkfugen in den Gliedmaßen des Bewegungsapparates – zu verschließen (Neufeld et al. 2009); im Erwachsenenalter tut man sich schwer, neue motorische Programme einzustudieren. Stattdessen nimmt die räumliche Ausgestaltung von Funktionsmodulen in assoziativen Rindenfeldern Fahrt auf, also bleiben neben Sport insbesondere auch musische Fächer wichtig, um eine solide Intelligenz auszubauen; gerade das wird im Stundenplan vieler Schulen sträflich vernachlässigt. Die Umsetzung des Digitalpaktes wird dem weiter Vorschub leisten und defizitäre Entwicklungen vermehren.

Lebenslange Neuroplastizität im limbischen Hippocampus

Im Hippocampus gehen ab der Geburt alle Türen auf, und über die sensorischen Eingänge werden nah und fern *neuroplastische Anpassungen* von unreifen Nerven-netzen angestoßen; das ist heutzutage ein »gefundenes Fressen« für die Medienindustrie. Spezifisch limbische Merkmale geben den Ausschlag, und die sind, wie viele experimentelle Studien an Tiermodellen gezeigt haben, außergewöhnlich anfällig gegenüber Stressfaktoren jeglicher Art. Das sind (a) eine Theta-Pulsation, die leicht überstrapaziert werden kann, (b) eine hohe Dichte an »Lernsynapsen« zwecks Bildung von Langzeitpotentialen (LTP), was durch äußere Einflüsse neurochemisch manipuliert werden kann, und (c) ein Keimlager zwecks lebenslanger Neubildung von jungen Nervenzellen und Kontakten (Neuro-/Synaptogenese), die ihre Tole-

ranzgrenze durch Über- bzw. Unterproduktion junger Neurone anzeigen. Gemeinsam hinterlegen diese Spezialeinrichtungen das motivational-emotional gesteuerte Lernen und die Orientierung im Raum. Wohl gemerkt, alle besagten Eigenschaften regelt der kindliche hippocampale Schaltapparat ganz und gar autark. Er vermittelt zunächst überwiegend nur zwischen einströmenden Sinnesreizen und Bewegungsverhalten und hat keine Kontrolle über sich außer der Mutter, die das Kind ernährt. Das betont die Wichtigkeit der Medienenthaltbarkeit junger Eltern!

Als diese Erkenntnisse im ausgelaufenen Jahrhundert erkannt wurden, bot sich uns eine experimentelle Überprüfung hippocampaler Stressverträglichkeit am Tiermodell an: Frühkindliche Einflüsse wie soziale Deprivation, Drogen, Psychopharmaka, erwiesen sich als extrem belastend für die hippocampale Neuroplastizität und die Reifung von Transmittern; dann reifte Dopamin exzessiv in limbische und suppressiv in präfrontale Strukturen ein (Busche et al. 2004). Das ist eine Weichenstellung fürs Leben, denn solche Disbalancen können ein Suchtverhalten im Jugendalter anbahnen und neurodegenerativen Erkrankungen im Erwachsenenalter (Parkinson, Alzheimer, Psychose) Vorschub leisten (Schäfers und Teuchert-Noodt 2013). Und dem nicht genug.

Im Zeitalter der digitalen Beschleunigung denke man speziell über die Gefahren nach, die unausweichlich auf die hippocampale Raumverrechnung Einfluss nehmen. Es sind Erkenntnisse jüngsten Datums (Chen et al. 2013): Eine WAS- und eine WO-Bahn, z. B. für die Gesichtserkennung, vermitteln dem Neugeborenen eine Vertrautheit für Mutter und Vater. Zugeschaltet werden die emotionsbildende Amygdala und ein Opioid-produzierender Accumbenskern (sog. »Belohnungssystem«). Spontan springen diese beiden Bypässe beim Wiedersehen der Eltern an und verstärken ein wonniges Gefühl von Vertrautheit. Eine nächste räumliche Welt erschließt sich dem Kind durch das Werfen des Teddys raus, rein, raus aus dem Bettchen, dann Versteckspielen; immer sind es ganzkörperliche Raumerfahrungen, die über diese hippocampale Dynamik zusätzlich das emotionale Verhalten des Kindes kräftigen.

Baby-Apps und Tablets wirken wie Mohn in der Milchflasche: Die Apps werden über die WAS- und WO-Bahnungen begierig aufgenommen, was die emotions- und belohnungs-bezogenen zwei Bypässe überstrapaziert. Die überhöhte Neuro- und Synptogenese schreibt das Geschehen fehlerhaft in die stetig anwachsende Dentatus-Rinde ein. Dies könnte ein über Jahrzehnte hin gesuchtes Strukturkorrelat für die *frühkindliche Prägung* bei Säugetieren und dem Menschen sein. Ein entsprechendes limbisch-rhinales Korrelat für die Lorenz'sche Nachlaufprägung von Vögeln hatten wir bereits vor einem halben Jahrhundert beschrieben. Die Folgen einer Fehlprägung hatte der Verhaltensforscher seinerzeit als Kaspar-Hauser-Syndrom erkannt. Er würde ganz gewiss auch die frühkindliche Digitalisierung in diese Kategorie der Erzeugung von schweren Verhaltensstörungen einreihen.

In diesen Zusammenhang gehört auch ein kritisches Nachdenken über die digitale Beschulung von Kindern. Unausweichlich scheint mir die Entstehung einer Mediensucht. Man vergegenwärtige sich, wie zentral ständiges Wiederholen von Lerninhalten über den hippocampalen Schaltapparat ist, um einen Lerninhalt zur Gedächtnisspeicherung an den Kortex weiterzuleiten. Dafür stand einmal der in Bausch und Bogen verdammte »Nürnberger Trichter«. Er ist real, gehört neben

weiteren Regelkreisen des Hirnstamms zu den Einrichtungen des hippocampalen Motors und wird bei jedem Lernvorgang in Gang gesetzt, nunmehr mit Vorliebe bei der digitalen Beschulung. In der Regel besteht die Kunst der Schulpädagogik darin, die jungen Menschen von der subkortikalen Konditionierung zum verständnisbezogenen Lernen hinzuführen. Dieser Transfer vom hippocampalen Kurzzeitgedächtnis in die assoziativen Langzeitspeicher des Kortex ist seit der Digitalisierung noch erheblich viel schwerer bzw. unmöglich geworden. Denn digitales Lernen führt automatisch zu einer pathologischen Zunahme der Rezeptordichten in den zwei limbischen Bypässen und zu einem Abhängigkeitsverhalten. Was Politiker und Vertreter der Medienindustrie als Fortschritt deklarieren, ist – hirnpfysiologisch betrachtet – ein an Kindern gewalttätig veranlasster Rückwurf in frühgeschichtliche Zeiten. Deswegen ist es ratsam:

Kinder von digitalen Geräten ganz fernzuhalten, denn sie behindern die Entfaltung der Intelligenz. Der Versuch von Eltern und Erziehern, den Gebrauch von Medien bei ihren Kindern einzuschränken, hat psycho-soziale und depressive Verstimmung und Aggressivität zur Folge. Stattdessen sollte das Kind dazu erzogen werden, ganz ohne digitale Hilfen aus eigenen geistigen Kräften heraus intelligent zu werden und darauf stolz zu sein.

Der Hunger nach suchstillenden Mitteln wird in den Jahren der Pubertät besonders groß. Vor dem Hintergrund dargelegter Aspekte ist es nicht schwer vorherzusagen, dass digitalisierte Jugendliche verstärkt auch ergänzende Mittel suchen, ihre Suchtaffinität zu befriedigen und also zusätzlich nach alkoholischen Getränken, Designerdrogen oder/und Psychopharmaka greifen. Denn auch stoffliche Drogen beanspruchen eben dieses sich selbst verstärkende sog. Belohnungssystem, das den von Opioiden und Dopamin betriebenen accumbalen Bypass bereits digital überfrachtet hat und nunmehr gänzlich überfordert. Die zunehmend computerisierte Gesellschaft sollte sich im Klaren darüber sein, dass sie sich mit dieser phantastischen Medientechnik gleichzeitig ein teuflisches Problem eingehandelt hat. Die Evolution hat uns ein einziges Mittel mit auf den Weg gegeben, um das Computerzeitalter vielleicht zu meistern, und das betrifft den Präfrontalkortex (Stirnhirn) von Homo sapiens sapiens.

Kritisch-sensible Neuroplastizität im reifenden Stirnhirn bis ins junge Erwachsenenalter

Wenden wir uns der über allem residierenden Chefetage zu. Bemerkenswert ist, dass in der öffentlichen Debatte um eine kindgerechte »Medienerziehung« der im Kindesalter so mächtige hippocampale Sekretär unterschätzt und der gleichzeitig sehr schwache präfrontale Chef (Stirnhirn) überschätzt wird. Viele meinen, man könne Kinder dazu erziehen, mit dem Handy in der Tasche und dem Tablet auf dem Schultisch vernünftig umzugehen. Die oben dargelegten Eigenschaften des Hippocampus haben informiert, warum das nicht geht, solange der hippocampale

Schaltapparat – reifungsbedingt – im Gehirn die Oberherrschaft hat und die frontale Kontrollinstanz ihm untergeordnet ist. Das lässt sich im Kindes- bis Jugendalter auch nicht durch eine Medienerziehung umkehren, sondern das ist sinnvollerweise genetisch so angelegt und ändert sich erst jenseits der Pubertät. Selbst Erwachsene sollten an dieser Stelle in sich gehen.

Eine kürzlich durchgeführte Feldstudie mag die Dramatik aufzeigen, der wir heute unsere Kinder aussetzen, wenn sich das Handy schon bei der Einschulung in der Zuckertüte befindet; die Studie hatten wir kurz vor den zwei Corona-Jahren abgeschlossen (Supper und Teuchert-Noodt 2021). Neunjährige Drittklässler wurden im Beisein ihrer Lehrerin einem spielerischen Testverfahren zur privaten Nutzung ihres Handys unterzogen. Wir wollten u.a. den Stand der Stirnhirnreife überprüfen und setzten einen altersgemäßen »Zeitverzögerungs-Test« und einen »raumbezogenen Schreibtest« ein. Das Resultat war signifikant: Kinder mit hoher Handynutzung litten unter einer krass abgesenkten Reifung von Stirnhirn relevanten Funktionen. Das betrifft insb. die bewusste Raum-Zeitverrechnung im Rahmen der Gedächtnisspeicherung. Die Tragik ist, dass diesbezügliche vollumfängliche Fähigkeiten bei so früh schon auftretenden Defiziten nicht wirklich mehr nachgeholt werden können, auch wenn die Stirnhirnreifung erst ab etwa dem zwanzigsten Lebensjahr abgeschlossen ist. Aber fangen wir früher an:

Ab der Geburt überschreitet jedes Kleinkind immer wieder eine wichtige Schwelle im Prozess der Menschwerdung: Beim Wiedersehen der Mutter erhält das Stirnhirn limbische Signale, sich selbständig auf den Weg zu machen und das erste Verstehen eines Vorher, Jetzt, Nachher kortikal anzubahnen. Aus den fundierten Studien zur Kindesentwicklung von Jean Piaget wissen wir, dass sich das Stirnhirn etwa ab dem elften Lebensmonat für bewusst werdende Raum-Zeitbezüge zu öffnen beginnt; natürlich nur dann, wenn es nicht schon durch digitale Medien und Fernsehen blockiert wurde. Speziell die langsam einreifenden Fasern der mesopräfrontalen Dopaminbahn spielen eine Schlüsselrolle (Kalsbeek et al. 1988; Dawirs et al. 1993). Die morphogenen Eigenschaften dieses Botenstoffes wirken wie Nieselregen im Ökosystem, um die Saat reifen zu lassen; das sind lokale Neurone und Synapsen. Ein Vierteljahrhundert Experimentalforschung haben wir eingesetzt, um die Auswirkungen von Stress auf die von mir als »Notreifung« bezeichneten Stirnhirndefizite mit Hilfe histochemischer und computergestützter Auswertung am Tiermodell quantitativ auf Transmitter- und Verhaltensebene zu dokumentieren:

Wenn Dopamin stressbedingt suppressiv in das kindliche Stirnhirn einreift (Winterfeld et al. 1998), reagieren lokale GABAerge Neurone damit, ihre Kontakte zu den im Zentrum des Geschehens stehenden Pyramiden im Faserbereich (dendritisch) exzessiv und im Zellkörperbereich (somatisch) suppressiv reifen zu lassen (Brummelte et al. 2007). Die Pyramiden selbst antworten mit Fehlverbindungen zu nah und fern gelegenen Zielstrukturen (Bagorda et al. 2006; Witte et al. 2007) und lösen eine »anatomische Diskonnektion« des großen limbo-präfrontalen Schaltkreises aus (Busche et al. 2004); das beeinträchtigt zusätzlich die hippocampale Neuroplastizität, weitere Transmitter und Stirnhirn relevantes Verhalten (Dawirs et al. 1996; Teuchert-Noodt 2000). Die Befunde aus unseren immunhistochemischen Analysen decken sich mit elektro-physiologischen Befunden, die ein Stirnhirnsyndrom mit signifikanten Störungen der lokalen Gamma/Theta-Kommunikation und

in Folge mit einer »physiologischen Diskonnektion« in Verbindung bringen konnten (Gonzalez-Burgos und Lewis 2008). Und ein weiteres sei aus unseren zitierten Studien ergänzt: Normalerweise produzieren tiefe Stirnhirn-Pyramiden frühkindlich eine natürliche Überreife ihrer langen Verbindungen zu (sub-) kortikalen Zielstrukturen, die sie um die Zeit der Pubertät teilweise zurückziehen, um oberflächlich nachreifenden langen Verbindungen mehr Mitsprache zu übergeben und somit den Informationsfluss kognitiv vielschichtiger auszubauen. Dieser für die kognitive Reifung notwendige Umbau kann, wie uns das Stressmodell gezeigt hat, drastisch eingeschränkt werden; eingeschränkte mentale Fähigkeiten können dann nicht ausbleiben.

Der langsame Umbau des Stirnhirns und seiner langen Leitungsbahnen dauert bis jenseits der Adoleszenz an und dient verschiedenen Aspekten: Absteigende Pyramidenbahnen setzen bereits frühkindlich die Amygdala unter bewusste Kontrolle zwecks emotionaler Steuerung, aber erst ab dem Jugendalter zusätzlich hippocampale Regelkreise zwecks Konfliktbewältigung; dann erst kann der Jugendliche verstehen, warum ein digitales Suchtverhalten äußerst gefährlich für die Entwicklung der Intelligenz ist. Den zuletzt, über die Adoleszenz hinaus, reifenden langen horizontalen Leitungsbahnen obliegt die Kontrolle über assoziative Rindenfelder; dann erst kann der junge Erwachsene abstrakt logisch denken und mit der digitalen Technik intelligent umgehen. Wir erinnern uns doch, erst dann waren wir in der Lage, Wahlpflichtkurse wie Kunst oder Philosophie anzunehmen; heute gehören selbstverständlich auch Kurse für Computer- und Programmiersprache dazu.

Auf Grund der zeitlich gestaffelten Reifung von präfrontalen Arealen, die der frühzeitigen Kontrolle von Emotionen, der sich mittelfristig einstellenden Konfliktbewältigung und dem zuletzt reifenden logisch-abstrakten Denken dienen, kann ein partieller und gleichwohl graduell unterschiedlich starker Kontrollverlust auftreten, was Konzentrations- und Denkblockaden, Angst-, Suchtverhalten oder Aggressionsstörungen auslöst. Eine umfassende Disbalance zwischen limbischen und präfrontalen Funktionen (anatomisch-physiologische Diskonnektion) kann in eine der schwersten pathologischen Stirnhirnschäden, die Psychose, einmünden (Dawirs und Teuchert-Noodt 2001).

Neurowissenschaftliche Teildisziplinen haben belegt, dass es eine komplexe Koppelung von limbo-präfrontalen Schaltkreisen ist, die – und zwar nur vor dem Hintergrund einer sehr langsamen Hirnreifung – zu derjenigen Intelligenz führt, die uns den Beinamen *Homo sapiens sapiens* eingebracht hat. Aufgrund allgemeiner Unkenntnis bzw. Missachtung moderner wissenschaftlicher Erkenntnisse und gleichwohl Missachtung traditioneller Erfahrungen und Intuitionen, besteht in der Tat die akute Gefahr, *Homo erectus* könnte wieder auferstehen (obendrein als Psychopath) und als technisch hochgerüsteter *Homo digitalis* das Menschsein beenden.

3.2 Schlussfolgerungen

Wer den Text bis hierhin gelesen hat, fragt nicht mehr, warum sich allgemeine Sozialdefizite und Autismen bei Kindern so dramatisch erhöhen, die durch Medienstress belastete Schuljugend unter Lern- und Denkstörungen, Depression, Aggression und abartigem Suchtverhalten leidet. Zu hoffen bleibt, dass die wissenschaftlich begründete Aufklärung dazu beitragen möchte, junge Eltern, Pädagogen und Kultusminister baldmöglichst zu einem Umdenken in der Digitaldebatte zu bewegen. Dafür nehme man abschließend noch ein paar Kurzinfos mit auf den Weg:

Weil *Reifen* und *Lernen* die zwei Seiten einer einzigen Medaille sind, und weil im Kind die senso-motorische Reifung im Vordergrund steht, und erst ab der Adoleszenz höchste Rindenareale für die perzeptuelle Reifung erschlossen werden, steht die aktuell diskutierte »Medienkompetenzförderung« im Kindesalter vor einer krassen Herausforderung. Ihre Vertreter sollten bedenken:

Kein Bauer bepflanzt seinen frisch gepflügten Acker mit reifenden Kornähren, keine Gesellschaft würde bereits Kindern, obgleich sie von Autos umgeben sind, den Autoführerschein aushändigen. Verbote können Liebeserklärungen sein.

Je reichhaltiger die Kinderjahre mit Bewegungsaktivitäten gefüllt werden, desto optimaler wirkt sich das auf die Reifung mentaler Funktionen aus. Je weniger auch der Erwachsene digital unterwegs ist, desto flexibler und selbstbestimmter wird ihn sein Verstand angstfrei durch die Jahre führen:

Nur stetig trainierte Muskeln vollbringen gute körperliche Leistungen, und nur stetig trainierte plastische Nervennetze vollbringen gute mentale Leistungen.

Wenn das Schulleben von Kindern und Jugendlichen über Computer gesteuertes Lernen bestimmt wird, dann wird auch die hippocampal und gleichwohl Computer gesteuerte *Konditionierung* als Informations- und Lernmodus obsiegen, reflektives Verhalten verdrängen, Sucht, Aggressivität und andere psychotische Symptome in unserer Gesellschaft erheblich ansteigen lassen, was aktuell bereits deutlich zutage tritt:

Nur analog ausreifende Nervennetze können sich raum-zeitlich organisieren. Dann erst ist der junge Erwachsene auch in der Lage, selbständig zu denken und intelligent mit der Digitaltechnik umzugehen.

Das Stirnhirn reift über die lange Entwicklungsspanne von 20 Lebensjahren zum höchsten Gut des Menschen heran: durch Beobachtung und Nachahmung im Kindesalter, durch kritisch-skeptisches Reflektieren ab dem Jugendalter:

Durch Einbeziehung der Kinder und Jugendlichen in die zwangsläufig suchtfährdende Medienwelt – und sei es mit dem gut gemeinten Versuch der Medienerziehung – riskieren wir den Absturz in eine frühgeschichtliche Epoche der Menschwerdung.

Literatur

- Bagorda F, Teuchert-Noodt G, Lehmann K (2006) Isolation rearing or methamphetamine traumatisation induce a »dysconnection« of prefrontal efferents in gerbils: implications for schizophrenia. *J Neural Transm* 113 (3): 365–379
- Brummelte S, Neddens J, Teuchert-Noodt G (2007) Alterations in GABAergic network of the prefrontal cortex in an animal model of psychosis. *J Neural Transm* 114(5): 539–47
- Busche A, Polaschek D, Lesting J, Teuchert-Noodt G (2004) Developmentally induced imbalance of dopaminergic fibre densities in limbic brain regions of gerbils. *J Neural Transm* 111 (4): 451–463
- Chen G, King JA, Burgess N, O'Keefe J (2013) How vision and movement combine in the hippocampal place code. *Proc Natl Acad Sci USA* 110:378–383
- Dawirs RR, Teuchert-Noodt G, Czaniera R (1993) Maturation of the dopamine innervation during postnatal development of the prefrontal cortex in gerbils. A quantitative immunocytochemical study. *J Hirnforsch* 34: 281–291
- Dawirs RR, Teuchert-Noodt G, Czaniera R (1996) Ontogeny of PFC-related behaviours is sensitive to a single non-invasive dose of methamphetamine in neonatal gerbils. *J Neural Transm* 103: 1235–1245
- Dawirs RR, Teuchert-Noodt G (2001) A novel pharmacological concept in an animal model of psychosis. *Acta Psychiatr. Scand.* 104 (Supp 408): 10–17
- Gonzalez-Burgos G, Lewis DA (2008) GABA neurons and the mechanisms of network oscillations: Implications for understanding Neural Synchrony cortical dysfunction in schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin* Vol 34,5, 944–961 doi:10.1093/schbul/sbn070.
- Hebb D (1949) *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Approach*. Wiley, New York.
- Kalsbeek A, Voorn P, Buijs RM, Pool CW, Uylings HB (1988) Development of the dopaminergic innervation in the prefrontal cortex of the rat. *J Comp Neurol* 269: 58–72
- Maturana HR, Varela FJ (1987) *Der Baum der Erkenntnis – Die biologischen Wurzeln menschlichen Erkennens*. Fischer ISBN 978-3-596-17855-1: pp 280
- Neufeld J, Teuchert-Noodt G, Grafen K, Winter Y, Witte AV (2009) Synapse plasticity in motor, sensory, and limbo-prefrontal cortex areas as measured by degrading axon terminals in an environment model of gerbils. *Neural Plast*: 281561
- Piaget J, Inhelder B (1983) *Die Psychologie des Kindes*. Fischer, Frankfurt am Main
- Schäfers AU, Teuchert-Noodt G (2013) Developmental neuroplasticity and the origin of neurodegenerative diseases. *The World J of Biol Psychiatry*, Early Online: 1–13.
- Schlotmann-Supper A, Teuchert-Noodt G (2009) Mütterliches Verhalten während der Schwangerschaft hat Auswirkungen auf die kognitive Entwicklung des Kindes und auf die Ausbildung von Lernstörungen. *Z Psychiatrie, Psychopath ZPPM* 8 (3): 77–91
- Supper A, Teuchert-Noodt G (2001) How learning doesn't work. Children evaluate their cell phone use. An empirical pilot study. *Neurology and Neurosci* 1 (3): 1–9
- Teuchert-Noodt G (2000) Neuronal degeneration and reorganization: A mutual principle in pathological and in healthy interactions of limbic and prefrontal circuits. *Rev J Neural Transm Suppl*: 315–333

- 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. *J Neurosci Res* 52: 201–209
- Witte AV, Bagorda F, Teuchert-Noodt G, Lehmann K (2007) Contralateral prefrontal projections mature abnormally after early methamphetamine trauma and isolated rearing of gerbils. *J Neural Transm* 114(2): 285–288
- Wolff JR, Wagner GP (1983) Selforganization in synaptogenesis: interaction between the formation of excitatory and inhibitory synapses. In: Basar E, Flohr H, Haken H, Mandell AJ (eds.) *Synergetics of the brain*. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, Springer.