

Angelika Schlotmann; Gertraud Teuchert-Noodt

„Wie das Lernen nicht funktioniert“ Kinder bewerten ihren Handygebrauch - Eine empirische Pilotstudie

Warum diese Studie?

Der jüngste *fit4future* Kongress in Bad Griesbach (2019) stand unter dem Motto „Analoge Eltern, digitale Kinder? Es geht – es geht nicht.“ Die unterschiedlichen Meinungen prallten aufeinander. Im Unterton war man sich dann aber insgesamt einig: „Gemeinsam gesund aufwachsen“, und das wurde mit dem bewegten Song „*fit4future*“ vielstimmig besiegelt. Wie soll es gehen? Mit dieser Frage gingen die Teilnehmer*innen auseinander. Uns wurde bewusst, eine wissenschaftliche Fallstudie mit Schulkindern und ihren Eltern kann zur Klärung beitragen. Vorbedingung war, dass wir nicht nur die Eltern sondern auch die Schulkinder selber befragen und ihre kognitiven Leistungen empirisch erheben wollten. Und wir hatten Glück, nach 4 Monaten – es war e i n Tag vor der bundesweiten Schulschließung wegen Corona – hatte die Psychologin und Psychotherapeutin Angelika Schlotmann, nach intensiver Ausarbeitung eines durchstrukturierten Konzepts einschließlich Vorversuchen mit einer Kindergruppe, hinreichend viele Testergebnisse von Drittklässlern zusammengetragen. Beantwortete Elternfragebögen tröpfelten leider nur langsam und unvollständig ein. Die Auswertungen führten zu überraschenden Ergebnissen. Aber vorweg stellt sich die Frage, was uns zu welchem konkreten Konzept geführt hatte, und was wir im Einzelnen zum Thema Digitalisierung in der Kindheit überprüfen wollten?

Früherfahrungen zur Computerisierung unserer Universität

Die Hirnforscherin Gertraud Teuchert-Noodt erinnert sich an ein Schlüsselerlebnis, das etwa 25 Jahre zurückliegt: „Unsere Chefin kann das auch schon“, hörte ich beiläufig einen Mitarbeiter ausplaudern, der so liebenswert war, mich in die geheime Kunst von PowerPoint Animationen einzuweisen. Wie meine Mitarbeiter, war auch ich von der neuen Computertechnik begeistert. Fortgeschrittene Kandidaten*innen begannen, Tagungs-Poster beschleunigt und perfekt am Computer zu entwickeln, Literatur schneller und umfassender denn je zuvor zu recherchieren und elektronisch anzuschaffen, quantitative Befunde der mikroskopischen Bildanalyse statistisch und graphisch zu hinterlegen und zu vertexten. Die fortgeschrittenen Studie-

renden hatten ab Mitte der 90er Jahre die so viele Erleichterungen bringende Digitaltechnik im Handumdrehen erlernt. Erstmals wurden druckfertige Examens- und Diplomarbeiten vorgelegt. Unsere Fakultät beschloss um die Jahrtausendwende, die kumulative Promotion einzuführen, d.h. die Kandidaten*innen mussten nicht mehr eine handgefertigte Dissertationsarbeit einreichen, sondern sie konnten mit einer oder mehreren Publikationen zur Prüfung antreten. Von der sprunghaften Anhebung des allgemeinen Leistungsniveaus junger Nachwuchswissenschaftler*innen an unserer Biologischen Fakultät der Uni Bielefeld hatte man vor Beginn des Computerzeitalters nicht träumen können.

Und dann folgte der Absturz, der bis heute nicht nur anhält, sondern – wie erfahrene Kollegen*innen aus diversen Fachdisziplinen beklagen –insb. bei Studienanfängern dramatisch zunimmt. Was ist geschehen? Wie konnte es sein, dass die vorherige Generation junger Nachwuchswissenschaftler*innen das digitale Werkzeug so rasch und gewinnbringend angenommen hatte, aber sich diese erfolgreiche Ära bereits innerhalb eines Jahrzehntes ins Gegenteil umkehrte? Sind die Studierenden nicht mehr so leistungsfähig, wengleich ihnen der Umgang mit den digitalen Medien doch bereits in die Wiege gelegt wird? Oder könnte das sogar der Grund für den dramatischen Leistungsabfall sein? Um diese Frage ging es in der vorliegenden Studie.

Forschungsansatz und Hintergründe zur vorliegenden Studie

Wir haben schwerpunktmäßig einen Kognitionstest mit Drittklässlern durchgeführt, um eventuelle Auswirkungen der Handynutzung auf die Lernfähigkeit zu überprüfen. Begleitend wurden die Eltern der Acht- und Neunjährigen zum täglichen Umgang ihrer Zöglinge mit den digitalen Medien über einen Fragebogen befragt. Die Preteens hatten wir ganz bewusst ins Auge gefasst. Im Rückblick auf die neuro-psychologische Lern- und Stressforschung des letzten halben Jahrhunderts schöpften wir den konkreten Verdacht, dass eine geminderte Studierfähigkeit von Jugendlichen unmittelbar mit erheblichem Stress im Kindesalter zu tun haben könnte. Ein verstärkter Umgang mit digitalen Geräten könnte sich auf den reifenden Hirnstoffwechsel der Digital Natives so stressig auswirken, dass speziell die der Gedächtnisbildung dienenden höchsten Hirnregionen in der Initialphase dauerhaft beschädigt werden könnten. Das war die Vermutung, eingedenk der Erkenntnisse zu den Umwelteinflüssen auf die neuroplastische Lernentwicklung im Kindesalter einer ¼ Jahrhundert langen Forschung (Teuchert-Noodt und Mitarbeiter von 1979 bis 2005; Universität Bielefeld). Werfen wir also zunächst einen Blick auf die für Lernen und Gedächtnisbildung relevanten Hirnregionen, den hippocampalen und den präfrontalen Kortex.

Warum der Hippocampus dem Computer unterlegen ist

Der frühkindlich sehr rasch reifende *limbische Hippocampus*, der zeitlebens für das Lernen eine zentrale Rolle spielt, ist im Kindesalter besonders stressanfällig; allein das kann man von den modernen Computern nicht mehr behaupten. Für die Bildung eines Kurzzeitgedächtnisses sind systemrelevante Faktoren verantwortlich, die innerhalb des letzten halben Jahrhunderts weltweit unter dem Stichwort Neuroplastizität molekular und systemisch erfolgreich beforscht wurden (s. med. Lehrbücher). Was hippocampale Plastizität und Lernen aber speziell mit limbischer Stressanfälligkeit zu tun haben, das hat sich noch nicht allgemein herumgesprochen, denn dazu liegen die Forschungsergebnisse noch nicht sehr lange zurück. Es erklärt sich wie folgt.

Der Hippocampus enthält einen „Jungbrunnen“, ein Keimlager aus dem lebenslang neue Nervenzellen in die vorhandenen Nervenetze eingespeist werden. Das konnten wir in einer Langzeitstudie am Tiermodell quantitativ belegen (Dawirs et al. 2000). Auch der Mensch kann noch im hohen Alter aus diesem Keimlager schöpfen und sich geistig fit halten, wie die humane Hirnforschung zur Jahrtausendwende erkannt hatte. Somit macht die strukturelle Neuroplastizität den Hippocampus in funktioneller Hinsicht zu einem hochgradig flexiblen Werkzeug, um einzelne Sinnesreize aus einem dröhnenden Umweltrauschen herauszufiltern, zu bewerten und kurzfristig zu speichern.

Vorrangig dient dies einer lokalen Raumverrechnung (Ito et al. 2015); für diese Erkenntnis haben die Neurowissenschaftler O’Keefe und Mosers 2014 den Nobelpreis erhalten. Sind wir doch Lebewesen, die sich ständig in Bewegung befinden und auf Veränderungen rasch und flexibel reagieren müssen. Die dafür nötige Strukturplastizität des hippocampalen Systems stellt an den Hirnstoffwechsel enorm hohe Anforderungen, um durch ständigen Auf-, Ab- und Umbau von Neuronen (=Neurogenese) und synaptischen Kontakten (=Synaptogenese) Nervenetze an jegliche Veränderungen anzupassen (u.a. Butz et al. 2008). Natürlich setzt das dem Grundstoffwechsel von Transmittern ein Limit, und bei Überschreitungen bedeutet das Zellstress, wie uns viele Studien am Environment-Tiermodell belegt haben (u.a. Keller et al. 2000). Zusätzlich limitiert eine hippocampal spezifische Taktung von Sinneseingängen die Beschleunigung der raumzeitlichen Verrechnung (Pöppel 1992). Zu rasche Taktungen beispielsweise der von der Seh- und Hörrinde angelieferten Infos können von hippocampalen Netzen nicht analog verrechnet werden. Das wissen geschulte Nachrichtensprecher im Fernsehen, anderenfalls würde ihnen niemand zuhören.

Diese Kopplung von raum-zeitlicher Verrechnung mit lebenslang hoher Neuroplastizität innerhalb der hippocampalen Lernschleife macht biologisch betrachtet also Sinn: Erhöhte Geschwindigkeiten werden von erhöhter Flexibilität (Neuro-/Synaptogenese) abgepuffert. Aber einer überhöhten Beschleunigung kann der Jungbrunnen nicht standhalten. Wie wir am Tiermodell zeigen konnten, gerät dann die Struktur-Funktionskopplung aus den Fugen: die Neubildung von jungen Nervenzel-

len und die Neuknüpfung synaptischer Kontakte können sich nicht mehr aufeinander abstimmen (u.a. Schaefers et al. 2010). Zwar kann das kurzfristig neuronal belohnt werden, aber langfristig wird es bestraft. Bedeutet also das Handy/Smartphone gleichzeitig das Eine und das Andere für die kindliche Lernschleife?

„Das Kind macht das mit dem Daddeln doch so geschickt und so gern“. In der Tat lieben die limbischen Schaltkreise im kindlichen Gehirn den Umgang mit Geschwindigkeit und sich beschleunigenden technischen Spielgeräten, ohne zu verstehen was an den Augen vorbeifliegt. Der Bildschirm ist deswegen ein garantiert guter Babysitter. Allerdings stehen hinter der gefühlten Seligkeit weitere Strukturkorrelate. Immer doch ist die *Amygdala* mit im Spiel. Sie verpasst uns bei allem Tun einen emotionalen Kick in die eine oder andere Richtung, Likes sind ihr herzlich willkommen. Die *Amygdala* ist so etwas wie ein emotionaler Bypass des hippocampalen Schaltkreises, und sie ist bei keinem Lernprozess wegzudenken. Deswegen wissen Pädagogen*innen intuitiv um die hohe Bedeutung ihrer persönlichen Präsenz im Schulalltag und um die Notwendigkeit, so oft wie möglich Lob und Ermutigung in die Schulstunde einzublenden. Wie sich ein Homeschooling auf Schüler*innen auswirken wird, das werden wir alsbald erfahren.

Das Gehirn des Kindes ist hochgradig suchtgefährdet

Ein zusätzlicher Bypass kann den hippocampalen Schaltkreis geradewegs in einen Turbator verwandeln. Es ist ein Dopamin-Opiat gesteuerter Rückverstärker, ein „Reward-System“, das mit Entdeckung in den 80er Jahren salopp als „Belohnungssystem“ bekannt wurde. Damit ist allerdings nur sein positiver Einfluss auf Lernen gemeint, wie etwa das Fußballen und das Ballettanzen von Jungen und Mädchen. Der negative Effekt ergibt sich aus der Tatsache, dass dieser Verstärker mit speziellen Rezeptoren ausgestattet ist, die ein molekulares Langzeitgedächtnis enthalten. Egal ob eine neuroaktive Droge oral oder intravenös eingespeist wird, oder ob digitale Medien die hippocampale Raumverrechnung belasten und ungewollt überfordern, in jedem Fall wird das „Belohnungssystem“ bespeist. Deswegen ist die Entstehung einer *zwanghaften Abhängigkeit* vom Handy und Navigationsgerät für jeden Menschen eine große Gefahr.

Für Kinder ist eine digitale Abhängigkeit allerdings nahezu unvermeidlich, wenn nicht das eigene "Brainy" sondern das Handy befragt wird (Teuchert-Noodt 2017). Das Kind/der Jugendliche versteht ganz schnell, dass man sein Gedächtnis nicht im Kopf sondern in der Rock-/Hosentasche haben kann. Dass man Probleme und Ängste nicht persönlich bewältigen muss sondern an einen alles beobachtenden smarten E-Geist abtreten kann. Ein symbiotisches Angstsyndrom durch Mamma Handy ist quasi vorprogrammiert. Auch wenn Kinder ihre Schulaufgaben nunmehr am Tablet erledigen sollen, werden sie natürlich in sozialen Netzen surfen und in virtuelle Welten abtauchen. Die digitale Sucht, in die wir unsere junge Generation reinschliddern lassen, mutet nahezu verbrecherisch an. Die negativen Auswirkungen

sind – wie oben angesprochen - bereits an den Hochschulen angekommen. Oder ist das alles übertrieben formuliert, was die Hirnforscherin da sagt? Die Studie sollte Klärung bringen.

Lernen im Kindesalter hat ganz viel mit Konditionierung zu tun

Bis hierher hat der aufmerksame Leser erfahren, dass der Hippocampus mit seinen zwei Bypässen einerseits umfassende Leistungen in puncto Lernen vollbringt und andererseits hohe Risiken in sich birgt, gesellschaftsferne Eigenschaften in kindliches Verhalten einzuprogrammieren. Grundsätzlich arbeitet dieser kybernetische Schaltkreis unterhalb der Bewusstseinschwelle. Sagen wir, er funktioniert automatisch und ohne Wenn und Aber. Selbst das Baby beherrscht die Digitaltechnik blitzschnell. Wir nennen es auch Konditionierungslernen, und darin ist jedes Kind von jeher Weltmeister.

Deswegen besteht die klassisch-pädagogische Erziehung darin, Kinder und Jugendliche mit viel Geduld zu einsichtigem Denken zu erziehen. Aber solange die dafür zuständige Großhirnrinde noch nicht funktionstüchtig ist, wird alles frühkindliche Verhalten auf natürliche Weise konditioniert. Das fängt bei regelmäßiger Nahrungsaufnahme und der Einübung in alltägliche Schlaf- und Wachphasen an, und es bezieht sich auf die vielen relevanten Basiselemente unseres gesellschaftlichen Sozialverhaltens. Digitale Geräte sind quasi technische Simulatoren dieser hippocampalen Konditionierungsmaschinerie, und sie sind dem Hippocampus aus besagten Gründen ganz klar überlegen. Wenn sie dem Kind das eigenständige Lernen abnehmen, bleiben die Nervennetze unterversorgt und werden nekrotisch. Wenn außerdem Algorithmen heutzutage Dienstleistungen im Haushalt und in der frühkindlichen Erziehung abnehmen, setzen auch diese Erwachsenen vieles ihrer Persönlichkeit aufs Spiel.

Warum das Stirnhirn des Erwachsenen dem Computer überlegen ist

Auch dem Erwachsenen ist die Gefahr grundsätzlich bekannt, sich zu verzetteln. Am digitalen Arbeitsplatz kann der medial bedingte intrinsische Raum-Zeitverlust regelrecht in einen Arbeitswahn einmünden und schlussendlich einen Burnout auslösen. Aber rein theoretisch betrachtet, kann der Erwachsene über psychokognitive Kontrollfunktionen seines physiologisch ausgereiften *Stirnhirns* gegen den limbischen Stressor ansteuern. Und das Kind kann das nicht, mangels kontrollierender Verbindungen aus dem Stirnhirn. Diese reifen unter dem Einsatz persönlicher Aktivitäten des Kindes/des Jugendlichen erst heran. In eine Metapher gekleidet heißt das: Junge Menschenkinder müssen den steilen Lehrpfad Schritt für Schritt erklimmen, geistige Mühe und Plage sind unabdingbare Voraussetzung, ein selbstbestimmtes Lebensziel zu erreichen; elektronische Medien sind einem Lift vergleichbar, um

den kindlichen/jugendlichen Bergsteiger/Skiläufer zum „digitalen Pistenraser“ zu machen.

Das Stirnhirn (Präfrontalkortex) nimmt unter allen Hirnstrukturen die längste Zeit zur Reifung der kognitiven Raum-Zeitverrechnung und Übernahme der Direktive über alle Teilaspekte menschlichen Denkens und Handelns in Anspruch - etwa 18 bis 20 Lebensjahre (Fuster 1998). Was die Evolution der Menschwerdung uns gelehrt hat, das lässt sich so beschreiben: nicht ein Lift bringt den Bergsteiger/Skiwanderer/das Kind/den Jugendlichen in höhere Gefilde sondern analoge Langsamkeit und stetes Bemühen, Schritt vor Schritt zu setzen und Willensstärke einzuüben. Das mag sich gut anhören, ist allerdings im digitalen Zeitalter fast nicht mehr zu bewerkstelligen. Vielleicht verhelfen tiefere Einblicke zur Umkehr, denn Eltern wollen doch intelligente Kinder haben und Jugendliche wollen denken lernen.

Unter der Handvoll klassischer Transmitter, die im kindlichen Gehirn heranreifen, nimmt Dopamin eine Schlüsselposition ein. Seine Relaisstation ist die Schwarze Substanz (=Substantia Nigra), gelegen in der ventralen tegmentalen Area (VTA) des Mittelhirns. Ausgehend von diesem schwarz pigmentierten Zellhaufen, werden frühkindlich zwei tragende Säulen für ausgewogene Kognitionsleistungen angelegt, einerseits die Bahn zum limbischen Hippocampus (meso-limbische Dopaminbahn) und andererseits die zum Stirnhirn (meso-präfrontale Dopaminbahn).

Diesbezügliche emotionale bzw. kognitive Funktionen reifen getrennt und zu extrem unterschiedlichen Zeiten. Die limbische Bahn schießt in der frühesten Kindheit auf, weswegen wir das unbefangene spontane Verhalten von Kindern als so herzerfrischend empfinden. Stattdessen lässt sich die präfrontale Dopaminreifung und damit das Einsichtsverhalten Zeit, bis jenseits der Adoleszenz auszureifen, weswegen diese Reifephase für Pädagogen*innen und Eltern zum Spagat werden kann.

Es ist ja allzu verständlich, dass sich die postmoderne Gesellschaft dieser ewig wiederkehrenden Mühsal in der Erziehung gern entledigen will und das Smartphone und Tablet für Kinder als Segen empfindet.

Eine sensible Reifephase des Stirnhirns, die erst jenseits der Pubertät ausklingt

Bereits präpubertär beginnen die beiden dopaminergen Teilsysteme langsam mit dem „Rollentausch“. Das konnten wir im Bielefelder Labor über die quantitative Bildauswertung von immunhistochemischen Hirnschnittserien und Analyse einzelner Reifungsetappen belegen (Dawirs et al. 1993; Busche et al. 2004). Der Umbruch hat zur Folge, dass das Kind währenddessen fast bedingungslos lernbegierig ist, und die soziale Umwelt ein unverzichtbares Nahrungsmittel für die reifenden Nervenetze ist. Das Kind hungert natürlicherweise und ständig nach menschlichen Kontakten und nach Wissen. Grundschullehrer*innen unterrichtet(et)en diese Altersgruppe von jeher mit Begeisterung.

Neuerdings scheint das aber nicht mehr zu gelten. Die Lernmotivation nimmt Berichten von Pädagogen*innen und Therapeuten*innen zufolge immer mehr ab. Es wird immer schwieriger, Grundschüler*innen für das Lernen zu begeistern; zu diesem Ergebnis kommt der PISA-Koordinator der OECD Andreas Schleicher (2015). Deswegen haben wir bewusst den Forschungsansatz gewählt, Kinder nicht über einen Fragebogen zur Handynutzung zu befragen – wie es heutzutage langläufig üblich ist – sondern sie einem Handy-bezogenen Intelligenztest zu unterziehen. Und wir haben die Altersgruppe der Acht-/Neunjährigen ausgewählt, weil sie sich hirnpfysiologisch am Beginn einer hochgradig sensiblen Entwicklungsphase höherer Hirnfunktionen (=Stirnhirn/Ass.Kortex) befindet, in der sich eine Umpolung von emotionalem zu kognitivem Verhalten anbahnt, die erst jenseits der Pubertät langsam ausklingt (siehe Diskussion).

Somit stand für uns die Frage im Vordergrund, ob die zunehmende Handynutzung im Kindesalter Auswirkungen auf die Lernfähigkeit hat und wie das über einen Kognitionstest messbar gemacht werden kann? Dazu führten wir eine **Studie A** durch. Natürlich wollten wir auch die Meinung der Eltern erfahren und konzipierten in **Studie B** einen Fragebogen, der unabhängig zu der schulischen Studie verteilt wurde.

Methodischer Ansatz im Kognitionstest mit Drittklässlern (Studie A)

Um die Lernfähigkeit von Kindern mit keiner, wenig oder viel privater Handynutzung näher zu untersuchen konzipierten wir einen 45 Minuten langen Kognitionstest, den wir an insgesamt 54 Schülern*innen von dritten Klassen (Alter 8 und 9 Jahre) einer Grundschule im Rhein-Neckar-Kreis/Baden Württemberg in Anwesenheit der jeweiligen Klassenlehrerin aus drei Schulklassen durchführten. Eine Übersicht über den Kognitionstest bietet ein Testkatalog (siehe Tabelle), der zuvor in mehreren Vorversuchen auf Eignung und Validität der gewählten Testitems geprüft wurde. Um möglichen Erwartungsantworten vorzubeugen und Auswirkungen von Prüfungsangst zu minimieren, haben wir die Studie offiziell als ein spielerisches Setting zur Handschrift bzw. Schönschrift eingeführt, und es wurde den Schülern*innen ein Gewinn in Aussicht gestellt.

Zur Erhebung, Auswertung und Verrechnung der Daten.

Die non-verbale Einschätzungsfähigkeit wurde über die Wasserglasmethode (Schlotmann 2004; Lambert 2014) realisiert. Mit dieser evidenzbasierten Methode ist es möglich, über intuitives Einzeichnen von Wasserständen in zylindrische Gläser eine reale Quantifizierung vorzunehmen. Die Einschätzungsfähigkeit der Schülern*innen mithilfe der von Angelika Schlotmann entwickelten Wasserglasmethode wurde in einem Kontrollitem zunächst erhoben und nur diejenigen Schüler und

Schülerinnen wurden in die Auswertung aufgenommen, die - bei Einschätzung einer mathematischen Relation von einem Achtel - nicht mehr als 55% Abweichungen erzielten. So verblieben von den 54 Testteilnehmern 52 für die Datenverrechnung übrig. Das Item zur Selbsteinschätzung der eigenen Schrift wurde als sogenanntes "Lügenitem" konstruiert, welches mit der eigentlichen Fähigkeit zum Schönschreiben im Gedächtnisteil verglichen werden konnte. So konnten Kinder, die sich selbst stark unter- oder überschätzen aussortiert werden. Aufgrund des Lügenitems musste jedoch kein Schüler aussortiert werden.

Testkategorien	Beschreibung der Testitems	Auswertung
1. Stirnhirnkompetenzen - Raumwahrnehmung - Konzentration - Antizipation	- Exaktes Einpassen des Wortes "Schneeballschlacht" in drei vorgegebene Rechtecke unterschiedlicher Größe; Zeitvorgabe 15 Minuten	Abweichungen in Millimetern von den rechten, linken, oberen und unteren Rechtecksrändern und der Wortmitte ab Rechtecksmitte
2. Stirnhirn/Ass. Cortex-Komp. - Kog. Gedächtnisleistung - Schrift - Orthographie	- Auswendiglernen (Zeitvorgabe 4 min) - schriftlich Wiedergeben (Zeitvorgabe 5Min.) eines Schülerstammdatensblattes mit 20 Minuten Zeitverzögerung	Anzahl der richtig erinnerten Fakten (Vor- und Zuname, Adresse, Hausnummer, Geb.Dt., Hobbies, Lieblingsfach in der Schule, 6-stellige Tel.Nr.), Schulnoten für Schriftbild von externem Rater, Anzahl der orthogr. Fehler
3. Emotional-motivationale Reife mit Testung über die standardisierte Wasserglasmethode	- Nonverbale Einschätzung von Freizeitaktivitäten und einer Selbsteinschätzung der eigenen Schrift; Zeitvorgabe 10 Minuten	Anzahl der eingezeichneten Millimeter in das Wasserglas in der Größe von je 50 Millimetern

Tabelle: Über die Testkategorien 1 - 3 werden insgesamt psycho-kognitive Fähigkeiten überprüft; speziell für die Testung der emotional-motivationalen Reife kam die Wasserglasmethode als non-verbale Testmethode zum Einsatz. Unter Testitems sind die gestellten Testaufgaben und die verfügbaren Beantwortungszeiten aufgelistet. Unter Auswertung werden die quantitativ bewerteten Parameter aufgelistet.

Für die Auswertung der einzelnen Testergebnisse stellte sich die Frage, ob die erhobenen Daten zu den kognitiven Fähigkeiten (Testkategorien 1 – 3, Tabelle) von der Intensität der digitalen Mediennutzung (Testitems unter 3 der Tabelle) beeinflusst werden. Die digitale Mediennutzung wurde über die Intensität des Fernsehens, der Handynutzung und der Nutzung von PC und Tablet erhoben. Für die statistischen Verrechnungen benutzten wir die Intensität der Handynutzung, da die Intensitätsabstufung drei gleich große Gruppen erfordert und dies für das Fernsehen und die Nutzung von PC und Tablet nicht vorlag. Deshalb haben wir die Kategorie

digitale Mediennutzung bei der folgenden Auswertung auf die Handynutzung reduziert.

Die Intensität der Handynutzung wurde in drei Gruppen zu jeweils ein Drittel von 100% gegliedert. Das statistische Verfahren ist hierbei zum einen die multivariate Varianzanalyse, zum anderen die Produkt-Moment-Korrelation. Die multivariate Varianzanalyse erlaubt einen Vergleich der Mittelwerte der psycho-kognitiven Variablen zwischen den drei Intensitätsgruppen der Handynutzung unter Berücksichtigung der Varianzhomogenität innerhalb der Gruppen und der Varianzheterogenität zwischen den Gruppen. Der statistisch ermittelte F-Wert ist hierbei der Indikator für einen signifikanten Unterschied der Variablen bezüglich der Intensität der Handynutzung. Der durch die Produkt-Moment-Korrelation berechnete Korrelationskoeffizient r gibt die Höhe des Zusammenhangs zweier Variablen als Dezimalzahl wieder. Die dritte Testkategorie des komplexen Testkatalogs wurde non-verbal über die Wasserglasmethode durchgeführt. Dabei handelt es sich um eine mathematik-didaktische und evidenzbasierte Methode, die es Schülern*innen erlaubt, numerische Quantitäten mit nicht-abzählbarem Material (Wasser) selbst herzustellen.

Zum Fragebogen an die Eltern (Studie B)

Ein umfassender Fragebogen zu den kognitiven Fähigkeiten der Schüler*innen und ihren Freizeitaktivitäten für Eltern sollte unsere Daten ergänzen und uns weitere Einsichten liefern. Da wir nur von 12 Eltern Antwort erhielten, sahen wir uns veranlasst, den Ansatz B im weiteren Verlauf zu vernachlässigen. Interessant ist jedoch, dass sich hinsichtlich der Intensität der Handynutzung im Vergleich der verrechneten Daten beider Teilstudien ein unerwarteter Unterschied zeigte, den wir unter Ergebnissen in der Studie B vorstellen werden.

Ergebnisse zum Kognitionstest (Studie A).

In der Testkategorie 1 (Tabelle) wurden bei der Schreibdurchführung des Items "Schneeballschlacht" zur Überprüfung von „Stirnhirnkompetenzen“ drei Teilfähigkeiten messbar gemacht und zusammengerechnet: Die „räumliche Wahrnehmung“ des verfügbaren Kästchens - messbar durch die exakte Einpassung des Wortes in das vorgegebene Rechteck; die „Konzentration“ – messbar durch die Umsetzung der Instruktion, alle Buchstaben exakt am unteren Rand des Rechtecks anzusetzen und alle Großbuchstaben am oberen Rand des Rechtecks anstoßen zu lassen; die raumzeitliche Einordnung des Wortes – messbar durch das „Antizipieren“, die ersten 9 Buchstaben des 18 Buchstaben langen Wortes etwa bis zur Mitte des Rechtecks reichen zu lassen, weil das ganze Wort eingepasst werden soll. Exemplarisch demonstriert Fig.1a vergleichsweise die Aufgabenlösung durch zwei Schüler*innen mit unterschiedlicher Handynutzung.



Fig. 1a. In dieser Handschriftprobe versuchten die beiden Schüler*innen das Wort Schneeballschlacht passend in die vorgegebenen Rechtecke einzufügen. In der Handschriftprobe X handelt es sich um ein Kind mit geringer Handynutzung; in Y um ein Kind mit starker Handynutzung.

Der Zusammenhang zwischen der Intensität der Handynutzung und den über die Handschriftprobe abgefragten Stirnhirnkompetenzen wurde quantitativ über die Varianzanalyse belegt.

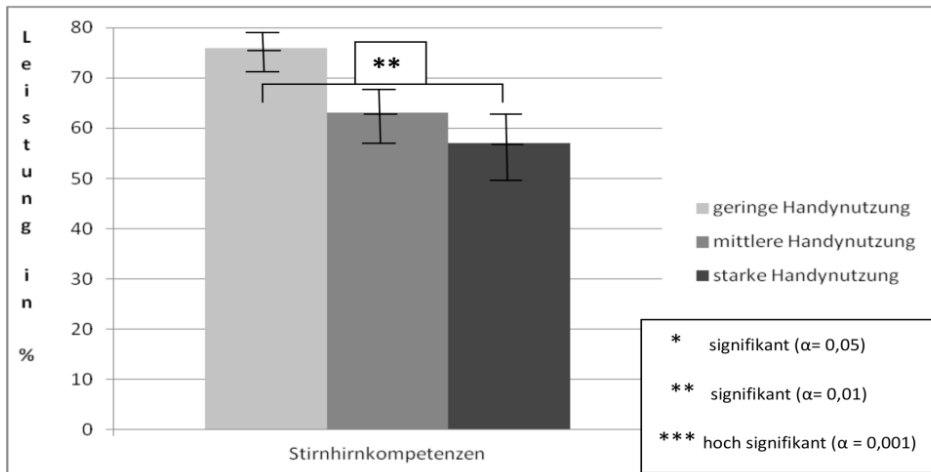


Fig.1b. Die kognitive Leistungsfähigkeit in Prozent bezüglich der Stirnhirnkompetenzen wie „Raumwahrnehmung“, „Konzentration“ und raumzeitliche „Antizipation“ (Testkategorie 1, Tabelle) wird hier in Abhängigkeit von der Intensität der Handynutzung dargestellt. Die multivariate Varianzanalyse zeigt einen statistisch signifikanten Mittelwertsunterschied für die Stirnhirnkompetenzen in Abhängigkeit von der Intensität der Handynutzung von 97,7% auf.

In der Testkategorie 2 (Tabelle) untersuchten wir die „kognitive Gedächtnisleistung“ mit einer Lernphase von 5 Minuten und mit 20 Minuten Zeitverzögerung vor der Reproduktion der gemerkten Fakten. Außerdem erhoben wir das „Schriftbild“ bei der Wiedergabe der gemerkten Fakten und die „orthographische Leistung“ beim Aufschrieb der gemerkten Fakten.

Der Vergleich zweier exemplarischer Schriftbilder (Fig. 2a) zeigt, wie unterschiedlich die „Gedächtnisleistungen“ und das „Schriftbild“ sind. Zum Vergleich ist die richtige Lösung der Gedächtnisestitems in der Abbildungsunterschrift angegeben.

Name:	<u>Paula - Roth</u>	Name:	<u>JULE - ROCH</u>
Adresse:	<u>Himmelsstraße 24</u>	Adresse:	<u>ROSSFROSE</u>
Geburtsdatum:	<u>1. April 2008</u>	Geburtsdatum:	<u>1. APRIL 5</u>
Hobbies:	<u>Bienen züchten, Klavier spielen</u>	Hobbies:	<u>Bienen züchten, Klavier</u>
Lieblingsfach:	<u>Sport</u>	Lieblingsfach:	<u>SPORT</u>
Telefonnummer:	<u>714568</u>	Telefonnummer:	<u>714 64 68</u>
Schüler X kaum bis keine Handynutzung		Schüler Y starke Handynutzung	

Fig. 2a. Hier versuchen die beiden Schüler*innen die 20 Minuten zuvor gemerkten Fakten (Paula Kaltbach-Roth, Himmelsstiege 24, 1. April 2008, Bienen züchten, Klavier spielen, Sport, 714568) niederzuschreiben.

Die Kompetenzen der Testkategorie 2 „Gedächtnis“, „Schriftbild“ und „Orthographie“ sind hier bezüglich der Intensität der Handynutzung untersucht worden. Für die „kognitive Gedächtnisleistung“ mit Zeitverzögerung ergibt sich ein signifikanter Bezug zur Intensität der Handynutzung, wie die Varianzanalyse zeigt (Fig. 2b). Sehr starke Handynutzung führt zu einer signifikant schlechteren Gedächtnisleistung. Das „Schriftbild“ zeigt keinen signifikanten Zusammenhang zur Intensität der Handynutzung, wenngleich das Signifikanzniveau von 95% nur knapp verfehlt wurde. Für die „Orthographie“ konnten wir keinen Zusammenhang zur Intensität der Handynutzung zeigen.

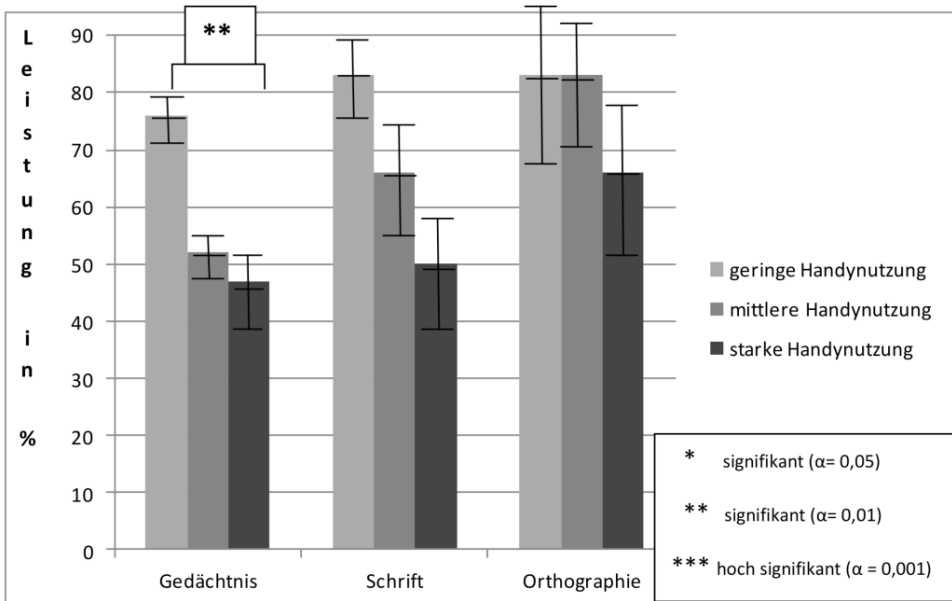


Fig. 2b. Die kognitive Leistungsfähigkeit bezüglich der „kognitiven Gedächtnisleistung mit Zeitverzögerung“, der „Schönschrift“ und der „Orthographie“ (Testkategorie 2, Tabelle 1) im Durchschnitt in Prozent in Abhängigkeit von der Häufigkeit der Handynutzung zeigt uns hier einen quantitativen Zusammenhang. Die multivariate Varianzanalyse zeigt einen statistischen signifikanten Mittelwertsunterschied für die kognitive Gedächtnisleistung in Abhängigkeit von der Intensität der Handynutzung von 99,3% auf! Hier wurde ein hoch signifikantes Ergebnis knapp verfehlt. Für die „Schönschrift“ ergibt sich ein statistischer Trend von 89%, der das Signifikanzniveau von 95% knapp verfehlt und bezüglich der „Orthographie“ sieht man einen geringen Zusammenhang von 66%, der statistisch nicht relevant ist.

Für die 3. Testkategorie (siehe Tabelle) emotional-motivationale Reife werden verschiedene Freizeitaktivitäten, wie „Spielen im Freien“, „sportliche Aktivitäten“, „Spaß an der Schule“, Quantität der „Freundschaften“, der „Hausaufgaben“ und der „Kreativität“ der Intensität der Handynutzung gegenübergestellt. Exemplarisch zeigen wir die Einschätzung dieser Fragen mithilfe der Wasserglasmethode von zwei Schülern*innen in Fig. 3a.

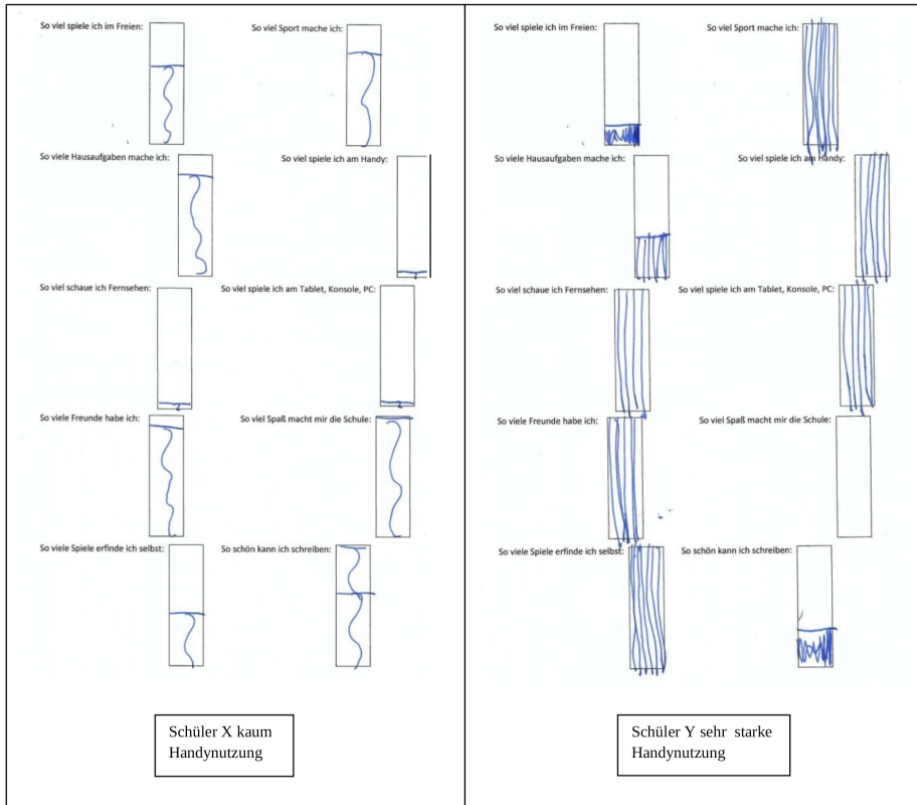


Fig. 3a. Hier schätzen zwei Schüler mit Hilfe der Wasserglasmethode subjektiv die Quantität ihrer „Freizeitaktivitäten“, ihrer „Freundschaften“ und ihre „Motivationslage“ ein. Die Fragen zu den Wassergläsern lauten von links nach rechts, Zeile für Zeile: So viel spiele ich im Freien; So viel Sport mache ich; So viele Hausaufgaben mache ich; So viel spiele ich am Handy; So viel schaue ich Fernsehen; So viel spiele ich am Tablet, Konsole, PC; So viele Freunde habe ich; So viel Spaß macht mir die Schule; So viele Spiele erfinde ich selbst; So schön kann ich schreiben.

Der Zusammenhang zwischen der Intensität der Handynutzung und verschiedenen Freizeitaktivitäten und der schulischen Motivation („Spaß an der Schule“) wurde quantitativ über die Varianzanalyse belegt (Fig. 3b).

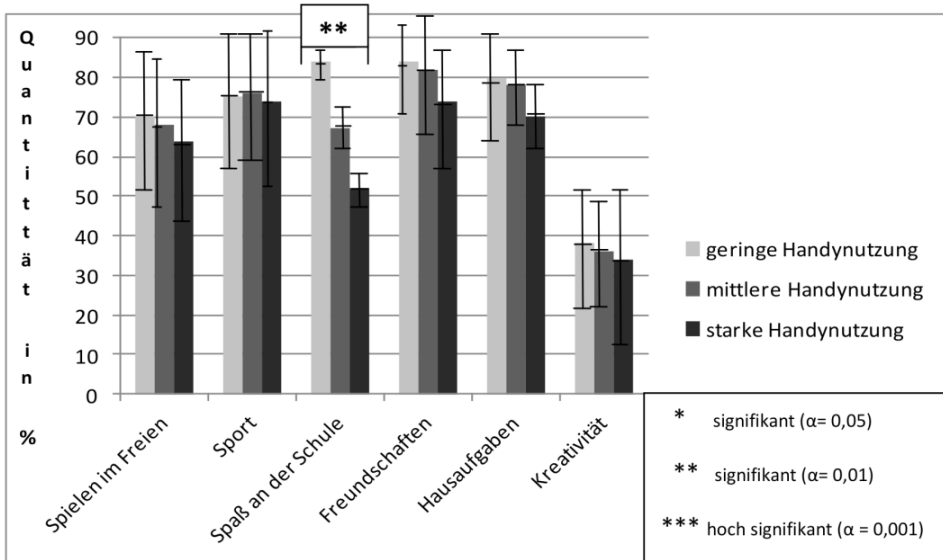


Fig. 3b. Die emotional-motivationale Reife bezüglich der Freizeitaktivitäten, der „schulischen Motivation“, „Freundschaften“ und der „Kreativität“, (Testkategorie 3, Tabelle 1) im Durchschnitt in Prozent in Abhängigkeit von der Häufigkeit der Handynutzung zeigt uns hier einen quantitativen Zusammenhang. Die multivariate Varianzanalyse zeigt einen statistischen signifikanten Mittelwertsunterschied für den „Spaß an der Schule“ in Abhängigkeit von der Intensität der Handynutzung von 99% auf! Für die anderen Bereiche ergeben sich geringe Zusammenhänge, die statistisch nicht relevant sind.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich mit zunehmender Intensität der Handynutzung der „Spaß an der Schule“ stark verringert. Für das „Spielen im Freien“, die „sportlichen Aktivitäten“, „Freundschaften“, „Hausaufgaben“ und „Kreativität“ konnten wir keinen signifikanten Zusammenhang zur Intensität der Handynutzung finden.

Schließlich möchten wir die berechneten Korrelationen zwischen der Handynutzung und den in der Tabelle untersuchten kognitiven Fähigkeiten nicht vorenthalten, da sie uns einen abschließenden Überblick über die Zusammenhänge zwischen den Items des Testkatalogs und der Intensität der Handynutzung geben (Fig. 4). Hier sehen wir drei prominente Einflüsse.

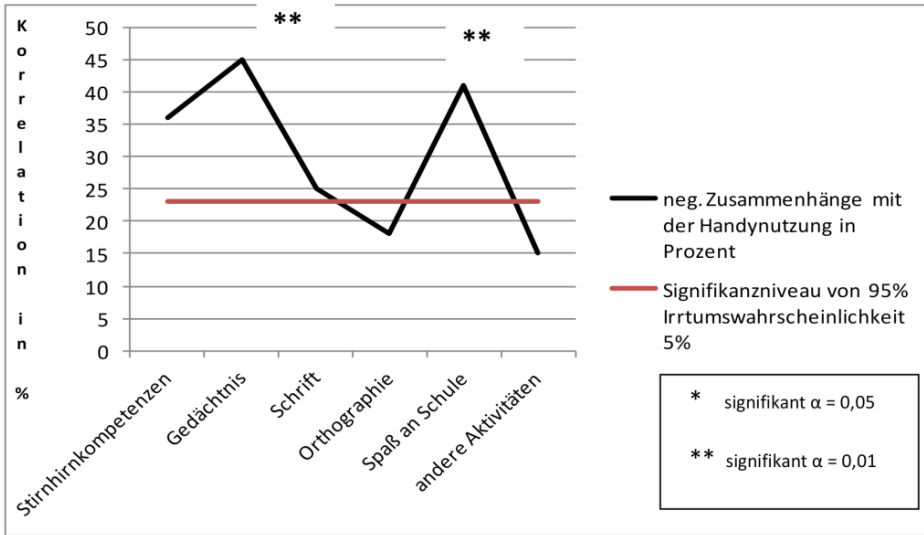


Fig. 4. Überblick über alle Korrelationen zwischen den Items des Testkataloges und der Intensität der Handynutzung (in Prozent). Statistisch signifikante Korrelationen befinden sich über der roten Linie. Die Korrelationen sind negativ, d.h. je stärker die digitalen Einflüsse sind, desto schlechter sind die jeweiligen Fähigkeitsbereiche entwickelt.

Erstens wirkt sich die Intensität der Handynutzung stark auf die Stirnhirnkompetenzen wie Raumwahrnehmung, Konzentration und Antizipation aus. Je intensiver die Handynutzung von Drittklässlern ist, desto schlechter sind ihre Stirnhirnkompetenzen entwickelt. Zweitens wirkt sich die Intensität der Handynutzung sehr stark auf die kognitive Gedächtnisleistung mit Zeitverzögerung aus. Je intensiver die Handynutzung von Drittklässlern ist, desto schlechter erinnern sie erlernte Fakten nach einer Zeitverzögerung. Drittens erkennen wir eine starke Auswirkung der Intensität der Handynutzung auf die schulische Motivationslage. Je intensiver die Handynutzung von Drittklässlern ist, desto geringer ist der Spaß, den sie an der Schule haben. Die orthographische Leistung der Schüler*innen zeigt keinen Zusammenhang zur Intensität der Handynutzung auf. Ebenso wird bei Drittklässlern die Häufigkeit der sportlichen Freizeitaktivitäten, des Spielens im Freien, der Freundschaften und der Hausaufgaben von der Handynutzung nicht signifikant beeinflusst. Die Daten legen jedoch nahe, dass auch andere kognitive und emotional-motivationale Fähigkeitsbereiche, wie etwa das Schriftbild von intensiver Handynutzung negativ betroffen sind. Weitere Forschung ist hier wünschenswert.

Ergebnisse zum Fragebogen an die Eltern (Studie B)

Die geringe Anzahl der ausgefüllten Fragebögen von den Eltern hat uns veranlasst, auf eine umfassende Auswertung zu verzichten. Einen Punkt wollen wir jedoch aufgreifen: den zur privaten Handynutzung ihrer Kinder. Ein t-Test zum Vergleich der eingeschätzten Mittelwerte ergab eine signifikante Abweichung der Einschätzungen. Die Kinder schätzen die Intensität ihrer Handynutzung deutlich stärker ein, als die Eltern (siehe Fig. 4). Da die Einschätzungsfähigkeit der Kinder sowohl quantitativ als auch qualitativ mit dem Lügenitem überprüft wurde, liegt der Schluss nahe, dass den Eltern die Häufigkeit der Handynutzung ihrer Kinder im Alltag entgeht.

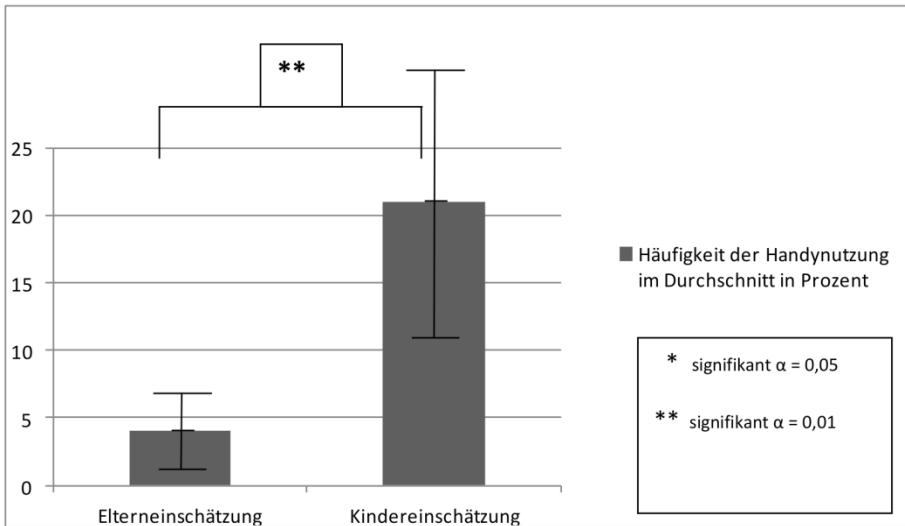


Fig. 5. Die Häufigkeit der Handynutzung im Durchschnitt in Prozent wird von Eltern und Schülern unterschiedlich eingeschätzt. Der t-Wert des Mittelwertvergleiches zeigt einen statistisch signifikanten Zusammenhang von 96,4% auf. Eltern unterschätzen erheblich die Intensität der Handynutzung ihrer Kinder.

Zur Diskussion der Testergebnisse

Was erfahren wir von den Eltern zur Handynutzung ihrer Kinder?

Der Vergleich der getrennten Befragung von Eltern und Kindern zur Handynutzung hat ergeben, dass die Kinder ihre alltägliche Handy-Nutzungszeit signifikant höher einschätzen als die Eltern dies tun. Dieses Ergebnis stößt vermutlich nicht nur bei den beiden Autorinnen sondern auch bei Ihnen, verehrte Leser*innen, auf Verwunderung. Man muss schon nachdenken, um eine Logik dahinter zu erkennen, wenn

Mütter ihre Acht-/Neunjährigen im Umgang mit dem Handy so kontrovers zu den Angaben ihrer eigenen Kinder einschätzen. Wir können nur mutmaßen, ob Mütter die Zeit der Handynutzung ihrer Kinder bewusst oder unbewusst unterschätzt haben? Ob sie dem Mainstream folgend, eine kritische Medieneinstellung unbewusst verdrängen? Ob es ihnen im Alltag schlicht entgeht, wie oft ihr Kind zum Handy greift?

Vielleicht fragt der eine oder andere Leser, ob die Kinder selber sich groß machen wollten und deswegen übertriebene Zeiten der Handynutzung angegeben haben? Dem können wir mit Entschiedenheit entgegenreten. Handelte es sich doch um eine Blindstudie, in der ein Schönschreibetest mit Wettbewerb im Vordergrund stand, die Handynutzung in eine nonverbale Selbsteinschätzung über die Wasserglasmethode verkleidet war, und das Lügenitem eindeutig gezeigt hat, dass die Schüler*innen nicht übertrieben haben. Zudem hat die Psychotherapeutin, Angelika Schlotmann, eine jahrzehntelange Praxiserfahrung im Umgang mit verhaltensauffälligen und lernbehinderten Kindern und deren Eltern. Oft genug erfährt sie, dass die kleinen Klienten*innen am liebsten nur noch am Handy spielen wollen, sobald die Eltern den Raum verlassen haben, und dass es immer schwieriger wird, sie analog zu begeistern.

Deswegen stand von vornherein fest, dass wir beide Generationen getrennt zu Wort kommen lassen wollten. Überdies erhalten wir durch die aktuelle Presse zur Frage der Handynutzung im Kindesalter zwar hinreichend viele Botschaften aus Befragungen der Erwachsenen, aber kaum Befragungen von Grundschulern; noch weniger werden solche von empirischen Daten zu kognitiven Leistungen untermauert.

Was erfahren wir von den Kindern selber zu ihrer Handynutzung?

Greifen wir hier die eingangs formulierte Thematik auf: „Analoge Eltern, digitale Kinder? Es geht – es geht nicht.“ Die vorliegenden Ergebnisse legen die Antwort nahe, dass es nicht geht! Vielmehr empfiehlt es sich, den Spieß umzudrehen: „Analoge Kinder – digitale Eltern! Nur das geht!“ Wie eingangs dargestellt, hat uns genau das auch die ¼ Jahrhundert zurückliegende Einführungsphase der E-Technik an unseren Universitäten gelehrt. Die analog aufgewachsenen Studierenden des vergangenen Jahrhunderts hatten diese ja so einfach erlernbare Digitaltechnik unmittelbar und sehr erfolgreich annehmen können. Dann aber war es ein völliger Trugschluss, Kinder so früh wie möglich mit der E-Technik vertraut machen zu müssen, um sie in das „Neue Zeitalter mitnehmen zu können“, wie es so schön heißt. Und sei es nur das Kinder-Handy, das mitsamt weiterem elektronischen Spielzeug den Schulanfängern heutzutage gern in die Zuckertüte gesteckt wird. Der Misserfolg stellt sich – wie wir mit dieser empirischen Studie aufzeigen – bereits in den ersten Schuljahren ein.

Und es geht um viel mehr!

Grundsätzlich ging es uns mit dem komplexen Testkatalog ja nicht nur um die private Handynutzung der Kinder und ihre aktuellen Lernprobleme. Sondern es geht um die kausalen Zusammenhänge bezüglich der Spätfolgen und somit auch um die Grundsatzfrage, ob Schulkinder und Jugendliche überhaupt mit elektronischen Geräten lernen können/sollen? Ein Motto in der Wochenzeitung DIE ZEIT (vom 20.08.2020) lautet: „Digitale Bildung – Schlüsselkompetenz für die Welt in der wir leben..... Längst werden deutsche Schüler*innen als Digitaldeppen“ bezeichnet, weil sie den „Sprung in die digitale Ära“ allzu träge mitvollziehen (eben dort). Allein diese Abqualifizierung von traditionellen Lernmethoden zeigt, wie rücksichtslos die industrielle Propagandabranche dieses Thema selbst in seriöse Zeitungen hineinträgt. Es ist dringend notwendig, die Wissenschaft öffentlich zu Wort kommen zu lassen, wenn wir die junge Generation nicht endgültig verlieren wollen.

Die Diversität der von uns angewendeten Testitems war für die Gesamtbewertung äußerst vorteilhaft. Für manche Testfragen haben wir überhaupt keine und für andere signifikante Ergebnisse bekommen. Genau das aber macht den Wert der Studie aus, weswegen wir hier einmal die angewandten Testitems den abgefragten Einzelaspekten zuordnen, um sie funktionsbezogen zu diskutieren.

Alle im Kognitionstest abgefragten Teilaspekte gehören mehr oder weniger zum einen oder anderen Funktionskreis des für das Lernen und die Gedächtnisbildung zuständigen Limbo-präfrontalen Systems. Wie oben beschrieben, kommt es ab dem achten/neunten Lebensjahr zu einer langsam fortschreitenden physiologischen „Umpolung“ von limbisch-emotionaler zu präfrontal-kognitiver Gedächtnisbildung. Fraglos ist die hohe Bedeutung der Grundschulzeit für die weitere geistige Entwicklung des Kindes jedem Kinderpsychologen und Pädagogen bekannt. Warum aus der unmittelbar betroffenen Berufsgruppe keine wesentlichen Proteste gegen den DigitalPakt Schule laut werden, dürfte ähnliche Vermutungen aufwerfen, wie die oben zur Handy-Fehleinschätzung der Eltern geäußerten: Auch die Lehrer*innen werden schlichtweg von der innerhalb einer Generation losgetretenen Techno-Innervationswelle massiv belastet und einfach niedergewalzt.

Stand/steht hinter der Digitalisierung von Schulen eigentlich eine demokratische Entscheidung? Einer solchen mögen hier aus der Neurowissenschaft verbindliche Argumente zur Hand gegeben werden. Längst hätte man den über ein halbes Jahrhundert erhobenen psycho-neurowissenschaftlichen Erkenntnissen zum Komplex Umwelt, kognitive Hirnentwicklung und Gesellschaft in Reformierungsgremien des Schulunterrichts Gehör schenken müssen. Ein jüngstes gesellschaftskritisches Buch mit dem Titel „Die Kindheit ist politisch“ (Fuchs 2019) zeigt auf, wie sich leidvolle Kindheitserfahrungen auf eine die Jahrhunderte durchziehende leidvolle Geschichte auswirken. Allein unsere Generation kann dazu immer noch viel berichten: Die sogenannten „Alarmkinder“ des Zweiten Weltkrieges haben in England und Deutschland ihr späteres Leben auffällig oft in psychiatrischen Einrichtungen verbringen müssen oder haben Suizid begangen; interessanterweise betraf es die 1935/36 Geborenen, also die während der schwersten Bombenangriffe Acht-/Neunjährigen.

Das wirft die brisante Frage auf, ob denn die private Handynutzung von Vor- und Grundschulkindern für die Reifung psycho-kognitiver Nervenetze eine leidvolle Erfahrung bedeuten mag? Zusätzlich sei gefragt, was es für die Psyche und die Intelligenzentwicklung der Kinder bedeuten mag, wenn nunmehr das Tablet in Grundschulen eingeführt wird und die Kinder über Homeschooling in die virtuelle E-Welt noch weiter hineingezogen werden? Was sagen dazu die vorliegenden Testergebnisse, und was können wir zur Forschung *Umwelt und Entwicklung* ableiten?

Worauf Handynutzung im Test der Kinder keinen Einfluss nahm

Beginnen wir mit denjenigen getesteten Aspekten, die im Ergebnis nicht einmal einen Trend bezüglich der Frage aufweisen, ob die private Handynutzung Einfluss auf Items des Freizeitverhaltens nimmt. Es betrifft die Fragen nach der eingesetzten Zeit für „Sport“, „Spielen im Freien“ und „Kreativität“ beim Spielen. Es fällt nicht schwer, für alle drei Aspekte eine plausible Erklärung zu geben. Ganz einfach, es handelt sich mehr oder weniger um heutzutage von den Kindern in der Regel gar nicht mehr selbständig verwaltete Freizeittätigkeiten. Die Zeit für Sport wird meistens über Vereine gesteuert, und die Freiräume für das „Spielen im Freien“ und damit natürlich auch für „kreatives Spielen“ sind durch den zunehmend schulisch durchgetakteten Tagesablauf so eingeengt, dass individuelle Abweichungen kaum registrierbar sind. Teilweise mag das auch für die Items „Freundschaften“ und „Hausaufgaben“, zutreffen. Immerhin wurden für einzelne Items - wenngleich statistisch nicht signifikante - Trends der Abminderung im Zusammenhang mit der Handynutzung gefunden.

Allesamt sind diese Teilergebnisse gleichwohl aus der Hirnforschung erklärbar und deshalb für die Gesamtwertung der Studie außerordentlich aufschlussreich. Diese Aspekte sind nämlich durchweg in emotional-limbischen Bereichen des kindlichen Verhaltens fest verankert. Sie werden deswegen von Acht-/Neunjährigen noch gar nicht unbedingt bewusst gelebt und infrage gestellt. Umso tragischer mag sich dieses Ergebnis im Hinblick auf die weitere Verhaltensentwicklung der Handy-Kinder auswirken. Viele ältere Jugendliche machen kaum noch Sport und liegen nicht selten an schulfreien Tagen mit dem Handy ganztags im Bett. Statistischen Ergebnissen zufolge sind 16-Jährige heutzutage ungefähr 8 Stunden pro Tag online. Das wundert Experten der Suchtforschung ebenso wenig, wie es Experten der Computertechnik verwundert, wenn ein PC abstürzt. Denn vor dem Hintergrund hirneurophysiologischer Erkenntnisse ist der geistige Absturz eines dem Digitalkonsum verfallenen Jugendlichen nahezu vorhersagbar; natürlich bezieht der Konsum auch den Schulunterricht am Computer mit ein. Diese Jugendlichen sind der digitalen Sucht unweigerlich ausgeliefert, aus der herauszukommen ebenso schwer sein sollte wie aus der Abhängigkeit von einer Designerdroge.

Worauf die Handynutzung der Kinder signifikanten Einfluss nahm

Bei Bewertung der anderen Testitems wird dem kritischen Leser ein uns alle überstrahlender IT- Stern vom Himmel fallen: Durch Handynutzung wurden sämtliche getesteten Stirnhirnkompetenzen signifikant beeinträchtigt, ein „hoch signifikant“ wird für die Gedächtnisleistung knapp verfehlt. Es betrifft ganz allgemein das Arbeitsgedächtnis und die kognitive raum-zeitliche Verrechnung von Informationen, also die sich anbahnende Reifung von Intelligenz, Konzentration, Denkvermögen und einsichtigem Handeln.

Beeindruckend war allein, was die an die Kinder gestellte Anforderung hergab, das Wort „Schneeballschlacht“ in ein vorgegebenes Kästchen zu schreiben. Zuvor war diese Aufgabe zwecks Fehlervermeidung sogar noch von den Versuchsleiterinnen gemeinsam mit den zu testenden Schülern*innen an der Tafel durchgespielt worden. Ob das kindliche Stirnhirn die „Raumverrechnung“, die „Konzentration“ und das „Antizipieren“ aufbringt, dieses Wort in das Kästchen zu setzen oder diese Aufgabe krass zu verfehlen, das korrelierte signifikant mit der Intensität der privaten Handynutzung.

Mit dem Testitem „Gedächtnisleistung mit Zeitverzögerung“ wurde ein in der Literatur fest verankerter klassischer Stirnhirntest zur Überprüfung des Arbeitsgedächtnisses eingesetzt. Die non-verbale Abfragung mehrerer Fähigkeiten über die Wasserglasmethode gab selektive Auskünfte zur individuellen raumbezogenen Stirnhirnkompetenz. Der Test hat belegt, je intensiver die Handynutzung ist, desto schlechter erinnert sich das Kind nach 20 Minuten an zuvor Erlerntes. Dieser Zeitverzögerungstest hat sich seit jeher sowohl in der Psychiatrie als auch in der Psychopharmaforschung am Tiermodell als gezielt aussagekräftig bewährt, um Stirnhirnkompetenzen selektiv auf pathologische Funktionsstörungen hin zu überprüfen.

Gründe für psychokognitive Defizite von Handynutzern aus der Hirnforschung

Die Testergebnisse lassen sich überraschend klar zur Deckung bringen mit den Studien zur Stirnhirnreifung am zweistufigen Environmentmodell aus unserer Bielefelder Laborforschung der 80er/90er Jahre. Bei restriktiver bzw. artgerechter Aufzucht der Tiere mit bzw. ohne zusätzliche traumatische Belastung im frühen Lebensalter – also einer umfassenden Vergleichsstudie von vier verschiedenen Aufzuchten – wurde die Reifung der meso-präfrontalen Dopaminbahn in Abhängigkeit zur jeweiligen Stressbelastung entsprechend stark unterdrückt (Winterfeld et al. 1998; Neddens et al. 2001). Präfrontale Nervenzellen und Transmitter (GABA und Glutamat) reagierten pathologisch: sie veränderten ihr natürliches Reifungsspektrum (Blaesing et al. 2001; Brummelte et al. 2007a; Brummelte et al. 2007b), und sie veränderten ihre über die Jugendphase hin langsam ausreifenden Faserverläufe zu Zielregionen im assoziativen und limbischen Kortex (Bagorda et al. 2006; Witte

et al. 2007). Der selektive Verhaltenstest zur Zeitverzögerung bestätigte die durch Dopaminmangel induzierten Stirnhirndefizite (Dawirs et al. 1996). Die Interpretation konnte nur sein: die Nervenetze – also die Hardware - für psychokognitive Funktionen waren irreversibel beschädigt, und der Grad der Schädigung korrelierte mit jeweiliger Stressbelastung während der frühkindlichen und jugendlichen Verhaltensentwicklung. Klinische Studien zur Pathologie der Stirnhirn-Psychose weisen wesentliche Parallelen auf, die wir mit diesem nicht-invasiven Tiermodell für die einzelnen Transmitter neurochemisch hinterlegen konnten (u. a. rev. Teuchert-Noodt 2001).

Was lässt sich daraus für die kindliche Lernentwicklung ableiten?

Auf die vorliegende Studie bezogen, lassen sich folgende Vermutungen ableiten. Die Überführung von Lerninhalten in das Langzeitgedächtnis sollte bei den Kindern mit hoher privater Handynutzung gestört und partiell sogar erheblich gestört sein. Das betrifft ihre Denkfähigkeit, mangels kognitiver Fähigkeiten der „Raumwahrnehmung“, „Antizipation“ und „Konzentration“. Letzteres lässt sich vermutlich auf eine glutamaterge Unterversorgung von assoziativen Rindenfeldern zurückführen. Es ist nur konsequent, dass solches auch zu schlechter und fehlerhafter Schreibweise führt, wenngleich das Signifikanzniveau im Test der vorliegenden Studie nicht ganz erreicht wurde. Weiterhin lässt sich die hoch signifikant geminderte „schulische Motivation“ von Handynutzern dann auch auf eine glutamaterge Unterversorgung von limbischen Feldern aus dem Stirnhirn zurückführen. Anders gesagt, die starke Handynutzung unterbindet die Fähigkeit zu „Konzentration“ und „Spaß an der Schule“ weil das Stirnhirn physiologisch quasi ausgehungert und in eine Notreifung gezwungen wird.

Derweil spielt der hippocampale Schaltapparat seine Trumpfkarte aus, denn nur ein funktionstüchtiges Stirnhirn könnte den digitalen Turbo aus der subkortikalen Belohnungsschleife nehmen. Auch das konnten wir im Bielefelder Labor an unserem Stressmodell belegen. Aufgrund der neurochemischen Stirnhirnschwäche, bleibt die meso-limbische Dopaminreifung in einer frühkindlichen Überreife hängen; (Busche et al. 2004) der Grund dafür ist das Ausbleiben einer natürlichen feed-back Hemmung der im Wechselbezug reifenden beiden meso-limbischen und mesopräfrontalen Bahnsysteme (revs. Teuchert-Noodt 2000; Schäferst/Teuchert-Noodt 2013). Bildlich erklärt, man stelle sich einen Reiter vor, der die Zügel seines Pferdes überstark in eine Richtung bewegt bzw. so heftig auslenkt, dass sein Tier am liebsten im Karree springen wollte. Soll heißen: Es ist eine graduelle Symptomatik, wenn Lernfähigkeit und Intelligenz im Kindes- und Jugendalter aufgrund einer medialen Stressbelastung nachlassen.

Man kann es nicht wegdiskutieren, die Handynutzung im Kindesalter mindert die allgemeine kognitive Lernbegabung, weil eine Imbalance im zentralen Transmitterstoffwechsel das Stirnhirn zur Notreifung veranlasst und der digitalen Kondi-

tionierung die Oberhand über alles Tun überlässt. Und, die Langzeitstudien haben belegt, dass die neurochemisch-strukturelle Stirnhirmpathologie alle Kriterien erfüllt, um dauerhaft psycho-kognitive Verhaltensstörungen zu bewirken.

Lassen wir abschließend das kindliche Stirnhirn selber zu Worte kommen, um den gestörten Umbruch zu beschreiben, der sich im Grundschulkind anbahnt: „Ich befinde mich in einer sensiblen Phase was die kognitive Reifung anbetrifft. Für die Reifung meiner Persönlichkeit will ich das frühkindlich natürliche Verhalten - von Nachahmung und Konditionierung geprägt - abstreifen. Aber das geht nicht. Weil meine limbischen Nervennetze und Rezeptorfelder bereits digital verseucht sind, kann mein Dopamin-Depot im Mittelhirn (VTA) nicht genügend Transmitter für eine regulierende Stirnhirnkontrolle anliefern. Ich kann den nötigen limbo-präfrontalen Dialog nicht in ein neues und ausgewogen reifendes neurochemisches Gleichgewicht versetzen. Zwangsläufig müssen die Neurone meines unterversorgten Stirnhirns ihre natürlicherweise hohen Ansprüche an Aktivität aus sich selbst schöpfen, nämlich aus dem lokalen GABA-Stoffwechsel. Aber das ist fatal! Das destabilisiert auch weitere Faserverbindungen und destabilisiert die weitere Intelligenzentwicklung, ich werde einer Art Notreifung ausgesetzt.“

Ich kann die digitale Konditionierung nicht kontrollieren, weil ich dem hippocampalen Schaltsystem den Turbo nicht entziehen kann. Das mindert meine geistige Freiheit, mich zu konzentrieren und zu denken, es mindert mein Arbeitsgedächtnis, Lerninhalte aus dem hippocampalen Kurzzeitgedächtnis an assoziative Rindenfelder weiterzuleiten, um ein Langzeitgedächtnis anzulegen. Stattdessen trage ich das Gedächtnis zwar in meiner Tasche mit mir, aber ohne eigenes Wissen kann ich keine eigenen Gedanken entwickeln und keine selbständigen Beschlüsse fassen. Bitte, liebe Eltern, liebe Lehrer*innen und Politiker*innen – Ihr seid in der Verantwortung, denn ich bin ein kindliches Stirnhirn und kann mir nicht selber helfen.“

Leider kann die junge digital heranwachsende Gesellschaft diesen Hilferuf nicht selber ausstoßen sondern nur indirekt durch Leistungsabfall zum Ausdruck bringen. Wissenschaftler*innen sagen es stellvertretend. Sie weisen darauf hin, dass Lernstörungen und Verhaltensauffälligkeiten, wie symbiotische Angst, Depression, digitale Sucht in den letzten Jahren so angestiegen sind, das Krankenkassen alarmieren. Der Kinder- und Jugendschutz muss unseres Erachtens den hier dargelegten Erkenntnissen dringend nachgehen. Denn wenn wir darauf warten, bis die digital herangewachsenen Jugendlichen es selber bemerken, in welchem Ausmaß die exzessive Mediennutzung ihr Leben beeinträchtigt hat, und sie dann versuchen, es abzulegen, ist es für sie bereits zu spät. Und das ist das Fazit der vorgelegten Studie: Die frühkindliche Abhängigkeit und Schädigung der kognitiven Fähigkeiten durch Medienkonsum ist weitgehend irreversibel und kaum reparabel. Weiterführende Forschung ist dringend indiziert.

Literatur

- Bagorda, F./Teuchert-Noodt, G./Lehmann, K. (2006): Isolation rearing or methamphetamine traumas induce a "dysconnection" of prefrontal efferents in gerbils: implications for schizophrenia. *J. Neu. Transm.* 113(3), 365-379.
- Blaesing, B./Nossoll, M./Teuchert-Noodt, G./Dawirs, R.R. (2001): Postnatal maturation of prefrontal pyramidal neurones is sensitive to a single early dose of methamphetamine in gerbils (*Meriones unguiculatus*). *J. Neu. Transm.* 108, 101-113.
- Brummelte, S./Neddens, J./Teuchert-Noodt, G. (2007a): Alterations in GABAergic network of the prefrontal cortex in an animal model of psychosis. *J. Neural Transm.* 114(5). 539-47.
- Brummelte, S./ Witte, A.V./Teuchert-Noodt, G. (2007b): Postnatal development of GABA and Calbindin cells and fibers in the prefrontal cortex and basolateral amygdala of gerbils (*Meriones unguiculatus*). *Int. J. Dev. Neurosci.* 25(3), 191-200.
- Busche, A./Pollaschek, D./Lesting, J.J./Neddens, J./Teuchert-Noodt, G.(2004): Developmentally induced imbalance of dopaminergic fibre densities in limbic brain regions of gerbils. *J. Neu. Trans.* 111(4): 451-463.
- Butz, M./Teuchert-Noodt, G./ Grafen, K./ van Ooyen, A.et al. 2008. Inverse relationship between adult hippocampal cell proliferation and synaptic rewiring in the dentate gyrus. *Hippocampus* 18(9): 879-98.
- Dawirs, R.R./Teuchert-Noodt, G./Czaniera, R. (1993): Maturation of the dopamine innervation during postnatal development of the prefrontal cortex in gerbils (*Meriones ung.*). A quantitative immunocytochemical study. *J. Hirnf.* 34, 281-291.
- Dawirs, R.R./Teuchert-Noodt, G./Czaniera, R. (1996): Ontogeny of PFC-related behaviors is sensitive to a single non-invasive dose of methamphetamine in neonatal gerbils (*Meriones unguiculatus*). *J. Neu. Transm.* 103, 1235-1245.
- Dawirs, R.R./Teuchert-Noodt, G./Hildebrandt, K./Fei, F.J. (2000): Granule cell proliferation and axon terminal degradation in the dentate gyrus of gerbils (*Meriones unguiculatus*) during maturation, adulthood and aging. *J. Neu. Transm.* 107, 639-647.
- Fuchs, S. (20019): *Die Kindheit ist politisch.* Mattes Verlag Heidelberg, ISBN 978-3-86809-143-4.
- Fuster, J.M. (1989): *The prefrontal cortex: Anatomy, physiology and neuropsychology of the frontal lobe.* Raven, New York.
- Ito, H.T./Zhang, S.I./Witter, M.P./Moser, Z.I./Moser, M.B. (2015): Hippocampal circuit for goal-directed spatial navigation. *Nature*, 50-55.
- Keller, A./Bagorda, F./Hildebrandt, K./Teuchert-Noodt, G. (2000): Effects of enriched and of restricted rearing on both neurogenesis and synaptogenesis in the hippocampal dentate gyrus of adult gerbils. *Neu. Psych. / Brain Res.* 8, 101-108.
- Lambert, K./Spinath, B. (2014): Do we need a special intervention program for children with mathematical learning disabilities or is private tutoring sufficient? *J Educ. Res. Online*, V. 6, No. 1, S.68-93.
- Neddens, J./Brandenburg, K./ Teuchert-Noodt, G./ Dawirs, R.R. (2001): Differential environment alters ontogeny of dopamine innervation of the orbital prefrontal cortex in gerbils. *J. Neurosci. Res.* 63, 209-213
- Pöppel, E./Schill, K. (1992): *Zeitliche Koordinationsprobleme mentaler Prozesse. Künstliche Intelligenz.* KI, Vol. 2, S. 7-12.
- Schaefers, A.T./Grafen, K./ Teuchert-Noodt, G./Winter, Y. (2010): Synaptic remodeling in the dentate gyrus, CA3, CA1, subiculum, and entorhinal cortex of mice: effects of deprived rearing and voluntary running. *Neural Plast.* 2010:870573.

- Schaefers, A.U./Teuchert-Noodt, G. (2013): Developmental neuroplasticity and the origin of neurodegenerative diseases. *The World J. Biol. Psych., Early Online*: 1–13.
- Schlotmann, A. (2004): Warum Kinder an Mathe scheitern, wie man Rechenschwäche wirklich heilt, Superverlag, 2. Aufl. 2007
- Schlotmann, A. (2011): „HOCHHAUSTEST, Testmanual zur Erfassung von Basiskompetenzen in der mathematischen und räumlichen Vorstellung, normiert für Schüler von Klasse 1 bis 4“, Superverlag;
- Teuchert-Noodt, G. (2000): Neuronal degeneration and reorganization: a mutual principle in pathological and in healthy interactions of limbic and prefrontal circuits. *Rev. J Neu. Transm. Suppl.* S. 315-333.
- Teuchert-Noodt, G./ Dawirs, R.R. (2001): Malfunctional reorganization in the developing limboprefrontal system in animals: Implication for human psychoses? [Z. Neuropsychol. 12, 8-14](#)
- Teuchert-Noodt, G. (2017): Main Brainy: Lernen in kleinen und großen Schaltkreisen. In: Handbuch Hirnforschung und Weiterbildung. (H. Reiter Hrsg.) BELTZ, 354-371.
- Winterfeld, K.T./Teuchert-Noodt, G./Dawirs, R.R. (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, S. 201-209.
- Witte A.V. /Bagorda F./Teuchert-Noodt G./Lehmann K. (2007): Contralateral prefrontal projections mature abnormally after early methamphetamine trauma and isolated rearing of gerbils. [J. Neu. Transm. 114\(2\): 285-288.](#)

Wir danken der Cleven-Stiftung für den Impuls, diese Studie in Angriff zu nehmen und für die hilfreiche Unterstützung bei der Durchführung.

Aus der Praxis: Erfahrungsbericht einer Kollegin aus Köln

"Aus den Erfahrungen mit meinen drei Kindern und auch mit meinen Schülern kann ich sagen, dass das Homeschooling nur bei denjenigen Schülerinnen und Schülern halbwegs klappt (natürlich nur Frontalunterricht bzw. stille Einzelarbeit - was auf die Dauer ermüdend und schrecklich ist!), die vorher eine stabile Beziehung zu ihren Lehrern aufgebaut hatten und zum Lernen an sich eine positive Einstellung (durch Erziehung und bisherige Lernerfolge) haben.

Alle andern Kinder fühlen sich oder sind tatsächlich alleingelassen und sind die großen Verlierer solchen Fernunterrichts. Denn auch ihre Eltern können sie nicht so unterstützen, wie sie es bräuchten. Da gehen auch alle Bemühungen der Lehrer ins Leere, da wird einfach zu Hause und allein nix gemacht bzw. an tieferem Verständnis nichts erweckt."