ADHS wirklich verstehen

Teil 1: Neurobiologisches Hintergrundwissen, das Lebensrätsel lösen kann

Karl-Michael Haus, Manfred Nowak

>> Viele Wege führen nach Rom, und gewiss gibt es inzwischen mindestens ebenso viele Varianten, sich dem Thema ADHS zu nähern. So wertvoll die immer breitere Akzeptanz von Neurodiversität in unserer Gesellschaft auch sein mag, die Not der von ADHS-Betroffenen wird dadurch nicht geringer. Die meisten von ihnen genießen ihr „Anderssein" nicht wirklich, und die bisher zur Verfügung stehenden chemischen Kompensationsmittel (z. B. Methylphenidat) haben nicht selten sehr unangenehme Begleiterscheinungen. Um ADHS ohne schädliche Nebenwirkungen behandeln zu können, lohnt sich ein Blick hinter die Kulissen der zuständigen neuronalen Zentren unseres Gehirns.

1. ADHS, Dopamin und Methylphenidat

Ist ADHS eine Krankheit, eine Störung oder nur eine moderne Neuerscheinung?
Die ICD-11 klassifiziert ADHS als eine neuronale Entwicklungsstörung, was bedeutet, dass sich ADHS mit der Hirnentwicklung bzw. Hirnreifung manifestiert.
Neurochemisch sehen wir eine reduzierte Dopaminverfügbarkeit, was u.a. zu Unaufmerksamkeit, Impulsivität, Hyperaktivität, Müdigkeit, Antriebslosigkeit bis hin zu Depressionen führen kann.
Das „Motivations-/Antriebshormon" Dopamin wird in Situationen ausgeschüttet, die mit Erfolgserlebnissen (Belohnung), Motivation (intrinsisch und extrinsisch) und/oder Vergnügen verbunden sind.
Doch auch negative Geschehnisse können zu einem erhöhten Dopaminspiegel führen; meist jedoch nur kurzfristig und unter Begleitung gesundheitlicher Probleme. Diese können sein:

- Suchtstoffe wie Alkohol und andere Drogen, Spielsucht, Kaufsucht etc.
- Digitale/soziale Medien (Computerspiele, das Erhalten von Likes, Kommentaren oder einfach nur das Gefühl, dazu zugehören)
- Essen, v.a. zucker- und fettreicher Speisen und sogar bereits die Erwartung dieser.

Vielleicht gründet aus diesem kurzzeitig hohen Dopaminspiegel die besondere Gefährdung ADHS-Betroffener für die Entwicklung von Suchterkrankungen? Denn ungefähr 150 Mal am Tag wird ein von ADHS betroffener Mensch frustriert. Wie oft mag es im Vergleich dazu wohl täglich zu einer erhöhten Dopaminausschüttung durch Erfolgserlebnisse, positive soziale Interaktionen, Bestätigungen, Lob oder Anerkennung kommen?
Pharmakotherapeutisch kommt bei ADHS Methylphenidat (z. B. Ritalin® oder Medikinet®**)** v.a. bei Kindern ab dem 6. Lebensjahr und Jugendlichen zum Einsatz. Es zählt zur Gruppe der Stimulanzien und wirkt als sogenannter Wiederaufnahmehemmer der Botenstoffe Dopamin und Noradrenalin in der präsynaptischen Zelle. Die Botenstoffe verbleiben länger im synaptischen Spalt und wirken dadurch anregend, führen zu größerer Wachheit und erhöhter Konzentrations- und Leistungsfähigkeit. Somit führt eine Stimulanz bei ADHS zu einer Beruhigung und verbesserter Konzentration (= Paradoxe Wirkung!)

2. Neuroanatomie und Neurophysiologie

Um die Neuropathologie besser zu verstehen, beleuchten wir v.a. neuronale Zentren, die sowohl mit kortikaler Erregung *(Arousal)* als auch mit der Muskelinnervation, wie bspw. unserer Körpergrundspannung, in Verbindung stehen.

2.1 Der Hirnstamm

Der *Hirnstamm* bildet nach dem Rückenmark das älteste neuronale Zentrum und ist bereits bei der Geburt

recht gut entwickelt. Er wird z.T. auch als Reptilienhirn beschrieben, da er neben der Steuerung lebenswichtiger Funktionen wie Atmung, Herzschlag etc. auch als sogenanntes unbewusstes „Es" (Instanzenmodell n. Freud) ohne Rücksicht auf Konsequenzen der unmittelbaren Befriedigung von Trieben (Hunger, Durst) dient. Ebenso aktiviert er instinktives Verhalten wie Flucht (Rückzug), Kampf (Angriff) und/oder Erstarrung (Todstellreflex).

- Die *Formatio retikularis* durchzieht als retikuläres Aktivierungssystem (RAS) netzartig den gesamten Hirnstamm von der Medulla oblongata bis zum Hypothalamus (Vegetatives Nervensystem).

Nach kranial reguliert das RAS, ähnlich einem Hirnschrittmacher, unser *tonisches Arousal* (= anhaltende, grundlegende Bereitschaft auf Reaktionen im nahezu gesamten Kortex, z. B. Schlaf-Wach-Rhythmus). Mittels phasischem Arousal (= kurzfristige, reaktive Erregung auf einen spezifischen Reiz) lenkt es unsere Wachsamkeit (Alertness) v.a. auf bedeutende, emotionale und neue Informationen, die dann in unser Bewusstsein rücken. Beide Erregungszustände sind wichtig, um die Aufmerksamkeit aufrecht zu erhalten (tonisches Arousal – Basis der Daueraufmerksamkeit) und assoziativ, adäquat in der Umwelt zu agieren (phasisches Arousal – Grundlage der selektiven Aufmerksamkeit).
Nach kaudal reguliert das RAS mittels γ-Motoneuron unsere Körpergrundspannung, d. h. morgens nach dem Aufwachen wohl eher etwas niedriger, nach Kaffee/Duschen etwas höher, beim Sport etc. noch höher. Ähnlich dem tonischen/phasischen kortikalen Arousal unterscheiden wir auch bei der Muskelinnervation zwischen einer tonischen Grundspannung (Haltungshintergrund) und einer phasisch flexiblen, adaptiven Bewegungsinnervation. (~~s~~Abs. 3)

Folgendes Beispiel gibt Ihnen einen kleinen Vorgeschmack: Stellen Sie sich vor, Sie werden von Freunden eingeladen, sich deren gesammelte Werke an ungeschnittenen Videos der letzten Urlaubsreise mit den Kindern anzuschauen. Wie fühlen Sie sich kortikal nach 3 Stunden Filmmaterial, und wie ist Ihre Körperspannung?

Versetzen Sie sich im Vergleich dazu in das Wartezimmer Ihres Zahnarztes. Sie hören den Bohrer, ein Patient schreit, und Sie wissen, gleich sind Sie dran? Wie mögen sich Ihre kranialen und kaudalen Spannungszustände nun gestalten?

- Die *Vestibulariskerne* (VK) liegen beidseits im Hirnstamm und beziehen ihre Informationen direkt über den N. vestibulocochlearis aus dem Vestibularorgan sowie aus dem propriozeptivem und visuellen System. Zudem bestehen reziproke Verbindungen zum Cerebellum und Cerebrum (s. Abb. 4b ~~S. 7~~).
- Das Vestibularorgan bildet sich beidseits aus den Makulaorganen Utrikulus und Sakulus für die Kopfposition/-Ausrichtung in Ruhe sowie bei linearer horizontaler und vertikaler Beschleunigung.
- Hinzu kommen die drei *Bogengänge*, die entsprechend den Raumebenen sagittale, frontale und transversale Bewegungsinformationen liefern.

Besonders die Macula utriculi spielt sowohl ontogenetisch als auch phylogenetisch eine elementare Rolle, um die räumliche Orientierung und Ausrichtung unseres Kopfes in Ruhelage zu gewährleisten. (~~siehe~~ Abs. 5)

„Besitzen wir unser Gleichgewicht, so denken wir NIE daran, verlieren wir es, so denken wie NUR NOCH daran". Fehlt uns unsere stabile körperliche Mitte (= Ruhe im Körper), so benötigt unser ZNS eine erhöhte kortikale Energie/Ressourcen, um diese auszugleichen"!

Kognitive Entwicklungsprozesse, besonders die Fähigkeiten des präfrontalen Kortex', wie z. B. das Arbeitsgedächtnis (Speicherkapazität und -Dauer), können dadurch beeinträchtigt werden.

Der Hirnstamm beinhaltet noch weitere wichtige Kerngebiete zur Transmitterproduktion, auf deren Tätigkeit wir an dieser Stelle nur begrenzt eingehen können. Neben der **S**ubstantia **n**igra (Abb. 1a SN) zur Dopaminproduktion bilden die **R**aphe-**K**erne (Abb. 1a RK) den Neurotransmitter Serotonin. Er gilt als sogenannter Stresspuffer und wirkt u.a. entspannend und stimmungsregulierend. Bei Dauerstress wird mehr Serotonin verbraucht und weniger gebildet.

2.2 Das Zwischenhirn

Im Zwischenhirn liegt das *Limbische System* (Säugerhirn = Lust-Unlust-Zentrum). Es umfasst den Hippocampus, die Amygdala, den Hypothalamus und den Gyrus cinguli und ist reziprok eng mit dem RAS verbunden. Nahezu jeder Reiz wird von ihm als angenehm oder unangenehm bewertet (Emotionen und Motiva-

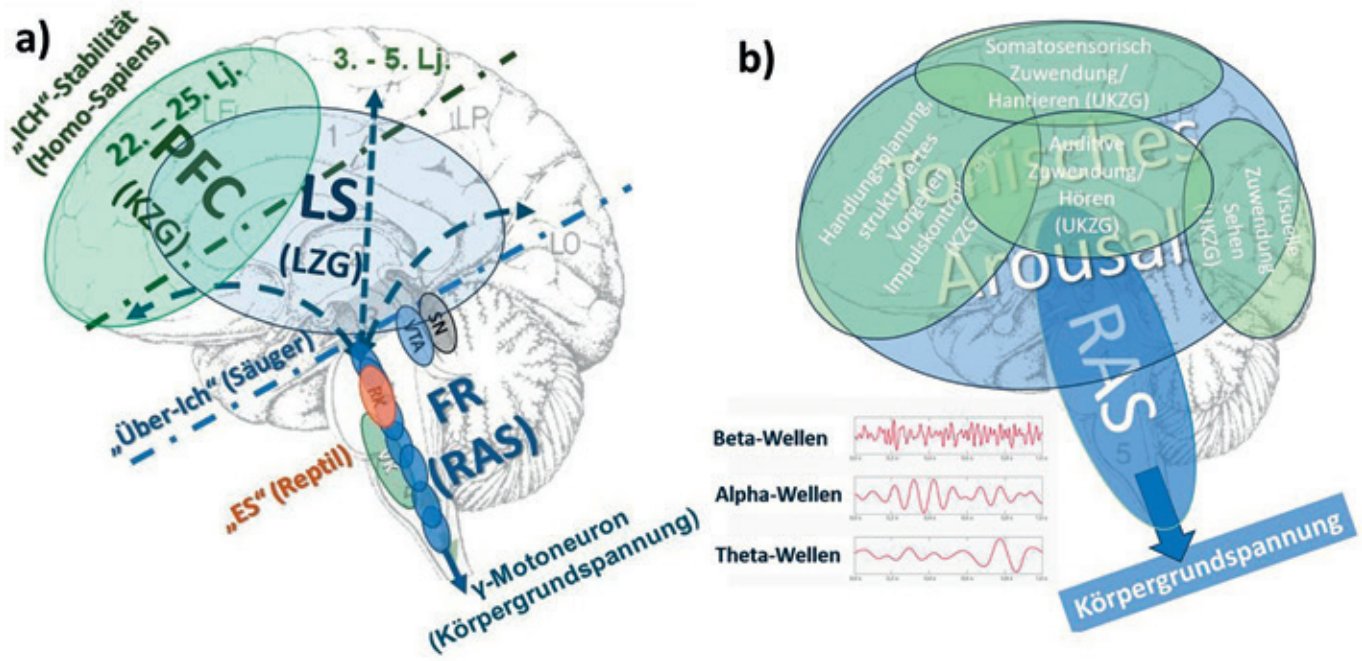


Abb. 1: a) Instanzenmodell n. Freud, Präfrontaler Kortex (PFC), Limbisches System (LS), Formatio retikularis (FR), Kerngebiete Hirnstamm; b) Retikuläres Aktivierungssystem (RAS), Tonisch-phasisches Arousal

tionen) und löst unmittelbar entsprechende Reaktionen aus. Fakten, Werte und Normen der Gesellschaft (s.u. deklaratives Gedächtnis) sind hier verankert, womit die Erziehung eine wichtige Rolle spielt und so quasi das Über-Ich darstellt!

Stellen Sie sich zur Selbsterfahrung folgende Szenen vor:

Situation a) Sie sitzen am Abend auf dem Sofa und lesen, schwer seufzend die Anatomie in diesem Fachartikel. Ihr Partner sitzt neben Ihnen und versteht die Schwere. Er/Sie massiert mit der Hand wohlwollend Ihren Nacken.

Situation b) Sie sitzen nachts um ca. zwei auf einer Bank Nähe eines verruchten Bahnhofviertels und beobachten drei dunkle Gestalten, die irgendwelche Päckchen tauschen. Nun berührt ebenfalls eine Hand Ihren Nacken! Wie fällt nun Ihre Reaktion/Emotion aus?

- Der *Hypothalamus* bildet die übergeordnete Kontrolleinheit vegetativer Prozesse und wirkt regulierend, u.a. mittels Vagusnervs (X. Hirnnerv) auf Muskelanspannung, Atmung, Verdauung, Immunsystem etc.
- Die *Amygdala* ist v.a. an der elementaren Verarbeitung von Emotionen wie Angst und Furcht beteiligt. Sie ist reziprok mit dem Hippocampus verbunden, um starke emotionale Reaktionen langfristig abzuspeichern und bei Bedrohung vegetative, psychische und physische Stressreaktionen (Flucht/Angriff) einzuleiten. Sie entscheidet dabei nur bedingt rational.

Ein langanhaltend stark angespannter Nacken (XI. Hirnnerv = N. accessorius) hemmt beispielsweise reziprok den X. Hirnnerven, da dies Gefahr (früher Säbelzahntiger, heute Chef) bedeuten kann und leitet entsprechende Reaktionen ein, um die „lebensbedrohliche Situation" zu lösen. Verdauung, Stoffwechsel, Erholung, Regeneration, Immunsystem etc., aber auch das Abspeichern allg. deklarativer Informationen (s. folgend) werden vorerst zurückgestellt.
Ein angespannter Nacken für ein/zwei Stunden des Tages gehören zum Alltag, doch über Wochen/Monate ...?

- Der *Hippocampus* ist bei Kindern bereits gut entwickelt, wobei die Verbindungen zum PFC noch reifen. Dies unterstützt eine schnellere und genauere Verarbeitung im räumlich-visuellen Gedächtnis (Kinder gewinnen fast immer beim Memoryspiel) und ist essenziell für unser deklaratives Gedächtnis (Fakten/Ereignisse). Im Zuge der Hirnreifung (22 Lj.) festigen sich die Verbindungen zum Präfrontalen Kortex (PFC), wobei der Hippocampus als „Frontalhirnakku" fungiert. Er speichert die Geschehnisse des Tages während der Schlafphasen, sodass wir morgens lern- bzw. aufnahmefähiger sind als abends. Das frontale Arbeitsgedächt-

nis wird wieder frei, um perspektivisch zu planen, komplexe Entscheidungen zu treffen, Probleme zu lösen und/oder (limbische) Impulse zu kontrollieren.
- Der *Gyrus cinguli* spielt eine wichtige Rolle bei der Steuerung von Emotionen (Angst, Freude...) und unserer Motivation (innerer Antrieb/inner drive). Er bewertet unmittelbar (<1Sek.) emotional relevante Reize auf Belohnung oder Bestrafung und reguliert somit Lern- und Gedächtnisprozesse.

Der innere Antrieb zu lernen (intrinsische Motivation), d. h. die Freude und das Interesse, Aufgaben erfolgreich zu bewältigen, ist uns angeboren. Permanente Misserfolge (Bestrafung) hingegen führen zu einem Vermeidungsverhalten. Zu leichte (= langweilig) oder zu schwere Aufgaben (= Misserfolg) unterstützen dies. Durch die erfolgreiche Bewältigung mittelschwerer bis schwerer Aufgaben reaktivieren wir den *inner drive*, die Lust weiterzumachen und neue Aufgaben zu lösen!

2.3 Der Präfrontale Kortex (PFC)

Der PFC gilt als Sitz unserer Persönlichkeit und des Sozialverhaltens, wobei sich seine Hirn- bzw. Persönlichkeitsreifung bis etwa zum 25. Lebensjahr vollzieht!

Der PFC bildet ein Kontrollnetzwerk für kognitive Aufgaben und spielt eine wichtige Rolle bei der Impulskontrolle, was durch Training (Reifung) modifizierbar ist. Immer wenn wir Ruhe, Struktur und Ordnung ins System bringen, dann arbeitet, lernt, entwickelt sich das neuronale Zentrum für die Steuerung von Ruhe, Struktur und Ordnung!

Somit spielt der PFC eine zentrale Rolle zur Steuerung unserer exekutiven Funktionen, wozu neben der Impulskontrolle unser Arbeitsgedächtnis, perspektivische Planung und kognitive Flexibilität zählen.
Damit bildet der PFC eine übergeordnete Instanz zum Limbischen System, entscheidet über Dauer und Intensität limbischer Emotionen und integriert diese in bewusste Handlungen. Während das LS eher impulsiv reagiert und eine unmittelbare Zielerreichung favorisiert, bevorzugt der PFC eine langsamere, strukturierte und rationale Verarbeitung. Dies ist notwendig, um bspw. perspektivisch eine Ausbildung erfolgreich abzuschließen.

Als *stabiles „Ich"* (s. Freud) befriedigt der Präfrontale Kortex Bedürfnisse („*Es*") auf sozial akzeptable Weise, hält gesellschaftliche Werte/Regeln ein („*Über-Ich"*) und berücksichtigt die Grenzen (Frustrationstoleranz) der Realität (Kompromisse). Lob, Anerkennung, Bestätigung sowohl von innen („das kann ich") als auch von außen (soziales Umfeld) sind für die stabile Persönlichkeitsentwicklung (Ich-Stabilität) elementar.

3. Grundlagen Neuromuskulärer Innervation/Balance von der Geburt bis ins Alter

Jeder Muskel wird entsprechend seiner Funktion tonisch (Haltefunktion) und/oder phasisch (Bewegungsfunktion) innerviert! Zweigelenkige Muskeln, wie bspw. die ischiocruralen, sind proximal eher tonisch, haltungsbewahrend (= Hüftstreckung), während der distale Gelenkspartner die phasische Kniebeugung aktiviert.

3.1 Tonische Innervation

Tonische Innervation (rot) ist die phylogenetisch „ältere", bei Geburt und im Alter dominierende Muskelinnervation. Sie obliegt eher subkortikalen/spinalen Zentren, ist eher stereotyp u. dient v.a. einer ausdauernden Stütz- und Haltungsbewahrung (Tonus gegen die Schwerkraft). Bei Bewegungsmangel und/oder andauernder Innervation (Anspannung) reagieren die Muskeln mit Verkürzung, Myogelosen, Triggerpunkte bis hin zu ernsthaften Kontrakturen (Neurologie)! V.a. bei Muskeln, die gegen die Schwerkraft wirken, wie Nackenmuskulatur (M. trapezius pars descendens), Ischiocrurale und Wadenmuskulatur. Der tonische Haltungshintergrund bildet die Grundlage phasischer Halte- und Bewegungskompetenzen.

3.2 Phasische Innervation

Phasische Innervation (grün) ist die phylogenetisch „jüngere" Bewegungsinnervation. Sie entwickelt sich mit der Hirnreifung (Mittelhirn/Neokortex). Ab etwa dem 7-9 Lm. sitzt das Kind frei, mit dem 1. Geburtstag kann es frei stehen, knapp ein halbes Jahr später läuft es frei, wird sicherer und nutzt dabei seine Hände zur Manipulation der Umwelt. Das Becken (ventrale Verankerung) verlagert sich von der eher tonischen Ferse (Supination = Stand) auf den eher phasischen media-

len Vorfußballen und formt so das Fußlängs- u. Quergewölbe zum Laufen, Hüpfen und Balancieren.

Selbsterfahrung in vivo: Wir gehen in den aufgerichteten Stand (Linie: Ohr, Schulter Becken, Mittelfuß) und verlagern unser Becken etwa 1–2 cm nach hinten (Belastung Ferse). Nun versuchen wir „ohne“ Körperbewegung/-verlagerung den Zehenstand! Wenn wir noch den Nacken anspannen, wird es noch unmöglicher! Lassen wir jetzt den Nacken locker und bewegen unser Becken nach ventral (= Belastung Vorfuß, Ferse freier), so werden der Zehenstand, aber auch Springen, Hüpfen etc. kein Problem (= Sprungbereitschaft). D. h. jeder Zentimeter ventrale Beckenverlagerung/-Verankerung (vs. Beckenretraktion) erleichtert die Physiologie und hemmt die Nackenverspannung!

Ab etwa dem 3. Lj. wird der Einbeinstand (Gleichgewicht) möglich. Bis zum 4. Lj. (spätestens mit der Einschulung) entwickelt sich die Handdominanz (= Neokortikale Reifung). Nun geht es zunehmend weniger um die Bewegungserfahrung als vielmehr um die Bewegungsfunktion = Mittel zum Zweck (Graphomotorik zum Schreiben von Wörtern). Phasische Kontraktionen dominieren und gestalten sich extrem adaptiv, sie variieren von schnellen, kraftvollen (Sprint) bis hin zu feinsten, leichten Bewegungsamplituden (Feinmotorik). Die phasische Innervation entwickelt sich mit dem PFC bis ins junge Erwachsenenalter (+/- 23 Lj.). So befinden sich die meisten Olympioniken in der 3. Lebensdekade!
Der PFC innerviert jedoch nicht direkt, sondern integriert vielmehr sensorische Informationen und reguliert mittels prä- und primär motorischem Kortex komplexe Bewegungsabläufe zur erfolgreichen Umsetzung kognitiver Zielvorgaben.

Eine zielführende Sensomotorik gestaltet sich stets aus „Geben und Nehmen“. So benötigen wir den PFC zur Planung und erfolgreichen Umsetzung von Handlungen. Bewältigt das Kind eine erfolgreiche (kognitive) Handlung, so stimuliert (trainiert) es auch den PFC (Impulskontrolle, Ich-Stabilität, Frustrationstoleranz etc.)!

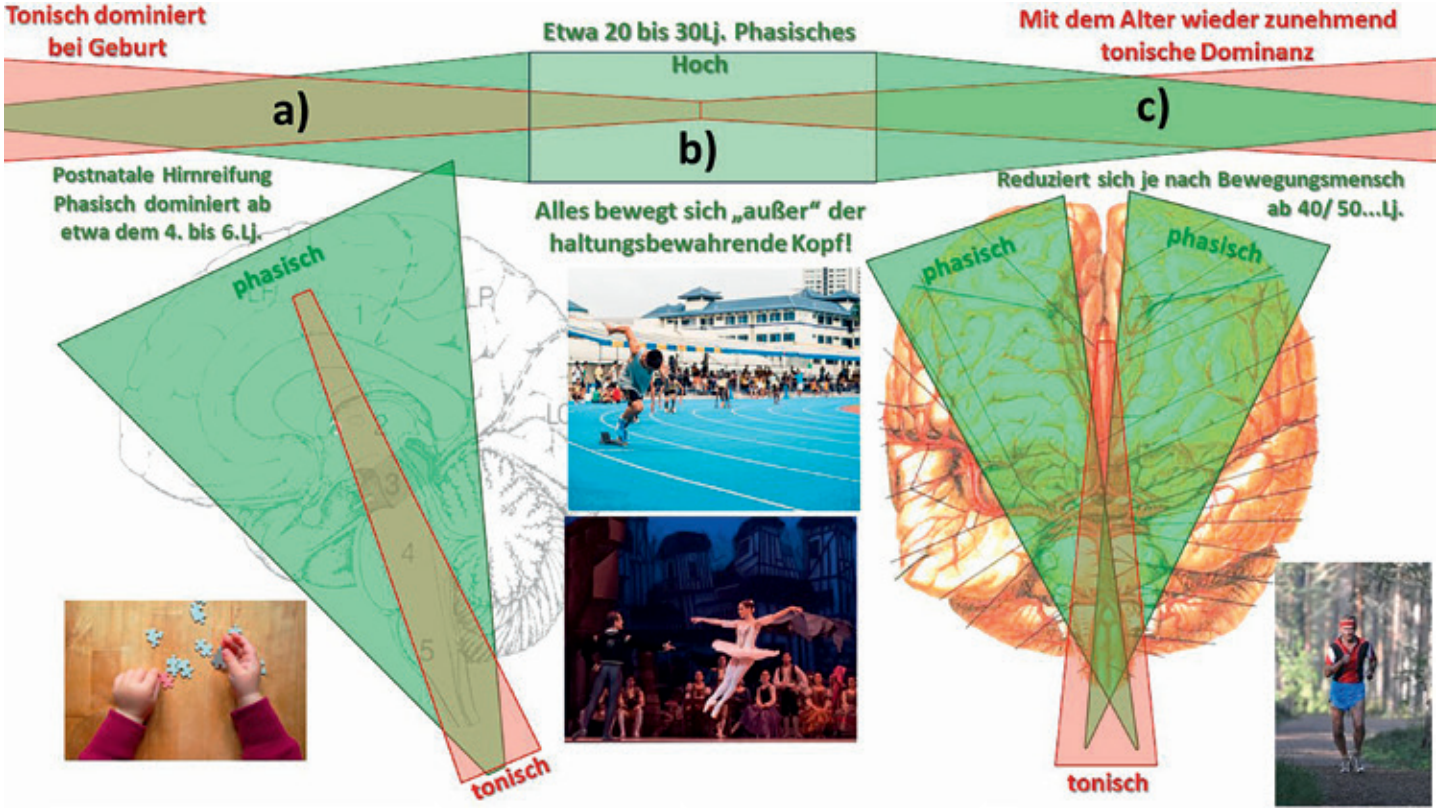


Abb. 2: Tonisch-phasische Muskelinnervation von Geburt (a) bis ins Alter (c)

4. Muskuläre Haupteffektoren

Beispielhaft beschreiben wir hier zwei Haupteffektoren, die (nicht nur) für die Symptomatik „ADHS“ eine besondere Relevanz besitzen.

- Der M. trapezius (pars descendens) dient bei Geburt „noch“ überlebensnotwendig tonisch, beidseitig der Kopfhebung aus der Bauchlage (mittels N. accessorius/XI. HN), sowie als Hilfsatemmuskel (vs. Erstickungstod!). Im Zuge der Hirnreifung (Lateralisierung) entwickelt sich seine phasische Innervation (23 Lj. +/-) und stabilisiert durch feinste Adaptionen permanent unseren Kopf im Gleichgewicht/Lot. Wer sich ein Video von Usain Bolt beim Sprint anschaut (YouTube), sieht, dass sich alles bewegt **„außer“** der Kopf! Neben Augen- und Fingermuskeln hat er die größte Rezeptorendichte und besitzt damit eine hohe vegetative (Anspannung bei Kälte) Relevanz, psychische (Anspannung bei Angst/Stress/Gefahr) sowie physische Komponenten (wenn wir die Balance verlieren).

Merke: Eine eingeschränkte ventrale Beckenverankerung (s.u. M. iliopsoas) führt zur verstärkten, anhaltenden Nackenan(ver)spannung (= Säbelzahntiger), die wiederum reziprok den X. Hirnnerven/N. Vagus, d. h. die Regeneration, Immunsystem (Selbstheilung), Stoffwechsel, Muskelentspannung etc. hemmt. Je angespannter der Muskel (= Hyperkyphose BWS), desto mehr hängt der Körper am Kopf (vgl. „Witwenbuckel“), und die Bewegungsabläufe werden unökonomischer/anstrengender. Körpergefühl/Körpervertrauen und auch das Selbstvertrauen verschlechtern sich.

Der M. iliopsoas gilt als stärkster Hüftbeuger. Zudem tätigt er eine phasische Haltefunktion, indem sein breiter Ursprung (LWS) zum schmalen Ansatz“ (Oberschenkel) kontrahiert. Damit sichert er ventral die LWS-Lordose und ermöglicht eine proximale Stabilität für die aufrechte, lotgerechte Sitz- und/oder Standposition.

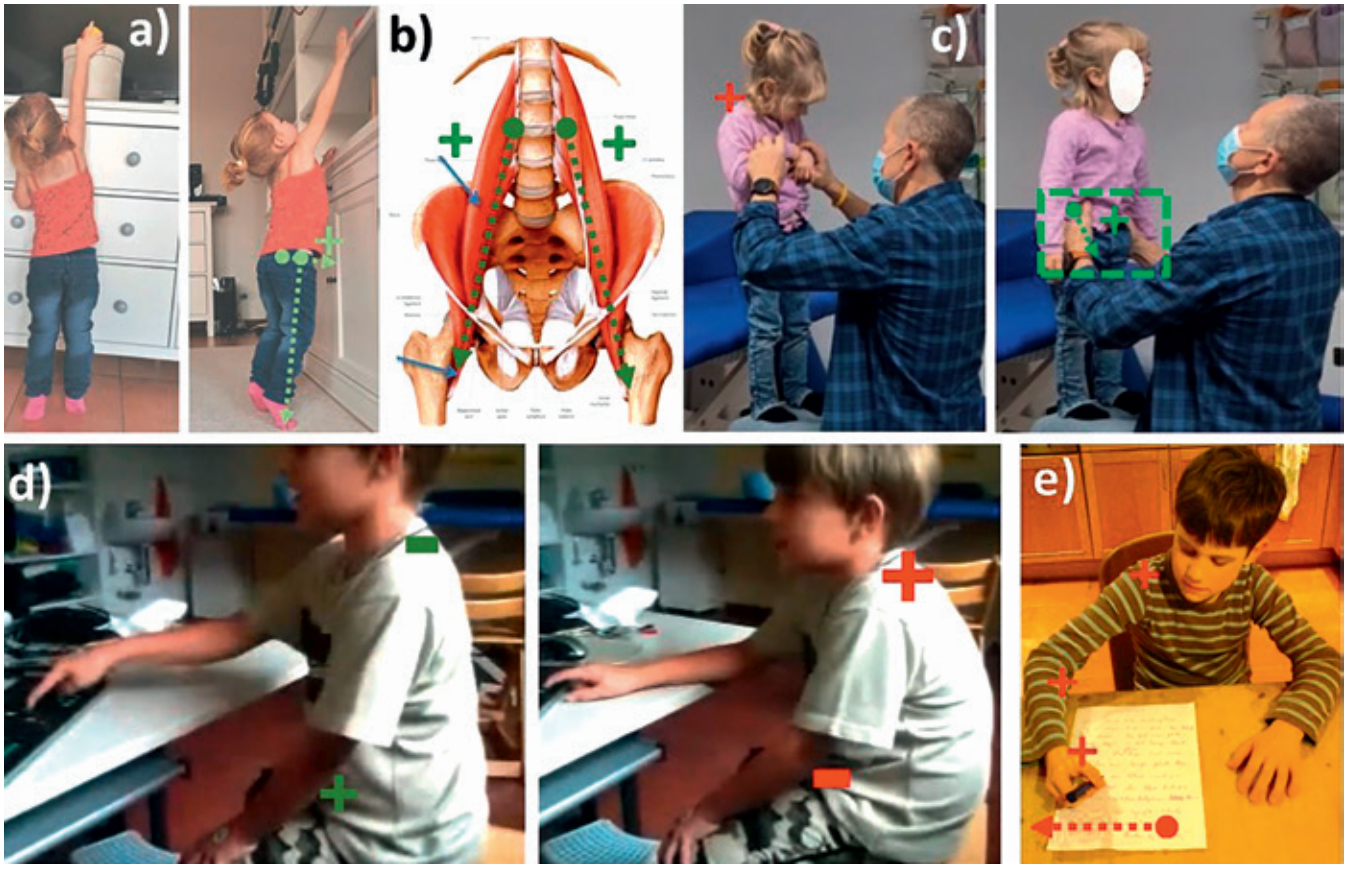


Abb. 3: a) Kindliche Entwicklung, Beckenverlagerung/Vorfußbelastung; b) Phasische Haltefunktion/ventrale Verankerung den M. iliopsoas; c) ICP-Kind ohne und mit Beckenstabilität; d) Alltägliche Sitzposition ADHS-Kind; e) Auswirkungen der Sitzposition auf die Graphomotorik

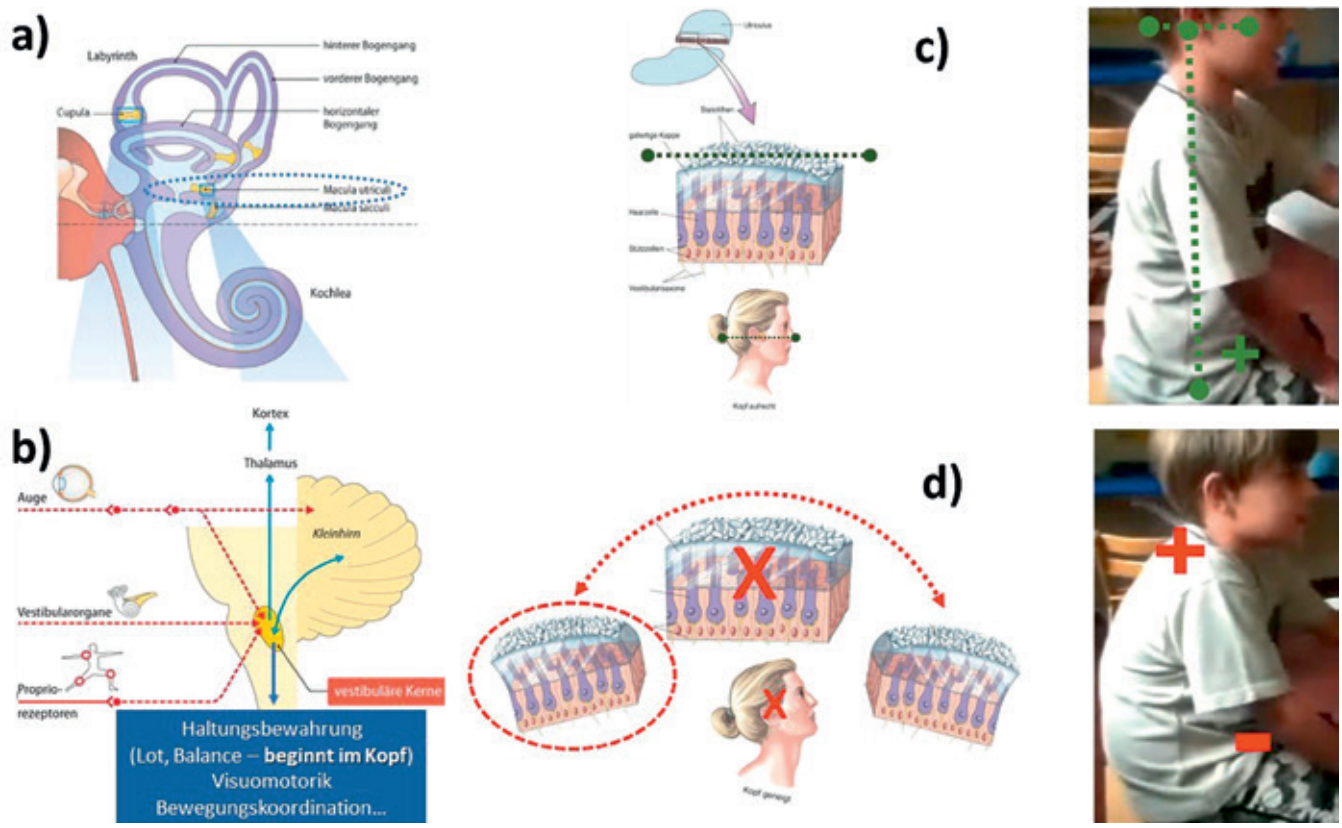


Abb. 4: a) Vestibularorgan; b) Verschaltungen/Funktion der Vestibulariskerne; c) Utrikulus im Lot; d) Utrikulus mit Lotverlust und Ausrichtung der Sinneszellen entsprechend des Trägheitsgesetzes

In Abb. 3c sehen wir ein ICP-Kind ohne und mit Beckenstabilität. Mit ventraler Beckenstabilität wird der Kopf (Nacken) frei zur Exploration und zu einer ruhigen, adaptiven Aufrechterhaltung der Körperhaltung bzw. bildet das Punctum Fixum, um das sich der Körper beim Gehen bewegt.
In Abb. 3d sehen wir Alexander (9 J.) mit Diagnose ADHS. Er liebt PC-Spiele und bekommt in der Therapie die Anweisung: „Wenn du gerade sitzt, darfst du solange zocken, wie du möchtest, wenn du aber zusammensackst, geht es zu Übungsblättern!"
Wie lange kann Alexander seine aufrechte Position halten? Es sind nur **8 Sekunden**! Dann folgt eine erneute Anweisung: „Achtung – Ampel steht auf gelb, du hast noch eine Chance!"! Nun hält er noch 4 Sekunden die Position! D. h. Alexander (sein ZNS) fristet seinen Schulalltag im permanenten Suchen seiner Mitte/Stabilität, dies bindet kognitive Ressourcen (s.o. Gleichgewicht) was die Reifung/Nutzung exekutiver Funktionen einschränken kann!

5. Das vestibuläre System

Das vestibuläre System ist aus Sicht der Evolution deutlich älter als alle anderen sensorischen Systeme. Bereits im 5. Schwangerschaftsmonat ist es entwickelt und ermöglicht mit der Geburt die Kopfwendung bzw. folgend das Heben und Halten des Kopfes (etwa 3. LM = räumliche Orientierung/Exploration) gegen die Schwerkraft. Dabei dienen die Vestibulariskerne als zentrale Schaltstelle. Sie integrieren vestibuläre (Vestibularorgan), propriozeptive (Muskel-Sehnenspindeln) und visuelle Afferenzen, um über Efferenzen eine adäquate Visuomotorik zur Blickfeldstabilisierung, Körperhaltung und Bewegungskoordination entsprechend der Schwerkraft und kortikalen Zielvorgabe zu gewährleisten. Ebenso dient es der Wahrnehmung von Formen, Positionen und Beziehungen von Objekten im dreidimensionalen Raum (räumliches Denken), um diese zu manipulieren.
Evolutionär entwickelte sich bei den Wirbeltieren das vestibuläre und visuelle System aus dem primär gemeinsam angelegten Otolithen (Utrikulus/Sakulus), welches als Lagesensor fungierte. Es folgte die Registrierung der linearen Beschleunigung (horizontal/vertikal). Mit zunehmender Flexibilität des Nackens = größere Kopfbeweglichkeit u. Exploration entwickelten sich die Bogengänge zur Wahrnehmung von Winkelbeschleunigung (horizontal/vertikal) und Drehbewegungen (Straka et al, 2014).
Damit projiziert der Utrikulus (Abb. 4c, horizontale Ausrichtung und Beschleunigung)–als „ältestes und wichtigstes" Rezeptorsystem, mittels N. vestibulocochlearis Informationen an die Vestibulariskerne (Ncl. vestibulares lateralis) für die Stellung/Orientie-

rung des Kopfes im Raum und die lotgerechte Ausrichtung unseres Körpers entgegen der Schwerkraft!

6. Fazit und Bedeutung für die Therapie

Die bisherigen Behandlungsansätze des ADHS wie Verhaltenstherapie, Neurofeedback, Elterntraining, Medikamente orientieren sich vor allem an den Symptomen und weniger an der Ursache! Wenn wir jedoch eine Dysfunktion der Macula Utriculi als Hauptursache des ADHS zugrunde legen, ließen sich damit alle Kardinalsymptome erklären, und in einem ganzheitlichen Ansatz könnte man gängige Methoden mit vestibulär modulierenden Inhalten kombinieren.

Wie die *Macula utriculi Therapie (nach Haus)* zum *Gamechanger* in der ergotherapeutischen Behandlung des ADHS und anderer neuropathologischer Störungen werden kann, erfahren Sie im 2.Teil dieses Fachartikels, welcher im nächsten Heft erscheinen wird.

Stichwörter:
- macula utriculi
- neuromuskuläre Innervation
- zentrales Regulationszentrum
- tonisches/phasisches Arousel

Die Autoren:



Karl-Michael-Haus
Ergotherapeut
Zertifizierter Bobath-Therapeut
Staatl. anerkannter Lehrer für Gesundheitsfachberufe
Zertifizierter AD(H)S Trainer n. Lauth & Schlottke
Lehrtherapeut für die „Sensorische Integrationstherapie“
Klinischer Neuro- und Biofeedbacktherapeut
Zertifizierter Neurofeedbacktherapeut
Sektoraler Heilpraktiker „Ergotherapie“

Kontakt:
haus.ergotherapie@gmail.com
www.ergotherpaie-haus.de
Fortbildungen:
www.tft-seminare.de



Dr. med. Manfred Nowak
Facharzt für Psychiatrie, Kinder- und Jugendpsychiatrie

Kontakt:
info-therapieverbund@ludwigsmuehle.de