

Bewegung fördert Lernen – aber warum und wie?

Theoretische Ausgangspositionen für eine Weiterbildung von Lehrern, Trainern und Übungsleitern im Projekt BERLIN HAT TALENT zur Nutzung moderner Erkenntnisse der Neurowissenschaft für das motorische, kognitive und emotionale Lernen

Gehirn – Durchblutung und Sauerstoffversorgung

Bis in die Mitte der 1980er Jahre hielt sich in der Medizin die Meinung, dass körperliche Aktivität keinen Einfluss auf die Durchblutung des Gehirns hat. Heute wissen wir, dass mit Steigerung der körperlichen Belastung auch die Bildung neuer Blutgefäße und die Durchblutung des Gehirns wachsen. Seit einem Jahrzehnt etwa können wir das sogar genauer quantifizieren: Bei moderater Belastung (zum Beispiel beim Spazierengehen) um bis zu 20%, bei höherer Belastung (zum Beispiel bei einer Ergometerbelastung auf dem Fahrrad von etwa 100W) sogar um bis ca. 30%. So wie das Herz eines Trainierten für eine gewisse (motorische) Belastung weniger oft schlagen muss, muss das durch körperliches Training adaptierte Gehirn für eine gewisse (kognitive) Leistung auch weniger Energie aufbringen. Weil das Gehirn aber ein außerordentlich starker Energieverbraucher ist (bereits beim Nichtstun – einer Zeit, die außerordentlich wichtig für das „Aufräumen“ im Gehirn ist¹ - verbraucht es rund 20% der zugeführten Energie, beim Klavierspielen sogar bis zu 60%, obwohl dabei nur etwa 2% der Muskelmasse eingesetzt wird) ist die durch körperliche Belastung mögliche Ökonomisierung der Gehirnprozesse (also mehr Lernleistung bei gleichem Energieverbrauch) von höchster Bedeutung.

Diese Erkenntnisse haben mehr und mehr auch dazu geführt, dass beispielsweise Mathematikarbeiten **nach** dem Sportunterricht geschrieben oder anspruchsvolle Texte sogar bei **gleichzeitig** moderater (Ergometer-) Belastung gelernt werden. Auch das lässt sich quantifizieren: Man lernt zum Beispiel Vokabeln nach kurzzeitiger hoher (anaerob-laktazider) körperlichen

¹Nichtstun ist nicht mit Nichtsnutz zu verwechseln: So wie beispielsweise der Muskel in der (Trainings-) Pause aufgebaut wird (das vorausgehende Training ist „nur“ Mittel zum Zweck), so ist beispielsweise auch der Schlaf – es wirken bereits Pausen von ca. 90 Minuten - eine entscheidende Etappe für das „Aufräumen“ und die dadurch erreichbare Entwicklung der Lern- und Gedächtnisleistung des Gehirns (und auch hier ist das vorausgehende Lernen „nur“ Mittel zum Zweck...)

Belastung ca. 20% effizienter, als nach vorausgehender Ruhe oder einer längeren leichten (aeroben) Belastung.

Gehirn – Neubildung von Neuronen

Ebenfalls bis vor kurzem galt das Dogma, dass bereits mit der Geburt alle Nervenzellen (Neuronen) im Gehirn – sogar im deutlichen Übermaß - angehäuft sind und im weiteren Lebensprozess keine neuen dazu kommen. Seit ca. 20 Jahren wissen wir dagegen, dass sich – pränatal sowie bis ins hohe Alter – permanent neue Neuronen bilden und auch zur Erhöhung von Lern- und Gedächtnisleistungen verwendet werden können (wenn sie entsprechend gefordert werden!). Auch hier können wir mittlerweile quantifizieren, dass diese Neubildung von Nervenzellen (Neurogenese²) sowohl durch (nur) geistiges als auch durch (nur) körperliches Training angeregt wird, dass die Verbindung von Beidem aber sogar mit einer um ca. 30% höheren Bildungsrate neuer Neuronen verbunden ist. Aktuelle Untersuchungen belegen bereits auch die (genetische) Übertragbarkeit dieses Effekts: Der Nachwuchs von im Laufrad trainierten Mäuseweibchen wird mit bis zu 40% mehr Neuronen geboren, als der von untrainierten³.

Lernen – Neurotransmitter, Bewegung und unerwarteter Erfolg

Die Sauerstoffversorgung und die ca. 100 Mrd. Neuronen im Gehirn (von denen jedes einzelne Neuron etwa 10.000 Synapsen hat, das sind $10^{11} \times 10^4 = 10^{15}$ (!) Synapsen im Gehirn) bilden sozusagen das grundlegende **Inventar** für die geistigen Prozesse beim Menschen. Für das (geistige und körperliche) **Lernen** kommt es aber nicht nur auf das Inventar an, sondern auf dessen zielgerichteter Verknüpfung. Solche Verbindungen werden ständig gebildet und

²An der Entstehung neuer Neuronen ist das Protein BDNF (brain derived neurotrophic factor) maßgeblich beteiligt. Es fördert ebenso das Wachstum von Synapsen und ist damit die Voraussetzungen für die Entwicklung sogenannter Spuren – (siehe weiter unten). Körperliche Belastung, insbesondere Ausdauertraining bewirkt einen nachweisbaren Anstieg des BDNF-Levels

³Der – zunächst verwunderliche – Zusammenhang zwischen Bewegung und Kognition ist offensichtlich entwicklungsgeschichtlich verursacht. Für Frühmenschen war das lebensnotwendige Jagen mit geistigen Herausforderungen verbunden: Höhle verlassen, Wege markieren, Gefahren kalkulieren, Waffen einsetzen, Fallen stellen - geistige Fitness war für das Überleben und damit die Weitergabe der Gene unersetzlich.

verändert - jedoch nur, wenn sogenannte Neurotransmitter (z. B. Dopamin⁴, Serotonin⁵) ausgeschüttet werden und der BDNF-Level entsprechend hoch ist. Insbesondere Dopamin ist ein chemischer (Boten-) Stoff, der die Synapsentätigkeit zwischen den Neuronen⁶ und damit die Signalübertragung und den Aufbau von Informationsketten im Gehirn – sogenannte Spuren - auslöst. Diese Spuren lassen sich seit kurzem durch moderne bildgebende Verfahren tatsächlich auch nachweisen. **Lernen ist somit ein „Spurenlegen“ im neuronalen Synapsengitter**, die Synapsen verändern sich bei Gebrauch, entstehen, werden dicker oder fallen weg. Die dadurch erzeugten Spuren „materialisieren“ und visualisieren das Lernen. Das ist eine der wichtigsten neuen Erkenntnisse der Neurowissenschaften der letzten 10 Jahre. (Man stelle sich vor, auf einem Rasen immer die gleichen Schritte zu einer Bank zu gehen. Dieses Schrittmuster bleibt bei ansonsten sich verändernden Rasen lange erkennbar und wird auch durch das Mähen nicht unsichtbar bzw. eben schnell replizierbar...)⁷ **Der EIN-Schalter für das Ausschütten der Neurotransmitter, des Dopamins, des Serotonins, auch des BDNF ist die Bewegung⁸**. Sie wirkt

⁴ Dopamin (wie viele der Neurotransmitter überhaupt erst vor etwa 60 Jahren entdeckt) ist ein (anregendes) Hormon, das für die Entwicklung von Zielen zuständig ist (vor allem solchen, die im Augenblick als wenig erreichbar gelten). Es wird vermehrt dann ausgeschüttet, wenn das angestrebte Ziel erreicht ist (Belohnungssystem) **und** wenn dies nicht unbedingt erwartet werden konnte. Die auf diese Weise freigesetzten Glücksgefühle können so stark sein, dass sie dazu verführen, nie zufrieden zu sein, immer mehr zu wollen oder permanent Neuem hinterher zu jagen...

⁵ Serotonin ist eine chemische Substanz, die die Psyche stabilisiert (ausgleichend wirkt) und die uns in der Balance hält. Sorgt für Gelassenheit, Harmonie und Zufriedenheit, dämpft Angst, Sorgen, auch Aggressionen.

⁶ Die Synapsen sind die Verbindungsräume zwischen den Neuronen. Diese Lücken werden zur Signalübertragung durch chemisch wirkenden Neurotransmitter überbrückt (nicht etwa elektrisch – die Übertragung wäre dann zwar schneller, aber es würden sich keine strukturierten Spuren aufbauen!). Übergänge, die immer wieder genutzt werden, verändern ihre Dicke. Das Dopamin wirkt dabei besonders in den **häufig gebrauchten** Synapsen.

⁷ Dieses Bild lässt sich auch gut für die Erläuterung der Unterschiede bzgl. der Speicherkapazität zwischen Gehirn und Festplatte verwenden: Wenn die Festplatte voll ist, geht nichts mehr drauf. Je mehr dagegen im Gehirn bereits ist, desto mehr geht rein! Für das Gehirn ist es nämlich zum Beispiel leichter, eine vierte Sprache zu lernen, wenn man schon drei kennt, weil die „Spuren“ da sind und oft nur modifiziert werden müssen. (Man kennt das aus dem Sport: wer Handball und Hockey spielen kann, lernt leichter Fußball, als derjenige, der das alles nicht kann...)

⁸ ...und zwar die **freiwillige, also gewollte** Bewegung. Für erzwungene Bewegung gilt das nicht, siehe: Man lässt Ratten im Laufrad laufen und misst die Dopaminausschüttung. Wenn die Ratte genug hat und pausieren will, erhält sie einen elektrischen Schlag. Die Ratte läuft dann weiter, aber die Dopaminausschüttung unterbleibt! Überträgt man dieses Verhalten auf den Menschen, dann ist es beispielsweise eben eine gute Voraussetzung, dass sich – wie man überzeugend beispielsweise in den Untersuchungen von BERLIN HAT TALENT belegen kann - die überwiegende Mehrheit der Drittklässler auf die Sportstunde freut und sie nicht als Strafe betrachtet. Es muss dann aber auch gelingen, diese Stunden so zu gestalten, dass diese Freude (für jeden) möglichst ein Leben lang aufrechterhalten bleibt! So inszenierte Sportstunden führen zur Dopaminausschüttung bei den

über diese Botenstoffe auf die Bildung und Prägung solcher Spuren (auf das Lernen) wie Dünger auf den Rasen. Dabei erweist sich diese Düngung als desto wirksamer (d. h. es wird desto mehr Dopamin ausgeschüttet), je mehr diese Bewegung mit einem **unerwarteten** Erfolgserlebnis verbunden ist⁹. Körperliches oder geistiges Lernen gelingt also dann am besten, wenn Coaches oder Trainer dies gerade so inszenieren (können!), dass dabei echte (körperliche oder geistige) Herausforderungen geschaffen werden, die sich der Lernende vorher kaum zugetraut hat. Genau solche Lern- bzw. Bewegungserlebnisse prägen die Lust, so etwas regelmäßig zu wiederholen, schaffen also intrinsische Motivationen, wirken (im besten Sinne) „suchtaulösend“, ein Leben lang...¹⁰.

Praxistransfer – emotionales Imprägnieren und Gestaltungswille

Für den Transfer dieser aktuellen neurowissenschaftlichen Erkenntnisse in die pädagogische und schulische Praxis lässt sich – verallgemeinernd - festhalten: Lernen findet (nur) statt und bleibt länger haften, wenn es **„emotional imprägniert“** wird. Emotionen **starten** die Dopaminausschüttung, verstärken die Synapsen und prägen Spuren im Neuronenmuster. Es ist also nicht so („Oldschool“), dass das Gehirn immer lernt, sondern eben nur dann, wenn „Dopamin düngt“ („Newschool“). Lernen sollte deshalb mit Sport und Bewegung verbunden und herausfordernd sein. Es soll inspirieren, begeistern, berühren, auch irritieren und destabilisieren (temporär aus der „Komfort-Zone“ führen), also insgesamt „unter die Haut gehen“¹¹! Dieser Effekt wird desto stärker eintreten, je mehr das Lernen nicht als eine **Vermittlung durch den Lehrenden**, sondern als das **Aneignen durch den Lernenden** organisiert wird¹². Das wiederum gelingt eher, wenn der Lernende in Handlungen eingebunden

Schülern und in Folge davon zu Glücksgefühlen. BERLIN HAT TALENT belegt nachdrücklich, dass körperlich fitte, sporttreibende Drittklässler glücklicher sind, als nichtsporttreibende: Glücksmotor Sport!

⁹ Auch das lässt sich quantifizieren: Der Effekt - die Ausschüttung von Dopamin als Reaktion auf etwas Unerwartetes – ist am Größten, wenn der Erfolg nur zu etwa 50% erwartet war...

¹⁰ Lässt man eine Maus wählen, ob sie in eine Box mit oder ohne Futter geht und gibt man ihr nur dann einen Dopaminstoß, wenn sie in die Box ohne Futter geht, dann wird diese Maus „bis zum bitteren Ende“ auf die Nahrung verzichten...

¹¹ Man kann nur anders denken, wenn man auch anders fühlt...

¹² ...auch ein gebrochener Arm wird nicht vom Arzt geheilt – er muss das aus sich heraus tun, der Arzt schafft nur die geeigneten Umfeldbedingungen dafür (indem er beispielweise den Arm im Gips ruhig stellt). Etwas überspitzt: Menschen sind lernfähig, aber unbelehrbar...

und emotional dabei ist¹³. Das reine Zuhören bringt nachweisbar wenig. Kinder lernen jeden Tag viel Neues, weil sie sich jeden Tag in ganz unterschiedlichen Situationen entdecken und dabei ganz vielfältig berührt und begeistert sind. (Ältere Menschen klagen häufig über verlorene Fähigkeiten ihres Gedächtnisses oder über Schwierigkeiten, Neues zu begreifen. Oft jedoch liegt es stärker an ihrer fehlenden Begeisterungsfähigkeiten als an dem Nachlassen ihres Gedächtnisses.) Dieses Aneignen wird am besten dadurch entwickelt, dass sich der Lernende **eingeladen, ermutigt und eben inspiriert** fühlt und er das zu Lernende als **Verstehbar, Gestaltbar und Sinnhaft** bewertet (das begründet das sogenannte Kohärenzgefühl und ist Ziel und Ergebnis der Salutogenese). Bei einem Kleinkind, das Laufen lernt, sind diese Voraussetzungen gegeben: Es entdeckt das Laufen sozusagen vom Grunde seines „Ich’s“. Kein Kind gibt etwa frustriert auf und verzichtet auf das Laufen! Und gleichermaßen lässt sich diese hohe Frustrationstoleranz der Kinder beim Sprechen, Fühlen, Greifen... beobachten. Sie **eignen sich** diese Fähigkeiten **an**! Es ist **ihre** Freude am Entdecken, Ausprobieren und am Gestalten. Es ist ein gelingendes Lernen **mit allen Sinnen**. Diese Lust ein Leben lang zu erhalten, ist beste Voraussetzung für eine gute Entwicklungsprognose in einer unscharfen Zukunft. Wie immer auch die Welt sich verändert, wer die Lust am Lernen nicht verliert, bleibt immer Gestalter! Phantasie und Gestaltungswille sind deshalb wichtiger als Wissen, Neugier ist der Beginn der Weisheit. Insbesondere dadurch schafft man kreative, neue, frische Lösungen. Wer sich immer nur an die Erfahrungen hält, wird wenig verändern. Die Zukunft wird das deutlich zeigen: Die Aufgaben, für die jemand die Lösungsschritte vorgeben kann, werden künftig mehr und mehr von Maschinen erledigt werden. Die Jobs mit solchen Aufgaben, fallen als erste weg...

Kognitives Lernen – klar, aber soziale Kompetenz immer wichtiger

Die durch Bewegung initiierte Ausschüttung von Neurotransmittern ist – über das (eventuell sogar überschätzte) kognitive Lernen hinaus – wichtig auch für

¹³ Körperlose Kognition war eine lange Zeit „Mode“, aber unser Gehirn ist von unserem Körper und den Emotionen nicht zu trennen

das **psychische, das intrinsische und soziale Lernen**, also beispielsweise für den Antrieb, das Durchhaltevermögen, die Motivation, die Empathie und den Mut. Diese Eigenschaften sind in einer Zeit, in der sich Wissen außerordentlich schnell erneuert¹⁴ und in der die Teamarbeit immer unverzichtbarer wird von höchster Bedeutung. Die jetzt beispielsweise bei BERLIN HAT TALENT untersuchten Drittklässler könnten in 40 und 50 Jahren noch im Arbeitsleben stehen. Wer aber vermag vorauszusehen, welches Wissen 2060/70 vorhanden sein – und deshalb von uns heute vermittelt werden - sollte? Diejenigen werden dann ein gelingendes Leben führen, die gelernt haben, in offenen, unscharfen Situationen kreative Entscheidungen zu treffen, also **kompetent** zu handeln. Das sind solche, die sich immer wieder zum Lernen motivieren können, einen starken Gestaltungswillen haben und in enger Zusammenarbeit auch mit ganz verschiedenartigen Menschen zuversichtlich und mutig Neues angehen¹⁵. Neurowissenschaftler sprechen in diesem Zusammenhang vom Vorhandensein hoch ausgeprägter, sogenannter **exekutiver Funktionen**¹⁶ und verbinden das mit der (guten) Nachricht: **Auch diese Funktionen sind durch Bewegung, Sport und Spiel trainierbar!** Wir müssen „nur“ – siehe oben – dazu einladen, ermutigen und inspirieren... Bewegung, Sport und Spiel sind von höchster Bedeutung für das **soziale Lernen**, vor allem dann, wenn es mit Aktivitäten, mit dem Spiel in der Gruppe zu tun hat. Gerade dabei lernt man - oft beiläufig - mit Spaß, ohne zu wissen, dass man lernt und was man lernt. Da muss man nicht Empathie erklären, sondern sie besitzen, um den Mitspieler „lesen“ zu können. Bewegungsanlässe werden zu Kommunikationsanlässen, die überzeugend zeigen, dass sich soziale Kompetenz nicht darin erschöpft, mit jedem reden zu können, sondern mit ganz verschiedenartigen „Typen“

¹⁴ Vor gut 10 Jahren wurde das erste Iphon von Apple verkauft, heute gibt es 2,3 Mrd. Smartphones. Die 10 nachgefragtesten Jobs in den USA sind erst in den letzten 10 Jahren entstanden. Es muss heute also für Jobs ausgebildet werden, die noch nicht da sind, für Technologien, die noch nicht erfunden sind und für Probleme, die wir noch nicht kennen...

¹⁵ So wie das Mädchen tut, das auf die Frage der Lehrerein, was sie da gerade zeichnet, antwortet: „den lieben Gott“. Und auf die erstaunte Reaktion der Lehrerin: „es weiß doch keiner, wie der aussieht“, ganz selbstverständlich antwortet: „...gleich wissen sie es!“

¹⁶ Die exekutiven Funktionen umfassen 1. das Arbeitsgedächtnis (zur kurzzeitigen Speicherung der kommenden Handlungsschritte im präfrontalen Kortex, um das Ziel nicht aus den Augen zu verlieren), 2. die Inhibition (zur Regulation von emotionalen und motivationalen Situationen, zur Unterdrückung spontaner Impulse, zum Belohnungsaufschub) und 3. die kognitive Flexibilität (zur schnellen Umschaltung auf neue Situationen, zur Umschaltung von beispielsweise Pause zu Unterricht in der Schule oder von Angriff auf Verteidigung im Spiel). Die exekutiven Funktionen „schlagen“ den Intelligenzquotienten: der IQ misst das Wissen, die exekutiven Funktionen die Kompetenz bzw. die Selbstregulation

Aufgaben (eine Ruderfahrt, ein Fußballspiel...) zielorientiert und erfolgreich lösen zu können. Dabei zeigt sich auch: Das was in jedem Menschen - von klein auf - angelegt ist, nämlich sich zu vergleichen (ICH und die ANDEREN), wird mit Sport und Bewegung stark unterstützt. Man erlebt „Ich kann es“, und man realisiert: „Ich werde besser, wenn ich übe“! Dieser Vergleich motiviert ein Kind von klein auf. Es will nicht nur einen Turm bauen, sondern es will den Turm immer höher bauen, irgendwann sogar den höchsten bauen. Es ist traurig, dass mit zunehmenden Alter dieses „sich vergleichen“, dieses Streben nach dem besser sein und damit die angeborene Lust auf Leistung oft mehr und mehr verdrängt wird (damit es ja keine – vermeintlichen - Verlierer gibt...). Und es ist dramatisch, wenn gerade in den Schulen dazu unangemessene Maßstäbe vorgegeben werden. Wo soll der Anspruch zur Veränderung herkommen, wenn man diese nicht klar benennt?!

Und nun...

Es ist unsere Überzeugung, dass das Wissen um die aktuellen Erkenntnisse der Neurowissenschaften im Kontext zu Bewegung, Spiel und Sport eine entscheidende Voraussetzung dafür ist, dass die Schulung der kognitiven, emotionalen und sozialen Fähigkeiten (vor allem unserer Schülerinnen und Schüler) im und durch den Sport **nicht nur nebenbei, sondern zielgerichteter und wirksamer erfolgen kann**. Die Vermittlung dieser Erkenntnisse und deren Transfer in die pädagogische Praxis des Sporttreibens sollten künftig einen festen Platz in der Aus- und Weiterbildung von Pädagogen, Trainern und Übungsleitern im Sport einnehmen. Insbesondere im Umfeld von BERLIN HAT TALENT, das eine Offensive für Bewegung und Sport in der gesamten Berliner Bevölkerung auslösen soll, erscheint diese Weiterbildung im Kontext für die in diesem Projekt eingerichteten Bewegungs- bzw. Talentfördergruppen als unverzichtbar.

Anmerkung:

Die überragende Bedeutung der Bewegung für **die Gesundheit der Menschen im Allgemeinen** sollte nicht Gegenstand des vorliegenden Diskussionsmaterials

sein. Wenigstens ein Zitat von Hollmann soll allerdings diese überragende Bedeutung zumindest zusammenfassend skizzieren:

„Gäbe es eine Pille, welche folgende Eigenschaften in sich vereinigen würde: Senkung des myokardialen Sauerstoffbedarfs, Vergrößerung des myokardialen Sauerstoffangebots, Hemmung der Arterioskleroseentwicklung, Verbesserung der Fließeigenschaft des Blutes, verbunden mit einem antithrombotischen Effekt, Entgegenwirken der Adipositasentwicklung, Begünstigung einer optimalen Entwicklung von Körper und Geist, Vermeidung von körperlichen und geistigen altersbedingten Leistungseinbußen - mit welcher großartiger Dramaturgie würde wohl ein solches Medikament weltweit gefeiert werden? Dabei ist dieses Medikament vorhanden: es heißt geeignetes, individuell angepasstes körperliches Training vom Kindes- bis zum Greisenalter. Seiner Anwendung steht leider das physikalische Gesetz der Trägheit entgegen, und damit müssen wir nun einmal leben.“

Basisliteratur bilden Arbeiten von den Gruppen um:

- Hollman, W. & Strüder, H.K.
- Spitzer, M., Kubesch, S., Zimmer, R., & Beck, F.
- Erpenbeck, J.
- Wessel, K.F., Hummel, A. & Ganthen, D.
- Gigerenzer, G.
- Hüther, G. & Arnold, R. und anderen

(Literaturverzeichnis beim Verfasser)

LAOTSE:

- **Sag es mir – ich vergesse es;**
- **Zeig es mir – Ich behalt es;**
- **Beteilige mich – ich versteh es!**