



EXPEDITION NEURONEN- DSCHUNGEL:

TEXT: SOPHIA WEINER

Was Sport mit unseren
grauen Zellen macht



Our brain, consisting of countless neural circuits, is subject to changes as we develop physically as well as cognitively. Recent research has shown that regular physical exercise has a positive impact on our brain. This article is about the effects sports can have on neural connectivity providing additional information on contemporary neuro-scientific research in Göttingen.

„Wenn das Gehirn des Menschen so einfach wäre, dass wir es verstehen könnten, dann wären wir so dumm, dass wir es trotzdem nicht verstehen könnten“, schrieb einst der norwegische Philosoph und Schriftsteller Jostein Gaarder in einem seiner berühmtesten Werke. Tatsächlich gibt das Gehirn, eines der wohl faszinierendsten Mysterien des Körpers, auch heute noch Rätsel auf. Als Sitz unseres Bewusstseins und unserer Individualität sind wir als Menschen bestrebt, die Geheimnisse dieses hochkomplexen Organs zu lüften und vor allem seine Gesundheit zu wahren. Wissenschaftliche Studien der vergangenen Jahre zeigen, dass Sport dabei eine wichtige Rolle spielt. Der Begriff Gehirn-Jogging ist also durchaus wörtlich zu nehmen.

Ob beim Autofahren, beim Üben für eine Prüfung oder dem Erlernen einer Fremdsprache: der Alltag stellt jeden vor Herausforderungen, die es zu bewältigen gilt, ein Leben lang. Der Mensch ist wandlungsfähig, auch oder gerade vor allem aufgrund seines Gehirns. Das Phänomen, welches sich hinter dieser Anpassungsfähigkeit verbirgt, ist das der neuronalen Plastizität: die Fähigkeit des Hirns zur Reorganisation und Umbau eines bestehenden neuronalen Netzwerkes. Welche Parameter die Gehirnplastizität in welchem Umfang und auf welche Weise beeinflussen, ist Gegenstand aktueller Forschung. Auch am *Department of Systems Neuroscience* des Göttinger Johann-Friedrich-Blumenbach-Instituts für Zoologie und Anthropologie geht die Forschungsgruppe um Prof. Siegrid Löwel neurobiologischen Fragestellungen nach. „Wir beschäftigen uns hauptsächlich mit der Gehirnplastizität von Mäusen im Alter und nach Läsionen, wie beispielsweise einem Schlaganfall“, erklärt die Neurowissenschaftlerin. „Als Modellsystem nutzen wir das Sehsystem der Maus, da dies es uns erlaubt, auch mit gentechnisch modifizierten Tieren zu arbeiten.“ Darüber hinaus weist das Sehsystem der Mäuse viele Parallelen zum humanen Sehsystem auf und eignet sich somit besonders für die Grundlagenforschung.

Viele Menschen malen sich beim Gedanken an eine Maus wohl den kleinen Nager im Laufrad aus, wie er Stunde um Stunde im quietschenden Karussell, scheinbar unermüdlich, seine Runden dreht. Bis zu 10 Kilometer laufen sie pro Tag und stellen damit den Durchschnittsmenschen sportlich in den Schatten. Eine 2014 im *The Journal of Neuroscience* veröffentlichte Studie der Göttinger Forschungsgruppe zeigte, dass physische Aktivität im Laufrad offenbar positive Auswirkungen auf die neuronale Plastizität von Mäusen hat: Sport hält das Gehirn länger jung und bewahrt juvenile Anpassungsfähigkeit. „Im jungen Alter ist das Gehirn noch sehr plastisch und die Veränderlichkeit neuronaler Schaltkreise hoch, doch

diese Fähigkeit schwindet im Alterungsprozess“, verrät Löwel. Bei Mäusen ist sie in der Regel bei Haltung in sogenannten Standardkäfigen, also Käfigen mit minimaler Ausstattung, nach 110 Tagen nicht mehr nachweisbar. Stellt man den Vierbeinern hingegen zusätzlich ein Laufrad zur Verfügung, so können plastische Veränderungen sogar lebenslanglich detektiert werden.

Inspiziert von diesen Ergebnissen begannen die Göttinger Wissenschaftler_innen, auch die Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und den Auswirkungen eines Schlaganfalls auf das Gehirn zu untersuchen. Dass das Thema Schlaganfall in unserer vom demographischen Wandel und Wohlstandserkrankungen geprägten Gesellschaft besondere Brisanz besitzt, belegen die Zahlen: mit 63.000 Todesopfern ist der Schlaganfall die dritthäufigste Todesursache in Deutschland. Selbst Überlebende leiden häufig unter irreparablen Schäden.

Therapeutisches Potential des Sports

„In unserem Experiment haben wir die Augendominanzplastizität nach einem induzierten Schlaganfall von Mäusen mit und ohne Zugang zu einem Laufrad verglichen“, beschreibt Prof. Löwel die 2016 im *Frontiers in Aging Neuroscience* erschienene Studie. Augendominanz oder Okuläre Dominanz bezeichnet die unterschiedliche Intensität von neuronalen Antworten in der primären Sehrinde auf Reize des einen Auges im Vergleich zum anderen Auge. Dieses Phänomen lässt sich nicht nur in Mäusen, sondern auch in Menschen beobachten.

Zum einen wurde getestet, ob Mäuse, die ihr ganzes Leben lang Zugang zu einem Laufrad hatten, die Augendominanzplastizität auch nach einem Schlaganfall bewahren konnten, obwohl dies normalerweise bei Aufzucht in Standardkäfigen nicht der Fall ist. Zum anderen wurde untersucht, ob auch kurzfristiges Training nach dem Schlaganfall die neuronale Anpassungsfähigkeit wiederherstellen kann. Zur Visualisierung der Hirnaktivität diente das minimalinvasive optische Verfahren (siehe Infobox). Das Ergebnis: Sport scheint nicht nur, wie 2014 beschrieben, die Plastizität im Alter zu wahren, sondern dient auch nach einem Schlaganfall als eine Art Jungbrunnen für das Gehirn. Mäuse mit Bewegungsmöglichkeiten konnten im Gegensatz zu Nagern ohne Laufrad auch nach dem Schlaganfall Augendominanzplastizität aufweisen. Überraschenderweise waren sogar Mäuse, die vor dem Schlaganfall kein Laufradtraining absolvierten, nach zwei Wochen mit Laufmöglichkeiten in der Lage, neuronale Plastizi-

tät wiederherzustellen. „Es ist nie zu spät mit dem Training anzufangen“, resümiert Löwel mit einem Lächeln. „Unsere Hoffnung besteht darin, dass gewonnene Erkenntnisse auch potentiell therapeutisch genutzt werden können.“ Obwohl laut Löwel derzeit nichts dagegen spreche, dass die Ergebnisse auch auf das menschliche Gehirn übertragbar seien, muss das therapeutische Potential von Sport für den Menschen zukünftig weiter getestet werden.

Regelmäßig Tanzen hilft

Die Tatsache, dass sich Sport nicht nur positiv auf die Physis, sondern auch auf die Psyche der Menschen auswirkt, ist wohl konform mit den Alltagserfahrungen der meisten Sportler_innen: Ein ausgedehnter Spaziergang oder Lauf durch das satte Grün des Göttinger Waldes beispielsweise kann individuelles Wohlempfinden enorm steigern. Dass Sport sich vorteilhaft auf das menschliche Gehirn auswirkt, ist schon länger bekannt. Laufen wirkt anti-depressiv und kann kognitive Fähigkeiten steigern. „Auch Physiotherapie ist sehr wirkungsvoll“, merkt Prof. Löwel an. Eine amerikanische Studie ermittelte sogar, dass regelmäßige physische Aktivität als Präventivmaßnahme gegen Alzheimer dienen kann beziehungsweise deren Progression zu verzögern vermag. Die große Frage, die sich angesichts dieser Erkenntnisse aufdrängt, ist die nach dem Warum. Warum kann durch simples Laufen nach einer Hirnläsion bei Mäusen Augendominanzplastizität wiederhergestellt werden? Warum fördert ein aktiver Lebensstil kognitive Leistungen?

Die Frage nach den kausalen Zusammenhängen ist, wie so oft in der Wissenschaft, nicht einfach zu beantworten. „Dieses Forschungsgebiet ist noch relativ neu“, gibt Löwel zu bedenken. „Wenn Mäuse schnell rennen, müssen sie besser sehen können. Die korrespondie-

renden Hirnregionen werden stärker aktiviert und als Konsequenz gibt es mehr synaptische Verknüpfungen.“ Als Synapsen werden die Verbindungsstellen zweier Nervenzellen oder einer Nervenzelle und Muskelzelle bezeichnet. Dass die Beanspruchung von Neuronen eine wichtige Rolle bei der Plastizität spielt, postulierte schon der bekannte Psychologe Donald Hebb 1949 in seinem Werk *The Organization of Behavior*. Hebb's Hypothese wird oft kurz zusammengefasst als „*what fires together, wires together*“ (sinngemäß: je häufiger zwei Neuronen gleichzeitig aktiv sind, desto wahrscheinlicher ist ihre Verknüpfung). Die zugrunde liegenden molekularen Mechanismen sind mitunter sehr komplex.

Verbesserungen der kognitiven Fähigkeiten gehen oft mit einer verstärkten Herz-Kreislauf-Leistung einher. Eine 2013 in *Frontiers in Aging Neuroscience* veröffentlichte Studie unter der Leitung Dr. Hubert Dinses demonstrierte jedoch, dass dies nicht unbedingt der Fall sein muss: Ältere Proband_innen konnten durch sechsmonatiges, regelmäßiges Tanztraining (eine Stunde pro Woche) ihre sensomotorischen und kognitiven Leistungen verbessern, ohne dass sich die Kreislaufparameter veränderten. „Wichtig für den positiven Effekt auf das Hirn ist, dass es sich um freiwillige körperliche Betätigung handelt“, betont Löwel.

Auch wenn die Zusammenhänge zwischen physischer und neuronaler Aktivität noch nicht endgültig geklärt sind, lässt sich die Hirnforschung sicher nicht auf Gaarders anekdotenhaft beschriebenes Dilemma reduzieren. In unserer heutigen, beschleunigten Gesellschaft kommt die persönliche Fitness oft zu kurz. Wer sich dennoch Zeit für die ein oder andere sportliche Aktivität nimmt, wird es vermutlich nicht bereuen.



INFO Minimalinvasives optisches Verfahren

Methode zur Detektion von Hirnaktivitäten. Dabei wird die Hirnoberfläche der Maus mit rotem Licht bestrahlt und die Lichtantwort mithilfe einer empfindlichen Kamera gemessen. Aktive Hirnregionen haben aufgrund der Zellatmung einen erhöhten Sauerstoffverbrauch, was zu einer Anhäufung von

Desoxyhämoglobin (desoxy=ohne Sauerstoff) führt. Desoxyhämoglobin kann im Vergleich zu Oxyhämoglobin (sauerstoffreiche Form) mehr rotes Licht absorbieren, wodurch die aktiven Hirnbereiche dunkel erscheinen.