

Energetik und Hygiene
des
Nerven-Systems
in der Schule.

Schulhygienische Untersuchungen

von

Prof. Dr. med. und phil. **H. Griesbach.**



München und Leipzig.

Druck und Verlag von R. Oldenbourg.

1895.

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit war ursprünglich nicht für einen grösseren Leserkreis bestimmt und wurde daher in ihrer ersten Form und unter anderem Titel in einer medicinischen Zeitschrift, dem Archiv für Hygiene (Bd. XXIV), abgedruckt. Wenn ich mich entschlossen habe dieselbe, mit einigen Zusätzen versehen, auch in Buchform herauszugeben, so geschah dies in Folge mehrfach an mich ergangener Aufforderungen, sowie aus dem Grunde, dass das darin behandelte Thema doch nicht nur medicinische, sondern auch pädagogische Kreise, ja sogar die Gebildeten aller Stände interessiren dürfte. — Da der Nichtfachmann aber seltener seine Lectüre über medicinische Zeitschriften erstreckt, so wird ihm die vorliegende Arbeit in der Separatausgabe leichter bekannt werden und schneller zugänglich sein.

Mülhausen, Els., im Juli 1895.

Der Verfasser.

Mit der Geburt ist weder die formelle noch die functionelle Beschaffenheit des Nervensystems abgeschlossen. Bis zur Zeit der Pubertät und noch darüber hinaus bringen energisches Wachstum und Entwicklung der Seelenthätigkeit manche Veränderungen mit sich. Auf derartige Veränderungen hier einzugehen ist nicht meine Absicht. Ich möchte vielmehr in der vorliegenden Mittheilung einen Abschnitt der Nervenenergetik während des Schullebens behandeln, nämlich die Arbeitsleistungsfähigkeit des Gehirns, die damit in Zusammenhang stehende Ermüdung und deren Nachweis. Bis zur Stunde liegen darüber nur wenig eingehende Untersuchungen vor, und es wäre sehr wünschenswerth, wenn dieselben vermehrt würden. Solche Untersuchungen müssen sich über die drei Entwicklungsperioden erstrecken, welche man an dem jugendlichen Organismus unterscheiden kann. Die erste umfasst für Knaben die Zeit bis zum achten Lebensjahre und ist durch eine starke Zunahme an Länge und Gewicht gekennzeichnet. Die zweite Periode reicht bis zum vierzehnten Lebensjahre und macht sich durch eine auffällige Hemmung des Wachstums und eine geringere Gewichtszunahme bemerkbar. In der dritten, bis zum Ende des siebzehnten Jahres sich hinziehenden Pubertätsperiode schreitet das Wachstum bedeutend voran, namentlich zu Anfang der Pubertät. Die Zunahme des Gewichtes in dieser Periode erreicht ihr Maximum später als die Längenzunahme. Im weiblichen Körper liegen die Verhältnisse etwas anders. Diese allgemeinen Regeln, die in den verschiedenen Zonen einzelne Abänderungen erleiden,

ergeben sich namentlich aus den Untersuchungen Malling-Hansens¹⁾ und Key's.²⁾

In innigem Zusammenhange mit der körperlichen Entwicklung während der genannten Perioden steht auch die Leistungsfähigkeit des Gehirns, und bei der Beurtheilung und Abwägung derselben muss man auf die physische Entwicklung Rücksicht nehmen.

Jede physiologische Arbeitsleistung, auch die des Gehirns, zieht Ermüdung nach sich, worunter man bekanntlich eine Verminderung der Leistungsfähigkeit innerhalb physiologischer Breite versteht. Die Ermüdung wird erst empfunden, wenn sie eine gewisse Stärke erreicht hat.

Um über den Grad geistiger Ermüdung Aufschluss zu erhalten, wendet man verschiedene Methoden an. Eine derselben stammt von dem italienischen Physiologen Mosso. Derselbe hat nachgewiesen, dass nicht nur bei der Muskelarbeit die Nervencentren ermüden, sondern dass auch umgekehrt eine intensive geistige Thätigkeit auf die Muskelarbeit einen vermindernden Einfluss ausübt, mit anderen Worten, dass eine Ermüdung der psychischen Centren des Gehirns unmittelbar auf die motorischen Centren desselben wirkt. Auf diese Thatsache gründet sich Mosso's Methode, die geistige Ermüdung graphisch zu registriren. Zur Ausführung dient ein Apparat, welchen er Ergograph (*τὸ ἔργον* das Werk, die Arbeit) genannt hat. Auf eine Beschreibung des Apparates kann hier verzichtet werden.³⁾

Die Registrirung schliesst in dem Augenblicke ab, in welchem der mit einem Gewichte belastete Finger der Versuchsperson nicht mehr im Stande ist, das Gewicht zu heben. Bei solchen Versuchen haben sich interessante Resultate ergeben. Mosso experimentirte leider nicht an Schülern, und ich glaube, dass

1) R. Malling-Hausen, Perioden im Gewicht der Kinder und in der Sonnenwärme. Kopenhagen, Tryde 1886.

2) A. Key, Die Pubertätsentwicklung und das Verhältniss derselben zu den Krankheitserscheinungen der Schuljugend. Verhandlung des X. internationalen medicin. Congresses, Berlin 1891, Bd. I, S. 66 ff.

3) Vergl. Mosso, Ueber die Gesetze der Ermüdung etc. Archiv für Anat. u. Physiol.; physiologische Abtheilung, 1890, Supplement S. 89 ff. — Derselbe, Die Ermüdung. Aus dem Italien. von J. Glinzer, Leipzig 1892.

an diesen bis heute überhaupt keine Versuche mit dem Ergographen vorliegen.¹⁾ Mosso liess aber Ermüdungscurven von verschiedenen erwachsenen Personen aufschreiben, die stundenlang angestrengt geistig beschäftigt waren. Im Zustande physiologischen Gleichgewichtes führte eine der Versuchspersonen Mosso's mit dem Mittelfinger der linken Hand, bei einer Belastung von 2 kg, 55 Contractionen aus. Die Hubhöhe nahm ganz allmählich von 45 mm bis zu Null ab. Nach intensiver geistiger Arbeit, die in der Abhaltung eines 3 1/2 stündigen Examens bestand, wurde eine zweite Curve aufgeschrieben. Die beiden ersten Contractionen waren noch stark, dann aber trat eine schnelle Abnahme ein, und nach neun Contractionen war die Energie der Muskeln erschöpft. Es ist nicht der Wille, es ist nicht der Nervenapparat allein, sagt Mosso, sondern es ist auch der Muskel, welcher in Folge einer geistigen Anstrengung ermüdet. Mosso nimmt dafür zu der bekannten Erklärung seine Zuflucht, dass während der gesteigerten Gehirnarbeit Zersetzungsprodukte in den Kreislauf gelangen, welche die Muskeln vergiften und sie unfähig machen, ihre Energie zu entfalten. Diese Erklärung sucht er durch Thierversuche zu stützen. Es liegt wohl vorläufig kein Grund vor, die Brauchbarkeit der Mosso'schen Methode zu bezweifeln.

Eine zweite Methode, um über die Ermüdung des Gehirns Aufschluss zu erhalten, hat zuerst Sikorsky²⁾ eingeschlagen; später wurde dieselbe von Burgerstein³⁾, Höpfner⁴⁾,

1) Bei der Correctur dieser Arbeit habe ich nachzutragen, dass mir vor einiger Zeit Keller's pädagogisch-psychometrische Studien (Vorl. Mittheilung) im Biolog. Centralblatt 1894, Bd. 15, bekannt geworden sind, in welchen über geistige Ermüdung von Schülern mit Hülfe des Ergographen angestellte Untersuchungen niedergelegt worden sind. Ich bedauere lebhaft auf dieselben hier nicht mehr eingehen zu können.

2) Sikorsky, Sur les effets de la lassitude provoquée par les travaux intellectuels chez les enfants de l'âge scolaire. Annales d'hygiène publique, 1879, T. II, S. 458.

3) Burgerstein, Die Arbeitscurve einer Schulstunde. Zeitschrift für Schulgesundheitspflege, 1891, Nr. 9, S. 544 ff. und Nr. 10, S. 607 ff.

4) Höpfner, Ueber die geistige Ermüdung von Schulkindern. Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, 1893, VI, S. 191.

Laser¹⁾ und Kraepelin²⁾ aufgenommen und zum Theil abgeändert.

Sikorsky liess durch eine grössere Anzahl von Schülern am Anfange und Schluss der Unterrichtsstunde ein kurzes Dictat ausführen. Unter dem Einflusse der Ermüdung vermehrten sich die Fehler um 33 %. Auf je 100 Buchstaben berechnet, stiegen sie nach Höpfner, der ähnliche Versuche anstellte, von 0,9 bis 6,4 %. Burgerstein liess vier Reihen einfacher Additions- und Multiplicationsaufgaben durch Schulkinder von 11—13 Jahren lösen. Zwischen den einzelnen Arbeitszeiten lag eine Pause von 5 Minuten. Der ganze Versuch dauerte 55 Minuten. Das Resultat in Bezug auf die Güte der Arbeitsleistung war, dass am Schlusse der Stunde die angebrachten Verbesserungen auf 162 %, die Rechnungsfehler auf 177 % gestiegen waren.

Dieselbe Methode schlug Laser ein und fasste seine Resultate folgendermaassen zusammen:

1. Die Zahl der gerechneten Ziffern, also die Leistungsfähigkeit, ist in der ersten Stunde am niedrigsten.
2. Die Leistungsfähigkeit nimmt bis zur dritten, resp. vierten Stunde zu, und lässt in der vierten, resp. fünften Stunde wieder nach.
3. Die Fehlerzahl steigt bis zur vierten Stunde, fällt in der fünften.
4. Die Correcturenzahl wächst bis zur fünften Stunde.
5. Knaben haben weniger gerechnet als Mädchen.
6. Knaben haben mehr Correcturen gemacht als Mädchen.
7. Die Fehlerzahl ist bei Knaben und Mädchen beinahe gleich gross.
8. Die Anzahl derer, welche fehlerfrei gerechnet haben, nimmt bis zur fünften Stunde ab.

Kraepelin arbeitete mit Studenten und Assistenten, und zwar in der Weise, dass er je 10 Personen mehrere Stunden hindurch einstellige Ziffern addiren liess. Alle 5 Minuten wurde

1) Laser, Ueber geistige Ermüdung beim Schulunterrichte. Zeitschrift für Schulgesundheitspflege, 1894, S. 2 ff.

2) Kraepelin, Ueber geistige Arbeit. Jena, Fischer, 1894.

ein Zeichen gegeben; dann machte der Rechner einen Strich unter die zuletzt addirte Zahl. Von den Versuchspersonen addirte die langsamste 140, die schnellste 384 Ziffern in 5 Minuten. Daraus ergibt sich zunächst, dass die Geschwindigkeit des Rechnens in hohem Grade individuell ist, und dies dürfte auch für andere geistige Beschäftigungen, beispielsweise für das Auswendiglernen zutreffen. Kraepelin prüfte die Rechnungen nicht auf ihre Richtigkeit und meint, dass sich bei einer Prüfung möglicherweise das umgekehrte Verhältniss zwischen »Fixigkeit und Richtigkeit« herausstellen würde.

Ueber den Werth derartiger Methoden zur Beurtheilung geistiger Ermüdung könnten Zweifel entstehen.

Jede geistige Arbeit wird nämlich wesentlich durch die Uebung beeinflusst. Dies trifft auch für das Rechnen zu, und der ursprünglich langsam Rechnende kann schneller rechnende Personen einholen und überflügeln. Man darf aber wohl nicht ohne weiteres die Arbeitsgeschwindigkeit als Ausdruck der persönlichen Eigenart betrachten, falls man nicht genau weiss, mit welchem Maass von Uebung infolge früherer Einflüsse die Person an die Aufgabe herantritt. Allein die Uebungsfähigkeit ist begrenzt: je häufiger die Wiederholung, desto geringer der Zuwachs an Arbeitsgeschwindigkeit. Bei Kraepelin's Versuchen steigerte sich bei einer Person die Arbeitsleistung vom ersten zum zweiten Versuche um 25 %, vom zweiten zum dritten Versuche um 15 %, vom dritten zum vierten Versuche um 6 %.

Es wird also für jeden Menschen eine Grenze geben, über welche hinaus eine Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit durch Uebung nicht mehr erzielt wird.

Auf dieser Stufe werden die einzelnen Personen mit einander vergleichbar sein. — Im Allgemeinen lässt sich annehmen, dass die Uebung in Bezug auf geistige Leistung bei der Mehrzahl gleichalteriger Schüler derselben Bildungsstufe eine gleiche ist, und es lassen sich daher ganz wohl die genannten Methoden zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit und Ermüdung in der Schule verwerthen, namentlich wenn man auch die Fehler in den Aufgaben berücksichtigt.

Eine dritte Methode zur Ermittlung der Ermüdung bei geistiger Arbeit habe ich selbst versucht. Sie fusst auf der von mir beobachteten, bisher, wie es scheint, unbekannten Thatsache, dass Hirnermüdung die Sensibilität der Haut herabsetzt¹⁾. Die Fähigkeit, Tasteindrücke räumlich zu unterscheiden, verdanken wir dem Ortssinne. Diese Fähigkeit ist begrenzt, und die Grenze ist für verschiedene Hautgebiete verschieden. Die ersten Untersuchungen über den Ortssinn und die ersten Messungen desselben stammen von E. H. Weber²⁾. Derselbe bestimmte, »wie klein die Entfernung zweier gleichzeitig die Haut treffender punktförmiger Eindrücke gemacht werden kann, ohne dass ihre gesonderte Wahrnehmung aufhört; mit anderen Worten, welches der minimale Abstand zweier Hautpunkte ist, deren Reizung noch deutlich verschiedene Ortsvorstellungen erweckt.« Diese Minimaldistanz wird nach Fechner Raumschwelle genannt. Die Messungsmethode Weber's besteht in Folgendem: Die abgestumpften Spitzen eines Zirkels werden gleichzeitig und leise auf die Haut gesetzt. Man verkleinert die Zirkelöffnung so lange, bis beide Eindrücke in der Wahrnehmung verschmelzen. Bei beginnender Verschmelzung der beiden Eindrücke werden dieselben als Linie empfunden.

An den Extremitäten fand Weber den Ortssinn verschieden, je nachdem die Zirkelspitzen in der Richtung der Längs- oder Querachse der Extremität auf die Haut gesetzt wurden. In letzterem Falle ergab sich eine bedeutendere Feinheit des Ortssinnes.

Später haben Vierordt und seine Schüler³⁾ die Feinheit des Ortssinnes als Function der Beweglichkeit des untersuchten

1) Ueber derartige Beobachtungen habe ich in der Literatur nichts finden können. Herr Prof. L. Hermann in Königsberg, mit dem ich über diese interessante Thatsache correspondirte, und dessen Erklärungen, die ich in Nachstehendem weiter ausführe, ich völlig beipflichte, theilte mir in einem Briefe vom 25. Juni 1894 mit, dass auch ihm derartige Beobachtungen bisher nicht bekannt geworden seien.

2) Vergl. Hermann's Handbuch der Physiologie, 1880, Bd. III, Theil 2.

3) Vierordt, Die Abhängigkeit der Ausbildung des Raumsinnes der Haut von der Beweglichkeit der Körperteile. Zeitschrift für Biologie, Bd. VI,

Körpertheiles betrachtet. Sie geben an, dass die Feinheit proportional dem Abstände des Untersuchungsgebietes von der Drehachse zunimmt. Einfach an solchen Körperstellen, die als Ganzes um eine bestimmte Achse bewegt werden, gestaltet sich das Abhängigkeitsverhältnis complicirter, wenn sich der Körpertheil aus einzelnen Unterabtheilungen zusammensetzt, von denen jede in verschiedener Richtung um eine oder mehrere eigene Achsen beweglich ist. In solchen Fällen ist für den Feinheitswerth des Ortssinnes eines Hautgebietes der Abstand sowohl von der Hauptachse, als auch von der Specialachse maassgebend.

Der Feinheitswerth stellt sich alsdann als die Resultirende aus allen Einzelwerthen dar. Auch Geschwindigkeit und Häufigkeit der einzelnen Bewegungen sind auf die Feinheit des Ortssinnes nicht ohne Einfluss. Nach Valentin sollen dieselben Hautgebiete bei verschiedenen Personen sehr verschiedene Werthe für die Raumschwelle ergeben, während die relativen Werthe für verschiedene Hautstellen annähernd gleich sind. Volkmann¹⁾ wies nach, dass längere Zeit fortgesetzte Uebung die Feinheit des Ortssinnes beträchtlich zu erhöhen vermag.

Der Ausgangspunkt der Erklärung dafür, dass die Feinheit des Ortssinnes an verschiedenen Körperstellen variirt, liegt in der von Weber aufgestellten Hypothese der sogenannten Empfindungskreise. Als anatomischen Empfindungskreis definirt Weber jedes von einer Nervenfasern durch eine oder mehrere Endigungen versorgte Hautgebiet. Die ganze Hautoberfläche betrachtet er daher »als eine continuirliche Mosaik solcher stehender Empfindungskreise von verschiedenem Durchmesser, je nach dem Umfange des jeder Nervenfasern zukommenden

S. 53 ff. — Kottenkamp und Ullrich, Versuche über den Raumsinn der Haut. Dasselbst, S. 37 ff. — Paulus, Versuche über den Raumsinn der Haut der unteren Extremität. Dasselbst, Bd. VII, S. 237 ff. — Riecker, Versuche über den Raumsinn der Haut des Unterschenkels. Dasselbst, Bd. IX, S. 95 ff. — Derselbe, Versuche über den Raumsinn der Kopfhaut. Dasselbst, Bd. X, S. 177 ff. — Hartmann, Der Raumsinn der Haut des Rumpfes und des Halses. Dasselbst, Bd. XI, S. 79 ff.

1) Berichte der Kgl. sächsischen Ges. der Wissensch., 1858, zu vergl. Hermann's Handbuch der Physiologie.