



# Untersuchungen über die Tiefe des Schlafes.

—  
Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades

eines

**Doctors der Medicin**

verfasst und mit Bewilligung

Einer Hochverordneten Medicinischen Facultät der Kaiserlichen Universität  
zu Dorpat

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

**Eduard Michelson,**

Assistenzarzt der Klinik für Nerven- und Geisteskranke.

—  
Ordentliche Opponenten:

Priv.-Doc. Dr. F. Krüger. — Prof. Dr. K. Dehio. — Prof. Dr. E. Kraepelin.



—  
**Dorpat.**

Schnakenburg's Buchdruckerei.

1891.

Gedruckt mit Genehmigung der Medicinischen Facultät.

Referent: Professor Dr. E. Kraepelin.

Dorpat, den 11. März 1891.

No. 120.

Decan: **Dragendorff.**

M E I N E R      M U T T E R

G E W I D M E T.



Meinen academischen Lehrern statte ich an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank ab für die mir zu Theil gewordene wissenschaftliche Ausbildung.

Herrn Prof. Dr. E. Kraepelin, meinen hochverehrten Chef und Lehrer, bitte ich, meinen tief empfundenen Dank zu empfangen ebenso sehr für die Einführung in das Gebiet der Geistes- und Nervenkrankheiten, für die Anregung zu dieser Arbeit und die reichliche Unterstützung bei derselben, wie für das Wohlwollen, welches er mir stets entgegengetragen hat.

Meinen Versuchspersonen danke ich herzlich für ihre Liebenswürdigkeit und die Ausdauer, mit der sie sich den Untersuchungen unterwarfen.



In seinen „Elementen der Psychophysik“ erwähnt Fechner<sup>1)</sup> in einer Anmerkung zum Kapitel „Schlaf und Wachen“ der Idee seines Zuhörers Kohlschütter, mit einem Schallpendel „Versuche über die Tiefe des Schlafes in den verschiedenen Epochen vom Einschlafen an und unter verschiedenen Umständen anzustellen, indem die Stärke des Schalles, welche nöthig ist, den Schläfer zu wecken, zur Messung der Tiefe des Schlafes dienen kann“.

Diese Idee brachte Kohlschütter<sup>2)</sup> später wirklich zur Ausführung und veröffentlichte 1862 in seiner Dissertation die Resultate, welche nachher noch in der „Zeitschrift für rationelle Medicin“ zum Abdruck kamen. Als Weckkreis benutzte er den Schall, den ein aus verschiedenen Elevationen gegen eine Schieferplatte herabfallender Pendelhammer hervorbrachte. Mit diesem bereits von Fechner construirten Schallpendel und einer Lampe, deren Licht vom Gesichte des Schläfers abgeblendet wurde, setzte er sich dicht an das Bett der Versuchs-

---

1) G. Th. Fechner. Elemente der Psychophysik. 1860. Th. II, pag. 440.

2) E. Kohlschütter. Messungen der Festigkeit des Schlafes. Z. f. rat. Med. XVII. Band, 3 Reihe. 1863.

person. In gewissen Zeitintervallen liess er den möglichst geräuschlos gehobenen Pendelhammer zunächst aus einer Höhe herabfallen, von der er annahm, dass sie noch nicht ausreichen werde, den Schläfer zu wecken, und fuhr nun so mit immer höheren Erhebungen, jede einzelne in Pausen von 1" sechsmal wiederholend, fort, bis er ein Symptom des Erwachens — und als solches galten ihm schon geringe Änderungen im Athmungstypus sowie Bewegungen im Schlafe — bemerkte oder der Schläfer das verabredete Zeichen gab. Alle halben, ganzen Stunden, je nachdem, wurde der Versuch wiederholt. Die erlangten Resultate fasst Kohlschütter in 4 Sätzen zusammen: „1) Die Festigkeit des Schlafe, der zum Erwecken nöthigen Schallintensität direct proportional gesetzt, ändert sich stetig mit der seit dem Einschlafen verflossenen Zeit nach einem bei aller Verschiedenheit der absoluten Festigkeit und unter den verschiedenen Umständen gleichen Gesetz; derart, dass der Schlaf anfangs rasch, dann langsamer sich vertieft, innerhalb der ersten Stunde nach dem Einschlafen seine Maximaltiefe erreicht, von da an anfangs rasch, dann langsamer und langsamer sich verflacht und mehrere Stunden vor dem Erwachen merklich unverändert eine sehr geringe Festigkeit behält. 2) Eine plötzliche Verflachung des Schlafe durch äussere oder innere Reize bewirkt, dass derselbe unmittelbar folgends tiefer wird, als er geworden sein würde, wenn keine Störung eingetreten wäre. Die Grösse und die Dauer dieser Vertiefung hängt ab von der Grösse der veranlassenden Verflachung, und sie verläuft nach einem ähnlichen Gesetz wie die Festigkeit des Schlafe im Allgemeinen. 3) Zwischen der grössten erreichten Festigkeit und der

Gesammtdauer des Schlafes findet ein gesetzliches Abhängigkeitsverhältniss statt, derart, dass, je tiefer der Schlaf geworden, er desto länger dauert, je flacher er geblieben, er desto eher zum Erwachen kommt. 4) Dem wachen Bewusstsein, dem Willen, ist ein Einfluss auf die grösste zu errreichende Festigkeit und folgends auf die Gesammtdauer des Schlafes zuzusprechen“.

Erneute Versuche in dieser Richtung stellten Mönninghoff und Piesbergen<sup>1)</sup> auf Veranlassung von Vierordt an. Sie experimentirten gegenseitig an sich, bezogen daher ein gemeinsames Schlafzimmer, welches fast vollständig verdunkelt war. Ein jeder hatte Vorkehrungen zum Experimentiren getroffen, so dass je nach den Umständen der zufällig Erwachende die Untersuchung anstellte, während der Schlafende die Versuchsperson abgab. Zum Wecken zogen auch sie Schallreize in Anwendung, welche durch das Herabfallen einer Bleikugel aus verschiedenen Höhen auf eine Eisenplatte producirt wurden. Sie liessen die Schallreize in Zeitintervallen von  $\frac{1}{2}$  Minute unter steiger Vergrösserung der Fallhöhe bis zum Erwachen, welches an der Abgabe eines directen Zeichens von erwachtem Bewusstsein erkannt wurde, einwirken, beschränkten sich jedoch darauf, in einer Nacht höchstens 2 Versuche zu machen.

Die an Piesbergen gewonnenen Ergebnisse besagen, „dass die Festigkeit des Schlafes ihren Culminationspunkt erreicht nach dem dritten Viertel der zweiten Stunde. Bis zum zweiten Viertel der zweiten

---

3) O. Mönninghoff und F. Piesbergen. Messungen über die Tiefe des Schlafes. Zeitschr. f. Biologie. Bd. XIX (I) 1883.

Stunde nimmt die Tiefe des Schlafes ganz allmählich zu. Im zweiten und dritten Viertel derselben Stunde steigt die Festigkeit sehr rasch und sehr bedeutend, um dann auch ebenso rasch wieder abzunehmen bis zum zweiten Viertel der dritten Stunde. Von diesem Zeitpunkte an tritt eine allmähliche Abnahme der Schlaffestigkeit ein, welche anhält bis zur zweiten Hälfte der fünften Stunde. Dieser Moment ist gekennzeichnet durch eine beginnende Steigerung der Schlafintensität, welche im Gegensatz zur ersten sehr gering ist und lange andauert. In einer Stunde, also nach Verlauf von  $5\frac{1}{2}$  Schlafstunden hat sie ihren Culminationspunkt erreicht, von wo aus sie allmählich abnimmt bis allgemeine Verflachung des Schlafes eingetreten ist.“ Innerhalb der ersten Schlafstunde wurden die Weekreize von soleher Schwäche gefunden, dass die Verfasser diese Zeit gar nicht in den Kreis ihrer Betrachtung gezogen haben. Der Schlaf von Mönninghoff, welcher an einem Mitralfehler litt, zeigt einen durchaus anderen, vor Allem leiseren Verlauf. Die grösste Tiefe des Schlafes findet sich in der zweiten Hälfte der sechsten Stunde vor; statt zwei Zunahmen der Schlafintensität treten drei auf; die allgemeinen Schwankungen der Schlaffestigkeit sind bei weitem grösser, als beim Schlaf von Piesbergen.

Gegen die Versuchsanordnung und Methodik der bisherigen Untersucher auf diesem Gebiete lassen sich mehrere Einwände erheben. Die Erleuchtung des Versuchsraumes, die unvermeidlich doch etwas Geräusch verursachenden Manipulationen des in nächster Nähe der Versuchsperson sich befindenden Experimentators, die häufige Einwirkung der Schallreize, endlich das,

wenigstens von Kohlschütter, während einer Nacht mehrmals herbeigeführte Erwecken waren äussere Momente, welche zunächst das Bedenken wachrufen, ob die erlangten Resultate unzweifelhaft sind. Dazu kamen als innere den Schlaf beeinflussende Factoren einerseits die Voreingenommenheit des Schläfers, anderseits seine Gewöhnung an die Schallreize. Alle sechs Versuchspersonen Kohlschütter's<sup>4)</sup> gaben ihm an, dass sie im Schlafe das Gefühl von Erwartung, von Anspannung der Aufmerksamkeit auf das zu gebende verabredete Zeichen nicht los werden konnten. Ebenso waren in Kohlschütter's späteren Versuchsreihen die zum Erwecken nothwendigen Schallintensitäten viel grösser ausgefallen, als in den früheren, ein Verhältniss, welches er auf die mit der öfteren Wiederholung der Versuche mehr und mehr hervortretende Gewöhnung zurückführt.

Gestützt auf letztere Punkte hat denn auch Forel<sup>5)</sup> die Möglichkeit der Ausführung derartiger Versuche geleugnet, indem er nach seinen Erfahrungen bei der Hypnose den in der Versuchsperson auftauchenden Autosuggestionen eine Rolle vindicirt, welche die Exactheit solcher Untersuchungen gänzlich in Frage stellt. Zuvörderst sind die Erfahrungen in der Hypnose, bei welcher die Versuchsperson durch die Suggestion des Schläfenmüssens beherrscht wird, nicht ohne Weiteres mit den Verhältnissen des natürlichen Schlafes in Parallele zu stellen. Weiterhin aber sind die bei diesen

---

4) l. c. pag. 219.

5) A. Forel: Der Hypnotismus, seine Bedeutung und seine Handhabung. 1889, pag. 20.

Experimenten angewandten Reize derartig indifferenter Natur, dass sie für die Anknüpfung von associativen Vorgängen mit ihren Folgen für die Erleichterung oder Erschwerung des Aufwachens kaum Anhaltspunkte darbieten. Endlich, und das ist der wichtigste Punkt, kann über die Ausführbarkeit solcher Untersuchungen immer doch nur die thatsächliche Erfahrung entscheiden, welche bei der wesentlichen Uebereinstimmung der bisher gewonnenen Resultate ohne Zweifel die Möglichkeit der Auffindung einer Gesetzmässigkeit auf diesem Gebiete dargethan hat.

## Anordnung und Ausführung der Versuche.

Angesichts der im Vorhergehenden berührten mannigfaltigen Einwände erschien es mir in erster Linie wünschenswerth, die Angaben der früheren Untersucher mit Hilfe einer Versuchsmethode nachzuprüfen, durch welche die aufgezählten experimentellen Fehlerquellen nach Möglichkeit ausgeschlossen erschienen. Aus dieser Erwägung ergaben sich folgende Forderungen.

Zunächst galt es, alle äusseren Störungen abzuhalten, soweit dies in meiner Macht lag. Nicht nur musste der zu verwendende Apparat geräuschlos arbeiten, sondern auch der Reiz aus der Ferne ausgelöst werden, sodass alle Störungen wegfielen, welche aus dem Aufenthalte des Experimentators im Versuchszimmer erwuchsen. Sodann kam es darauf an, die inneren Störungen nach Möglichkeit zu eliminiren. Dadurch, dass die Versuchsperson nie etwas darüber erfuhr, ob in der folgenden Nacht überhaupt experimentirt werden würde, geschweige denn --- wann, dass ferner über die Versuche bis auf das Allernothwendigste überhaupt nicht gesprochen wurde, dass weiter der am Bette stehende Apparat durch einen Vorhang in seiner speciellen Zurüstung zur Nacht dem Auge der Versuchsperson entzogen blieb, sollte die-



ser ihre Unbefangenheit gewahrt werden. Endlich hatte ich den bei allen psychophysischen Untersuchungen auftretenden Einfluss der Uebung und Gewöhnung zu berücksichtigen. Weiss die Versuchsperson, wann der Reiz einwirken wird, so wird sie in der ersten Zeit leichter aufwachen, in der späteren jedoch, wo sie sich eben an die Reize gewöhnt hat, gar nicht mehr. Zur Vermeidung dieser Einflüsse wurde in zwei aufeinanderfolgenden Nächten niemals um dieselbe Zeit experimentirt; sodann verstrichen öfters eine oder mehrere Nächte, wo die Versuche unterblieben, und endlich erstreckte sich die Anstellung der Untersuchungen über längere Zeiträume hinaus, selbst bis zu mehreren Monaten. Da jedes Erwecken meistens, in den Vorversuchen fast immer, durch successive Steigerung der Reize herbeigeführt wurde, die noch nicht zum Erwachen führenden Reize nach Kohlshüttter's Beobachtungen aber schon eine Veränderung der Schlaftiefe herbeizuführen vermögen, so musste schliesslich noch verhütet werden, dass durch die Versuche selbst fehlerhafte Beobachtungen zu Stande kämen. Die Weekreize sollten daher nicht rasch, sondern in grösseren Zwischenräumen bis zum Erwachen aufeinanderfolgen, und dieses selbst nur einmal, höchstens zweimal in einer Nacht experimentell erzwungen werden.

Wie die früheren Beobachter verwandte auch ich Schallreize zum Wecken des Schläfers. Indem ich mich bemühte, festzustellen, eine wie grosse Schallintensität nöthig sei, um zu bestimmter Zeit das Bewusstsein des Schläfers grade auf die Schwelle zwischen Schlafen und Wachen zu heben, gewann ich ein Mass für die Tiefe, bis zu welcher jenes unter die Schwelle gesunken war.

In Analogie mit den Verhältnissen des wachen Seelenlebens sei es gestattet, diejenige Reizstärke, welche gerade genügt, um die Bewusstseinshelligkeit bis auf die Stufe zwischen Schlaf und Wachen zu bringen, als die Weckschwelle zu bezeichnen. Je grösser die Weckschwelle in einer bestimmten Phase des Schlafes gefunden wird, um so grösser ist demnach die Schlaftiefe während derselben, und umgekehrt.

Zur praktischen Bestimmung der Weckschwelle ist es natürlich von Wichtigkeit, für das Aufwachen ein genaues Kriterium zu haben. Durch die Schallreize erzeugte Änderungen in dem Athmungstypus sowie in der Lage der Glieder des Schläfers, auf deren direkte Beobachtung ich verzichtet hatte, konnten mir nicht, wie Kohlschütter, als massgebend erscheinen, vielmehr musste ich ein wirkliches Erwachen nur dann annehmen, wenn der Schläfer ein verabredetes, die volle Ueberlegung voraussetzendes Zeichen geben konnte. Als solches Zeichen war für meine Versuchspersonen ein zweimaliges Glockensignal zum Untersucher hin festgesetzt worden. Um dies zu geben, musste der Schläfer zweimal auf den Contactknopf einer elektrischen Glockenleitung drücken, welcher über dem Bette derart angebracht war, dass die Versuchsperson sich aufrichten musste, um an jenen zu gelangen. Die weitere Entfernung des Knopfes sollte verhindern, dass die Reaction bei mangelhaftem Wachbewusstsein erfolgte. Als weitere Signale waren noch verabredet: einmaliges Klingeln für den Fall des Wachseins zur Zeit der Einwirkung des Schallreizes; dreimaliges Klingeln für den Fall, dass das Erwachen nicht allein durch den Weckreiz, sondern durch irgendwelche gleichzeitig einwir-

kende Nebengeräusche zu Stande kam. — Zur Constantirung der Weckschwelle für jede Viertelstunde der Schlafdauer verfuhr ich in der Weise, dass ich in möglichster Abstufung der Reize für jeden Zeitpunkt den stärksten Schallwerth, der nicht mehr weckte, kurz als „Unterwerth“ zu bezeichnen, sowie den schwächsten Schallwerth, der grade noch weckte, den „Oberwerth“, zu finden bestrebt war. Zwischen diesem Ober- und Unterwerthe musste die Weckschwelle liegen. Aus praktischen Rücksichten schien es erlaubt, in dem arithmetischen Mittel beider Werthe, in dem „Mittelwerthe“, den Ausdruck der jeweiligen Schlaftiefe zu erblicken, die Weckschwelle mithin dem Mittelwerth gleichzusetzen, wobei nur hervorgehoben werden muss, dass die Weckschwelle wie alle Reizschwellen nicht einen Punkt, sondern eine Strecke darstellt, demnach alle Weckschwellenwerthe auch nur Annäherungswerthe sein können.

Die specielle Versuchsanordnung gestaltete sich folgendermassen.

Als Versuchsräum diente das Schlafzimmer der einen Assistentenwohnung. Im Schlafzimmer der andern befand sich der Experimentator. Beide durch einen breiten Corridor getrennten Schlafzimmer wurden vermittelst einer combinirten elektrischen Leitung in Verbindung gesetzt, derart, dass einerseits der Untersucher von seinem Zimmer aus den zur Schallerzeugung dienenden Apparat in Thätigkeit setzen, andererseits die Versuchsperson von ihrem Bette aus zum Zimmer des Beobachters klingeln konnte.

Am Kopfende des Bettes der Versuchsperson fand der Fallapparat, welcher die Schallreize zu liefern

bestimmt war, seine Aufstellung. Auf einer hölzernen unter einem Winkel von  $10^{\circ}$  geneigten Grundplatte lag parallel derselben auf Tuchpölsterchen, die die Schwingungsfähigkeit erhalten sollten, das Schallbrett aus festem Eichenholz, 25 Ctm. im Quadrat, 3,5 Ctm. dick. Am Herabgleiten auf der schiefen Ebene hinderten ebenfalls Tuchröllechen. Die geneigte Lage des Schallbrettes war erforderlich, damit die Kugeln nach dem Aufschlag keine Nebengeräusche verursachten und in den dicht herangeschobenen, zum Schallbrett hin offenen, dick mit Watte ausgepolsterten Auffangekasten zurückgeschleudert würden. Die Entfernung der Mitte des Schallbrettes von der Mitte des Kopfkissens der Versuchsperson betrug 1 Meter.

Die Kugeln, aus hartem Messing, genau rund gedrechselt, waren anfangs in einem Satz von 8 Stück vorhanden. Sie wogen

5	Gramm, genau	4,996	Gramm
10	"	9,998	"
15	"	14,995	"
20	"	19,996	"
25	"	24,994	"
30	"	29,997	"
35	"	35,005	"
40	"	40,006	"

Sehr bald ergab sich jedoch, dass 40 Grm., von der Höhe 2,75 M. fallend, nicht immer hinreichten, um das Erwachen herbeizuführen. Es wurden daher 6 schwerere Kugeln hinzugenommen von folgendem Gewichte:

50	Gramm,	genau	49,978	Gramm
60	"	"	60,015	"
70	"	"	69,975	"
80	"	"	79,997	"
90	"	"	89,954	"
100	"	"	100,002	"

Nach langdauernden Vorversuchen gewann der Apparat, in welchen diese 14 Kugeln eingefügt werden konnten, um durch elektrische Auslösung zum Fallen gebracht zu werden, nachstehende Gestalt, zu deren besserer Illustration eine Skizze beigefügt ist.

Die glattpolirte hölzerne Unterlage a enthielt 2 Löcher b und c, welche beliebig geschlossen werden konnten. In der Diagonale war ein rechtwinklig gebogener Metallbügel d befestigt als Stütze für die Kugelscheibe e. In diese waren die Löcher für die 14 Kugeln gebohrt, genau so gross, dass jede Kugel im entsprechenden Loche sich ohne Klappern drehen konnte. Die Löcher (1—14) waren in 2 concentrischen Kreisen angeordnet; den inneren bildeten in gleichen Abständen die 8 kleineren, den äusseren die 6 grösseren Löcher. Die Kugeln rollten auf der glatten Unterlage völlig geräuschlos. Durch das Loch b konnte jede beliebige Kugel des äusseren Löcherkreises, durch e jede Kugel des inneren frei herabfallen. Die Kugelscheibe drehte sich auf konischen Spitzen, deren Lager in der Unterlage und im Metallbügel von Stellschrauben f gebildet wurden. Diesen ganzen Apparat trug ein starker Metallarm g, mittels dessen Klemmschraube jener an einem senkrechten 3 Meter langen Holzstabe beliebig verschoben und festgestellt werden konnte. Die Höhe las man an der in einen Falz des Stabes hineingeklebten

Scala in Millimetern ab. Um die Drehung der Kugelscheibe herbeizuführen, wurde anfangs ein complicirter Zahnradmechanismus benutzt, dessen bewegende Kraft ein über Rollen zichendes Gewicht war. Ausgelöst wurde die Drehung auf elektrischem Wege, indem der damals noch auf a angebrachte Elektromagnet h, wenn ihm aus der Batterie i der Strom durch die in den Klemmschrauben k, k mündenden Drähte zugeleitet wurde, seinen Anker l anzog. Dieser lief in einen Hebel aus, dessen Arm m dadurch vor dem sich gegen ihn stützenden Zahne des Zahnrades n hinweggezogen wurde, das damals an der Axe der Kugelscheibe e befestigt war.

Die ganze Construction wies jedoch bei ihrer Function verschiedene Mängel auf. Zunächst fand die drehende Bewegung zu rasch statt, was ein heftiges Anstossen des nächsten Zahnes von n gegen m zur Folge hatte; sie musste sich um so mehr beschleunigen, je kleiner die zu bewegende Last infolge Wegfallens mehrerer Kugeln wurde. Zu einem unerwünschten Geräusch kam noch der Uebelstand, dass die Kugeln zur Seite geschleudert nicht mehr auf die Mitte des Schallbrettes fielen, und die Schwierigkeit, den Strom nur auf so kurze Zeit zu schliessen, dass immer nur ein Zahn am Hebel vorbeipassirte. Die Verlangsamung und Gleichmässigkeit der Drehung suchte ich durch Einschaltung eines zusammengesetzten Flaschenzuges von 5 Rollen zwischen das Gewicht und das Zahnräder zu erzielen. Zu gleichem Zwecke wurde eine Schleiffeder o angebracht, welche sich vermittelst ihrer Stellschraube p beliebig stark gegen die Peripherie der Kugelscheibe andrücken liess, sowie das erst später an seinen in der

Skizze angedeuteten Platz gebrachte Windflügelpaar q in das Zahnradgetriebe eingefügt. Den Anprall von n gegen m milderte ich, indem ich die bis dahin starre Spitze in einen kleinen federnden Schlitzenapparat r verwandelte. Trotz der Verlangsamung der Drehung blieb als Uebelstand immer noch das Schnurren der Zahnräder bestehen. Auch die dickste Watteumhüllung dämpfte dasselbe nicht genügend. Ausserdem verursachte der Anker dadurch, dass er unvermeidlich plötzlich angezogen wurde, ein ziemlich lautes klappendes Geräusch. Alle dagegen in Anwendung gezogenen Schutzmassregeln, so die Spiralfeder t, deren Spannung einerseits das Anzichen verlangsamten, anderseits nach Stromunterbrechung den Anker wieder abziehen sollte — der Rückprall wurde durch die Gummispitze β gedämpft —, so die auf einer Stellschraube gleitende Spiralfeder u, welche zu gleichem Behufe gegen den Hebelarm m drückte, ferner die Beklebung der Ankerfläche mit weichem Tuche, endlich die in die Enden der Eisenkerne des Magneten eingelassenen Gummipfröpfe v, v, verminderten in nur geringem Masse das Klappen. Als einziger Ausweg aus dieser Schwierigkeit erschien nach langem Herumprobiren die vollständige Trennung des Zahnrades von der Kugelscheibe und die Entfernung jenes ersten aus dem Versuchszimmer. Auf diese Weise zerfiel der endgültig gebrauchte Mechanismus in die beiden auf der Skizze angedeuteten Theile, welche durch eine längere, über Rollen geführte, Schnurleitung derart mit einander in Verbindung gesetzt wurden, dass sich die Bewegung

des Zahnrades vollkommen geräuschlos auf die Kugelscheibe übertrug.

Die Function des ganzen Apparates gestaltete sich demnach folgendermassen:

Sobald der Experimentator auf den über seinem Bette angebrachten Contactknopf drückte, schloss er den durch h gehenden Strom; l wurde angezogen; t und u verhinderten, dass dies mit zu grosser Gewalt geschah; r entfernte sich von n. Die Drehung erfolgte, nachdem mittlerweile der Strom unterbrochen worden, in langsamer Weise bis zum nächsten Zahne, indem w über q und x vom Flaschenzuge gezogen sich von y abwickelte. In demselben Masse d. h. um  $\frac{1}{8}$  der Peripherie wurde z auf y auf- und über  $\alpha$  von s, der auf e aufgeschraubten Schnurscheibe, abgewunden, sodass e um ein Loch sich vordrehte. Die Kugel fiel durch b resp. c hinab auf das Schallbrett und wurde von diesem in den Wattekasten zurückgeworfen.

Um meinen Versuchen eine weitere Ausdehnung zu geben, dachte ich ursprünglich daran, noch auf ein anderes Sinnesgebiet Weckreize einwirken zu lassen, und wählte hierzu Schmerz erzeugende Inductionsschläge, eine Möglichkeit, auf welche bereits Mönninghoff und Piesbergen hingewiesen hatten. Meine Versuchsanordnung dabei war folgende: Um den Oberarm der einen Seite schnallte sich die Versuchsperson eine grosse Elektrodenplatte in Form einer Spange, am Handgelenke der anderen Seite wurde eine kleine, nach dem Modell der Erb'schen Elektrode für faradocutane Sensibilitätsprüfung construirte Metallplatte befestigt. Von den Elektroden liefen völlig biegsame Leitungsschnüre, welche derart angelegt wurden, dass

sie den Schläfer absolut nicht in der freien Bewegung hinderten, zu dem Inductionsapparate, von dem durch besondere Vorrichtungen nur der Oeffnungsschlag eines von 2 grossen Leclanchéelementen gelieferten Stromes abgeleitet werden konnte. Sehr bald stellte es sich indessen heraus, dass die stärkeren Reize den Schläfer weniger durch die Schmerzempfindung, als durch die heftigen Muskelzuckungen erweckten, in welche sie seine Arme versetzten. Letzteres störende Element vereitelte eine exacte Bestimmung der Relation zwischen Reizgrösse und Schlaftiefe, sodass ich von der weiteren Anwendung des elektrischen Reizes Abstand nehmen musste<sup>6)</sup>.

Gemäss dem Versuchsplan wurde nun, wie folgt, vorgegangen.

Ohne Wissen der Versuchsperson wurde der Apparat in Bereitschaft gesetzt. Jene legte sich abends, Nichts ahnend, wie gewöhnlich zu Bette und drückte, wenn sie das Licht löschte, einmal auf ihren Contactknopf, hiermit dem Experimentator anzeigen, dass sie sich endgültig zum Einschlafen anschickte. Zur Gewinnung einer vorläufigen Anschauung über die etwaigen Weckreize wurden in den ersten Nächten um den gewünschten Zeitpunkt, falls nicht die erste Kugel schon weckte, alle 5 Minuten immer schwerer werdende Kugeln von der für eine Nacht fest eingestellten Höhe bis

6) Ich fühle mich verpflichtet, an dieser Stelle dem Herrn Mag. phys. F. Heerwagen, ehemaligem Assistenten des Dorpater physikalischen Cabinets, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen für die Liebenswürdigkeit, mit der er sich der Zurichtung des Inductionsapparates sowie insbesondere der galvanoskopischen Bestimmung der Stromstärke bei den verschiedenen Rollenabständen unterzog.

zum Erwachen fallen gelassen. Wurde die Versuchsperson erweckt, so hatte sie laut Verabredung ein zweimaliges Klingelzeichen zu geben. Nach dem Erwecken konnte die Versuchsperson 1—2 Stunden ruhig weiterschlafen, worauf das Experiment wiederholt wurde.

Waren auf diese Weise vorläufige Anhaltspunkte für die zu verschiedenen Zeiten nothwendige Intensität der Weckkreize gefunden worden, so galt es jetzt, für jeden einzelnen Zeitpunkt die Weckschwelle annähernd genau herauszuarbeiten. Zur Feststellung der Weckschwellenwerthe wurde in einer Versuchsnacht nur einmal, höchstens zweimal, und dann mit Einschiebung einer längeren Pause, experimentirt; auch wirkten die einzelnen Weckkreize, falls eine successive Steigerung derselben überhaupt nöthig war, in Zwischenräumen von je einer Viertelstunde ein.

An jedem Morgen während der ganzen Versuchszeit, auch wenn in der Nacht vorher nicht experimentirt worden war, wurden die Versuchspersonen wie gelegentlich über die vorhergehende Nacht befragt und etwaige Bemerkungen in das Versuchsprotokoll eingetragen.

Die Tiefe des Schlafes sollte für jede Viertelstunde seiner Dauer eruiert werden, wobei als Ausgangspunkt das von der Versuchsperson vor dem Einschlafen allabendlich gegebene Klingelzeichen angenommen wurde. Zwar fiel dieses nicht unmittelbar mit dem Einschlafen zusammen, jedoch gaben alle Versuchspersonen an, zum Einschlafen äusserst wenig Zeit zu gebrauchen, 1 bis 2 bis höchstens 5 Minuten. Die Vernachlässigung der Verrückung des Anfangszeitpunktes involvирte somit hier, wo es sich um viertelstündige Zeiträume handelte, keinen zu grossen Fehler. Selbstverständlich wurden

Fälle, in denen das Einschlafen nach Angaben der Versuchsperson am nächsten Morgen längere Zeit in Anspruch genommen hatte, besonders notirt und die Zeitverschiebung in Rücksicht gezogen.

Die Stärke der Schallreize wurde einfach gleichgesetzt dem Product von Höhe und Gewicht ( $p \times h$ ), die lebendige Kraft der fallenden Kugel also in Gramm-centimetern ausgedrückt. Bei den noch bestehenden Controversen<sup>7)</sup> über ein allgemeingiltiges Schallstärkemass erschien es mir überflüssig, in die Berechnung einen Exponenten einzuführen, welcher den Verlust ausdrückt, den der Schalleffect durch die auf Bruchtheile sich beschränkende Umwandlung der lebendigen Kraft in Deformation der Kugel, Wärme, Rückstosselevation erleidet. Die im ziemlich kleinen Versuchszimmer waltenden Interferenz- und Resonanzverhältnisse hätten eine solche subtile Berechnung illusorisch gemacht, auf welche ich um so eher verzichten konnte, weil es mir weniger auf die Feststellung der absoluten, als der relativen Schlaftiefe d. h. des Verlaufes der Schlaftiefe ankam. Die Entfernung des Kopfes von der Schallquelle wurde bis auf zu vernachlässigende geringe Variationen als constant angesehen und daher bei der Berechnung nicht berücksichtigt. Die Mittelwerthe sind zur leichteren Veranschaulichung graphisch in Curven dargestellt in einem Coordinatensystem, dessen Abscissenaxe die Zeit

7) Wundt: Philos. Studien.

E. Tischer: Ueber die Unterscheidung von Schallstärken.

Bd. I, pag. 498 und 543.

P. Starke: Die Messung der Schallstärken. Bd. III, pag. 264.

Derselbe: Zum Mass der Schallstärke. Bd. V, pag. 157.

J. Merkel: Das psychophysische Grundgesetz in Bezug auf Schallstärken. Bd. IV, pag. 117 und 251.

in Viertelstunden trägt, dessen Ordinaten die Mittelwerthe in Grammcentimetern darstellen. An Zeitpunkten, wo ein Mittelwerth nicht gefunden werden konnte, wurde er interpolirt, soweit es der Gang der Curve erlaubte. In sehr vielen Versuchen gelang es die Differenz zwischen dem Ober- und Unterwerthe auf 1000 und weniger Grammcentimeter einzuengen, in einigen sogar sie auf Null zu reduciren; ich hatte also in letzterem Falle mit beiden Werthen im Gebiet der Weckschwelle experimentirt. Die Verlegung des Mittelwerthes auf 500 Grcm. unter resp. über den gefundenen Schallwerth dürfte somit bei dem erwähnten Interpolationsverfahren keinen zu grossen Fehler in sich schliessen.

Als Versuchspersonen dienten meine Collegen im Amte, Herr Dr. med. H. Dehio (H. D.), Herr Drd. med. L. D., Herr Drd. med. A. B. (B.), sowie ich selbst (M.). An mir zu experimentiren, hatten die beiden erstgenannten Herren die Liebenswürdigkeit. Als für diese Untersuchungen geeignet konnten nur sie gelten, weil sie Gelegenheit boten, längere Zeit hindurch an sich Versuche anstellen zu lassen. Alle waren kräftige, gesunde Leute im Alter von 23—29 Jahren. Jede Abweichung von der gewohnten Lebensweise wurde im Versuchsprotokolle vermerkt und bei der Zusammenstellung der Werthe berücksichtigt.

Ausgeführt wurden die Versuche im Laufe der Jahre 1888, 1889, 1890 mit längeren Unterbrechungen.

Die in den Curven wiedergegebenen Werthe wurden in nachstehender Zeit und aus folgendem Material gefunden:

Zeit der Versuche.	Zahl der Versuchsnächte resp.-tage.	Zahl der Einzelbeobachtungen.
H. D. I 1888, März-Juli . . .	42	126
H. D. II 1889, October-November	12	32
L. D. 1889, April-Mai. . . .	24	51
B. I 1888, August-September .	27	58
B. II 1890, December . . . .	4	30
M. I 1890, Juli-October . . .	71	127
M. II 1888, October . . . .	15	23
M. IIIa 1888, März . . . .	13	99
M. IIIb 1888, Juni . . . .	3	34

## Allgemeine Ergebnisse.

Die für die einzelnen Versuchspersonen gefundenen Schallintensitäten sind, berechnet in Grem., in nachfolgender Tabelle angeordnet. Ausser den Mittelwerthen, welche nicht für alle Zeitpunkte gewonnen werden konnten, sind auch die Ober- und Unterwerthe hineingezogen worden, weil sie beim Fehlen des Mittelwerthes sehr wohl ein Bild über den Gang der Curve geben.

### Tabelle I.

O. = Oberwerthe. U. = Unterwerthe. M. = Mittelwerthe.

Ueberblicken wir die diesen Zahlen entsprechenden Curven, so fällt zunächst ins Auge, dass M. I. und L. D. eine sehr grosse Aehnlichkeit mit einander haben, während H. D. I und B. I grössere Abweichungen darbieten.

Als Ausgangspunkt für die Betrachtung der einzelnen Phasen des Schlafes wähle ich die Curve M. I, weil bei ihr die meisten Versuchsnächte und Beobachtungswerte vorliegen. Verfolgen wir den Gang der Curve:

Bis zur ersten Viertelstunde verläuft sie ganz niedrig, steigt aber während der folgenden halben Stunde steil an und erreicht so nach  $\frac{3}{4}$  Schlafstunden ihr Maximum. Mit einer anfänglichen Senkung verharrrt sie eine halbe Stunde lang auf jenem, um dann ebenso steil abzufallen und am Schluss der 2. Stunde in etwas langsamerem Tempo ihr erstes Minimum zu erreichen. Von diesem Zeitpunkte an vollführt sie 4 im Vergleich mit der ersten geringgradige Erhebungen und verläuft vom 2. Viertel der 7. Stunde an ganz gleichmässig niedrig.

Die 4 Schwankungen lassen eine gewisse Gesetzmässigkeit erkennen — die Tendenz der Curve, zu sinken. Der Gipelpunkt jeder folgenden Schwankung liegt niedriger, als derjenige der vorhergehenden, ebenso der Fusspunkt jedes Abstieges, mit der geringfügigen Ausnahme der beiden letzten, was wohl nur auf die für diese letzte Zeit in ungenügender Zahl vorhandenen Schallwerthe zurückzuführen ist. Der Anstieg ist in den ersten beiden Schwankungen steil, in den zwei letzten flacher, der Abfall in allen flach. Die Dauer variiert zwischen  $\frac{1}{2}$  und  $1\frac{1}{2}$  Stunden und zeigt in der Aufeinanderfolge keine Regelmässigkeit, indem die letzte Schwan-

kung die kürzeste ist, die vorletzte am längsten sich ausdehnt.

Diese Curve entspricht im Grossen und Ganzen unsercn subjectiven Erfahrungen und dem, was wir a priori erwarten sollten. Beim Einschlafen überfällt uns anfangs eine gewisse Zeit lang ein leichter Dämmerzustand unsercs Bewusstseins, bis dieses plötzlich schwindet. Analogien finden wir beim hypnotischen Schlaf, wenngleich mit individuellen Differenzen. In der Hypnose herrscht anfangs auch nur ein leichter Schlaf, eine Benommenheit, und dann erst tritt ziemlich plötzlich tiefe Bewusstlosigkeit ein. Zwar gelingt es in vielen Fällen, durch Uebung immer mehr ein sofortiges Einschlafen herbeizuführen, doch giebt es genug Personen, welche vielleicht durch einen länger dauernden Zustand von Hypotaxie, die der ersten Viertelstunde unserer Curve entsprechen würde, ganz allmählich in die tiefe Hypnose verfallen. Es wäre denkbar, dass eben auch in der Hypnose diejenigen Individuen am leichtesten einschlafen, welche überhaupt guten, rasch eintretenden Schlafes sich erfreuen, und umgekehrt.

Sehr auffallend und durch die subjective Erfahrung nicht weiter controlirbar ist das plötzliche Versinken in den tiefen Schlaf. Diesem rapiden Versinken müssen in der Hirnrinde offenbar physiologische Vorgänge entsprechen, welche bei dieser verhältnissmässig plötzlichen Revolution wohl kaum anders als vasomotorischer Natur sein können. Pflichtet man der allgemein verbreiteten Ansicht bei, dass es sich um eine relative Anämie des Hirnes im Schlaf handele, so liegt es nahe, in diese Zeit die rasche Ausbildung eines solchen Zustandes zu versetzen. Diese Veränderungen in der Hirnrinde, die

mit einem schnellen Cessiren der Erregungsvorgänge in derselben Hand in Hand gehen, gleichen sich offenbar im weiteren Verlaufe, wie es scheint, zuerst rasch, später langsamer wieder aus. Wir wissen bestimmt, dass wesentliche Veränderungen in der Circulation und Respiration während des Schlafes sich vollziehen, und es wäre in hohem Grade interessant, festzustellen, wie weit sich ein Parallelismus der Schlafcurven mit diesen Veränderungen auffinden liesse.

Von der raschen Abnahme der Schlaftiefe wissen wir durch unsere subjective Erfahrung gar nichts, weil sich eben diese ganze Periode des Schlafes mehr oder weniger tief unter der Schwelle unseres Bewusstseins abspielt. Erst in den letzten Stadien des Schlafes erinnern wir uns bekanntmassen nachträglich, gelegentlich geträumt zu haben, sodass also hier wenigstens schon wieder psychische Vorgänge in unserem Innern von Statten gehen können.

Es macht nach allem Diesem fast den Eindruck, als ob die wesentliche Aufgabe des Schlafes in sehr kurzer Zeit gelöst würde. In ca.  $1\frac{3}{4}$  Stunden (gemessen auf der Abscisse vom ersten Minimum nach vorne bis zur Kreuzung mit dem Anstieg) ist der tiefste Schlaf abgelaufen. Dieser Gang der Curve scheint darauf hinzudeuten, dass die Tiefe des Schlafes für die Erholung wichtiger ist, als die Dauer desselben, ein Satz, der mit gewissen allgemeinen Erfahrungen recht wohl im Einklange steht. So vermögen die Landleute im Sommer, ferner mit Wachdienst betraute Leute nach einem kurzdauernden Schlafe ganz Ausserordentliches zu leisten, wobei allerdings im Laufe des Tages noch eine Schlafzeit eingeshoben wird. So wissen wir, dass ein bis in den

späten Morgen fortgesetzter Schlaf uns durchaus nicht die gewünschte Erholung bringt, dass wir uns nicht selten nach einem etwa 2-stündigen Schlafe verhältnissmässig erquickter fühlen, als nach einem 6—8-stündigen. Auch die landläufige Idee, dass der Schlaf vor Mitternacht der beste sei, steht wohl damit in Verbindung. — Für das praktische Leben würde hieraus der Schluss folgen, dass es für die Erholung vortheilhafter erscheint, mehrmals am Tage kurze Zeit zu schlafen, als dieselbe Gesamtdauer des Schlafes in continuo zu erzielen. — Auch für die Behandlung von Schlaflosigkeit, von erschöpften Kranken lassen sich aus dieser Thatsache gewisse Winke ableiten.

Eine sehr merkwürdige Erscheinung sind die immerhin recht regelmässigen Schwankungen in den letzten Stadien des Schlafes. Dass dieselben nicht auf blossen Zufälligkeiten beruhen, sondern wahrscheinlich mit dem Wesen des Schlafes in irgend einer inneren Beziehung stehen, wird durch den Umstand wahrscheinlich gemacht, dass wir sie einmal bei allen Versuchspersonen in mehr oder weniger ausgeprägter Form wiederkehren sehen, und dass ferner schon von den früheren Beobachtern ähnliche Wahrnehmungen gemacht worden sind. Eine vollkommen befriedigende Erklärung dieser Erscheinung zu geben, ist im Augenblicke wohl kaum möglich. Vielleicht ist es indessen gestattet, hier anzuknüpfen an eine von Kohlschütter gemachte Erfahrung, die ich selber bestätigen zu können in der Lage war. Schon jener Forscher hat nämlich darauf hingewiesen, dass jeder beträchtlichen Verflachung der Schlaftiefe durch äussere Störungen sofort eine erhebliche Vertiefung zu folgen pflegt. Man könnte daher zunächst versucht

sein, die hier besprochenen Schwankungen auf äussere Störungen zurückzuführen. Allein gegen diese Auffassung spricht der Umstand, dass jene Erscheinung bei den früheren Beobachtern, bei welchen ohne Zweifel grade die äusseren Störungen weit stärker und zahlreicher gewesen sind, als bei meinen Versuchen, trotzdem viel schwächer und weniger charakteristisch angedeutet ist, als hier. Nichtsdestoweniger kann uns vielleicht die erwähnte Kohlschütter'sche Beobachtung nach einer andern Richtung hin einen Fingerzeig für die Erklärung abgeben. Offenbar nämlich deutet jene Erfahrung darauf hin, dass sich während des Schlafes in unserem Innern antagonistische Vorgänge abspielen, von denen bald der eine, bald der andere die Oberhand gewinnt, je nach der augenblicklichen inneren und äusseren Constellation der Verhältnisse. Von diesen Vorgängen überwiegt in der letzten Periode des Schlafes im Grossen und Ganzen diejenige Gruppe, welche zu einer fortschreitenden Verflachung des Schlafes führt, und nur zeitweise gewinnt jene andere Klasse von Vorgängen die Oberhand, welche in der ersten Phase des Schlafes offenbar bei weitem dominiert und eine Abnahme der psychophysischen Thätigkeit herbeizuführen bestrebt ist. Es liegt nahe, diesen Widerstreit entgegengesetzter Processe in eine gewisse Parallele zu denjenigen Erfahrungen zu setzen, die wir bei der Arbeit des wachen Lebens zu machen Gelegenheit haben. Auch während des Tages laufen zwei verschiedene Arten physiologischer Vorgänge in unserm Organismus immerwährend neben einander her, diejenigen, welche zu einem Verbrauch, und diejenigen, welche zum Wiederersatz des Ernährungsmaterials in

unseren Geweben führen. Je nach den besonderen Umständen überwiegt zeitweilig der Verbrauch über den Ersatz, und umgekehrt. Im Allgemeinen jedoch führt die Lebensarbeit unaufhaltsam zu einer Erschöpfung des Kraftvorrathes in unserem Körper, da auf die Dauer der Ersatz den Verbrauch nicht zu decken vermag. Nur durch die periodische Wiederkehr eines Zustandes, in welchem umgekehrt die Restitution der Gewebe vor den Zersetzungsvorgängen den Vorrang hat, vermag uns vor dem Bankrott zu bewahren. Denken wir nun daran, dass nicht nur die beiden einander entgegengesetzten Phasen im Leben unseres Organismus, das Wachen und der Schlaf, periodische Functionen sind, sondern dass auch die vegetativen Vorgänge in unserem Körper überhaupt, die Circulation, die Athmung, die Wärmeregulirung, die Nahrungsaufnahme u. s. w., eine bemerkenswerthe Periodicität erkennen lassen, so erscheinen damit immerhin die hier besprochenen Schwankungen in der Schlaftiefe unserem Verständniss einigermassen näher gerückt, wenn sich auch der specielle ursächliche Zusammenhang derselben mit körperlichen Vorgängen zur Zeit noch nicht übersehen lässt.

Als ein erfreuliches Ergebniss meiner Untersuchungen sehe ich es an, dass dieselben mit den Beobachtungen der früheren Forscher in wesentlicher Ueber-einstimmung sich befinden. Sowohl der rasche Anstieg und Abfall der Curve, als auch die Schwankungen sind von ihnen constatirt worden, wenngleich sic letztere bei ihrer Erklärungsweise unberücksichtigt liessen. Leider sind meine Schallstärkenwerthe mit denen Kohlschütter's wegen der andersartigen Schallerzeugung gar nicht vergleichbar, mit denen von Mönninghoff und

Piesbergen nur bedingter Weise, da, abgesehen von dem verschiedenen Material der Kugeln und der Schallplatte, letztere Untersucher ihre Schallwerthe mit einem Exponenten und unter Reduction auf die Schwelle der Schallempfindlichkeit im Wachen berechneten.

---

## Individuelle Verschiedenheiten.

Die Erfahrungen, welche Mönninghoff und Piesbergen hinsichtlich der durchgreifenden Verschiedenheit ihrer beiderseitigen Schlafeurven gemacht haben, legt die Vermuthung nahe, dass wir es hier mit einem Gebiete zu thun haben, auf welchem dem Einfluss der persönlichen Veranlagung eine nicht un wesentliche Bedeutung zugeschrieben werden muss. Diese Vermuthung wird in vollem Masse bestätigt durch den Vergleich derjenigen Curven, die von den 4 verschiedenen Versuchspersonen gewonnen wurden.

Curve L. D. stimmt am meisten mit Curve M. I überein. Auch hier sehen wir nach dem niedrigen Verlauf während der ersten Viertelstunde das schnelle An- und Absteigen der Curve, woran sich die ganz allmähliche Senkung derselben schliesst. Die Abweichungen von M. I bestehen darin, dass das Maximum eine Viertelstunde später erreicht wird, dass dieses höher liegt, dass ferner der schnelle Abfall nicht so tief erfolgt, dass endlich die langsame Senkung sich unter nur schwach angedeuteten Schwankungen vollzieht und die Curve zum Schluss etwas höher über der Abscisse verläuft. Dabei muss ich indessen bemerken, dass für

L. D. nur wenige Mittelwerthe vorliegen und die meisten Punkte durch Interpolation gewonnen sind.

Einen wesentlich anderen Eindruck macht die Curve H. D. I. Diese Curve steigt viel langsamer an noch nach einer halben Stunde befindet sie sich nahe an der Abscissenaxe, erhebt sich erst dann während der zweiten halben Stunde etwas rascher, erreicht von hier an wieder in langsamerem Tempo nach erst  $1\frac{3}{4}$  Schlafstunden ihren Gipfelpunkt, welcher bedeutend niedriger liegt, als in M. I und L. D. Im Abfall zeigt die Curve nur im Anfang und für eine kurze Strecke die Neigung zu schnellem Sinken, vielmehr verflacht sie sich nur ganz langsam unter bedeutend grösseren Schwankungen, als in den beiden früheren Curven.

Curve B. I schliesslich gestaltet sich ganz abweichend. Sie erreicht in einem schleppenden, zögernen Anstiege erst nach  $2\frac{1}{2}$  Stunden ihren noch niedriger als in H. D. I liegenden Gipfelpunkt. Dabei vollzieht sich der Anstieg in höchst merkwürdiger Weise. Für die erste Viertelstunde konnten keine Werthe constatirt werden, wahrscheinlich aber würden dieselben einen tieferen Stand der Curve ergeben haben, als den jetzt interpolirten. Nach einer halben Stunde befindet sich die Curve bereits höher, als H. D. I zu derselben Zeit, und verläuft bis zum Schluss der ersten Stunde gleichmässig langsam aufwärts. Während der ganzen 2. Schlafstunde erfolgt nun kein weiteres Ansteigen, vorübergehend tritt sogar eine Neigung zum Sinken hervor. Erst gegen Mitte der 3. Stunde erhebt sich die Curve relativ plötzlich bis zu ihrem Höhepunkt, von welchem sie sehr langsam wieder herabgeht, um nach Ausführung mehrerer, relativ grosser Schwankun-

gen bis an das Ende auf einem viel höheren Niveau zu verlaufen, als sämmtliche vorhergehenden Curven.

Diese 4 Curven lassen sich in eine Reihe einordnen, deren eines Extrem L. D. und M. I repräsentiren, deren anderes B. I bildet, während H. D. I durch die langsame Erhebung und Senkung, durch die Abnahme der absoluten Tiefe des Schlafes, sowie durch die durchschnittliche Höhenlage der Curve nach längerer Schlaf-dauer sich mehr B. I nähert.

Aus dem Vergleiche lassen sich mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit folgende allgemeine Beziehungen ableiten:

Je rascher das Einschlafen vor sich geht, um so grösser ist die absolute Tiefe des Schlafes, um so schneller nimmt diese wieder ab, desto niedriger liegen die Schwankungen.

Diese Erfahrungen sind in der Hauptsache eine Bestätigung der eingangs erwähnten Kohlschütterschen Resultate.

Die relativ grossen Schwankungen in H. D. I und B. I erwecken fast den Gedanken, als ob die Schläfer durch die nachträglichen erheblichen Vertiefungen des Schlafes das nachholen wollen, was ihnen M. I und L. D. gegenüber während der ersten Stunden an absoluter Schlaftiefe verloren gegangen ist.

Die Gründe für diesen verschiedenen Verlauf der Curven sind wahrscheinlich nicht zufällige, wogegen schon der Umstand spricht, dass jede einzelne Curve aus den Beobachtungen vieler Nächte gewonnen worden ist, sie müssen vielmehr mit dem Gesammtzustande der betreffenden Versuchspersonen, mit deren individueller Constitution in irgendwelcher Beziehung stehen. Ein

Hinweis auf letzteres Verhältniss liegt auch darin, dass bei H. D. und B. unter veränderten Bedingungen und zu anderen Zeiten der allgemeine Charakter ihrer Curven annähernd sich doch wiederfindet, ein Punkt, auf welchen in der Folge näher eingegangen werden soll.

Wenn wir die Extreme der 4 Curven ins Auge fassen, so ergeben sich zwei Möglichkeiten des Verlaufes der Schlaftiefe. Auf der einen Seite finden wir schnelle Zu- und Abnahme der Schlaftiefe, welche gegen Morgen hin ganz gering wird, auf der anderen langsame Zu- und Abnahme bei sehr herabgesetzter absoluter Schlaftiefe, welche aber dafür bis zum Ende grösser bleibt, als im vorigen Falle. Diese Extreme erinnern unmittelbar an Typen, die uns im täglichen Leben begegnen. Verfolgen wir die Vertheilung der psychischen Leistungsfähigkeit auf die verschiedenen Tageszeiten bei verschiedenen Individuen, so ergiebt sich, dass Personen, welche morgens am leistungsfähigsten sind, solche gegenüberstehen, deren Disposition zu psychischen Leistungen abends eine besonders gute ist. Zwischen diesen beiden Typen finden offenbar zahlreiche Uebergänge statt. Die psychische Leistungsfähigkeit scheint also mit dem Wechsel der Tageszeiten gewissen regelmässigen Schwankungen unterworfen zu sein, welche sich bei verschiedenen Individuen verschieden verhalten. Kraepelin<sup>8)</sup> führt dieses Verhalten nur zum Theil auf Erziehung und Gewöhnung zurück, sieht vielmehr darin vorzugsweise den Ausdruck einer Anlage.

Es liegt nahe, diese Typen mit unseren Curven in Verbindung zu bringen, und in der That erweist

---

8) cf. A. Oehrni: Experimentelle Studien zur Individualpsychologie. Inaug. Diss. Dorpat. 1889. pag. 83.

sich diese Combination für den vorliegenden Fall als zutreffend.

Erkundigen wir uns nach der individuellen Disposition der einzelnen Versuchspersonen.

L. D. zeigt eine ausgeprägte Morgendisposition. Er steht frühe auf, ist morgens und tagsüber ohne Nachmittagsschlaf sehr leistungsfähig, wird aber abends frühe müde, zu geistigen Anstrengungen sehr indisponirt und legt sich zeitig zu Bette.

M. besass ursprünglich eine ähnlich vertheilte Disposition wie L. D. Zur Zeit der Versuche war er bereits seit 3 Jahren als Anstalsarzt thätig, was eine Aenderung in dem Sinne bewirkt hatte, dass er jetzt nicht nur morgens und vormittags, sondern nach einem gewohnheitsmässigen Nachmittagsschlaf auch spät abends, allerdings erst nach Ueberwindung eines kurzdauernden Müdigkeitsgefühls zwischen 10 und 11 Uhr, ohne Schwierigkeit geistig arbeiten kann. Kurz vor Anstellung der Versuche hatte er einen mehrwöchentlichen Urlaub genossen, war während der Sommerferien in der Anstalt nicht so sehr in Anspruch genommen, sodass in der Schlafcurve seine ursprüngliche Beanlagung sich wieder mehr Geltung verschafft haben dürfte. Vielleicht sind die geringere absolute Tiefe und der etwas langsamere Abfall gegenüber L. D. auf diese Differenzen in der beiderseitigen Disposition zurückzuführen.

H. D. zeigte bei Anstrengungen stets eine leichte Ermüdbarkeit, war morgens nach dem Aufstehen zu intensiverer geistiger Anstrengung wenig gut disponirt, wurde abends trotz eines meistens abgehaltenen Nach-

mittagsschlafes früh müde, und war durch längeren Anstaltsdienst ziemlich angegriffen.

B. stellt in seiner Tagesdisposition den eclatanten Gegensatz von L. D. dar. Geistige Arbeit geht ihm spät abends am leichtesten von Statten, er setzt sie gern bis in die Nacht hinein fort, legt sich spät zu Bette und steht spät auf. Zur Zeit dieser Versuche war er morgens wenig erquickt, hatte vielmehr mit einer gewissen Schlaffheit zu kämpfen, die sich erst im Laufe des Tages, zumal nach dem Nachmittagschlaf, verlor. Letzteres Moment ist zum Theil wohl auf Rechnung der damals bei B. bis zu einem gewissen Grade durch äussere Umstände hervorgerufenen Neurasthenie zu setzen, welche sich u. A. in leichter Erregbarkeit, in häufigen Migräneanfällen, in vielem und lebhaftem Träumen manifestirte.

Halten wir diesen verschiedenen Dispositionen die Schlafcurven gegenüber, so springt es in die Augen, wie die hohen, steilen Curven den rüstigen, frischen Individuen mit der Morgendisposition angehören, die flachen Curven den in ihrer Leistungsfähigkeit eingeschränkten oder zur Abenddisposition hinneigenden. Kraepelin's<sup>9)</sup> Ansicht, dass die mit einer guten Morgendisposition begabten Menschen den normaleren Typus repräsentiren, während die eine bessere Abenddisposition aufweisenden Menschen im Allgemeinen ein grösseres Contingent von nervös und psychopathisch prädisponirten Personen enthalten, gewinnt somit aus dem Vergleiche unserer Curven eine weitere Stütze.

---

9) cf. Oehrn's Diss.

Andererseits stehen die von Heerwagen<sup>10)</sup> auf statistischem Wege gewonnenen Erfahrungen über das Verhältniss zwischen Schlaftiefe und Häufigkeit sowie Lebhaftigkeit der Träume mit meinen Curven in gutem Einklange. Er fand, dass der Schlaf um so leiser wird, je häufiger die Träume auftreten. Die Nachfrage nach der Häufigkeit der Träume bei meinen Versuchspersonen ergab nun, dass B., wie angeführt, sehr häufig und, conform Heerwagen's Resultaten, lebhaft träumte, H. D. und L. D. dagegen ziemlich selten, M. endlich äusserst selten mit Träumen beschäftigt waren. — Auch einige weitere Resultate Heerwagen's, dass die viel träumenden oder leise schlafenden Personen morgens noch müde sind, ein viel grösseres Schlafbedürfniss haben, eine grössere Nervosität aufweisen, als die wenig träumenden oder fest schlafenden Individuen, welche morgens und vormittags geistig gut disponirt sind, finden in den vorliegenden Curven ihre Bestätigung.

Man sieht also, dass man aus der Schlafcurve direct gewisse Aufschlüsse über die nervöse Constitution des Menschen erhalten kann.

Durch diese Resultate wird man weiter daran erinnert, dass es verschiedene Formen der pathologischen Schlafstörung giebt. Während die einen Patienten absolut nicht einschlafen können, erst gegen Morgen in tieferen Schlaf verfallen, klagen die anderen, dass sie zwar rasch einschlafen, jedoch sehr bald wieder aufwachen und dann entweder gar nicht oder nur sehr schwer in Schlaf versinken. Die erstere Form der Schlafstörung ist offenbar die schwerere und

---

10) F. Heerwagen: Statistische Untersuchungen über Träume und Schlaf. Philos. Stud. Bd. V, pag. 301.

findet sich am ausgeprägtesten bei Melancholikern und Neurasthenikern, deren nervöse Erregbarkeit derart erhöht ist, dass dieselbe sich abends nicht rasch genug ausgleichen und die zum Einschlafen präsumptiv nothwendige Anämie der Gehirnrinde zu Stande kommen lassen kann. Daraus erklärt sich auch die Müdigkeit und Depression solcher Kranken, welche während der Vormittagsstunden regelmässig in besonders hohem Grade sich geltend zu machen pflegt. Die letztere Form hingegen nähert sich mehr dem normalen Verhalten, nur kommt hier eben der letzte Theil der Schlafcurve in Wegfall. Sie scheint die charakteristische Form des Greisenschlafes darzustellen, bei dem wir ja grade früh abends Ermüdung und gleichzeitig Wachwerden in den ersten Morgenstunden antreffen. — In sehr ausgeprägter Weise finden sich diese beiden verschiedenen Schlaftypen bisweilen bei jenen Kranken neben einander, welche an circulärem Irresein leiden. Während der depressiven Periode schlafen die Patienten abends spät ein, träumen viel, erwachen morgens spät mit wüstem Kopf und sind den ganzen Tag hindurch mehr oder weniger müde und abgespannt. Sobald dagegen der Umschlag in die expansive Periode sich vollzieht, pflegen dieselben Kranken sehr rasch und tief einzuschlafen, die Träume hören auf, aber die Patienten erwachen schon sehr bald nach Mitternacht, um nunmehr ihr rastlos geschäftiges Treiben in hohem subjectiven Wohlfühl zu beginnen; nicht selten schieben sich allerdings hier auch tagsüber kurzdauernde Schlafperioden ein. — Für die Therapie dieser Schlafstörungen und somit unter Umständen auch dort, wo sie sich erst durch das Studium der Curve aufdecken lassen, kann man hieraus

Anhaltspunkte für die Beseitigung dieser Anomalien gewinnen. Hier sei nur darauf hingedeutet, dass z. B. von den gebräuchlichen Schlafmitteln das, wie wir später sehen werden, schnell wirkende Paraldehyd für erstere Form sich vorzugsweise eignen würde, während das eine protrahierte Wirkung entfaltende Sulfonal für die letztere Form indicirt erscheinen möchte.

---

## Einfluss äusserer Bedingungen.

Die auf der individuellen Constitution beruhende Gestaltung der Schlafcurve erleidet unter dem Einflusse äusserer Verhältnisse mannigfache Veränderungen. Zur Illustration dieser Beziehungen dienen die Curven M. II, M. III a und b, H. D. II, B. II, deren grundlegende Zahlen in nachfolgender Tabelle zusammengestellt sind.

### Tabelle II.

O. = Oberwerthe, U. = Unterwerthe, M. = Mittelwerthe

	M. II.			M. III a.			M. III b.			H. D II.			B. II.		
Zeit.	O.	U.	M.	O.	U.	M.	O.	U.	M.	O.	U.	M.	O.	U.	M.
15 m.	1000			2970	2500	2735		8750		1000	1000	1000			
30 m.	4000	2000	3000		10000			12000			2000		5250	2625	3937,5
45 m.	6000						14000	12250	13125		8000			5250	
h.	5000	4000	4500		7920			14000						8750	
h. 15 m.	2000	2000	2000		7000			17500					12250		
h. 30 m.					5940			20000							
h. 45 m.	2000			4375	3960	4167,5				16000					
h.				4375	3112,5	3743,75		10500		18000	16000	17000	17500	15750	16625
h. 15 m.					2970			3500						5250	
h. 30 m.							5250	4375	4812,5				7000		
h. 45 m.					3960			7000					8000		
h.											18000			14000	10500
h. 15 m.				4950				8000			20000				12250
h. 30 m.															
h. 45 m.														8750	
h.													10000	8000	
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.													8000		
h.													7000	3000	5000
h. 15 m.															5250
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															
h. 45 m.															
h.															
h. 15 m.															
h. 30 m.															

Die Natur des Schlafes als periodische Function erklärt es, dass erfahrungsgemäss auch im Laufe des Tages infolge von Ermüdung, besonders nach Tisch, kürzere Schlafzeiten sich einschieben. Es ist daher von Interesse, ebenfalls den Nachmittagschlaf zu untersuchen. Die Zeitlage dieser Versuche zwang mich zur Anwendung ganz besonderer Cautelen. Das Experimentirzimmer wurde durch Verhängen der Fenster möglichst verdunkelt; das Schliessen der Vorsatzfenster sollte von draussen herandrängende Geräusche abhalten; Anschlagszettel auf dem Corridor und an allen in denselben mündenden Thüren geboten leises Gehen, geräuschloses Oeffnen und Schliessen der Thüren; das Klopfen an der Thür der betreffenden Assistentenwohnung oder das Betreten derselben war auf Strengste untersagt; endlich wurde ein dicht am Versuchszimmer vorüberführender Treppengang für die Zeit der Versuche vom Verkehre ganz ausgeschlossen. Von vornherein waren nicht allzu häufige oder starke Störungen zu erwarten, da während der Versuchszeit, 2—5 Uhr nachmittags, ohnehin das ganze Anstaltsleben in verhältnissmässig grosser Ruhe dahinfloss. Die Resultate dieser Untersuchungen veranschaulicht Curve M. II. Wir schen, dass das Einschlafen anfangs rascher, als in M. I erfolgt, indem schon nach der ersten Viertelstunde die Schlaftiefe eine grössere ist, als in der Nacht zur entsprechenden Zeit. Die grösste Tiefe wird ebenfalls nach  $\frac{3}{4}$  Stunden erreicht, von welcher der Schlaf anfangs rasch, dann langsam verliert, um zu Schluss eine grössere Festigkeit zu behalten, als in M. I. Die absolute Tiefe des Nachmittagschlafes ist etwa dreimal kleiner, als diejenige des Nachtschlafes, und ebenso ist seine Dauer

eine viel kürzere. Schen wir von dem Einflusse ab, welchen die grössere Helligkeit auf die Erniedrigung der Nachmittagscurve gehabt haben könnte, so dürfen wir hieraus folgern, dass das Erholungsbedürfniss nach Tisch in der Regel kein sehr grosses ist, mithin ein kurzer leiser Schlaf, in den man aber rasch verfällt, demselben Genüge leistet. Inwieweit bei dem raschen Einschlafen am Nachmittege Autosuggestionen eine Rolle spielen, ist schwer zu entscheiden. Es wäre denkbar, dass der Nachmittagssehläfer in dem Bewusstsein, nur über wenige Zeit zur Erholung verfügen zu können, deshalb unwillkürlich bestrebt ist, diese Kürze der Dauer durch möglichst schnelles Versinken in einen tieferen Schlaf zu compensiren.

Einen viel intensiveren Einfluss äussert die Jahreszeit. Die dunkleren Nächte begünstigen offenbar mehr das Zustandekommen eines ruhigen und tiefen Schlafes, als die helleren. Die den Curven H. D. II und B. II gemeinsame Höhenzunahme gegenüber H. D. I und B. I lässt sich ungezwungen auf diesen Factor zurückführen, indem ersteres Curvenpaar aus dem Spätherbst resp. Winter, letzteres aus dem Frühling resp. Spätsommer stammt. Das sonst abweichende Verhalten der II-Curven beruht auf Ursachen, die später erörtert werden sollen. Ein derartiger Einfluss der Jahreszeit muss natürlich infolge Aenderung der nächtlichen Schlaftiefe auf die Ermüdbarkeit am Tage zurückwirken und demnach auch den Tagesschlaf umgestalten.

Dieses Verhältniss ergiebt sich deutlich aus der Be trachtung der Curven M. III a und b, welche den durch ein Hypnoticum herbeigeführten Nachmittagsschlaf dar-

stellen. Genommen wurde das Paraldehyd, zu den Vorversuchen in einer Dosis von 3 Grm., später von 5 Grm. Die eventuelle Gewöhnung an das Mittel wurde durch Einschieben von mehrtägigen Pausen zwischen die einzelnen Versuche möglichst vermieden. Ausserdem verbot eine durch das Medicament bedingte ziemlich intensive Indigestion und Störung des Allgemeinbefindens die häufige Einverleibung desselben. Beide Curven haben im Vergleich mit M. II bedeutend an Höhe zugenommen, steigen zugleich viel steiler an, als alle anderen Curven, und zwar schon in der ersten Viertelstunde. In beiden Curven zeigt auch der Nachmittags schlaf bei seiner künstlichen Verlängerung die Tendenz, nach der ersten Abnahme seiner Tiefe diese wieder zu vergrössern; es treten auch hier wieder die früher besprochenen Schwankungen der Schlaftiefe, wenn auch nur in ihrem Beginn angedeutet, mit merkwürdiger Regelmässigkeit hervor, ein weiterer Beweis dafür, dass sie nur in inneren Verhältnissen ihre Begründung haben können.

Das Paraldehyd erzeugt mithin einen Schlaf, der dem normalen sehr nahe zu kommen scheint, diesen nur an Tiefe übertrifft, ein Umstand, welcher für die therapeutische Verwendung dieses Schlafmittels einen Fingerzeig giebt. Berücksichtigen wir, dass unter Paraldehyd der Schlaf bereits innerhalb der ersten Viertelstunde eine bedeutende Tiefe erhält, so wird dieses Hypnoticum in Fällen von Agrypnie, in denen das spät und schwer eintretende Einschlafen die Hauptstörung repräsentirt, in hohem Masse geeignet sein, diese zu beseitigen.

Während die Differenzen in der Form der Curven vielleicht nur auf der zu geringen Anzahl an Beobachtungen für b beruhen, muss für den bedeutenden Unterschied in der Höhe, welche in b sogar M. I erreicht, eine andere Erklärung gesucht werden. Diese ergiebt sich aus dem Umstände, dass die Beobachtungen für a im Monate März, für b im Monate Juni stattfanden. Es liegt daher am nächsten, den Unterschied folgendermassen aufzufassen. Der Nachschlaf ist, wie wir vorhin sahen, in hellen Nächten ein leiserer, zumal bei den hiesigen klimatischen Verhältnissen, welche es erschweren, in der Nacht tiefe Dunkelheit im Schlafzimmer herzustellen. Der hierdurch bedingte Ausfall an nächtlicher Erholung muss daher durch tieferen Schlaf am Tage, wo die Differenzen im Lichte keine so erheblichen sind, eingeholt werden. Das umgekehrte Verhältniss stellt sich während der dunkleren Jahreszeit her. Zu meinem Bedauern liegen aus der entsprechenden Zeit keine Nachschlafcurven vor. Dieselben würden aller Wahrscheinlichkeit darthun, wie zu verschiedener Jahreszeit Nacht- und Tagschlaf sich gegenseitig compensiren. Die Anstellung diesbezüglicher Versuche wurde durch mein damaliges Experimentiren an H. D. verhindert.

Weitere medicamentöse Einflüsse konnten nicht geprüft werden. Jedoch liegen aus der langen Reihe der Versuche in den Protokollen einige Daten vor, welche einen Rückschluss auf die Wirkung speciell des Alkohols erlauben. Darnach erscheint es, als ob nach mässigem Alkoholgenuss der Schlaf anfangs leiser, als unter normalen Verhältnissen, häufig ein durch Träume beunruhigter ist, in späteren Stunden dagegen,

wo normaliter die Schwankungen bei relativ geringer Tiefe statthaben, sich eine länger dauernde bedeutende Zunahme der Festigkeit äussert.

Piesberg en stellte ähnliche Untersuchungen an Mönnin ghoff an. Es fand sich, dass nach mässigem Alkoholgenuss und gleichzeitiger Körperanstrengung die relative Festigkeit des Schlafes geringer war, als unter normalen Verhältnissen. Mönnin ghoff bot aber in seiner Normalcurve schon grosse Abweichungen dar, war für diese Versuche außerdem durch körperliche Anstrengung ermüdet, sodass diese Resultate nur sehr bedingt mit den meinigen vergleichbar sind. Bei stärkerer Alkoholzufuhr ohne Körperanstrengung war der Schlaf von Mönnin ghoff anfangs zwar bedeutend fester, aber auch viel unruhiger, und die ganze Dauer desselben länger, als in der Norm. Die Schwankungen waren bei diesen Versuchen ganz enorme. Kohl schütter fand bei leichterer Alkoholintoxication eine beträchtliche Herabsetzung der absoluten Tiefe gegen den gesunden Schlaf, sowie zeitiges und öfteres Erwachen und Wiedereinschlafen.

Aus meinen Protokollen geht weiter hervor, dass nach warmen Bädern, nach ungewohnter stärkerer Körperanstrengung, wie Rudern, Velocipedfahren, der Schlaf in den späteren Stunden grössere Weckkreize erfordert, als wenn diese Momente nicht eingewirkt hatten.

Die individuelle Disposition muss naturgemäß unter dem länger dauernden Einflusse äusserer Bedingungen zeitweilig eine Veränderung erfahren, von welcher zu erwarten ist, dass sie sich auch in der Schlafcurve wieder spiegeln. Diese Beziehungen erläu-

tern Curve H. D. II und B. II im Vergleich mit H. D. I und B. I, wie mir scheint, aufs Deutlichste.

Beiden II-Curven gemeinsam ist die bedeutende Zunahme der absoluten Höhe. H. D. II erreicht sein erst auf  $3\frac{1}{2}$  Stunden fallendes Maximum in anfangs langsamem, dann rascherem, dann wieder langsamem Anstiege, während B. II in gleichmässig langsamer Weise sich bis zu seinem am Schluss der zweiten Stunde befindlichen Gipfel erhebt. Der Abfall erfolgt in beiden Curven ziemlich steil, in B. II besonders rapide, worauf langgezogene grosse Schwankungen eintreten, an deren Schluss die Curve noch immer ziemlich hoch verläuft. Entsprechend der Vergrösserung der absoluten Tiefe finden wir auch eine Verlängerung der Schlaf-dauer gegenüber den I-Curven.

Indem in H. D. II das Maximum  $1\frac{3}{4}$  Stunden später fällt, als in H. D. I, in B. II dagegen  $\frac{1}{2}$  Stunde früher, als in B. I, überkreuzen sich die II-Curven, was dazu führt, dass H. D. II sich in seinem Charakter B. I, B. II umgekehrt H. D. I nähert. Eine einigermassen zureichende Erklärung für diese überraschende Thatsache liesse sich vielleicht darin finden, dass wir annehmen, gewisse Momente haben beide Curven in entgegengesetztem Sinne beeinflusst. Als solche Einflüsse lassen sich beim Ueberblicken aller einschlägigen Verhältnisse nur die zeitweilig geänderten Dispositionen der Versuchspersonen herausfinden. Die Versuche an H. D. fielen nämlich in eine Zeit, wo er infolge seines kurz bevorstehenden Abganges von hiesiger Klinik durch Erledigung einer Reihe von wissenschaftlichen und Anstaltsarbeiten sich mehr, als gewöhnlt, geistig anstrengen musste. B. dagegen hatte während

der Sommerferien und durch eine sich anschliessende Gebirgsreise seine neurasthenischen Symptome völlig verloren und erfreute sich in vollem Masse körperlicher wie geistiger Frische. Während H. D. somit durch die Erregung und Ermüdung sich dem neurasthenischen Schlafe (B. I) zu nähern scheint, macht es den Eindruck, als ob B. nach einer bedeutenden Kräftigung seines Nervensystems sich aus seiner zum Pathologischen hinneigenden Curve I zu einer mehr der Norm verwandten (H. D. I) erhoben hat.

Dass die in beiden Curven sich manifestirende Vertiefung des Schlafes mit einiger Wahrscheinlichkeit auf einen gemeinsamen Einfluss, die dunkle Jahreszeit, sich zurückführen lässt, wurde bereits auseinandergesetzt. Der Einwurf, welcher hier gemacht werden könnte, dass die Höhenzunahme der II-Curven etwa auf einer Gewöhnung an die Schallreize basirt, ist hinfällig. Denn ernstens waren zwischen der Aufnahme von B. I und B. II ca.  $1\frac{3}{4}$  Jahre verflossen, zwischen der von H. D. I und H. D. II ca.  $1\frac{1}{4}$  Jahre. Zweitens waren bei meiner Versuchsanordnung gegen das Ende der Versuchsreihe niemals zu bestimmten Zeiten stärkere Weckreize erforderlich, als im Anfang derselben. Nur bei H. D., der als erste Versuchsperson fungirte, traten in den ersten Versuchsnächten auffallend kleine Weckreize auf, für welche ich seine Voreingenommenheit, die Erwartung verantwortlich machen möchte. Sobald er seine Unbefangenheit gegenüber den Versuchen erlangt hatte, war in den Weckreizen bis an das Ende der Versuche durchaus eine fast gesetzmässige Gleichmässigkeit vorhanden.

Wir erhalten somit möglicher Weise aus diesen Curven Aufschluss über die Veränderungen der Schlaf-

tiefe bei verschiedener zeitlicher Disposition. Diese lässt jedoch auch in den durch sie beeinflussten Curven noch immer den in der Constitution begründeten Typus mehr oder weniger deutlich wiedererkennen.

Die Curve B. II hat noch in anderer Richtung unser Interesse in Anspruch zu nehmen.

Nachdem ich durch meine Resultate diejenigen meiner Vorgänger im Grossen und Ganzem hatte bestätigen können, was die allgemeine Form der Curve anbetrifft, mithin bei ihren Untersuchungen die Anwesenheit des Experimentators im Versuchszimmer keine zu grossen Fehler ergeben hatte, schien es erwünscht, behufs schnellerer Gewinnung von Schlafcurven auf die frühere Methode zurückzugreifen. Ich stellte daher die in Curve B. II verwertheten Versuche in folgender Weise an.

Vor allen Dingen blieb B. völlig ununterrichtet darüber, dass die Versuche jetzt in anderer Weise vorgenommen werden würden. Er zeigte also wie früher durch Glockensignale an, wann er sich zum Einschlafen anschickte, und ebenso, dass er geweckt worden war. Das Versuchszimmer wurde fast absolut verdunkelt, indem mittels Schirmvorrichtungen nur ein ganz schwaches Licht auf den Apparat fiel. Erst nachdem ich annehmen konnte, dass B. eingeschlafen sei, schlich ich mich möglichst geräuschlos, nur in Socken gehend, in das Zimmer hinein und an den Apparat heran, durch dessen vorher in bestimmter Höhe fixirtes Falloch ich die beliebig mir zur Verfügung stehenden Kugeln aus den Fingern frei herabfallen liess. Dies that ich, falls nöthig, alle 5 Minuten zu immer schwereren Kugeln fortschreitend, bis das Erwachen durch das Glocken-

signal vom Schläfer angezeigt wurde, worauf ich B. 1—2 Stunden lang ruhig schlafen liess. Mein Kommen und Weggehen bald nach dem Erwecken hörte B. nur ein einziges Mal, in der ersten Nacht, wo ich einen Schritt etwas schlürfend gethan hatte, ein Beweis, wie gering die Störungen sein können, wenn der Untersucher die nöthige Vorsicht anwendet.

Es gelang mir auf diesem Wege, in 4 durch je eine freie Nacht getrennten Versuchsnächten genügend Werthe zu finden, um Curve B. II. construiren zu können. Letztere beweist also, dass unter Beobachtung gewisser Cautelen eine derartige cursorische Methode vollkommen brauchbar ist. Im Hinblick auf diese Erfahrung erscheint es in Zukunft möglich, ausserordentlich viel schneller die individuelle Schlafcurve festzustellen. Weiterhin verspricht diese Methode die Durchführung eines wirklichen Studiums der Schlafstörungen sowie der Wirkungen der verschiedenartigen Schlafmittel zu ermöglichen und damit exakte Indicationen für die Anwendung der letzteren aufzufinden.

Bei Anwendung dieser Untersuchungsmethode hatte ich Gelegenheit, das Benehmen des Schläfers bei Einwirkung der Schallreize resp. beim Erwecktwerden, allerdings nur mit meinem Gehörsinne, zu beobachten. Schallreize, welche noch lange kein Erwachen herbeiführten, riefen bereits Änderungen des Athmungstypus, mehr oder weniger starke Bewegungen des Schläfers hervor. Aus diesen Reizeffekten Schlüsse auf das Erwachen zu ziehen, wie Kohlschütter es that, wenn auch vermittelst complicirter mathematischer Combinationen, erscheint mir gewagt. Bestätigen kann ich aber die von Kohlschütter mehrfach erwähnte und auch

hier früher hervorgehobene Thatsache, dass der Weckschwelle sehr nahe gelegene, starke unbewusste Reactionen hervorrufende Reize eine unmittelbare Vertiefung des Schlafes nach sich ziehen, sodass ein bald darauf folgender viel stärkerer Reiz, der vorher zum Erwecken hingereicht hätte, nicht genügend ist, um die geringste Bewegung des Schlafenden oder Aenderung seines Athmungstypus zu bewirken. — Wurde B. wirklich durch den Schall geweckt, so schien er sich meistens etwas zu bedenken, in welcher Weise er zu klingeln habe. Dabei machte sich sein Aerger über die unangenehme Störung, namentlich über eine in derselben Nacht wiederholte, in einzelnen Lauten oder kurzen abgebrochenen Sätzen Luft. Nach gegebenem Klingelzeichen schliess B. sofort wieder ein, was an den regelmässigen, tiefen und langsamem Athemzügen zu erkennen war, soweit sich das Einschlafen daraus überhaupt beurtheilen lässt. Morgens über die vorhergehende Nacht befragt, hatte B. entweder gar keine oder nur eine sehr verwaschene Erinnerung an das, was vorgefallen. Dasselbe war in höherem Masse bei den früheren Versuchen der Fall gewesen. — H. D. und L. D. hatten schon eine deutlichere Erinnerung, während M. fast über jede Nacht richtige Rechenschaft ablegen, ja sogar den Zeitpunkt, wann er geweckt worden war, ziemlich genau angeben konnte. Auch in dieser Beziehung ist mithin der Parallelismus mit den Curven gewahrt, indem M. und B. die Extreme, H. D. und L. D. den Uebergang bilden. Immerhin kamen bei mir einige Weckreize vor, wo ich mich nicht erinnerte, weshalb ich gerade in der geschehenen Weise, namentlich falsch reagirt, speciell mein Wachsein vor der Einwir-

kung des Weekreizes angezeigt hatte, während ich in der That direct durch den betreffenden Schall erst geweckt worden war. Diese Weekreize dürfen als sehr nahe an der Weckschwelle befindlich angesehen werden. Sie waren nur hinreichend, um den Schläfer bis zu dem Grade der Bewusstseinshelligkeit zu erheben, dass er das Klingeln überhaupt ausführen konnte, aber nicht in überlegter und der Verabredung entsprechender Weise. Vielleicht dürfen solche Reizgrössen als directe, unmittelbar gewonnene Weckschwellenwerthe angesehen werden.

Es kann nicht Wunder nehmen, dass, wo erst noch die Methode ausgebildet werden musste, die Resultate keine weitreichenden sind. Allein die Ueberzeugung wird man gewinnen, dass auf diesem Wege der Physiologie und Pathologie des Schlafes neue Seiten abgewonnen werden können, und dass es gelungen ist, die experimentelle Methode in ein Gebiet einzuführen, welches weder der subjectiven Schätzung noch auch sonst irgend einer andersartigen objectiven Betrachtungsweise zugänglich erscheint.

## Thesen.

---

1. Die prolongirte Anwendung des Alkohols als Medicament verlangt strengstes Individualisiren.
2. Die dauernden Erfolge der Suggestivtherapie beschränken sich auf ein enges Gebiet.
3. Erst Koch's Entdeckung eröffnet Aussichten auf die Ausbildung einer „specifischen Therapie“.
4. Zeitweise auftretende „Bruststiche“ ohne nachweisbare Ursache können Jahre lang das einzige Symptom einer schleichend sich entwickelnden Phthise sein.
5. Nur im Schlaf auftretendes Cheyne-Stokes'sches Athmen ist ein schon frühe bemerkbares ominöses Zeichen bei Erkrankungen des Herzens.
6. Gegen Neuralgien auf infectiöser Basis versagen alle antineuralgischen Mittel.

---







