

Hess, **Ein Algesimeter.** *Deutsche medicin. Wochenschrift* 1892. No. 10, S. 210.

H. hat ein neues Instrument zur Prüfung der Schmerzempfindlichkeit konstruiert, dessen genaue Beschreibung (mit Abbildung) im Original nachzulesen ist und dessen Prinzip darin beruht, daß eine von einer Hülse umgebene Nadel in verschieden zu regelnder Länge und in verschiedener Stärke unter Überwindung des Widerstandes einer Spirale in die Haut eingestochen wird. Das Instrument kann in zweierlei Hinsicht verwendet werden, einmal, um verschiedene Hautstellen auf ihre Schmerzempfindlichkeit zu prüfen und zu vergleichen, und zweitens, um den Grad der Empfindlichkeit an einer Stelle von der Oberfläche nach der Tiefe festzustellen.

PERETTI (Merzig).

AUGUSTUS D. WALLER. **The sense of effort: an objective study.** *Brain*, LIV and LV, 1891, S. 179 ff.

Addendum to Dr. Waller's paper on the sense of effort. Ebenda, S. 432 ff.

Was bisher vom klinischen Standpunkte aus in Angelegenheit des Muskelsinnes vorgebracht worden ist, kann nach Ansicht des Verfassers nur einen Widerwillen dagegen erwecken, sich überhaupt mit Betrachtungen über den Muskelsinn zu beschäftigen. Dieser Widerwillen erreicht sein Maximum, wenn man sich mit demjenigen bekannt macht, was von psychologischer Seite aus über den Muskelsinn gelehrt worden ist. Verfasser will daher in dieser „objektiven Studie“ zeigen, wie die Frage nach dem Wesen des Muskelsinnes allein auf physiologischem Wege in erfolgreicher und erfreulicher Weise behandelt werden könne. Hierbei ist der (auf S. 187 ff. mit Ausführlichkeit entwickelte) Hauptgesichtspunkt des Verfassers der folgende: Die Empfindungen der Ermüdung, welche nach willkürlicher Muskelanstrengung vorhanden sind, beruhen auf einer Nachwirkung derselben Nervenprozesse, welche bei Ausführung der willkürlichen Muskelbewegungen den normalen Empfindungen des Muskelsinnes (sog. Bewegungsempfindungen, Kraftempfindungen u. dergl.) zu Grunde liegen; die Ermüdungsempfindungen verhalten sich zu den normalen Empfindungen des Muskelsinnes ähnlich, wie sich die Nachbilder zu den primären Gesichtsempfindungen verhalten. Dementsprechend ist der Ort, wo sich die den Ermüdungsempfindungen zu Grunde liegenden Nervenvorgänge abspielen, derselbe, wie der Ort, wo die den normalen Empfindungen des Muskelsinnes zu Grunde liegenden Nervenprozesse stattfinden. Wenn man also den Ort bestimmt, wo die den Ermüdungsempfindungen entsprechenden Nervenvorgänge sich abspielen, so erhält man dadurch zugleich Auskunft über die Stätte, wo die den normalen Empfindungen des Muskelsinnes entsprechenden Nervenprozesse statthaben.

Wir gehen vor der Hand nicht darauf ein, die Triftigkeit der Voraussetzung, die in dieser Hauptargumentation des Verfassers enthalten ist, näher zu prüfen, sondern versuchen, uns zunächst der Reihe nach mit den Versuchsergebnissen bekannt zu machen, welche Verfasser bei seinen physiologischen Untersuchungen gefunden hat, indem wir zugleich die Betrachtungen und Schlüsse, welche Verfasser an die einzelnen Ver-

suchsresultate anknüpft, etwas näher darauf ansehen, ob sie sich wirklich durch ihre Folgerichtigkeit und umsichtige Berücksichtigung und Widerlegung aller anderen von vornherein gleichfalls möglich erscheinenden Deutungen in so ruhmvoller Weise, wie Verfasser meint, von denjenigen Betrachtungen unterscheiden, welche die Psychologen bisher in so wenig einleuchtender Weise auf dem Gebiete des Muskelsinnes angestellt haben. Erst zuletzt kommen wir wieder auf die obige Hauptargumentation des Verfassers zurück, indem wir die Frage beantworten, ob diese Argumentation zulässig sei, und ob es dem Verfasser überhaupt gelungen sei, für eine Anwendung dieser Argumentation die erforderlichen Data zu beschaffen, nämlich die Stätte festzustellen, an welcher die den Ermüdungsempfindungen unmittelbar zu Grunde liegenden Nervenvorgänge sich abspielen.

1. Behufs Beantwortung der Frage, in welchem Verhältnisse die bei willkürlichen Muskelbewegungen eintretenden objektiven Ermüdungserscheinungen¹ einerseits auf zentralen und andererseits auf peripherischen Vorgängen beruhen, stellte Verfasser Versuche an, welche den Versuchen Mossos, über welche im ersten Bande dieser Zeitschrift (S. 187 ff.) berichtet worden ist, sehr ähnlich waren. Während indessen letzterer Forscher die aktuellen Kontraktionen und die Arbeitsleistungen der Muskeln zum Gegenstande der Beobachtung machte, beobachtete Verfasser mit Hülfe eines Dynamographen die, teils durch den Willen, teils durch direkte oder indirekte elektrische Reizung bewirkten, virtuellen (isometrischen) Kontraktionen der Beugemuskeln des Vorderarmes. Die Anwendung eines isometrischen Verfahrens ist im allgemeinen bei derartigen Untersuchungen ein Vorzug, wie schon Fick vor einiger Zeit (*Pflügers Arch.* 41, 1887, S. 177 ff.) hervorgehoben hat, vorausgesetzt, daß dasselbe annähernd die gleiche Schärfe besitze wie das von Mosso benutzte Verfahren.²

¹ Als objektive Ermüdungserscheinungen, im Gegensatze zu den subjektiven Ermüdungserscheinungen, d. h., zu den aus der Ermüdung entspringenden Empfindungen und Empfindungsmodifikationen, wollen wir im folgenden kurz die Änderungen bezeichnen, welche die von einem und demselben Muskel oder Muskelkomplexe ausgeführte Leistung trotz gleich bleibenden Reizes oder gleich bleibender Willensintention und trotz sonst gleich bleibender Versuchsumstände hinsichtlich ihrer Ausgiebigkeit und hinsichtlich ihres zeitlichen Verlaufes allmählich erfährt, wenn sie mit geringen Intervallen oft hintereinander wiederholt oder lange Zeit hindurch ununterbrochen vollzogen wird.

² Wenn Verfasser (S. 185, 223) die von Mosso benutzte Methode als die isotonische bezeichnet, so ist dies ein Mißgriff, der keinem Psychologen, geschweige denn einem Physiologen passieren durfte. Als isotonisch wird (der Etymologie des Wortes gemäß) eine aktuelle Muskelkontraktion bekanntlich nur dann bezeichnet, wenn die Spannung des Muskels während des ganzen Kontraktionsverlaufes annähernd konstant bleibt. Diese Bedingung ist aber bei Anwendung des Mossoschen Verfahrens auch nicht im entferntesten erfüllt, vor allem schon deshalb nicht, weil sich der Hebelarm, mittelst dessen die Muskelkraft auf die Last wirkt, im Verlaufe jeder Kontraktion fortwährend ändert. Schon Fick (a. o. a. O.) hat darauf hingewiesen, daß es gar nicht möglich ist, bei Muskeluntersuchungen am lebenden Menschen eine auch nur annähernd isotonische Zusammenziehung hervorzubringen.

Aus diesen Versuchen des Verfassers ergibt sich nun vor allem, daß, wie auch schon FICK gefunden, der Wille einen höheren Spannungsgrad der Muskeln zu bewirken vermag als die elektrische Reizung. Läßt man ferner durch den Willen oder mittelst elektrischer Reizung eine Reihe von virtuellen Kontraktionen schnell hintereinander ausführen, so nimmt natürlich im allgemeinen der erreichte Spannungsgrad im Verlaufe der Reihe ab. Wird nun nach einer Reihe willkürlicher Kontraktionen eine zweite Reihe von Kontraktionen durch maximale elektrische Reizung (Tetanisierung) hervorgerufen und hierauf der Wille für eine neue Reihe in Anspruch genommen, so zeigt sich (wie schon nach den von Mosso erhaltenen Versuchsergebnissen zu erwarten ist), daß der durch den Willen erreichte Spannungsgrad der Muskeln bei Beginn dieser neuen Reihe willkürlicher Kontraktionen größer ist, als er am Ende der ersten Reihe willkürlicher Kontraktionen war. Wie Verfasser bemerkt, beweist dieses Verhalten, daß während derjenigen Zeit, während welcher die Reihe der durch die elektrische Reizung ausgelösten Kontraktionen ablief, eine Erholung der bei den willkürlichen Muskelkontraktionen beteiligten Nervenzentren stattgefunden hat.

Wird umgekehrt zwischen zwei Reihen virtueller Kontraktionen, welche durch maximale elektrische Reizung hervorgerufen werden, eine Reihe maximaler willkürlicher Kontraktionen eingeschoben, so zeigt sich, wie der Verfasser (S. 196) behauptet, daß während der Ausführung dieser letzteren Reihe eine Erholung für die bei elektrischer Reizung sich zeigende Leistungsfähigkeit der Muskeln stattfindet, also eine Erholung stattfindet, welche nur in den peripherischen Organen sich vollziehen kann. Man kann jedoch bezweifeln, ob Verfasser dieses von ihm behauptete Verhalten wirklich erwiesen habe. Denn die mittelst des Dynamographen erhaltenen Kurven, welche in Fig. 4 (oberer Teil) mitgeteilt sind, lassen eine scharfe Vergleichung der Spannungsgrade, welche vor und nach Einschlebung einer Reihe maximaler willkürlicher Kontraktionen durch die elektrische Reizung erzielt wurden, nicht zu und führen keineswegs mit Sicherheit zu der vom Verfasser aufgestellten Behauptung. Dies thun sie um so weniger, weil nach dieser Figur das Intervall, welches zwischen der letzten Kontraktion einer Reihe maximaler willkürlicher Kontraktionen und der ersten Kontraktion der darauf folgenden Reihe durch elektrische Reizung ausgelöster Kontraktionen verstrich, viel (5 bis 10 mal) größer war als das Intervall, welches zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Glieder einer und derselben (sei es durch den Willen, sei es durch den elektrischen Reiz ausgelösten) Kontraktionsreihe voneinander trennte, so daß diejenige auf elektrischem Wege bewirkte Kontraktion, welche einer Reihe maximaler willkürlicher Kontraktionen unmittelbar folgte, vor denjenigen auf elektrischem Wege ausgelösten Kontraktionen, welche ebenderselben Reihe willkürlicher Kontraktionen unmittelbar vorhergingen, stets den Vorteil voraushatte, daß ihr eine größere Ruhepause vorausgegangen war. Unter solchen Umständen vermag eine Vergleichung der Spannungsgrade, welche die auf elektrischem Wege hervorgerufenen Kontraktionen unmittelbar vor und unmittelbar nach einer eingeschobenen Reihe willkürlicher Kontrak-

tionen erreichten, natürlich erst recht nichts Sicheres darüber zu ergeben, ob während der Ausführung dieser Reihe willkürlicher Kontraktionen eine Erholung der Muskeln für die elektrische Reizung stattgefunden habe oder nicht. Was die mittelst der unten zu besprechenden bag-Methode erhaltenen Resultate anbelangt, so können wir denselben aus unten anzugebendem Grunde eine Beweiskraft für die hier in Rede stehende Behauptung des Verfassers nicht zusprechen. Überdies hebt Verfasser weiterhin (S. 199 ff.) selbst hervor, daß es bei geeigneten Versuchsbedingungen sehr wohl gelinge, eine durch willkürliche Kontraktionen, ja sogar solche von nur submaximaler Art, bewirkte periphere Ermüdung zu konstatieren. Endlich mag noch bemerkt werden, daß die Behauptung, während einer Reihe maximaler willkürlicher Kontraktionen vermöge sich eine Erholung für die auf elektrischem Wege erzielbare Leistungsfähigkeit der Muskeln zu vollziehen, den Versuchsergebnissen Mossos widerspricht, welcher ausdrücklich konstatiert, daß die Muskeln während eines Zeitraumes, wo sie infolge von Willensimpulsen eine Anzahl von Gewichtshebungen ausführen, sich für die elektrische Reizung nicht erholen.

Verfasser erklärt das von ihm behauptete Verhalten, daß während einer Reihe maximaler Kontraktionen eine Erholung der Muskeln für die elektrische Reizung stattfinden könne, daraus, daß im Verlaufe jener Kontraktionsreihe die Energie der zerebralen Anstrengung abnehme und die Undurchgängigkeit der motorischen Endplatte für die peripherwärts strebende Erregung zunehme. Angenommen, jenes vom Verfasser behauptete Verhalten bestehe wirklich, so wird dasselbe durch diese vom Verfasser angeführten beiden Gesichtspunkte durchaus nicht in genügender Weise erklärt. Nach Figur 4, welche das hier in Rede stehende, vom Verfasser behauptete Verhalten veranschaulichen soll, war in einer Reihe maximaler willkürlicher Kontraktionen der bei der ersten Kontraktion erreichte Spannungsgrad etwa sechs- bis neunmal und der bei der letzten Kontraktion erreichte Spannungsgrad etwa 3 bis 4 mal so hoch wie der höchste der überhaupt durch direkte elektrische Reizung erzielten Spannungsgrade. Andererseits zeigt dieselbe Figur, daß trotz dieser geringen Höhe der durch elektrische Reizung bewirkten Spannungsgrade dennoch in einer Reihe auf elektrischem Wege ausgelöster Kontraktionen der Spannungsgrad infolge von peripherischer Ermüdung abnahm. Da nun die weit höheren Muskelspannungen, welche durch den Willen bewirkt wurden, notwendig auch auf einem weit stärkeren Verbrauch von im Muskel angehäuften Kraftvorräten beruhen mußten, als die schwachen auf elektrischem Wege ausgelösten Muskelspannungen, so bleibt trotz aller Bezugnahme auf die allmähliche Abnahme der den Willensimpulsen entsprechenden zentralen Erregungen und trotz der Annahme einer allmählichen Zunahme der Undurchgängigkeit der motorischen Endplatte es völlig unverständlich, wie die durch maximale Willensanstrengung hervorgerufenen (virtuellen) Kontraktionen eine geringere Abnahme der Leistungsfähigkeit der Muskeln haben bewirken sollen, als die durch elektrische Reizung ausgelösten Kontraktionen, oder vielmehr, wie während der Ausführung

einer Reihe maximaler willkürlicher Kontraktionen sogar eine Erholung der Muskeln habe stattfinden können, während im Verlaufe einer Reihe auf elektrischem Wege ausgelöster Kontraktionen sich eine sehr deutliche Abnahme der Leistungsfähigkeit der Muskeln vollzog.

Wir vermögen also die Behauptung des Verfassers, daß während der Ausführung einer Reihe maximaler willkürlicher Kontraktionen unter Umständen eine Erholung der Muskeln stattfinden könne, weder als eine solche anzusehen, welche durch das vom Verfasser mitgeteilte Versuchsmaterial bewiesen sei, und noch weniger als eine solche zu betrachten, deren Gültigkeit Verfasser durch die von ihm angeführten Erklärungsgründe plausibel oder wenigstens begreiflich gemacht habe.¹ Und wenn Verfasser (S. 198) auf Grund des angeblichen Umstandes, daß während einer Reihe maximaler willkürlicher Kontraktionen eine peripherische Erholung möglich sei, den Satz aufstellt, daß die in einer Reihe willkürlicher Kontraktionen sich zeigende objektive Ermüdung in höherem Grade auf zentralen als auf peripherischen Vorgängen beruhe, so gilt uns natürlich auch dieser Satz nicht als erwiesen. Verfasser hat durch seine Versuche nur die, auch von Mosso festgestellte, Thatsache dargethan, daß den objektiven Ermüdungserscheinungen, welche bei willkürlicher Muskelthätigkeit auftreten, auch eine zentrale Ermüdung zu Grunde liegt. Daß aber der Anteil der zentralen Ermüdung an jenen Ermüdungserscheinungen größer sei, als der Anteil der peripherischen Ermüdung, hat Verfasser nicht erwiesen.

2. Verfasser erwähnt gelegentlich (S. 198), daß die maximale elektrische Reizung, obwohl sie geringere objektive Ermüdungserscheinungen bewirke, als die maximale willkürliche Erregung der Muskeln, doch intensivere und länger andauernde Empfindungen unangenehmer Art, welche in den Muskeln lokalisiert seien, hervorrufe. Er weist bei Erwähnung dieser Erscheinung darauf hin, daß sich der leise Muskelton, welcher bei Auskultation des Muskels während willkürlicher Erregung hörbar sei, mittelst Faradisation des Muskels nicht herstellen lasse — bei 20 Reizstößen in der Sekunde vernehme man eine entsprechende Anzahl von hauchartigen Geräuschen, bei 50 oder 100 Reizstößen höre man einen musikalischen Ton von entsprechender Tonhöhe —, wohl aber sei der Muskelton, welcher im Galvanotonus, d. h., bei Durchströmung eines starken konstanten Stromes durch den Muskel, entstehe, identisch mit dem bei willkürlicher Muskelkontraktion hörbaren Muskeltone.

3. Da die durch Faradisierung ausgelösten Kontraktionen zu geringe Ausschläge am Dynamographen ergaben, die mit den durch Willensanstrengung bewirkten Ausschlägen nicht zu vergleichen waren, so bediente sich Verfasser noch einer anderen Methode, die er kurz als die

¹ Angenommen übrigens, es fände wirklich während einer Reihe maximaler Kontraktionen eine Erholung der Muskeln für die elektrische Reizung statt, so würde man sich zunächst mit der zur Erklärung eines solchen Verhaltens an und für sich dienlichen Annahme auseinanderzusetzen haben, daß bei den willkürlichen Kontraktionen überhaupt nur ein Teil der dem elektrischen Reize zugänglichen Muskelfasern erregt werde.

bag-Methode bezeichnet und in recht dürftiger Weise folgendermaßen beschreibt: „The apparatus for recording the hardening of muscle consists of a thick elastic bag fixed to the forearm by a broad leather band and communicating with a tambour.“ Es ist leicht zu erkennen, daß die bei Anwendung dieser Methode beobachteten Exkursionen des Zeichenhebels — wir wollen dieselben künftighin in Anschluß an die Ausdrucksweise des Verfassers kurz als die Lateraleffekte der Muskelthätigkeit oder als die Lateraleffekte schlechtweg bezeichnen, während die mittelst des Dynamographen konstatierten Muskelspannungen, gleichfalls der Ausdrucksweise des Verfassers gemäß, kurz die longitudinalen Effekte heißen sollen — ganz ungeeignet sind, uns über das Verhalten der Muskelspannung unter verschiedenen Umständen Auskunft zu geben. Denn diese lateralen Effekte bestimmten sich nicht bloß nach der Thätigkeit derjenigen Muskeln, deren Spannung am Dynamographen zu Tage trat, sondern, wie Verfasser selbst bemerkt, auch noch nach dem Thätigkeitszustande der antagonistischen Muskeln. Ferner liegt der Verdacht nahe, daß diese lateralen Effekte auch noch von dem Blutgehalte der Muskeln beeinflusst worden seien.¹ Der Blutgehalt der Muskeln steigt und fällt allerdings im allgemeinen bei sonst gleichen Umständen mit der Intensität der Muskelthätigkeit. Allein, in welchem Verhältnisse ungefähr die bei eintretender Muskelthätigkeit stattfindende Zunahme des Blutgehaltes eines Muskels zu der Ausgiebigkeit der Spannung oder Arbeitsleistung des Muskels stehe, läßt sich in keinem Falle von vornherein ermesen. Und, was noch wichtiger ist, die Steigerung des Blutgehaltes der Muskeln geht in zeitlicher Hinsicht der Muskelthätigkeit keineswegs parallel, sondern überdauert dieselbe ganz beträchtlich, wie die Versuche von CHAUVEAU gezeigt haben.

Verfasser versichert uns (S. 195), daß die lateralen Effekte unter gewissen Bedingungen den Exkursionen des Dynamographen sehr nahe proportional (very nearly proportional) gingen. Was er aber selbst an Versuchsergebnissen mitteilt (in Fig. 4, 5, 6), läßt diese Proportionalität stark vermissen. Auch hebt Verfasser selbst hervor, daß durch die Ermüdung die lateralen Effekte weniger verringert werden als die longitudinalen; und wir erfahren vom Verfasser und ersehen aus seinen Figuren, daß bei der direkten faradischen Muskeleirregung die Lateraleffekte in einem bedeutend größeren Verhältnisse zu den longitudinalen Effekten stehen als bei der willkürlichen Muskeleirregung. Endlich teilt uns auch Verfasser (S. 196) mit, daß er in Hinblick auf diese Verhältnisse es späterhin selbst für angezeigt gehalten habe, neben den lateralen Effekten stets noch die longitudinalen Effekte verzeichnen zu lassen. Kurz, sowohl die bloße theoretische Überlegung als auch das vom Verfasser mitgeteilte Versuchsmaterial und die eigenen Zugeständnisse des Verfassers zeigen hinlänglich, daß die lateralen Effekte noch von ganz anderen Dingen als der Spannung der betreffenden

¹ In demjenigen, was Verfasser auf S. 207 bemerkt, wird im Grunde zugegeben, daß Änderungen der „vascularity“ der Muskeln Einfluß auf die lateralen Effekte haben konnten.

Beugemuskeln abhingen, und dafs es demgemäfs auch durchaus unzulässig ist, die beobachteten lateralen Effekte als Beweis für irgend einen auf das Verhalten der Muskelspannung bezüglichen Satz (z. B. den oben besprochenen Satz, dafs während einer Reihe maximaler willkürlicher Kontraktionen eine peripherische Erholung stattfinden könne) zu verwenden.¹

Sehr großes Gewicht legt Verfasser (S. 208—17) auf die Resultate, die er erhielt, als er die lateralen und longitudinalen Effekte einerseits bei willkürlicher und andererseits bei faradischer Muskelregung miteinander verglich. Er fand, dafs bei willkürlicher Muskelregung im Falle nicht vorhandener Ermüdung der laterale Effekt ein wenig früher eintritt und ein wenig länger andauert, als der longitudinale Effekt, und bei eintretender Ermüdung die Nachdauer des lateralen Effektes, d. h., der Zeitraum, um welchen derselbe den longitudinalen Effekt überdauert, beträchtlich zunimmt, und zwar um so mehr, je weiter die Ermüdung fortschreitet. Bei der direkten elektrischen Tetanisierung des Muskels hingegen wurde die Nachdauer des lateralen Effektes durch die Ermüdung nur in geringem Grade verlängert. Diese Verschiedenheit des Einflusses der Ermüdung auf die Nachdauer des lateralen Effektes, je nachdem die Muskeln durch den Willen oder durch direkte elektrische Reizung erregt wurden, zeigte sich auch dann, als die Willensimpulse so abgemessen wurden, dafs die longitudinalen Effekte derselben nicht stärker ausfielen, als die longitudinalen Effekte der faradischen Tetanisierung. Bei den willkürlichen Kontraktionen zeigte sich neben der Nachdauer des lateralen Effektes zuweilen auch noch die Erscheinung, dafs der laterale Effekt in einem Stadium der Kontraktion, wo der longitudinale Effekt schon im Absteigen begriffen war, noch eine Erhöhung erfuhr und erst dann abfiel.

Verfasser knüpft an diese Versuchsergebnisse Schlüsse weitgehendster Art an. Er glaubt, dafs sich dieselben nicht anders erklären liefsen als durch die Annahme, dafs die Nachdauer des lateralen Effektes bei willkürlicher Anstrengung eines ermüdeten Muskels wesentlich auf einer Residualentladung des ermüdeten Zentrums beruhe, welche in den Muskelfasern einen molekularen Vorgang (a residual molecular effect) zur Folge habe, der sich merkwürdigerweise wesentlich nur in einer Nachdauer des lateralen Effektes (der größeren Breite oder Härte des Muskels),

¹ Zu den Erscheinungen, welche darauf hinweisen, dafs die lateralen Effekte von noch ganz anderen Dingen als dem Spannungszustande der betreffenden Beugemuskeln abhingen, scheint uns auch der, insbesondere in Figur 4 hervortretende, Umstand zu gehören, dafs die Abscisse, von welcher aus sich die mittelst der bag-Methode erhaltenen Kurven erheben, namentlich im Anfange einer Versuchsreihe eine starke Tendenz besitzt, immer niedriger zu werden, während bei entsprechenden Beobachtungen der longitudinalen Effekte die Abscisse infolge des Auftretens der Kontraktur häufig eine Tendenz besitzt, sich zu erheben. Verfasser übergeht jene eigentümlichen Senkungen der Abscisse der Lateraleffekte mit Stillschweigen.

nicht aber auch in einer entsprechenden¹ Nachdauer des longitudinalen Effektes (der geringeren Länge oder stärkeren Spannung des Muskels) äußere. Verfasser redet von einer Dissoziation der lateralen und longitudinalen Effekte, welche auch sonst vorhanden sei, aber bei der Ermüdung durch willkürliche Muskelthätigkeit am deutlichsten zu Tage trete, wobei er hier, wie soeben angedeutet, unter dem lateralen Effekte, je nachdem es sich um aktuelle oder virtuelle Muskelkontraktion handelt, die Verbreiterung oder das Härterwerden des Muskels (broadening or hardening) und unter dem longitudinalen Effekte die Verkürzung oder die Zunahme der Spannung des Muskels versteht. „The phenomenon immediately under the influence of nerve is the lateral effect, which again is the immediate antecedent of the longitudinal effect“. Verfasser scheint sich nicht klar gemacht zu haben, daß die Annahme, es finde bei der Muskerregung zeitweilig eine Zunahme des Querschnittes der Muskelfasern statt, ohne daß gleichzeitig eine entsprechende Verkürzung der Fasern sich vollziehe, notwendig zu dem, der Mehrzahl der Physiologen schwerlich sehr glaubhaften, Schlusse führt, daß der Muskel bei seiner Erregung beträchtliche, wenn auch nur kurzdauernde, Änderungen seines Volumens erfahren könne. Sehr befremdend sind ferner die Vorstellungen, welche Verfasser betreffs des Eindruckes zunehmender Härte, den die Muskeln im menschlichen Organismus bei ihrer Kontraktion in der Regel erwecken, entwickelt. Schon ED. WEBER hat in seiner bahnbrechenden Abhandlung über Muskelbewegung hervorgehoben, daß jener Eindruck des Härterwerdens der sich kontrahierenden Muskeln auf den Spannungen beruht, in denen sich die untersuchten Muskeln des menschlichen Organismus im Falle ihres Erregtseins gewöhnlich befinden. „Ohne hinreichenden Grund hat man behauptet“, heißt es bei WEBER (S. 54), „daß die Muskeln, wenn sie in Thätigkeit gerieten, härter würden. . . . Muskeln, welche sich zu verkürzen streben, werden dadurch stärker gespannt, wenn zugleich der Widerstand größer wird, welchen die Glieder den Muskeln entgegensetzen. . . . Wächst der Widerstand nicht und nimmt daher auch die Spannung nicht zu, so kann man keinen Unterschied der Härte im Zustande der Thätigkeit und Unthätigkeit der Muskeln wahrnehmen. . . . Läßt man einen Muskel, dessen Flechse durchschnitten worden ist, durch den galvanischen Strom sich verkürzen, so bleibt er weich und verrät dem ihn zusammendrückenden Finger nur

¹ Daß auch der longitudinale Effekt einer willkürlichen Muskelanstrengung bei vorhandener Ermüdung etwas langsamer schwinde als bei frischem Zustande, giebt Verfasser (S. 210, 215 ff., 222) auf Grund eigener Versuche zu, indem er zugleich dieses Verhalten — wie wir weiterhin sehen werden, ohne ausreichende Begründung — darauf zurückführt, daß die Erregungen der motorischen Zentren bei eingetretener Ermüdung langsamer schwänden.

In Hinblick darauf, daß auch bei elektrischer Muskelreizung eine gewisse, wenn auch geringe, Verlängerung des lateralen Effektes durch Ermüdung beobachtet wird, giebt Verfasser zu, daß auch am willkürlich erregten Muskel die durch Ermüdung bewirkte Verlängerung des lateralen Nacheffektes zu einem geringen Teile auf peripherischen Vorgängen beruhe.

eine solche geringe Spannung, welche dem geringen Widerstande, welchen der Finger und das Zellgewebe seiner Bewegung entgegensetzen, gleichkommt“. Nach dieser Darlegung WERERS, welche unseres Wissens bisher noch nirgends angefochten worden ist¹, ist also die Zunahme der Härte, welche die Muskeln unter gewissen Bedingungen bei ihrer Kontraktion scheinbar erfahren, einfach eine Funktion der Spannungen, in welche die Muskeln unter den betreffenden Versuchsbedingungen bei ihrer Kontraktion geraten, d. h., eine Funktion derselben Spannungen, welche eventuell als sog. longitudinale Effekte am Dynamographen zu Tage treten. Nach den Hypothesen des Verfassers hingegen beruht das Härterwerden der sich kontrahierenden Muskeln auf einem anderen, innerhalb der Muskelfasern sich abspielenden, molekularen Vorgange, als die am Dynamographen zu Tage tretende Muskelspannung; es beruht auf einer „lateral tension“, welche der auf den Dynamographen wirkenden Spannung der Muskelfasern vorhergehen und dieselbe überdauern kann, welche anwachsen kann, während letztere Spannung bereits im Absinken begriffen ist u. s. w. Auch die schon oben erwähnte Thatsache, daß das Verhältnis des lateralen zu dem longitudinalen Effekt bei direkter elektrischer Reizung des Muskels gröfser ist, als bei willkürlicher Erregung desselben, ist dem Verfasser ein Beweis für die gegenseitige Unabhängigkeit der beiden in den erregten Muskelfasern sich abspielenden Vorgänge, deren einer sich in dem Härterwerden und deren anderer sich in der am Dynamographen zu beobachtenden Spannungszunahme des Muskels äußere.

Wir bezweifeln, daß die Resultate, welche Verfasser bei seiner Vergleichung der lateralen und longitudinalen Effekte erhalten hat, dazu berechtigen, ohne weiteres zu so befremdlichen und weitgehenden Hypothesen zu greifen, wie Verfasser nach dem soeben Angedeuteten aufgestellt hat. Die Mitteilungen des Verfassers über seine bag-Methode sind leider so dürftig, daß es zur Zeit unmöglich ist, sich ein ganz klares und sicheres Bild dieser Methode zu machen und die betreffenden Versuche des Verfassers in genau derselben Weise zu wiederholen und die Fehlerquellen des Verfahrens genau abzuschätzen. Auf jeden Fall aber sind die in Betracht kommenden Verhältnisse sehr kompliziert, so daß zur Zeit jede mit Sicherheit vorgetragene Deutung der Einzelheiten der mittelst dieser Methode erhaltenen Resultate (natürlich auch die oben erwähnte eigene Deutung des Verfassers) verfrüht erscheint. Wir wollen dies an ein paar Beispielen näher zeigen.

Wie erwähnt, erblickt Verfasser in der von ihm gefundenen Thatsache, daß der laterale Effekt im Verhältnisse zu dem longitudinalen Effekte bei direkter elektrischer Reizung des Muskels gröfser ist, als bei willkürlicher Erregung desselben, eine Bestätigung der weitgehenden Hypothesen, welche er betreffs der bei eintretender Erregung im Muskel sich abspielenden Vorgänge entwickelt. Dem gegenüber könnte nun jemand geltend machen, daß, wie oben bemerkt, die beobachteten

¹ Als richtig reproduziert wird dieselbe z. B. in *Grünhagens Lehrbuch der Physiologie*. 1886, 2, S. 53.

lateralen Effekte wahrscheinlich vom Blutgehalte der Muskeln nicht unabhängig gewesen seien, und die (etwa durch Versuche an dem vom Kreislaufe ausgeschlossenen Muskel zu entscheidende) Frage aufwerfen, ob jene vom Verfasser gefundene Thatsache ihren Grund nicht einfach darin habe, daß bei direkter elektrischer Reizung eines Muskels der Blutgehalt desselben mehr erhöht werde, als bei einer willkürlichen Muskeleerregung, welche den gleichen longitudinalen Effekt habe. Bekanntlich hat TIEGEL gefunden, daß bei fortgesetzter direkter Reizung des bluthaltigen kurarisierten Muskels die Wallung des Blutes nicht selten sogar bis zur Bildung von Extravasaten geht. Ähnliches fand REMAK, der von einer wirklichen „Aufblähung“ redet, welche die Muskeln des Menschen unter dem Einflusse des elektrischen Stromes zuweilen erführen.

Ferner bemerkt Verfasser selbst gelegentlich (S. 194), daß die geringere Wirkung, welche die direkte oder indirekte elektrische Reizung eines Muskels in Vergleich zur willkürlichen Erregung desselben am Dynamographen erzielt habe, unzweifelhaft ihren Grund zum Teil darin gehabt habe, daß durch den elektrischen Reiz ebenso wie die Flexoren auch die antagonistischen Extensoren in Thätigkeit versetzt worden seien. In Hinblick auf diese Bemerkung des Verfassers erhebt sich betreffs der Thatsache, daß die lateralen Effekte in Vergleich zu den longitudinalen bei der elektrischen Reizung größer ausfielen, als bei der willkürlichen Muskeleerregung, auch noch die zweite Frage, ob diese Thatsache ihren Grund nicht auch darin haben können, daß die antagonistischen Extensoren, deren Thätigkeit einerseits den lateralen Effekt vergrößern und andererseits den longitudinalen Effekt verringern mußte, bei der elektrischen Reizung in stärkere Thätigkeit gerieten, als bei der willkürlichen Erregung. Nach den Untersuchungen, welche DEMÉNY und BEEVOR über das Verhalten der Antagonisten bei den willkürlichen Bewegungen angestellt haben (vergl. diese Zeitschrift, Bd. 2, S. 412 ff., Bd. 3, S. 235), ist anzunehmen, daß, wenn durch willkürliche Erregung gewisser Beugemuskeln auf einen Dynamographen gewirkt wird, alsdann die antagonistischen Extensoren in keine merkbare Miterregung versetzt werden.

Mit der Behauptung, daß die Zunahme der Nachdauer des lateralen Effekts ein Zeichen zentraler Ermüdung sei, verbindet Verfasser (S. 214) die andere Behauptung, daß hingegen eine Zunahme des Größenverhältnisses, in welchem der laterale zu dem longitudinalen Effekt stehe, auf peripherische Ermüdung bezogen werden müsse. Als Beweis für letztere Behauptung führt er an, daß er auch am ausgeschnittenen Froschgastrocnemius gefunden habe, daß das Größenverhältnis des lateralen zu dem longitudinalen Effekte bei fortschreitender Ermüdung zunehme. Hierzu könnte jemand folgendes bemerken.

Wenn ein aufgehängter Muskel bei einer Reihe mit kurzen Intervallen aufeinanderfolgender Erregungen durch Verbindung seines unteren Endes mit einem annähernd oder völlig unbeweglichen Körper oder durch Überlastung während der jedesmaligen ganzen Erregungsdauer, bezw. während eines Teiles derselben an der Verkürzung ver-

hindert ist, so vergrößert sich nicht selten im Verlaufe der Versuchsreihe seine Ruhelänge, indem bei jeder Erregung die sehnigen Fortsetzungen der Muskelfasern eine Dehnung erfahren, die während des Reizintervalles nicht völlig rückgängig wird, und indem zugleich etwaige Krümmungen einzelner Fasern, die anfangs vorhanden sind, im Verlaufe der Versuchsreihe immer mehr schwinden¹. Diese allmähliche Vergrößerung der Ruhelänge eines Muskels bei einer Reihe aufeinanderfolgender Erregungen ist von verschiedenen Forschern beobachtet worden². Dieselbe muß — mag ihre Ursache sein, welche sie wolle — bei Versuchen, bei denen einerseits der laterale Effekt und andererseits der an einem Dynamographen zu Tage tretende longitudinale Effekt jeder Muskel-erregung beobachtet wird, notwendig zur Folge haben, daß der longitudinale Effekt schwächer, hingegen der laterale Effekt stärker ausfällt, als der Fall sein würde, wenn die Ruhelänge des Muskels unverändert bliebe. Denn je größer die Ruhelänge des Muskels wird, bei desto höherem Kontraktionsgrade kommen die Muskelfasern überhaupt erst zur Wirkung auf den Dynamographen. Es macht sich also die im Verlaufe der Versuchsreihe eintretende Zunahme der Ruhelänge des Muskels dahin geltend, daß das Verhältnis des lateralen zu dem longitudinalen Effekte im Verlaufe der Versuchsreihe zunimmt — ganz wie es Verfasser bei seinen Versuchen am Froschgastrocnemius gefunden hat. Und es fragt sich mithin, ob das angeführte Ergebnis dieser Versuche nicht einfach in den oben angedeuteten, rein mechanischen, Vorgängen, welche zu einer Zunahme der Ruhelänge des Muskels führen, seinen Grund habe.

Das Vorstehende mag genügen, um zu zeigen, wie vieldeutig die Versuchsergebnisse, welche Verfasser betreffs der lateralen Effekte und ihres Verhältnisses zu den longitudinalen Effekten erhalten hat, zur Zeit noch erscheinen müssen, und wie sehr man dann, wenn man nach Art des Verfassers aus diesen Resultaten auf ungeahnte, wichtige Verhaltensweisen der in den erregten motorischen Zentren und in den Muskelfasern sich abspielenden Vorgänge schließt, Gefahr läuft, Dingen eine groß-

¹ Es ist leicht denkbar, daß diese Reckung und bessere Orientierung der Fasern gerade in Muskeln von so kompliziertem Bau, wie ihn der Froschgastrocnemius besitzt, eine größere Rolle spiele.

² Man vergleiche z. B. VOLKMAN in *Joh. Müllers Archiv*, 1858, S. 242, Versuchsreihe VI.; HERMANN in *Pflügers Archiv*, 4, 1871, S. 197; LEBER in der *Zeitschrift für rat. Med.*, 18, 1863, S. 276 ff.; HEIDENHAIN, *Mechanische Leistung, Wärmeentwicklung und Stoffumsatz bei der Muskelthätigkeit*, S. 93 ff., 133. Hierher gehört auch eine von KRONECKER (*Leipz. Ber.*, 1871, S. 716, 739 ff., 759) mitgeteilte Beobachtung. Man lasse den Muskel zunächst durch ein verhältnismäßig beträchtliches Gewicht dehnen und Sorge durch eine Unterstützungsschraube dafür, daß derselbe bei den hervorgerufenen Zuckungen durch das fallende Gewicht keine Überdehnung über die soeben mittelst des Gewichtes hergestellte Dehnungsgröße hinaus erfahre. Läßt man hierauf den Muskel eine größere Anzahl von Zuckungen ausführen und entfernt nach Ausführung derselben die Unterstützungsschraube, so zeigt sich jetzt die Ruhelänge des Muskels größer, als vor Eintritt der Zuckungen. Natürlich werden die Verhältnisse komplizierter, wenn diejenigen Vorgänge, welche dem Verkürzungsrückstande zu Grunde liegen, in erheblichem Grade mitwirken.

artige Bedeutung zu geben, welche im Grunde ziemlich trivialen Ursprunges sind.

4) Verfasser (S. 181 ff., 218 ff.) hat früher an isolierten Froschmuskeln Versuche angestellt, welche zeigen, daß eine lange Zeit hindurch gereizter motorischer Nerv zu einer Zeit, wo er selbst keineswegs erschöpft ist und auch der Muskel noch direkt erregbar ist, nicht mehr die Fähigkeit besitzt, durch seine Erregung auf den Muskel zu wirken. Verfasser deutet dieses Verhalten dahin, daß die motorische Endplatte das schwache Glied in der neuromuskulären Kette sei und durch frühzeitige Erschöpfung die Einwirkung des noch erregbaren Nerven auf den noch erregbaren Muskel verhindere. Er hat nun neuerdings auch noch Versuche an Muskeln des lebenden Menschen angestellt, um diese größere Ermüdbarkeit der motorischen Endplatte zu erweisen, erkennt aber selbst die Kompliziertheit der Verhältnisse an, welche es unmöglich macht, die Resultate dieser am lebenden Menschenmuskel angestellten Versuche als ganz beweiskräftig anzusehen.

5. Bekanntlich haben DONDERS und VAN MANSVELT gefunden, daß, wenn der Vorderarm bei horizontaler Stellung infolge willkürlicher Innervation der betreffenden Beugemuskeln einer Last das Gleichgewicht hält, er alsdann bei plötzlicher Befreiung von dieser Last oder einem Teile derselben (durch Durchschneidung des die Last mit dem Handgelenke verbindenden Fadens u. dergl.) höher emporschnellt, wenn er ermüdet ist, als dann, wenn er sich im unermüdeten Zustande befindet. Das gleiche Resultat haben auch MOSSOS Versuche mit dem Ponographen, über welche in Bd. 1 dieser Zeitschrift, S. 189 ff., berichtet worden ist, ergeben. Referent hat an letzterem Orte darauf hingewiesen, daß sich jenes Verhalten ganz einfach erkläre, wenn man bedenke, daß die Ermüdung eines Muskels nachgewiesenermaßen die Folge hat, den Erregungsprozessen, welche in ihm erweckt werden, eine längere Dauer zu geben. Verfasser (S. 219 ff.) vermutet gleichfalls, daß jenes Verhalten auf eine längere Andauer der Erregungen in den ermüdeten Muskeln zurückzuführen sei, ist aber geneigt, diese längere Andauer der Erregungen zu einem Teile durch die Annahme zu erklären, daß die Erregung der motorischen Zentren im Falle der Ermüdung länger andauere.

Verfasser stützt diese Annahme auf Versuche, bei denen zunächst der eine Arm ermüdet wurde und hierauf versucht wurde, mit beiden Händen auf einen Doppeldynamographen gleichzeitig gleich stark und gleich lang zu wirken. Der ermüdete Arm ergab einen geringeren und langsamer schwindenden Ausschlag am Dynamographen als der unermüdete Arm¹. Verfasser erblickt in diesem Versuchsergebnisse einen Beweis für seine Annahme, daß die zentralen Impulse durch Ermüdung verlängert werden. Es ist absolut nicht einzusehen, weshalb dieses Versuchs-

¹ Vorversuche hatten gezeigt, daß bei normalem Zustande beider Arme die Willensbewegungen derselben gleichzeitig erfolgten mit einem mittleren Fehler, der nicht größer war als 0,02", und daß die Ermüdung des einen Armes keine merkbare Ermüdung des anderen Armes mit sich führte.

resultat nicht einfach daraus erklärt werden könne, daß der Muskel im ermüdeten Zustande infolge gewisser in den Muskelfasern eingetretener Veränderungen gleiche Reize direkter oder indirekter Art nachweislich mit einer zwar schwächeren, aber zugleich länger andauernden Erregung beantwortet als im frischen Zustande.

Verfasser wiederholte ferner die oben erwähnten Versuche von DONDERS und VAN MANSVELT in der Weise, daß er den Vorderarm nach Durchschneidung des die Last tragenden Fadens nicht frei emporsteigen, sondern auf einen Spannungszeiger wirken liefs. Es zeigte sich auffallenderweise, daß der plötzlich entlastete Arm im ermüdeten Zustande weder einen größeren noch einen länger andauernden Ausschlag am Spannungszeiger ergab als im frischen Zustande. Verfasser (S. 224) findet eine Erklärung des anscheinenden Widerspruches, in dem dieses Versuchsergebnis zu dem von DONDERS und VAN MANSVELT erhaltenen Resultate steht, darin, daß dem früher Gesehenen gemäß eine und dieselbe Spannung eines erregten (und einer Last das Gleichgewicht haltenden) Muskels bei vorhandener Ermüdung von einem größeren und länger nachdauernden lateralen Effekte der Muskelerrregung begleitet sei als bei frischem Zustande. Es sei völlig begreiflich (quite intelligible), daß diese dem Ermüdungszustande eigentümliche grössere Ausgiebigkeit und Nachdauer des lateralen Effektes zwar in dem Falle, wo der Muskel nach Befreiung von der Last sich frei verkürzen könne, mit einem größeren Umfange der Kontraktion verbunden sei, hingegen in dem Falle, wo der Muskel nach seiner Entlastung auf einen Spannungszeiger wirke, eine Zunahme des Umfanges und der Dauer der Spannungsänderung des Muskels nicht mit sich führe. Wir können hierin eine Erklärung nicht erblicken. Denn niemandem als dem Verfasser dürfte es völlig begreiflich erscheinen, daß eine Vergrößerung und zeitliche Verlängerung des lateralen Effektes zwar im Falle der aktuellen Kontraktion mit einer Zunahme des Kontraktionsumfanges verbunden sein müsse, hingegen im Falle der virtuellen Kontraktion von einer Zunahme des Umfanges oder der Dauer der Spannungsänderung des Muskels nicht begleitet sei. Auch widerspricht dasjenige, was Verfasser hier für völlig begreiflich erklärt, der Thatsache, daß, wie oben erwähnt, Verfasser selbst durch verschiedene Versuche (S. 210, 215 ff., 222) festgestellt hat, daß die durch Ermüdung bewirkte zeitliche Verlängerung des lateralen Effektes der willkürlichen Muskelerrregung im Falle der virtuellen Kontraktion mit einer, wenn auch nicht entsprechenden, Verlängerung des am Dynamographen erzielbaren longitudinalen Effektes verbunden ist.

6. Bekanntlich hat FICK gefunden, daß, wenn ein durch maximale Willensanstrengung erregter, auf einen Spannungszeiger wirkender Muskel noch von einem elektrischen Reize betroffen wird, alsdann der Spannungsgrad des Muskels keine Zunahme, sondern eine Abnahme erfährt. FICK sah diese Erscheinung als eine reflexartige Hemmungswirkung im Nervensystem an.¹ Verfasser (S. 224 ff.) macht nun geltend,

¹ Betreffs Mossos Untersuchungen dieser Erscheinung vergleiche man diese Zeitschrift, Bd. 1, S. 188.

dafs in manchen der von ihm beobachteten Fälle zwischen dem Beginne der elektrischen Reizung und der Abnahme des willkürlich unterhaltenen Spannungsgrades nur ein Zeitraum von der Gröfsenordnung des Latenzstadiums verstrichen sei, und dafs in diesen Fällen die beobachtete Spannungsabnahme vermutlich einfach dadurch zu stande gekommen sei, dafs die elektrische Reizung die antagonistischen Muskeln erregte. Auf diese Reizung der antagonistischen Muskeln sei es zurückzuführen, dafs gleichzeitig mit der durch die elektrische Reizung bewirkten Abnahme des longitudinalen Effektes eine Zunahme des lateralen Effektes der Muskeleirregung verbunden sei. In anderen Fällen, wo zwischen dem Beginne der elektrischen Reizung und der Abnahme der willkürlichen Muskelspannung ein bedeutend gröfserer Zeitraum (ca. $\frac{1}{10}$ Sekunden) verstrich, hat man nach des Verfassers Ansicht diese Spannungsabnahme als eine reflektorische Erscheinung aufzufassen. Nur sei kein Grund vorhanden, dieselbe im Sinne FICKS als eine Reflexerscheinung ganz besonderer Art (als eine reflexartige Erscheinung von Nervenhemmung) anzusehen, sondern es genüge, anzunehmen, dafs es sich um eine reflektorische Erregung der Antagonisten handle. Verfasser konnte dieses reflektorische Sinken der willkürlich unterhaltenen Spannung durch Reizung jeder beliebigen Körperstelle erzielen, wenn auch nicht mit der gleichen Sicherheit und Eleganz wie bei Reizung des betreffenden Gliedes selbst.

In noch anderen Fällen betrug die Zeit, die zwischen Beginn der elektrischen Reizung und Abnahme der Spannung verstrich, etwa $\frac{1}{20}$ Sekunde. Diese Zeit erscheint dem Verfasser einerseits zu kurz, als dafs die Spannungsabnahme in diesen Fällen auf reflektorischem Wege hätte zu stande kommen können, und andererseits zu lang, als dafs eine direkte Erregung der Antagonisten angenommen werden könnte. Für diese Fälle bleibt nach Ansicht des Verfassers nur die Erklärung übrig, dafs die beobachtete Spannungsabnahme darauf beruht habe, dafs die Antagonisten auf den Reiz (the direct extensile stimulus), den sie durch die Thätigkeit der von der elektrischen Reizung betroffenen Muskeln erfuhren, in gewissem Grade reagierten. Diese Erklärung setzt voraus, dafs die elektrische Reizung in den durch maximale Willensanstrengung gespannten Muskeln zunächst eine merkbare Erhöhung des Spannungs- und Kontraktionsgrades bewirkt habe; denn sonst war ja überhaupt kein direct extensile stimulus für die Antagonisten vorhanden. Von einer solchen der Spannungsabnahme vorhergehenden positiven Anfangswirkung der elektrischen Reizung hat aber FICK und anscheinend auch der Verfasser selbst nichts gesehen. Auch wird von manchen Physiologen, vor allem FICK (*Kompendium der Physiologie*, 4. Aufl., S. 24), auf Grund von Versuchen der Behauptung widersprochen, dafs eine blofse Dehnung des ruhenden Muskels erregend auf denselben zu wirken vermöge.

7. Verfasser stellte — neben einigen nicht zum Abschlufs gekommenen Versuchen über FECHNERS Parallelgesetz (S. 230) — endlich noch Versuche an, bei denen es sich darum handelte, nach dem Vorgange von BERNHARDT und FERRIER die Unterschiedsempfindlichkeit für willkürlich gehobene Gewichte mit der Unterscheidungsfähigkeit für Gewichte,

welche infolge elektrischer Reizung gehoben werden, zu vergleichen. Hierbei bediente er sich der Methode der eben merklichen Unterschiede, über die er, in der Meinung, auf bisher nicht genügend Beachtetes aufmerksam zu machen, einige Bemerkungen vorausschickt (S. 230 ff.), welche jedem auf diesem Gebiete Orientierten trivial erscheinen müssen und sich dadurch erklären, daß Verfasser von der die psychophysischen Methoden betreffenden Litteratur anscheinend nur FECHNERS Elemente der Psychophysik kennt. Bei den Versuchen zeigte sich, daß die Unterschiedsempfindlichkeit in dem Falle, wo die Gewichte willkürlich gehoben wurden, unvergleichlich größer war als in dem Falle, wo die Hebungen infolge elektrischer Reizung stattfanden. Da indessen die Unterschiedsempfindlichkeit im letzteren Falle sich sogar geringer zeigte als die Unterschiedsempfindlichkeit des bloßen Drucksinnes der Haut und mithin die sensorischen Nebenwirkungen der elektrischen Reizung notwendig irgendwie störend auf die Gewichtsvergleichung eingewirkt haben mußten, so legt Verfasser selbst diesen Versuchsergebnissen keine positive Beweiskraft bei. Es ist ja auch klar, daß man vom Standpunkte der Ansicht aus, nach welcher die Vergleichung willkürlich gehobener Gewichte auf peripherischen Eindrücken beruht, im Falle elektrischer Bewirkung der Gewichtshebungen nur dann die gleiche Schärfe der Unterscheidungsfähigkeit zu erwarten hätte wie im Falle willkürlichen Zustandekommens der Hebungen, wenn man erstens sicher wüßte, daß die elektrische Reizung nicht auch die zu den betreffenden Muskeln, Sehnen, Gelenken u. s. w. gehenden sensorischen Nerven betrifft, und zweitens auch noch überzeugt sein könnte, daß der Umfang und zeitliche Verlauf der auf elektrischem Wege ausgelösten Gewichtshebungen derselbe ist wie derjenige der willkürlichen Hebungen. Letzterer Punkt ist vom Verfasser nicht berücksichtigt worden.

8. Nachdem der Leser im vorstehenden mit allen Versuchsergebnissen des Verfassers getreulich bekannt gemacht worden ist und zugleich auch den Grad der Sicherheit, den die vom Verfasser an diese Resultate angeknüpften Schlüsse besitzen, einigermaßen kennen gelernt hat, ist er im stande, sich ein Urteil darüber zu bilden, ob in der That der Verfasser den Klinikern und Psychologen durch seine Abhandlung in bahnbrechender Weise gezeigt habe, wie man bei Untersuchung des Muskelsinnes die Sache angreifen und durchführen müsse, um zu wirklich zuverlässigen Anschauungen zu gelangen. Wie oben erwähnt, stellt es Verfasser in dem Hauptparagraphen (S. 187 ff.), der von der Art der Fragestellung handelt, als seine Aufgabe hin, die Stätte zu ermitteln, wo die den Ermüdungsempfindungen zu Grunde liegenden Nervenirritationen ausgelöst werden, um hierdurch zugleich auch den Ort festzustellen, wo die den normalen Empfindungen des Muskelsinnes korrespondierenden Nervenprozesse entstehen. Von den Ermüdungsempfindungen ist aber bei den experimentellen Untersuchungen des Verfassers überhaupt nicht die Rede! Der Gegenstand, um den es sich thatsächlich bei den Versuchen des Verfassers handelt, ist das Zustandekommen der objektiven Ermüdungserscheinungen bei den Willensbewegungen, d. h. die Frage, ob die Veränderungen, welche die will-

kürlichen Bewegungen hinsichtlich ihres Umfanges und zeitlichen Verlaufes durch die Ermüdung erfahren, vorwiegend auf zentralen oder peripherischen Vorgängen beruhen. Wie oben gesehen, entscheidet sich Verfasser auf Grund unstichhaltiger Beweise für die Annahme eines überwiegend zentralen Ursprunges der objektiven Ermüdungserscheinungen. Auf Grund dieser Entscheidung schließt er dann, daß auch die subjektiven Ermüdungserscheinungen, d. h. die Ermüdungsempfindungen, vorwiegend zentralen Ursprunges seien. Dieser Schluß ist nicht zu billigen. Denn angenommen, es beruhen wirklich die objektiven Ermüdungserscheinungen vorwiegend auf zentralen Vorgängen, so würde daraus noch keineswegs folgen, daß es sich mit der Verursachung der Ermüdungsempfindungen in entsprechender Weise verhalte. Es würde z. B. die Möglichkeit nicht ausgeschlossen sein, daß die Ermüdungsempfindungen im wesentlichen dadurch entstünden, daß die bei der Ermüdung in den Muskeln stattfindende Ansammlung von Zersetzungsprodukten erregend auf die in den Muskeln endigenden sensorischen Nervenfasern wirke. Aus der (angeblichen) vorwiegend zentralen Verursachung der Ermüdungsempfindungen endlich schließt Verfasser auf eine gleiche Entstehungsweise der normalen Empfindungen des Muskelsinnes. Auch dieser Schluß ist uns ganz unbegreiflich. Warum in aller Welt sollen die Ermüdungsempfindungen nicht auf den Erregungen anderer Nerven-elemente beruhen können als die normalen Empfindungen des Muskelsinnes? Warum soll z. B. von vornherein die Annahme ausgeschlossen sein, daß die ersteren Empfindungen wesentlich auf der Erregung in den Muskeln endigender sensorischer Nervenfasern beruhen, während die letzteren Empfindungen durch die Erregung der in anderen Teilen, z. B. den Gelenken, endigenden sensorischen Nervenfasern zu stande kämen? Man könnte sogar geltend machen, daß es wenig wahrscheinlich sei, daß die Ermüdungsempfindungen auf Erregungen derselben Nerven-elemente beruhen wie die normalen Empfindungen des Muskelsinnes. Denn alsdann müßten bei eingetretener Ermüdung die den letzteren Empfindungen entsprechenden Nerven-erregungen durch die den Ermüdungsempfindungen zu Grunde liegenden Nervenvorgänge mehr oder weniger verdrängt oder verdeckt werden, und alle Funktionen, welche auf dem richtigen Zustandekommen der normalen Empfindungen des Muskelsinnes beruhen, z. B. die Vergleichung gehobener Gewichte, müßten bei vorhandener Ermüdung stark beeinträchtigt sein, was thatsächlich, wie Verfasser selbst sich überzeugt hat, nicht der Fall ist.

Thatsächlich steht also die Sache folgendermaßen. Verfasser schließt auf die Entstehungsweise der normalen Empfindungen des Muskelsinnes ohne Berechtigung aus der Entstehungsweise der Ermüdungsempfindungen. Auf letztere schließt er ohne Berechtigung aus der Entstehungsweise der objektiven Ermüdungserscheinungen, denen er ohne stichhaltige Beweisgründe einen vorwiegend zentralen Ursprung zuschreibt. Hierbei hält es Verfasser nicht für der Mühe wert, sich darüber Rechenschaft zu geben, inwieweit nun eigentlich die Resultate der Selbstbeobachtung zu seiner Behauptung stimmen, daß die Ermüdungs-

empfindungen vorwiegend zentralen Ursprunges seien, welcher Behauptung, beiläufig bemerkt, die Aussagen von Mosso (*Die Ermüdung*, S. 99) und WARREN P. LOMBARD (*Journal of physiology*, February 1892, S. 7) direkt widersprechen, daß, soweit man auf Grund der Selbstbeobachtung urteilen könne, es leicht sei, die Stärke der Willensimpulse bis zur Erschöpfung des willkürlichen Leistungsvermögens konstant zu erhalten. Der soeben rekapitulierte, mehr als hypothetische Beweisgang des Verfassers wird dann noch, wie im Verlaufe dieser Besprechung hinlänglich gezeigt worden ist, mit einer Schar teilweise recht befremdlicher Vermutungen garniert, die an einzelne Versuchsergebnisse angeknüpft werden. Endlich vermögen die der Abhandlung beigefügte, jeder Ordnung entbehrende Übersicht über die den Muskelsinn betreffende Litteratur, eine kurze Bezugnahme auf die Ausführungen von W. JAMES und das absprechende Urteil, welches Verfasser über die den Muskelsinn betreffenden Arbeiten der Kliniker und Psychologen fällt, keinen unterrichteten Leser darüber zu täuschen, daß Verfasser von eben diesen, von ihm verurteilten, Arbeiten thatsächlich nur sehr dürftig Einsicht genommen hat. Denn sonst würde er z. B. Bemerkungen, wie die folgende (S. 242): We estimate weight and difference of weight chiefly by means of trial efforts by which we ascertain how much our muscles must be contracted in order to lift the weights, nicht so ohne Weiteres gemacht haben. Kurz, uns scheint, daß Verfasser mit seiner „objektiven Studie“ gezeigt habe, wie man entschieden nicht zu verfahren hat, um zu zuverlässigen Resultaten betreffs des Muskelsinnes zu gelangen.

G. E. MÜLLER (Göttingen).

BROWN-SÉQUARD. Sur les influences exercées par les muscles sur les nerfs sensitifs qui sont à leur intérieur ou dans leur voisinage immédiat. *Arch. de Physiol.*, 5. Sér., 4. T., S. 174 ff.

Verfasser führt eine Reihe von Fällen an, in denen Schmerzen, welche innerhalb im erregten Zustande befindlicher Muskeln vorhanden sind, durch Dehnung dieser Muskeln erhöht werden. Da nun die Aktionsströme der Muskeln durch Dehnung der letzteren gesteigert werden, so schließt Verfasser, daß die Muskelschmerzen vielfach dadurch entstünden, daß die Aktionsströme der Muskelfasern erregend auf die in nächster Nähe befindlichen sensorischen Nervenfasern wirken. Auch bei den Erscheinungen des Muskelsinnes soll diese sensorische Wirksamkeit der Aktionsströme der Muskelfasern eine sehr große Rolle spielen.

G. E. MÜLLER (Göttingen).

A. MARTY. Über Sprachreflex, Nativismus und absichtliche Sprachbildung. 10 Artikel. *Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Philosophie*, von R. AVENARIUS. (Art. 1. Bd. VIII, S. 456—478. Art. 2. Bd. X, S. 69 bis 105. Art. 3. *ibid.*, S. 346—364. Art. 4. Bd. XIII, S. 195—220. Art. 5. *ibid.*, S. 304—344. Art. 6. Bd. XIV, S. 55—84. Art. 7. *ibid.*, S. 443—484. Art. 8. Bd. XV, S. 251—284. Art. 9. *ibid.*, S. 445—467. Art. 10. Bd. XVI, S. 104—122.) (Selbstanzeige.)