Über die graphische Darstellung von Bewegungsvorgängen, insbesondere des Patellarreflexes.

Von

J. Pfahl (Bonn).

(Aus der inneren Abteilung des Krankenhauses der Barmherzigen Brüder
in Bonn [Direktor Prof. Dr. Rumpf].)

Mit 18 Textfiguren.

(Eingegangen am 6. Mai 1910.)

In meiner Arbeit „Beiträge zur Physiologie der Sehnenreflexe“¹⁾ habe ich schon kurz auf die Bedeutung der sekundär auftretenden reflektorischen Muskelanspannungen für die Anfertigung und Deutung graphischer Aufzeichnungen der Sehnenreflexe hingewiesen. Ich habe dort betont, daß bei der Prüfung des Patellarreflexes im Sitzen die auf die Streckbewegung folgende Beugung nicht rein passiv durch die Schwere bedingt ist, sondern daß dabei, wenn nicht in allen Fällen, so doch in den meisten, auch eine reflektorisch auftretende Contraction der Beugemuskeln mitwirkt. Wollen wir nun den ganzen Vorgang der Streckung und Beugung graphisch darstellen, so müssen wir dies auch unter denselben physikalischen Bedingungen tun, d. h. wir müssen zu unserm Zweck den zu Untersuchenden in Seitenlage bringen und dürfen ihn nicht im Sitzen untersuchen. Tun wir das letztere, so wirkt bei der Aufwärtsbewegung des Unterschenkels (Streckung) das Gewicht des Beines verlangsamernd, bei der Abwärtsbewegung (Beugung) beschleunigend ein.

Schon diese Tatsache allein genügt, die Forderung aufzustellen, daß wir die graphische Untersuchung des Patellarreflexes in der Seitenlage vornehmen. Diese Forderung ergibt sich aber weiter auch noch aus folgendem: Es treten bei der Prüfung im Sitzen im Anschlusse an die erste Bewegung noch öfters einige Nachbewegungen auf, die als Pendelbewegungen aufgefaßt werden können und nach ihrer ganzen Art und insbesondere nach dem Verhalten der Kurve in vielen Fällen offenbar auch Pendelbewegungen sind, jedenfalls sich von nachfolgenden reflektorischen Bewegungen nicht scharf trennen lassen.

Die Bedeutung der Pendelbewegungen für die Deutung der graphischen Aufzeichnungen des Patellarreflexes hat Sommer²⁾, der sich in

¹⁾ Diese Zeitschr. Orig. I, 350. 1910.

²⁾ R. Sommer, Lehrbuch der psychopathologischen Untersuchungsmethoden. Berlin und Wien 1899.

Deutschland wohl am meisten mit diesen Untersuchungen beschäftigt hat, sehr wohl erkannt, und, bevor er an die Untersuchungen beim Lebenden herangetreten ist, Pendelbewegungen des Unterschenkels einer Leiche, den er erhob und dann fallen ließ, aufgeschrieben. Dasselbe hat Weiler¹⁾ getan, der neuerdings eine sehr beachtenswerte Arbeit über dieses Thema geschrieben hat.

Dieselben Momente, die bei der Leiche die Pendelbewegungen bewirken, also die Schwerkraft und das Beharrungsvermögen, wirken aber auch beim Lebenden mit ein und müssen demgemäß auch in der Kurve zum Ausdruck kommen. Selbstverständlich geschieht dies, da auch noch andere Momente mitwirken, nicht in der Form reiner Pendelbewegungen; auch das ist von Sommer gewürdigt worden. Er will nun durch einen Vergleich der beim Lebenden gewonnenen Kurven mit den einfachen mechanischen Pendelkurven der Leiche die Kräfte studieren, welche diese Pendelbewegungen modifizieren (vgl. Sommer-Lehrbuch der psychopathologischen Untersuchungsmethoden S. 24ff.). Das ist meines Erachtens aber mindestens schwierig, wenn nicht unmöglich. Auf jeden Fall ist dabei dem subjektiven Ermessen des Untersuchenden sehr viel Spielraum gelassen; und selbst angenommen, es sei dies möglich, so machen wir uns doch dadurch nur unnütze Arbeit: Wenn wir eine Bewegung graphisch zum Ausdruck bringen wollen, dann tun wir dies doch nicht in der Weise, daß wir ihren Einfluß auf eine andere Bewegung studieren, sondern wir schreiben sie, wenn überhaupt möglich, direkt auf.

Also auch aus diesen Erwägungen heraus ergibt sich die Forderung, die graphische Aufzeichnung des Patellarreflexes in der Seitenlage vorzunehmen.

Das könnte nun eventuell auch mit dem von Sommer angegebenen Apparat in der Weise geschehen, daß man den zu Untersuchenden in Seitenlage bringt und den mittels der Manschette an den Unterschenkel befestigten Teil der Schnur, der sich jetzt von diesem bis zur Rolle in schräger Richtung von unten nach oben und umgekehrt bewegt, in horizontaler Richtung verlaufen ließe. Dagegen wäre an und für sich nichts einzuwenden. Ich habe aber gegen den Sommerschen Apparat noch das folgende, meiner Ansicht nach sehr gewichtige Bedenken: Sommer bringt am unteren Ende der am Unterschenkel befestigten und über die Rolle laufenden Schnur eine Schale an, die er mit Gewichten belastet, um, wie er sich ausdrückt, den Unterschenkel zu äquilibrieren. Woraus er schließt, daß dies geschehen ist, ist mir nicht verständlich. Das Gewicht des Unterschenkels läßt sich weder durch Wägen noch durch Messen genau bestimmen. Ich halte es auch für aus-

¹⁾ Karl Weiler, Untersuchung des Kniesehnenreflexes beim Menschen. Zeitschr. f. d. g. Neurol. u. Psych., 1, Heft 1.

geschlossen, durch einfaches Ausprobieren den Unterschenkel zu äquilibrieren, da wir durch Anbringung des Contregewichtes sicher in vielen Fällen den Pat. veranlassen werden, seine Muskulatur, insbesondere die Beugemuskeln, anzuspannen. Jedenfalls können wir dann solche Muskelspannungen nicht ausschließen, während wir doch sonst bei der Prüfung der Reflexe bestrebt sind, den Untersuchten zu veranlassen, seine Muskeln möglichst zu entspannen.

Daß derartige Umstände bei den Versuchen von Sommer in der Tat mitgewirkt haben, scheint mir aber auch aus der Tatsache hervorzugehen, daß die Gewichte, die er zum Äquilibrieren gebraucht hat, zwischen 200 und 1300 g schwanken. Diese großen Unterschiede lassen sich nicht lediglich durch die verschiedenen Gewichtsverhältnisse der betreffenden Unterschenkel erklären, die unmöglich relativ so verschieden gewesen sein können, wie es die angebrachten Gewichte waren.

Als höchstes Gewicht zur Äquilibration hat Sommer 1300 g benutzt. Ob dazu noch das Gewicht der Schale kommt, kann ich nicht mit Bestimmtheit aus den Versuchen ersehen. Angenommen aber, es sei insgesamt nur ein Gewicht von 1300 g angebracht worden, so ergibt eine einfache Überlegung, daß dadurch die reflektorische Aufwärtsbewegung des Unterschenkels erheblich beschleunigt, die Abwärtsbewegung dagegen verlangsamt werden muß.

Daß es sich hier nicht bloß um theoretische Bedenken handelt, geht aus folgendem von mir angestelltem Versuche hervor. Ich prüfte

Fig. 1.

(mittels eines Apparates, den ich mir selbst konstruiert hatte) im Sitzen den Patellarreflex bei einem Patienten, dessen linker Unterschenkel in der Mitte amputiert, also bedeutend leichter war, als der rechte und bei dem dazu die Hebelverhältnisse durch die Verkürzung des Hebelarmes der Last bedeutend günstiger waren. In Fig. 1 ist unter *a* die Kurve des Patellarreflexes des normalen Beines, unter *b* die Kurve des Stumpfes

wiedergegeben. Ein Vergleich dieser beiden Kurven miteinander ergibt folgendes:

Die Geschwindigkeit, mit der der Stumpf gehoben wurde, war gesteigert. Der ansteigende Teil der Kurve war dementsprechend sehr steil, fast senkrecht, infolge der sehr früh eintretenden resp. kräftigen sekundären Anspannung der Beugemuskeln aber kaum höher, als bei einem normalen Unterschenkel. Die Beugebewegung erfolgte wiederum schnell, so daß die Abszisse beträchtlich kürzer war, als bei der Reflexkurve des normalen Unterschenkels und rief ihrerseits wiederum eine

reflektorische Streckbewegung hervor. Derselbe Vorgang wiederholte sich dann noch einige Male in abgeschwächter Form, so daß wir eine klonische Bewegung des Stumpfes und eine mehrzackige Kurve mit kurzen Abszissen erhalten.

Daß es sich dabei nicht etwa um Pendelbewegungen handelt, geht vor allem daraus hervor, daß die untersten Punkte der Kurve meist höher als der Ausgangspunkt, vielfach sogar beträchtlich höher als dieser liegen. Übrigens war dies auch ohne graphische Aufzeichnung deutlich zu sehen. Ein Vergleich mit der Kurve des normalen Unterschenkels ergibt vor allem, daß die bei diesem zum Ablauf einer einmaligen Auf- und Abwärtsbewegung notwendige Zeit mindestens doppelt so groß ist, als bei dem amputierten Unterschenkel, was übrigens gar nicht anders zu erwarten war.

Die bei dem vorstehenden Versuche geschilderten physikalischen Verhältnisse kommen bei der Anwendung eines Äquilibrierungsgewichtes allerdings nur für die Aufwärtsbewegung des Unterschenkels in Betracht. Zweifellos wird diese dadurch erheblich beschleunigt. Umgekehrt muß die Abwärtsbewegung dadurch gehindert werden, wobei erschwerend noch der Umstand ins Gewicht fällt, daß das angebrachte Gewicht, ebenso wie der Unterschenkel, vorher schon eine gewisse Geschwindigkeit im entgegengesetzten Sinne erlangt hat. Eine Entstellung der Kurven durch diese Momente kann nach meiner Ansicht gar nicht ausbleiben und ich habe, wenigstens bei vielen der von Sommer veröffentlichten Kurven den Eindruck, als ob diese Entstellung deutlich ersichtlich wäre, namentlich bei den Kurven, bei denen größere Gewichte (1200—1300 g) angehängt worden sind (siehe S. 46). Hier ist der Anstieg auffallend steil, der Abfall weniger steil, also langsamer von staten gegangen.

Ich halte es danach aus allen den angeführten Gründen für richtig, in der Zukunft in der Seitenlage zu untersuchen. Dabei wird auch offenbar der Muskelapparat möglichst entspannt. Die von Sommer gewünschte Äquilibrierung ergibt sich dabei von selbst.

Hier möchte ich noch kurz auf einen von Pandy angegebenen Apparat eingehen, mit welchem der Genannte versucht hat, die Kraft des Patellarreflexes zu prüfen. Auch dieser Apparat ist, das möchte ich gleich von vornherein betonen, meiner Ansicht nach verkehrt konstruiert. Pandy befestigte um den Unterschenkel des auf einem hohen Stuhl sitzenden Patienten eine Schnur und an die letztere einen Schlitten, den er mit Gewichten belastete. Der Schlitten wurde dann durch die reflektorische Streckbewegung vorwärts gezogen. Auf diese Weise will Pandy die Kraft des normalen Patellarreflexes zu etwa 10 kg bestimmt haben. Dabei hat er aber meiner Ansicht nach eine ganze Reihe höchst wichtiger Punkte außer acht gelassen:

1. Außer dem Schlitten muß doch auch das Gewicht des Beines bewegt werden; dieses läßt sich aber, wie schon oben bemerkt, nicht genau bestimmen.

2. Die Widerstände, die durch die Reibung des Schlittens auf dem Boden entstehen, lassen sich nicht feststellen.

3. Während der Schlitten sich in horizontaler Richtung fortbewegt, wechselt die Zugrichtung der Leine in jedem Augenblick, da ja der Punkt des Unterschenkels, an dem sie befestigt ist, den Teil eines Kreisbogens beschreibt. Es geht dadurch ein Teil der Kraft verloren.

4. Ziehen sich zuweilen gleichzeitig mit der Streckmuskulatur die Beugemuskeln zusammen, wodurch die Kraft der ersteren erheblich abgeschwächt wird.

5. Das Resultat der Aufwärtsbewegung wird weiterhin durch die nachfolgende sekundäre reflektorische Anspannung der Beugemuskeln erheblich beeinträchtigt.

6. Die Stärke der Innervation wird unter verschiedenen Umständen und zu verschiedenen Zeiten auch bei demselben Menschen äußerst verschieden sein.

Diese und noch mehr Gründe ließen sich mehr oder weniger auch gegen andere Apparate anführen, die nach Art der Dynamometer zu dem Zwecke konstruiert worden sind, die Kraft der Sehnenreflexe zahlenmäßig zum Ausdruck zu bringen. Macht man sich die in Betracht kommenden mechanischen Verhältnisse ordentlich klar, so muß ohne weiteres einleuchten, daß dies überhaupt unmöglich ist. Bei unseren Gliedmaßen resp. einzelnen Abschnitten derselben handelt es sich im allgemeinen um ein- oder zweiarmige Hebel, die durch die Kraft eines oder mehrerer Muskeln in Bewegung gesetzt werden. Die Geschwindigkeit, mit der diese Bewegungen erfolgen, ist abhängig

1. von der auf den Hebel wirkenden Kraft,
2. von dem Verhältnisse des Hebelarmes der Kraft zu dem der Last,
3. von der Richtung, in der die Kraft auf den Hebel einwirkt,
4. von der Belastung der einzelnen Hebelarme,
5. von den mechanischen Widerständen in den Gelenken usw.
6. von den funktionellen Hemmungen, die sich im Laufe der Bewegung einstellen. Kein einziges der genannten Momente, zu denen vielleicht noch andere hinzutreten, läßt sich aber zahlenmäßig genau zum Ausdruck bringen.

Wohl sind wir in der Lage, mittels der graphischen Methode gewisse Bewegungen aufzuschreiben und so die Schnelligkeit, mit der ein bestimmter Punkt des Gliedes sich bewegt (jeder Punkt der Längsachse bewegt sich bei einer gegebenen Bewegung ja verschieden schnell) zu bestimmen, oder vielmehr die Zeit zu bestimmen, in der der ganze Vorgang abläuft. Wollten wir nun daraus einen Rückschluß auf die

Kraft, die eingewirkt hat, ziehen, so müßten wir die sämtlichen übrigen oben angegebenen Momente genau bestimmen können. Das ist aber, wie gesagt, nicht möglich.

Ebensowenig können wir mittels eines dynamometerartigen Instrumentes die Kraft der Reflexe bestimmen. Wir können auf diese Weise allenfalls feststellen, welche Wirkung ein Punkt des reflektorisch bewegten Gliedes im einzelnen Falle auf das Instrument ausübt. Wir sind aber daraus noch lange nicht berechtigt, hieraus einen Rückschluß auf die wirkliche im gegebenen Momente zur Anwendung kommende Kraft zu ziehen. Ein Teil dieser Kraft wird noch dazu verwandt, das betreffende Glied in Bewegung zu versetzen und zwar muß sie dies unter verhältnismäßig sehr günstigen Umständen, wenigstens beim Patellarreflex. Hier ist der Hebelarm der Kraft im Verhältnis zu dem der Last sehr kurz. Der letztere ist dazu verhältnismäßig stark belastet. Außerdem ist die Zugrichtung, in der die Kraft zur Geltung kommt, sehr ungünstig, wodurch ein Teil derselben verloren geht.

Ich meine, es muß schon nach dem, was ich über die rein mechanischen Momente gesagt habe, jedem einleuchten, daß es absolut unmöglich ist, die Kraft eines Reflexes durch Zahlenwerte zum Ausdruck zu bringen. Nicht einmal bei einer einzelnen bestimmten Bewegung sind wir dazu imstande. Noch viel weniger können wir die Kraft eines Reflexes ganz allgemein berechnen. Diese Kraft ist doch nichts Gegebenes, sondern wechselt auch bei demselben Menschen außerordentlich mit der Stärke des Reizes, dem Grade der Reizbarkeit und dem Grade der Aufmerksamkeit, den die Versuchsperson dem Vorgange widmet. Dann sollte man aber auch endgültig auf derartige Versuche verzichten. Wollen wir in der naturwissenschaftlichen Forschung eine Methode des Wägens oder Messens anwenden, dann muß sie möglichst genau sein. Im anderen Falle wird sie uns nur eine Gewißheit und Sicherheit vortäuschen, die in Wirklichkeit nicht vorhanden ist und uns damit auch zu falschen Schlußfolgerungen veranlassen.

Wohl sind wir imstande, mittels der graphischen Methode festzustellen, in welchem Zeitraume sich beim Patellarreflex der ganze Vorgang der Streckung und Beugung abspielt und können daraus und auch aus der Form der Kurve gewisse Schlüsse ziehen. Das gleiche gilt von anderen Bewegungen.

Dazu ist es allerdings unbedingt erforderlich, daß die Apparate resp. die Methoden, deren wir uns bedienen, völlig einwandfrei sind und daß wir auch bei der Deutung der damit gewonnenen Resultate allen zur Wirkung kommenden Faktoren Rechnung tragen.

Es müssen dabei vor allem die folgenden Forderungen gestellt werden:

1. Wir dürfen nur Bewegungen eines einzelnen Gliedabschnittes und nicht die eines ganzen, aus mehreren Teilen bestehenden Gliedes auf-

schreiben und zwar nur solche Bewegungen, die in einer Ebene oder doch annähernd in einer solchen verlaufen.

2. Der proximal von dem reflektorisch bewegten Gliedabschnitte liegende Körperteil muß absolut fest fixiert sein.

3. Der Registrierapparat selbst muß direkt an dem bewegten Teile befestigt sein.

4. Das Gewicht des bewegten Teiles darf nicht durch Anbringen von Gewichten oder Contregewichten erschwert resp. erleichtert werden.

5. Die in Bewegung gesetzten Teile des Apparates müssen ein so geringes Gewicht haben resp. so geringe Widerstände bieten, daß diese im Verhältnis zur Kraft der betreffenden Bewegung unbedeutend sind und außer acht gelassen werden können.

6. Die Verbindung zwischen dem bewegten Gliedabschnitte und dem Apparate einerseits und den einzelnen Teilen des Apparates unter sich andererseits muß eine derartige sein, daß die Reibung minimal ist und daß weiterhin an den Verbindungsstellen keine Eigenbewegungen, wie Schleuderbewegungen usw. entstehen können, mit anderen Worten, die sämtlichen beweglichen Teile müssen stets miteinander in Kontakt bleiben.

7. Die graphische Aufzeichnung des Patellarreflexes muß aus den oben angeführten Gründen in der Seitenlage erfolgen (dasselbe gilt auch von den Beuge- und Streckreflexen des Armes).

8. Es ist zweckmäßig, den ganzen Mechanismus so anzuordnen, daß die Kurve von links nach rechts geschrieben wird, daß die Schreibnadel bei ruhig stehendem Apparat in grader, senkrechter Linie schreibt, wie dies z. B. bei dem Sphygmographen von Jaquet der Fall ist und nicht in bogenförmiger Linie wie bei den Sphygmographen von Marey oder Frey und daß die primäre Bewegung in der Richtung von unten nach oben und nicht umgekehrt aufgeschrieben wird, wie z. B. in den Versuchen von Sternberg.

Die zuletzt genannten Umstände werden das Studium der Kurven entschieden erleichtern.

Diesen Anforderungen entspricht der Apparat von Sommer aber in verschiedenen Punkten nicht. Das hat auch Weiler in seiner oben erwähnten Arbeit hervorgehoben und einen Apparat konstruiert, der verschiedene Mängel des Sommerschen nicht aufweist und anscheinend, auch was die Feinheit der Konstruktion anbetrifft, allen Anforderungen gerecht wird, die man an eine solche Vorrichtung stellen darf. Ein Hauptfehler haftet allerdings auch noch dem Weilerschen Apparate an. Auch Weiler hat den Patellarreflex in sitzender Stellung des Patienten untersucht und nicht in Seitenlage, was meiner Ansicht nach unbedingt notwendig ist.

Ich selbst habe mir schon vor Jahren einen Apparat konstruiert,

womit dies geschehen kann. Ich will gleich von vornherein betonen, daß manches an dem Apparate nur improvisiert ist, daß mir insbesondere keine so exakte Schlagvorrichtung zur Verfügung stand, wie sie Sommer, Weiler und andere benutzt haben und daß ich auch über kein besonderes Kymographion verfügte. Statt des letzteren bediente ich mich des Uhrwerkes eines Jaquetschen Sphygmographen, was immerhin unbequem war. Die sonstige Einrichtung des Apparates ist in der Hauptsache aus der folgenden Beschreibung und schematisch gehaltenen Skizze ersichtlich:

Angenommen, es soll der Patellarreflex der rechten Seite geprüft werden. Zu diesem Zweck legt sich der Patient auf einen gewöhnlichen Untersuchungstisch in die linke Seitenlage. Zwischen beide Beine werden zwei Bänke B^1 und B^2 (deren Länge der Breite des Untersuchungstisches entspricht und die auf der Skizze in Fig. 2 nur in der Ansicht von oben sichtbar sind) eingeschoben. Nun wird der Oberschenkel mit seinem unteren Teile auf der Bank B^1 befestigt, etwas schräg zur Längsrichtung des Tisches und zwar so, daß das Kniegelenk freiliegt (siehe die Zeichnung). Der Unterschenkel ist mit seiner Innenseite auf einer T-förmigen Schiene befestigt, die bei der Ansicht von oben zum großen Teile verdeckt ist. Der quere Teil Q dieser

Fig. 2.

(Die ganze Vorrichtung in der Ansicht von oben wiedergegeben.) Vgl. hierzu auch Fig. 3.

Schiene trägt an seinen beiden Enden zwei leicht bewegliche Rädchen, vermittels deren die Schiene resp. der darauf befestigte Unterschenkel sich auf der Bank B^2 , die auf ihrer Oberseite ein glattes Blech trägt, leicht hin und her bewegen kann. Der Längsteil L der Schiene liegt der Innenseite des Unterschenkels an, ist also bei der Ansicht von oben nicht sichtbar und in der Zeichnung durch die punktierte Linie L angedeutet. Das freie Ende der Längsschiene L ist mit einem Kugelgelenk an der Bank B^1 befestigt. Bei der Befestigung des Oberschenkels auf dieser Bank ist darauf zu achten, daß das Kugelgelenk möglichst in der verlängerten Achse des Kniegelenks liegt. Die Längsschiene L wird sich nun beim Klopfen auf die Patellarsehne in gleichem Sinne und Umfang wie der Unterschenkel hin und her bewegen. Die Über-

tragung der Bewegung eines Punktes dieser Schiene auf den Schreibapparat geschieht in folgender Weise: Die leichte Stange *St* wird an dem betreffenden Punkte (ich habe bei meinen Versuchen immer einen 10 cm von dem Kugelgelenk entfernt liegenden Punkt gewählt) an die Längsschiene befestigt, mit ihrem anderen Ende an der Führung *F*. Sie ist an beiden Enden gleichfalls in Kugelgelenken (*X* und *Y*) beweglich. Während nun der am Unterschenkel befindliche Punkt *X* den Teil eines Kreisbogens beschreibt, bewegt sich der andere Punkt *Y* mittels der auf und zwischen Rollen leicht beweglichen Führung *F*, die ich hier nicht näher beschreiben will, in gerader Linie. An dem entgegengesetzten Ende dieser Führung ist die leicht bewegliche Schreibnadel *N* so befestigt, daß ihre Spitze durch ihr Gewicht stets mit dem Papierstreifen des Registrierapparates *R* in leichtem Kontakt bleibt und ihre Bewegungen bei ruhig stehender Trommel in gerader senkrechter Linie aufschreibt. Bei dem Schreibwerk, das ich benutzte, bewegte sich der Papierstreifen mit einer Geschwindigkeit von 0,75 resp. 4,6 cm in der Sekunde. Als Schlagvorrichtung habe ich mich eines selbstkonstruierten Apparates bedient.

Die auf diese Weise gewonnenen Kurven werden den reflektorischen Bewegungen des Unterschenkels möglichst genau entsprechen. Absolut ist dies aber auch hier nicht der Fall, da die bogenförmige Bewegung des Punktes *X* in die gerade Bewegung der Führung *F* und der Nadel *N* umgewandelt wird. Eine gewisse Entstellung im Sinne der Verkürzung der aufgeschriebenen Linien kann dadurch nicht ausbleiben (wird der Versuch aber so eingerichtet, daß die Schreibnadel sich in der Richtung der Sehne des Bogens bewegt, der von dem Punkte *X* beschrieben wird, so wird diese Entstellung möglichst gering sein, da der Unterschenkel bei der Reflexbewegung nur einen geringen Winkel, etwa 15–20°, beschreibt).

Dagegen gibt uns die Abszisse ein genaues Maß für die Zeit, in der sich der ganze Vorgang der Hin- und Herbewegung abspielt. In diesem Zeitraume dürfen wir aber meines Erachtens ein Kriterium für den Grad der Lebhaftigkeit, mit der der reflektorische Vorgang sich abspielt, erblicken. Je kürzer er (bei gleichen Versuchsbedingungen) ist, um so mehr wird man berechtigt sein, von einer Steigerung der Reflexe zu sprechen. Vielleicht finden sich auch auf diese Weise Anhaltspunkte zur Entscheidung der Frage, ob diese Steigerung der Reflexerregbarkeit im gegebenen Falle funktioneller Natur oder auf eine organische Affektion zurückzuführen ist. Höhe und Steilheit der Kurven werden uns nur ein relatives Maß in die Hand geben, in dessen Verwendung wir vorsichtig sein müssen. Wahrscheinlich lassen sich aber auch aus der sonstigen Form der Kurven noch allerhand Schlüsse ziehen.

Der im vorstehenden geschilderte Apparat läßt sich auch zur Aufschreibung des Beuge- und Streckreflexes des Vorderarmes verwerten. Zu diesem Zwecke setzt man den Patienten mit der betreffenden Seite neben die Bank 1 und legt seinen Arm auf diese. Der Patient sitzt am besten auf einem Drehstuhl, der so eingestellt wird, daß der Oberarm in horizontale Stellung kommt und das Ellbogengelenk an die selbe Stelle, an der sich bei der Prüfung des Patellarreflexes das Kniegelenk befindet; dann wird der Vorderarm in Pronationsstellung gebracht und hierauf der betreffende Reflex mit der Schlagvorrichtung, die wir sonst bei der Prüfung des Patellarreflexes benutzen, ausgelöst.

Ebenso wie zur Aufschreibung der vorhin genannten Reflexe können wir den Apparat ferner dazu benutzen, um die entsprechenden aktiven Bewegungen, also Beuge- und Streckbewegungen im Knie und Ellenbogengelenk aufzuschreiben. Desgleichen dürfte es sich, mit oder ohne besondere Hilfsvorrichtungen, zur genaueren Untersuchung der groben Kraft, der Ausdauer und (vielleicht auch besser als der von Mosso) zur Untersuchung der Ermüdbarkeit eignen.

Fig. 3. (Vgl. hierzu Fig. 2.)

Wir haben weiter darin bei entsprechender Versuchseinrichtung ein Maß zur Prüfung der Reizbarkeit, indem wir feststellen können, bei welcher Reizstärke zuerst eine Zuckung auftritt. Gerade das Studium der Ermüdbarkeit und Reizbarkeit ist aber bei der Untersuchung der Erkrankungen des Nervensystems, namentlich auch bei funktionellen Erkrankungen, wo wir sonst häufig nur wenige objektive Anhaltspunkte finden, von größter Wichtigkeit.

Mittels besonderer Vorrichtung, wie sie Weiler in seiner oben erwähnten Arbeit geschildert hat, läßt sich außerdem die sogenannte Reflexzeit, d. h. die Zeit, welche vom Moment der Reizung bis zum Beginn der reflektorischen Bewegung verläuft, bestimmen. Auch aus der Dauer dieser Zeit lassen sich anscheinend bestimmte Schlüsse ziehen (siehe die Arbeit von Weiler, S. 169).

Ich habe meinen Apparat auch zur Aufschreibung des Achillessehnenreflexes benutzt. Der Untersuchte kniete dabei auf einem Untersuchungstisch in der Weise, wie dies Fig. 3 angibt. Hierauf wurde die

Stange *St* mit ihrem einen kugelförmigen Ende *X* an den betreffenden Fuß in der Gegend zwischen den beiden Zehenballen mit Hilfe von Schnüren befestigt. Die weitere Übertragung des Reflexes auf die Schreibvorrichtung erfolgte dann in derselben Weise wie beim Patellarreflex. Zur Auslösung des Reflexes bediente ich mich einer besonderen Schlagvorrichtung, die es ermöglichte, in bestimmter Stärke auf die Sehne zu schlagen.

Die vorstehende Art und Weise, den Achillessehnenreflex zu prüfen, widerspricht streng genommen meiner oben aufgestellten Forderung, die Reflexe in der Weise zu prüfen resp. graphisch aufzuschreiben, daß der Reflexvorgang sich zur Vermeidung von Pendelbewegungen in horizontaler und nicht in vertikaler Ebene abspielt. In Wirklichkeit scheinen aber beim Achillessehnenreflex auch bei der vorhin geschilderten Art der Prüfung keine Pendelbewegungen mehr aufzutreten. Die mechanischen Verhältnisse zur Entstehung solcher liegen ja hier auch viel ungünstiger, als bei den übrigen Reflexen, namentlich beim Patellarreflex. In der Seitenlage läßt sich der Achillessehnenreflex aber ohne gleichzeitigen Druck gegen die Fußsohle (also ohne künstliche Beeinflussung) viel schlechter auslösen.

Ich möchte diese Gelegenheit benutzen, um darauf hinzuweisen, daß die obige Methode zur Prüfung des Achillessehnenreflexes, die meines Wissens in Frankreich viel, in Deutschland dagegen noch viel zu wenig geübt wird, entschieden die bequemste und sicherste ist.

Als ich meinen Apparat konstruierte, war mir der von Weiler noch nicht bekannt. Weilers Apparat leidet, wie gesagt, an dem einen Fehler, daß er den Patellarreflex aufschreibt, während der Patient sitzt. Dagegen arbeitet er gegenüber dem meinigen insofern genauer, als er die Reflexbewegung in Winkelgraden in der Weise angibt, daß 1 mm der Ordinate einem Winkelgrad der Bewegung entspricht. Weiterhin standen Weiler bessere Hilfsvorrichtungen zur Verfügung, als dieses bei meinen Versuchen der Fall war.

Ich möchte daher den Vorschlag machen, den Apparat von Weiler und den meinigen in der Weise zu kombinieren, daß der Patient in Seitenlage gebracht wird, daß der betreffende Unterschenkel auf der von mir beschriebenen Schiene befestigt wird und daß dann die Auslösung des Reflexes sowie die weitere Übertragung der Bewegung und das Aufschreiben, desgleichen die Bestimmung der Reflexzeit in der Art geschieht, wie Weiler dies in seiner Arbeit angegeben hat. Weiterhin müßte man sich noch über die Bestimmung der Geschwindigkeiten einigen, bei denen die Bewegungen aufgeschrieben werden sollen. Bei meinen Versuchen habe ich Geschwindigkeiten von etwa 0,75 und 4,5 cm benutzen müssen, weil mir kein Kymographion zur Verfügung stand, mit welchem man die Geschwindigkeit beliebig regulieren kann. Ich

würde vorschlagen, in Zukunft Geschwindigkeiten von 1 resp. 5 cm zu wählen, da dadurch die Berechnung der Reflexzeit, der Dauer der Reflexbewegung selbst usw. wesentlich erleichtert werden dürfte.

Daß es notwendig ist, auch bei größeren Geschwindigkeiten aufzuschreiben, geht aus folgendem hervor:

Sommer hat in seiner Arbeit angenommen, daß in der spitzwinkligen Form der Gipfel der Kurven, welche im schroffen Gegensatze stehe, zu den an der Leiche erhaltenen Formen, etwas Charakteristisches für den Patellarreflex bei spastischen Lähmungen liege. Diese Annahme ist aber meines Erachtens nicht zutreffend. Die spitzwinklige Form der Reflexe, wie sie Sommer auf Seite 41 und 42 wiedergegeben hat, ist nur eine scheinbare. Sie kommt nur dann zustande, wenn man den Reflex bei geringer Geschwindigkeit aufschreibt (vgl. Fig. 6 meiner Arbeit). Benutzt man dagegen eine größere Geschwindigkeit, so ergibt sich, daß auch hier ein allmählicher, wenn auch schnellerer Übergang stattfindet (vgl. Fig. 7 u. 8). Ich halte es also für dringend notwendig, zur Vermeidung solcher Irrtümer, auch größere Geschwindigkeiten zu benutzen. Das ist vor allem auch dann nötig, wenn es darauf ankommt, ausgiebige Bewegungen mit allen Einzelheiten aufzuschreiben.

Kommt es lediglich darauf an, die Größe des Ausschlages zu bestimmen, so genügen freilich schon Geschwindigkeiten, wie sie Weiler bei seinen auf Seite 142 der oben zitierten Arbeit wiedergegebenen Kurven benutzt hat.

Handelt es sich darum, sehr feine Bewegungen, wie feinschlägiges Zittern aufzuschreiben, so dürften ebenfalls größere Geschwindigkeiten zu empfehlen sein. Außerdem ist dann die Übertragung so zu wählen, daß die Bewegungen vergrößert werden.

Auch die zeitlichen Verhältnisse, die in der Abszisse zum Ausdruck kommen, werden sich dann am genauesten feststellen lassen, wenn man bei großer Geschwindigkeit aufschreibt, zugleich aber die Übertragung so ausgiebig gestaltet, daß die Kurven möglichst steil ausfallen. Je länger die einzelne Kurvenwelle ist und je steiler sie ansteigt resp. abfällt, um so genauer läßt sich die Zeit bestimmen, die zu ihrem Ablauf erforderlich ist.

Ich möchte nun dazu übergehen, einige

praktische Ergebnisse

meiner Untersuchungen anzuführen.

Fig. 3a zeigt uns die Kurve von fünf Ausschlägen eines Patellarreflexes, der als normal bezeichnet werden mußte. Hier kehrt der Unterschenkel bei den meisten Ausschlägen

Fig. 3a.

nicht mehr zur Ausgangsstellung zurück. Die Form der Kurve ist also insofern erheblich von der verschieden, die Weiler auf Seite 141 seiner Arbeit als die normale bezeichnet, offenbar deshalb, weil hier die Kräfte, die sonst die nachfolgenden Pendelbewegungen wirken, zum Wegfall kommen, weil die Untersuchung in Seitenlage vorgenommen wurde.

Bei etwas lebhafteren, aber immer noch im Bereiche der Norm liegenden Patellarreflexen habe ich öfters Kurven erhalten, wie sie in Fig. 4—5 wiedergegeben sind. Auch diese ist von der von Weiler als normal bezeichneten Kurve noch immer deutlich verschieden.

In Fig. 4—8 sehen wir Kurven der Patellarreflexe eines Patienten, dessen Krankengeschichte ich zunächst hier kurz wiedergebe:

Fig. 4.

Der Arbeiter J. W. erlitt vor ca. 20 Jahren bei einer Schlägerei einen Stich in den Rücken in der Höhe des zwölften Brustwirbels. Er fiel sofort hin. Das rechte

Bein war völlig gelähmt, das linke nach seinen Angaben nur schwerfällig und gefühllos. Es bestand zwei bis drei Tage lang Stuhlverstopfung. Keine Blasenstörungen. Patient wurde monatelang klinisch behandelt und nahm dann seine frühere Tätigkeit wieder auf. Der jetzige Befund ist folgender:

Das rechte Bein ist schwach, steif, ermüdet schnell und zittert leicht. Seine Muskulatur ist leicht abgemagert. Beim Gehen wird das rechte

Fig. 5.

Bein in spastisch paretischer Weise bewegt. Bei passiven Bewegungen ausgesprochene spastische Widerstände. Rechts Babinski und Fußklonus in klassischer Weise, ebenso Patellarklonus. Patellar- und Achillessehnenreflex rechts mehrschlägig, zweifellos erheblich gesteigert. Aktive Beweglichkeit und grobe Kraft rechts verhältnismäßig gut.

Die Muskulatur des linken Beines ist sehr kräftig entwickelt. Grobe Kraft, aktive und passive Beweglichkeit völlig normal. Keine Spasmen bei schnellen passiven Bewegungen. Babinski, Fußklonus und Patellarklonus angedeutet, nicht konstant. Patellar- und Achillessehnenreflex lebhaft, aber doch nicht so, daß man sie bestimmt als krankhaft gesteigert bezeichnen könnte. Hautreflexe von wechselnder Stärke, ohne charakteristische resp. konstante Unterschiede zwischen rechts und links.

Leichte Hypästhesie an beiden Beinen, links stärker, als rechts. Grenze der Hypästhesie vorne die beiden Leisten, hinten etwas unterhalb des Darmbeinkammes. Keine Blasen- und Darmstörungen.

Diagnose: Verletzung des Rückenmarks dicht oberhalb der Lendenanschwellung, hauptsächlich in seiner rechten Hälfte.

Fig. 6.

In Fig. 4 haben wir den Patellarreflex der linken Seite bei geringer, in Fig. 5 denselben Reflex bei großer Geschwindigkeit. Die Form dieser Kurven weicht von der oben angeführten insofern ab, als hier die sekundäre Beugebewegung wesentlich ausgiebiger ist. Von einer krank-

Fig. 7.

haften Abweichung von der Norm möchte ich jedoch hier noch nicht sprechen.

Fig. 6 gibt die Kurve des erheblich gesteigerten rechten Patellarreflexes wieder. Der ganze Vorgang vollzieht sich hier wesentlich

Fig. 8.

schneller, als auf der anderen Seite. Bei der sekundären Beugung wird das Bein weit über den Ausgangspunkt nach rückwärts gebeugt und ist von einer nochmaligen Streckung und Beugung gefolgt. In Fig. 7 und 8 sehen wir denselben Vorgang bei großer Geschwindigkeit aufgeschrieben.

Fig. 9 bezeichnet einen gesteigerten Patellarreflex mit nachfolgenden klonisch-tonischen Bewegungen.

Figur 10a gibt die mit meinem Apparat auf die oben beschriebene Weise erzielte Kurve eines normalen Beugereflexes des Vorderarmes wieder, Fig. 10b die Kurve eines normalen Streckreflexes, und zwar bei großer Geschwindigkeit des Apparates. Der ganze Vorgang spielt

Fig. 9.

sich hier erheblich schneller, als beim normalen Patellarreflex (etwa in der Hälfte der Zeit) ab. Sonst verläuft die Bewegung in ähnlicher Weise, wie beim normalen Patellarreflex. Die Zacke im Anfange der Kurve

Fig. 10 a.

Fig. 10 b.

in Fig. 10a ist offenbar Folge der mechanischen Erschütterung des Vorderarmes beim Klopfen. Die Kurve des Tricepsreflexes (Fig. 10b) ist ausnahmsweise in umgekehrter Richtung aufgeschrieben.

Fig. 11 a.

Fig. 11 b.

In den Fig. 11—13 haben wir eine Reihe von Kurven des Achillessehnenreflexes unter normalen und pathologischen Verhältnissen vor uns. Fig. 11 zeigt uns das Bild eines normalen Achillessehnenreflexes¹⁾. Wir sehen daraus, daß auch dieser Reflex viel schneller abläuft, als der Patellarreflex, sicher zum großen Teil deshalb, weil hier die Hebel- und Gewichtsverhältnisse, ebenso wie die Zugrichtung viel günstiger liegen, als beim Patellarreflex. Auffallend ist bei diesen Kurven vor allem der absteigende Schenkel. Hier wird die Bewegung durch eine aus-

¹⁾ Bei großer und geringer Geschwindigkeit.

gesprochene Hemmung unterbrochen resp. vorübergehend verlangsamt. Eine bestimmte Erklärung hierfür weiß ich einstweilen nicht zu geben.

Die Kurven *a*, *b*, *c*, *d* der Fig. 12 stammen von einem Patienten, der an Syringomyelie litt. Die Krankengeschichte will ich hier nicht näher wiedergeben. Ich möchte nur bemerken, daß der Achillessehnenreflex beiderseits lebhaft und mehrschlägig war und daß beiderseits

Fig. 12.

Fußklonus bestand. In den Kurven *a* und *c* haben wir den Achillessehnenreflex der rechten Seite vor uns. Der Vorgang der ersten Hin- und Herbewegung verläuft hier außergewöhnlich schnell und ist immer noch von einer oder mehreren Nachbewegungen gefolgt. Die Zacke am Anfang jeder einzelnen Bewegung ist offenbar auch hier durch die mechanische Erschütterung beim Auftreffen des Hammers bedingt.

Fig. 13.

Die Kurven *b* und *d* geben die Reflexbewegung des linken Fußes wieder. Auch diese Bewegung verläuft sehr rasch, jedoch weniger ausgiebig und ist nur noch von einer schwachen Nachbewegung gefolgt. Beide Abweichungen von der ersten Kurve sind offenbar dadurch bedingt, daß die passive Beweglichkeit des linken Fußes infolge eines Knöchelbruches behindert ist. Wir sehen also auch hier wieder, daß wir den mechanischen Verhältnissen bei der Deutung der Reflexvorgänge immer Rechnung tragen müssen.

Die Kurven *a*, *b*, *c* der Fig. 13 dürften ebenfalls Interesse bean-

spruchen. Der betreffende Patient litt an spastischer Spinalparalyse. Nach dem Augenscheine mußte man die Sehnenreflexe an den Beinen als gesteigert bezeichnen, insbesondere auch die Achillessehnenreflexe. In der Kurve kommt diese Steigerung bei den vier ersten Ausschlägen, die durch Hammerschläge von verschiedener Stärke¹⁾ ausgelöst wurden, nicht deutlich zur Geltung. Bei dem fünften Ausschlag folgt, ohne daß die Schlagstärke gesteigert worden wäre, noch eine deutliche Nachbewegung, die beim sechsten Ausschlag schon mehrschlägig wird, um dann beim folgenden in langdauernden Klonus überzugehen. Die Steigerung des Reflexes kommt also hier vor allen Dingen darin zum Ausdruck, daß es nach mehrmaligem Klopfen zu einer klonischen Bewegung kommt. Danach dürfte es angezeigt sein, im Zweifelsfalle immer eine Reihe von Schlägen in regelmäßiger Folge auszuüben. Die Kurve *c* gibt denselben Vorgang bei großer Geschwindigkeit wieder.

Ich habe oben angeführt, daß man mit dem Apparat auch aktive Beuge- und Streckbewegungen des Unterschenkels und Unterarmes in raschem oder langsamem Tempo aufschreiben und daß man ihn ev. auch zur Untersuchung der Ausdauer oder Ermüdbarkeit verwenden kann; möglicherweise lassen sich damit auch Prüfungen auf Ataxie, Simulation usw. anstellen. Versuche der letzteren Art habe ich zwar noch nicht ausgeführt. Dagegen habe ich verschiedentlich aktive Bewegungen damit aufgeschrieben.

Die folgenden Kurven stammen alle von einem Patienten, der an einer Schwäche des rechten Armes litt. Dieselbe war die Folge einer traumatischen Läsion des Plexus brachialis. Als er in unsere Behandlung kam, war ein Teil der Muskeln des rechten Armes noch völlig gelähmt. Nach einiger Zeit war auch in verschiedenen Muskeln partielle Entartungsreaktion zu bemerken. Der Zustand besserte sich aber verhältnismäßig schnell. Die Kurven sind in einer Zeit angefertigt, als Patient die Beugung und Streckung des rechten Armes wieder in normalem Umfange ausführen konnte. Jedoch erfolgten die Bewegungen noch mit geringer Kraft. Nun wurde der rechte Arm auf dem Apparat in der Weise befestigt, wie dies sonst bei der Prüfung der Armreflexe geschieht. Patient wurde dann aufgefordert, möglichst rasch Streck- und Beugebewegungen des rechten Armes auszuführen. Ein Vergleich der auf diese Weise gewonnen Kurve *b* in Fig. 14 mit der darüberstehenden *a* ergibt, daß die Bewegungen des kranken Armes zwar etwas ausgiebiger, aber entschieden langsamer (auch relativ) verlaufen als die des gesunden. Weiterhin wurde Patient ersucht, Streck- und Beugebewegungen des Armes langsam und möglichst gleichmäßig auszuführen. In Fig. 15 haben wir in der obersten Kurve die Streck- und

¹⁾ Die Zahlen 1, 2, 3 und 4 geben die Fallhöhe in Zentimeter an, aus der ein Hammer im Gewicht von 40 g auf die Achillessehne fiel.

Beugebewegung des linken Armes vor uns. Diese Bewegungen verlaufen verhältnismäßig gleichmäßig. Die mittlere Kurve gibt uns die

Fig. 14 a.

Fig. 14 b.

Bewegungen des paretischen rechten Armes wieder, die eine ganze Reihe von stufenförmigen Unterbrechungen resp. Verlangsamungen zeigen.

Möglicherweise haben wir darin etwas Charakteristisches für eine Schwäche bei peripheren Affektionen. Die unterste Kurve stammt ebenfalls von dem kranken Arm, ist aber in einer Zeit angefertigt worden, wo der Zustand sich schon bedeutend gebessert hatte. Hier vollziehen sich die Bewegungen dementsprechend auch erheblich gleichmäßiger.

Fig. 15.

Die Fig. 16 ist eine Ermüdungskurve von demselben Patienten, und zwar von den Beugern des rechten Unterarmes (beide Linien sind von links nach rechts zu lesen. Die untere bildet die direkte Fortsetzung der oberen). Die Befestigung des Armes erfolgte dabei in der

gleichen Weise wie oben. Dann wurde an den Unterarm, 25 cm vom Ellbogengelenk entfernt, eine Schnur befestigt, diese über eine Rolle geführt und mit einem Gewicht von 5 kg belastet. Die Zugrichtung betrug im Anfange des Versuches 90° . Zunächst war Patient imstande, den Arm eine Zeitlang ziemlich ruhig zu halten (siehe die obere Linie). Dann gab die Beugemuskulatur etwas nach, um nach einer Pause von einigen Sekunden ganz zu erschlaffen. Der letztere Vorgang vollzog sich ziemlich schnell, aber nicht gleichmäßig, sondern wie die Figur zeigt, in Absätzen. Es dürfte interessant sein, durch weitere Versuche

Fig. 16.

festzustellen, inwieweit dieses Verhalten konstant ist, ob und inwiefern es vom Verhalten beim Normalen abweicht, ob sich gegebenenfalls in solchen Kurven charakteristische Zeichen für Simulation finden usw. Auf die gleiche Weise können wir mit dem Apparat selbstverständlich auch das Verhalten der Strecker des Unterarmes, sowie der Beuger und Strecker des Unterschenkels bei Daueranspannungen studieren. Ebenso sind wir in der Lage, damit Ermüdungsversuche in der Weise anzustellen, wie Mosso dies getan hat, indem wir in bestimmtem Rhythmus mittels eines der genannten Muskeln ein bestimmtes Gewicht heben lassen. Es dürfte sehr interessant sein, hier weitere Versuche anzustellen.

Zum Schlusse möchte ich noch eine Kurve wiedergeben, die mir besonders geeignet zu sein scheint, zu zeigen, daß wir imstande sind,

Fig. 17.

mittels der graphischen Methode Bewegungsvorgänge in einer Weise zu studieren, wie wir dies ohne dieselbe zweifellos nicht können. Der betreffende Patient litt an einer spastischen Parese des rechten Armes und Beines infolge eines

apoplektischen Insultes. Auch hier wurden möglichst schnelle Bewegungen des gesunden linken und des kranken rechten Armes ausgeführt. Bei dem gesunden Arme vollzieht sich die Streckung und

Beugung, wie Fig. 17 ergibt, im ganzen ziemlich gleichmäßig. Auf dem Gipfel der Kurve sehen wir eine Zacke, die offenbar Elastizitätswirkung ist. Bei dem kranken Arme erfolgt die erste Bewegung (Streckung), wie die folgende Kurve (Fig. 18) zeigt, zunächst ebenfalls schnell, so schnell wie die des gesunden Armes. Sie wird dann aber etwa in der Mitte durch eine mehr oder weniger starke, nach meiner Ansicht reflektorisch ausgelöste Beugebewegung, zuweilen auch durch leichte klonische Bewegungen unterbrochen und verläuft dann weiterhin, wie der zweite, erheblich weniger steile Teil des aufsteigenden Schenkels der Kurve zeigt, viel langsamer als im Anfange. Bei der Beugung ist die Geschwindigkeit von Anfang an langsamer als bei der Streckung. Die Beugung erfolgt im ganzen verhältnismäßig gleichmäßig und zeigt gar keine oder nur eine leichte Hemmung etwas unterhalb der Mitte (siehe den absteigenden Schenkel der einzelnen Kurven). Die Rückstoßzacke auf der Höhe der Kurve fehlt hier, jedenfalls deshalb, weil die Streckung im zweiten Teil viel langsamer erfolgt als bei einem normalen Arm. Auf den ganzen Vorgang der Beugung und Streckung wird fast die doppelte Zeit verwandt.

Fig. 18.

Ich glaube bestimmt annehmen zu können, daß diese Form der Kurve, namentlich ihr aufsteigender Schenkel, etwas Charakteristisches für spastische Paresen hat.

Ich bin im übrigen noch nicht in der Lage (abgesehen von den oben angeführten), schon jetzt bestimmte Kriterien für das Verhalten der Reflexe und sonstiger Bewegungen bei Gesunden und bei verschiedenen Krankheitsformen aufzustellen.

Es war mir auch zunächst darum zu tun, zu zeigen, daß wir, wenn wir graphische Untersuchungen über das Verhalten des Patellarreflexes anstellen wollen, dies, zur Ausschaltung von Pendelbewegungen, in der Seitenlage tun müssen. Weiterhin wollte ich vor allem zeigen, daß wir mit dem Apparat, den ich zu diesem Zwecke angegeben habe, auch verschiedene andere Reflexe und eine Reihe von sonstigen Bewegungsvorgängen unter gesunden und kranken Verhältnissen untersuchen können, und zwar erheblich genauer untersuchen können, als dies mit bloßem Auge möglich ist. Jede solche Möglichkeit müssen wir aber benutzen, zumal unsere Kenntnisse der Bewegungsvorgänge unter normalen und pathologischen Verhältnissen noch recht lückenhaft sind. Zwar haben die hervorragendsten Physiologen sich eingehend, namentlich im Tier-

versuch, mit dem Studium dieser Vorgänge, auch unter Zuhilfenahme der graphischen Methoden, beschäftigt. Dagegen besteht noch immer ein Mangel an solchen Apparaten, die auch für klinische Versuche brauchbar sind. Dieser Übelstand macht sich aber, wie auch Sommer wiederholt betont hat, namentlich demjenigen sehr unangenehm bemerkbar, der häufig sein schwerwiegendes Urteil über solche Unfallpatienten usw. abzugeben hat, bei denen wir bisher oft genug objektive Krankheitszeichen nicht nachweisen konnten. Es ist zu hoffen, daß sich mit Hilfe der graphischen Methoden hier im Laufe der Zeit noch wertvolle Gesichtspunkte gewinnen lassen.

Es ist das große, meines Erachtens bisher viel zu wenig gewürdigte Verdienst von Sommer, durch eigene Arbeiten und solche seiner Schüler immer wieder nachdrücklich darauf hingewiesen zu haben, daß es durchaus notwendig ist, uns dieser Methoden weit mehr zu bedienen, als dies jetzt im allgemeinen geschieht. Sein Apparat leidet allerdings, wie ich oben bewiesen zu haben glaube, noch an verschiedenen Mängeln. Auch scheint mir Sommer für den jetzigen Standpunkt unserer diesbezüglichen Kenntnisse mit seinen Schlußfolgerungen viel zu weit gegangen zu sein. Gleichwohl haben die Hypothesen, die er aufstellt, immer den Wert, äußerst anregend zu sein, und ich kann jedem, der sich mit der Frage beschäftigen will, nur raten, die Arbeiten von Sommer und seinen Mitarbeitern, ebenso wie die von Weiler, zu studieren.

Zum Schlusse möchte ich nochmals betonen, daß es durchaus notwendig ist, bei der Konstruktion von Apparaten zur Untersuchung von Bewegungsvorgängen, ebenso wie bei der Anstellung von unseren Versuchen und bei der Deutung unserer Kurven, nicht nur den physiologischen und pathologischen, sondern auch allen mechanischen Verhältnissen aufs genaueste Rechnung zu tragen, und daß es weiterhin wünschenswert ist, daß möglichst nach gleichen Methoden untersucht wird.

Es ist nach meiner Ansicht mit Bestimmtheit zu erwarten, daß durch weitere Anwendung der graphischen Methoden unsere Kenntnisse der Bewegungsvorgänge noch manche wertvolle Bereicherung erfahren werden. Bis wir das erreicht haben, was wir nach meinem Dafürhalten auf diese Weise erreichen können, bedarf es allerdings noch vieler Arbeit.

Als Aufmunterung dazu möchte ich die Worte anführen, mit denen v. Strümpell eine Arbeit über Reflexe schließt: „Ihr (der Reflexe) Studium ist nicht nur von größter praktischer Bedeutung geworden, es ist auch mit einem eigenartigen Reiz verbunden, welcher jeden, der sich mit dieser Erscheinung einmal beschäftigt hat, immer wieder von neuem fesselt und zu weiterem Nachdenken anregt.“ Was v. Strümpell hier von den Sehnenreflexen sagt, das gilt meines Erachtens ebenso von den übrigen Bewegungsvorgängen.