Zum Gesetz der Lähmungstypen.

Erwiderung zu den Bemerkungen von S. Auerbach (diese Ztschr. Bd. 71, S. 156) zu meiner Arbeit (diese Ztschr. Bd. 66, S. 129).

Von

Dr. Otto Schwab,

Assistenzarzt am städt. Krankenhaus Nürnberg.

In seiner Entgegnung zu meiner Arbeit sagt Auerbach zum Schlusse seiner Ausführungen, er stelle mit Genugtuung fest, daß soweit ich Tatsachen gebracht hätte, diese für sein Gesetz der Lähmungstypen sprächen. Dies dürfte doch nicht ganz den Tatsachen entsprechen. Er macht verschiedene Einwände, die ich später eingehend erörtern werde, erwähnt aber den Kernpunkt, der mich überhaupt veranlaßt hat, eigene Theorien zu obigem Gesetz aufzustellen, mit keinem Wort. Meine Untersuchungen haben allerdings ergeben, daß von Muskeln gleicher Nervenversorgung bei Schädigung ihres gemeinsamen Nerven gewisse Muskeln besser erhalten und in ihrer Funktion weniger geschädigt sind als die andern. Und diese Muskeln sind natürlich für mich und Auerbach und manche andere die gleichen. Ich konnte auch feststellen, — was in meiner Arbeit ausdrücklich erwähnt ist, Seite 143, Absatz 3, — daß diese Muskeln größtenteils an Gewicht ihre Kameraden gleicher Nervenversorgung übertreffen. Wenn aber Auerbach bei der Formulierung seines Gesetzes dann sagt: „Diejenigen Muskeln usw. erlahmen am raschesten und vollkommensten bzw. erholen sich am langsamsten, die die geringste Kraft (ausgedrückt durch Muskelgewicht) besitzen . . .“ und in der theoretischen Begründung das Gewicht dem Volumen und dann das Volumen der Kraft gleich setzt, so begeht er damit einen schweren Verstoß gegen die Gesetze der Physiologie. Ich bin in meiner Arbeit ausführlichst auf diesen Punkt eingegangen und habe auch dort schon ausgeführt, daß einfachste Überlegung zeigt, daß man Kraft und Volumen nicht gleich setzen kann.

Die Kraft eines Muskels ist in allererster Linie abhängig vom physiologischen Querschnitt aller seiner Fasern. Hat nun ein Muskel z. B. eine Länge von 2 cm, der andere aber eine solche von 20 cm bei

gleichem Querschnitt, so ergibt sich für beide nahezu gleiche Kraft, aber selbstverständlich ganz verschiedenes Gewicht bzw. Volumen. Ich möchte hier noch einfügen, daß nach Erscheinen meiner Arbeit Herr Geheimrat R. Fick die große Liebenswürdigkeit hatte, mir persönlich zu schreiben und mich darauf aufmerksam zu machen, daß ich mit diesem Einwand vollkommen recht hätte und Auerbachs Ausführungen über diesen Punkt unhaltbar seien. Da das Gewicht tatsächlich einen gewissen Anhaltspunkt zur Erklärung der verschiedenen Widerstandsfähigkeit mancher Muskeln bei Nervenschädigung zu geben schien, suchte ich dann die Ursachen zu ergründen, warum gerade die schwersten bzw. voluminösesten Muskeln auch die widerstandsfähigsten seien. In meiner Arbeit habe ich ausführlichst den Gang meiner Erwägungen dargelegt (bezüglich der Einzelheiten muß ich auf die Arbeit verweisen) und kam dann im Anschluß an Lange dazu, die Muskeln nach ihrer Funktion in solche mit Dauerleistung und in solche mit Krafterleistung zu sondern. Die Dauermuskeln sind diejenigen, die im täglichen Leben gewöhnlich mit gleicher Kraft arbeiten, ohne daß sie im allgemeinen der Reiz zur Hypertrophie trifft; die Kraftmuskeln sind solche, die gewöhnlich nur mit einem ganz geringen Bruchteil ihrer möglichen Krafterleistung arbeiten; aber im gewöhnlichen Leben trifft sie ziemlich häufig bei jedem Menschen der Zwang zur Maximalleistung in der Zeiteinheit und somit der Reiz zur Hypertrophie. Auerbach zweifelt nun an der Richtigkeit dieser von Lange aufgestellten Theorien und meint weiterhin, ich hätte bei der Begründung meiner Anschauungen durch die von Roux aufgestellten Sätze über die Anpassung, diesen falsch verstanden. Ich habe nun Herrn Geheimrat Roux persönlich um Stellungnahme gebeten und er hatte die große Liebenswürdigkeit mir persönlich zu schreiben. Der erste Satz seiner Antwort lautet: „daß die Muskeln sich an erhöhte Spannungsproduktion schon bei oft wiederholter kurzer Dauer der Leistung durch Vergrößerung des Querschnittes, an lange Dauer geringer Spannungen ganz oder fast ohne Verdickung anpassen können, ist sicher.“ Außerdem sagt er in der Terminologie der Entwicklungsmechanik (1912, Seite 45): „die gestaltliche funktionelle Anpassung findet nicht an einzelne relative Beanspruchung in erkennbarer Weise statt. Sie erfolgt und steigert sich mit der Steigerung der mittleren und gesamten Größe dieser Beanspruchung, welche innerhalb einer gewissen Zeiteinheit erfolgt; nicht aber mit der ständigen

zunehmenden Gesamtdauer der Beanspruchung im Leben des Individuums.“ Von einem Mißverstehen der Rouxschen Ansichten kann also wohl nicht die Rede sein.

Auerbach sagt verschiedentlich, wenn ich mir seinen Begriff der Anstrengung mehr zu eigen gemacht hätte, dann ... Auf Seite 150—151 meiner Arbeit habe ich schon ausgeführt, warum ich in diesem Punkt, wie auch bezüglich der Zugehörigkeit der Muskeln zu einer kräftigen Synergistengruppe mich ihm nicht anschließen konnte. Weiterhin aber fällt Auerbachs Begriff der Anstrengung mit dem Nachweis, daß seine theoretischen physiologischen Erörterungen nicht zutreffen. Und dieser Beweis ist im zweiten Teil der Arbeit erbracht. Sein Begriff der Anstrengung leitet sich vom Verhältnis von Leistung zur Kraft eines Muskels ab. Da er nun den Begriff der Kraft mit Volumen identifiziert, so muß er natürlich auch zu falschen Schlüssen bezüglich der Anstrengung kommen. Ich möchte hier nur kurz nochmals auf den Brachioradialis hinweisen, der fast den kleinsten Querschnitt (Kraft) 1,86 qcm aller vom Nervus radialis versorgten Muskeln hat, aber bekanntlich einer der widerstandsfähigsten Muskeln dieser Gruppe ist. An Volumen bzw. Gewicht übertrifft er nach dem Trizeps allerdings alle andern.

Die Zugehörigkeit eines Muskels zu einer kräftigen Synergistengruppe kann meines Erachtens auch nicht für das bessere oder schlechtere Verhalten der Muskeln bei Nervenschädigungen herangezogen werden, denn dies sind doch Bedingungen, auf welche sich die Muskeln längst entwicklungsmäßig eingestellt haben. Wären sie öfter und längere Zeit mit einer größeren Kraft beansprucht worden, so wären sie auch dieser größeren Leistung durch Volumenzunahme gerecht geworden. Ebenso hätten sie reagieren müssen, wenn sie mit der bzw. gegen die Erdschwere hauptsächlich arbeiteten. Auch an diese Verhältnisse müßten sie sich längst mit der Größe ihres Querschnitts angepaßt haben.

Weiterhin meint Auerbach, bei der Beurteilung aller vom Nervus ischiadicus versorgten Muskeln hätte ich unvergleichbare Größen miteinander in Parallele gesetzt. Man könnte nicht die Beuger des Oberschenkels, die das Kniegelenk flektieren mit den Muskeln, die das Fußgelenk bewegen, vergleichen. Diesen Vorwurf muß ich dann Auerbach selbst wieder machen, denn er vergleicht ja auch die Radialis-muskeln untereinander, von denen der Brachioradialis als Beuger des Unterarms an einem anderen Gelenk angreift als die Hand- und Finger-

beuger. Ich glaube aber man kann, wenn man alle von einem Nerven versorgten Muskeln miteinander vergleicht — gleiche Schädigung desselben vorausgesetzt — das klarste Bild über die Widerstandsfähigkeit der Muskeln erhalten. Als experimentellen Gegenbeweis gegen Langes Hypothese von Dauer- und Kraftmuskeln führt Auerbach den Versuch von Gerhartz an, der einen Hund 28 Tage auf zwei Beinen stehen ließ und dann bei diesem Hund eine stärkere Volumenzunahme der Strecker am Oberschenkel fand als der Beuger. Die Kraftmuskeln im strengsten Sinn sind die Strecker am Oberschenkel. Daß diese bei einer Leistung, die ihre gewöhnliche Mittelleistung weit übertrifft (sie haben in diesem Falle die Hauptarbeit zu leisten), hypertrophieren müssen, ist klar. Denn dadurch, daß diese Muskeln vier Wochen dauernd arbeiten, sind sie noch lange keine Dauermuskeln im Sinne Langes. Das Wesen des Dauermuskels besteht doch darin, daß er ständig mit nahezu gleicher Kraftgröße arbeitet, daß er sehr selten im gewöhnlichen Leben den Reiz zur Hypertrophie empfängt.

Wenn aber die Strecker am Oberschenkel bei einem Hund gezwungen werden ein Vielfaches der gewöhnlichen Last zu tragen und dies noch vier Wochen lang, so arbeiten sie als Kraftmuskeln. Es werden ganz neue Anforderungen an sie gestellt, und diesen Anforderungen werden und müssen sie sich durch Volumenzunahme anpassen. Daß die Strecker die Beuger am Oberschenkel in dieser Volumenzunahme übertreffen, ist klar; denn sie leisten bei dieser Versuchsanordnung die Hauptarbeit. Ich habe in meiner Arbeit auf alle diese Dinge schon hingewiesen und auch auf S. 166 gesagt: „wenn wir die Dauermuskeln kräftigen wollen, so müssen wir sie gegen Widerstände arbeiten lassen; aber im gewöhnlichen Leben tritt für sie eine Arbeit gegen größere Widerstände, gegen Lasten, gegen in ihrer Größe stark wechselnde Lasten, kaum ein. Daß man durch irgendwelche Versuchsanordnung jeden Dauermusekl als Kraftmuskel und umgekehrt arbeiten lassen kann, ist möglich, aber im gewöhnlichen Leben kommen derartige Verhältnisse nur selten vor. Manche Muskeln arbeiten nun tatsächlich gemischt, bald als Dauer- bzw. als Kraftmuskeln. Zu ihnen gehören der Tibialis anticus und der Flexor carpi ulnaris. Da der erstere hauptsächlich die Dorsalflexion des Fußes ausführt, arbeitet er hauptsächlich nach Art der Dauermuskeln. Jener aber tritt beim Hieb, Hämmern usw. im gewöhnlichen Leben häufig als Kraftmuskel in Aktion. Aus diesen Tatsachen läßt sich wohl auch die Stärke ihrer jeweiligen Widerstandsfähigkeit bei Nervenschädigungen ableiten. Diese Erörter-

ungen gelten, wie ich nochmals hervorheben möchte, generell. Ich habe auf S. 164—165 meiner Arbeit ausdrücklich darauf hingewiesen, daß unter besonderen Umständen bei einzelnen Individuen bei ganz besonderer Arbeitsanordnung auch die Kraftmuskeln als Dauermuskel oder umgekehrt arbeiten können; aber dann wird sich dies auch bei entsprechend langer Dauer dieser Art von Arbeit in ihrem Volumen durch Zu- bzw. Abnahme ihres Querschnitts ausdrücken.

Nachdem Auerbach den auszugsweisen Sektionsbericht einer Cauda-equina-Verletzung nicht für beweiskräftig hält, folgt der Bericht hier im Original.

Sektionsbericht Nr. 487.

Name: Schenkel, Johann.

Alter: 30 Jahre.

Stand: Zurzeit Soldat.

Tod: 28. X. 1917.

Klinische Diagnose. Rückenmarksverletzung im Lendenmark mit Lähmung der unteren Extremitäten.

Anatomische Diagnose. Schußverletzung der Cauda equina mit Durchtrennung mehrerer sensibler und motorischer Wurzeln unmittelbar unterhalb des Conus medullaris, narbige Verwachsungen der durchtrennten Wurzeln. Erhaltung anderer Wurzeln im Bereiche der Schußstelle. Sekundäre Degeneration beider N. isch., degenerative Atrophien. Fett-durchwachsen die Wadenmuskulatur. Einfache Atrophie mäßigen Grades der Beugemuskulatur an der Hinterseite des Oberschenkels. Vollständiges Erhaltenbleiben der Adduktorenmuskulatur. Starker Decubitus. Splenitische Herde. Frische tuberkulöse Herde in beiden Lungenspitzen. Akute Appendizitis mit Perforation und Verklebung der Appendix an der Blase.

Gewicht: 42 Kilo.

Länge: 172 cm.

Über beiden Sitzbeinhöckern ausgedehnter handtellergrößer Decubitus. Rund rechts ein nekrotischer Sitzbeinhöcker freiliegend. In der rechten Lendengegend, 4 cm über dem Darmbeinrand eine ovale Narbe. In derselben Höhe sind die Wirbelkörper mit der Dura mater etwas fest verwachsen und diese Verwachsung erstreckt sich mehrere Zentimeter weit nach unten, so daß hier der Subduralraum an der Hinterseite vollständig obliteriert ist. Der Beginn dieser Verwachsungen liegt 1 cm unter dem Conus medullaris. Die hinteren Wurzeln der linken Seite sind hier mit der Dura etwas breiter verwachsen als die rechtsseitigen. Auch gegen die Wirbelkörper ist die Dura im Bereiche der oberen Cauda equina breit und fest verlötet. Der Wirbelkanal ist hier, und zwar in der Höhe des dritten Lumbalwirbels etwas verengt, dadurch daß von links her ein Knochenvorsprung sich erhebt. Die rechte Wand des Wirbelkanals ist unverändert. Die Verwachsung der Dura mit der Cauda equina erstreckt sich auf die Vorder-

fläche. Sie beginnt unmittelbar unter dem Austritt der zweiten Lumbalwurzel aus der Dura mater. Alle über der Verwachsung liegenden motorischen Wurzeln sind kräftig und weiß gefärbt. An der Vorderfläche hat die Verwachsung eine Länge von 3 cm und an ihrem Ende findet sich nach Aufschneiden der Dura eine Zyste mit glatter Wand und mit klarer Flüssigkeit als Inhalt, welche wohl dem Subarachnoidalraum angehört. Nach Ablösen der Dura und der Cauda equina im Bereich der Verwachsungsstelle kommt ein Knoten zutage von narbiger Beschaffenheit, in welchem mehrere Wurzeln der Cauda untrennbar fest miteinander verwachsen sind. Nach oben zu von diesem Knoten sind zwei vordere Wurzeln in eine sförmige Schlinge gelegt und so auf der Unterlage bindegewebig verlötet. Der Beginn der Verwachsungen mit der Unterlage liegt unmittelbar unter der Spitze des Conus medullaris. Unterhalb der Verwachsungen finden sich nach Aufschneiden der Dura wieder frei nebeneinander herlaufende Caudawurzeln in größerer Zahl, die z. T. platt und grau, z. T. aber weiß und kräftig rund sind. Andere sind miteinander zu einem dicken Strang verwachsen und schwer voneinander zu lösen. Im Rückenmark selbst kommt auf allen Schnitten der Gollische Strang als ein grauer durchscheinender Keil zutage. An den übrigen Strängen keine Degeneration. Der linke N. isch. ist in seinem oberen Abschnitt platt und graurot. Nach unten zu wird er mehr drehrund und wohl auch etwas weißer. Unter den von ihm abgehenden Ästen, welche zu den Beugemuskeln verlaufen, ist namentlich einer, welcher ausgesprochen weiß und drehrund ist. Der rechte Peronäus ist nach seinem Abgang vom Stamm gemischt aus grauen und weißen Fasern. Ein reiner Muskelast von ihm, welcher bloßgelegt wird, ist ziemlich gut weiß gefärbt, während der M. peronaeus ganz dünn, schlaff und gelblich ist. Die Wadenmuskulatur und die Beuger des Oberschenkels sind links außerordentlich dünn, schlaff und gelb, sowohl durch Fettdurchwachsung als auch an den erhaltenen Muskelfasern selbst, während die Adduktoren rot und kräftig sind. Rechts liegen die Verhältnisse wie links, hier werden noch mehr Muskeläste, die zu den Beugern auf der Hinterseite des Oberschenkels gehen, freigelegt und sind fast durchweg weiß; auch der Isch. selbst ist rechts eher drehrund und weißer als links. In der linken unteren Bauchgegend ein Anus praeternaturalis, entsprechend der Flexura sig. Der Proc. verm. ist auf der Harnblase verklebt und seine Oberfläche wie die des Cöcums mit Fibrin bedeckt, jedoch findet sich kein flüssiges Exsudat in der Bauchhöhle. Strangförmige Adhäsionen beider Lungen. Geringfügiger Thymusrest. Herz etwas groß, weil dilatiert. In der Pulmonalis und ihren Hauptästen keine Verstopfungen, Klappen zart, ohne Auflagerungen. Myokard rechts schlaff, etwas blaß. Rechts sind die Adhäsionen im Oberlappen ausgedehnter und fester als links. Das Lungengewebe durchweg lufthaltig, rechts trocken und blaß. Ohne alle Herde, bis auf einen haselnußgroßen käsigen Herd in der rechten Spitze und einen an gleicher Stelle liegenden gleichgroßen linksseitigen. An der verklebten Stelle ist der Proc. verm. in ganzer Ausdehnung perforiert. Linke Niere und linker Ureter ohne alle Veränderung. Auch die Schleimhaut des Nierenbeckens ganz frei. Rechte Niere wie die linke. Milz etwas vergrößert,

steif, durchsetzt von zahlreichen schwärzlichen splenitischen Herden von etwas fester Konsistenz. Im Magen viel graugrüner Speisebrei, etwas Luft. Magenschleimhaut unverändert, im Duodenum etwas melanotische Verfärbung. Die Nebennieren fett und pigmentarm, Pankreas gut gebaut. Leber platt, zeigt im Innern fleckweiße pseudomelanotische Verfärbung. Im übrigen blaß und wohl etwas fetthaltig. Gallenwege frei. Gallenblasenschleimhaut intakt, Galle selbst goldgelb glitzernd. Die Organe des Halses und Mundes vollständig unverändert. Die Schilddrüse kolloidarm, die Aorta ganz zartwandig. In der Harnblase fleckiger Urin von leuchtend gelber Farbe. Die Wandung der Harnblase von deutlich trabekulärer Beschaffenheit. Die Schleimhaut weiß, doch sind einzelne kleine Gefäße etwas lebhaft gefüllt. Die Prostata klein, Hoden und Nebenhoden o. B. Etwa zwei Meter oberhalb der Valv. Bauhini sitzt ein bohnen großer Polyp der Wandung breitästig auf. Der übrige Darm ist abgesehen von der erwähnten Appendizitis unverändert. Hirn und überziehende Häute blaß, sonst ohne Besonderheiten.

Nach weiterer makroskopischer und mikroskopischer Untersuchung des gehärteten Materials: Die Zyste im Bereich der Cauda equina entspricht der Durchschußstelle, sie liegt innerhalb des Durasackes, ihre Wand besteht aus derben, von elastischen Fasern freiem Bindegewebe, wahrscheinlich verdickten weichen Häuten. Die Dura selbst ist an mehreren Stellen gesprengt — wie Schnitte mit Elastinfärbung ergeben — die Lücken durch Narbengewebe ausgefüllt. Die Zystenwand berührt links, vorn und hinten die Dura, ist mit derselben verwachsen, Nerven sind hier nicht vorhanden; dagegen ist rechts zwischen Dura und Zystenwand ein derbes Narbengewebe von etwa $\frac{1}{2}$ cm Breite eingeschoben mit beiden breit verlötet, und in diesem eingemauert und etwas auseinandergeschoben verlaufen mehrere Nerven von je der Dicke einer unteren Caudawurzel; im ganzen lassen sich etwa 10 solche zählen. Linkerseits auf der Außenfläche der Dura in der Höhe des oberen Pols der Zyste ein kirschkerngroßer Neurom in einer Nervenwurzel. Die in die Narbe eingeschlossenen rechtsseitigen Nerven stellen die einzigen Verbindungen zwischen dem über und dem unter der Zyste gelegenen Teil der Cauda dar. Die motorischen Wurzeln oberhalb der Zyste, welche durch die Verletzung durchtrennt sind, sind geschlängelt und verwirrt, z. T. die rechtsseitigen nach links geschlagen, und ihre Stümpfe am oberen Zystenpol zu einem Knoten verwachsen. Unterhalb der Zyste bildet die Dura mit ihrem Inhalt bis zum Ende einen soliden Strang, dessen rechte Hälfte rein bindegewebig ist — mikroskopisch Narbengewebe, breit verwachsen mit der mehrfach zerrissenen Dura mater —, dessen linke Hälfte ein Bündel dicht aneinander gepreßte Nervenwurzeln enthält, von denen einige vollständig degeneriert nur aus Neurilemm zusammengesetzt, deren andere, und zwar die Mehrzahl, vollkommen wohl erhalten sind; motorische und sensible Wurzeln lassen sich darin nicht unterscheiden. In dem Narbengewebe neben und unter der Zyste zahlreiche eingeheilte mikroskopische Knochensplitterchen.

Muskulatur: Waden und Peronäusmuskulatur enthalten nur noch vereinzelte mit Querstreifen versehene Fasern, auch diese sämtlich ganz

schmal, im übrigen bestehen sie nur aus kollabierten Sarkolemmschläuchen mit gewucherten Sarkolemmkernen; das intermuskuläre Bindegewebe beträchtlich vermehrt. Die Beugemuskel an der linken Seite des Oberschenkels bestehen vorwiegend aus wohlerhaltenen oder etwas verschmälerten, quergestreiften Fasern, zwischen denen allerdings vielfach ganz atrophische, nur aus Sarkolemm und gewucherten Kernen bestehende liegen. Fettgewebswucherung ist hier nicht deutlich vorhanden.

Nerven: Ischiadicusquerschnitt besteht aus Bündeln verschiedenen Baues: Manche enthalten durchweg unveränderte, mit Markscheide versehene Fasern, andere nur noch zum Teil, während der andere Teil der Fasern ganz atrophisch ist, keine Markscheide enthält, nur aus Schwannscher Scheide und ihren Kernen besteht und das Bindegewebe durch Zusammenrücken vermehrt erscheint. Das Verhältnis der wohlerhaltenen und der atrophischen Fasern wechselt. Es gibt Bündel, in denen fast alle Fasern unversehrt sind, diese finden sich besonders an der einen Seite des Querschnitts des Stammes und haben relativ geringen Durchmesser, und andere, in denen fast alle Fasern zugrunde gegangen sind, und solche, die in der Mitte stehen. Die stärksten atrophischen besitzen meist viel größeren Durchmesser als die guterhaltenen Bündel. Soweit es sich schätzen läßt, sind wohl mehr als die Hälfte der Fasern zugrunde gegangen. An Ober- und Unterschenkel wird je ein zu den Beugemuskel gehendes Nervenästchen direkt vor dem Eintritt in den Muskel untersucht. Der Unterschied beider ist nicht sehr groß. Das Ästchen der Wadenmuskulatur enthält nur atrophische Nervenfasern, keine einzige Markscheide und kaum eine Fettkörnchenzelle, das zu den Oberschenkelbeugern führende besteht auch vorwiegend aus atrophischen Fasern, nur wenigen mit noch intakter Markscheide versehenen, enthält aber in großer Zahl Myelinschollen und daraus hervorgegangene Fettkörnchenzellen. Histologisch ist also der Unterschied im Grade der Atrophie zwischen den Muskeln des Ober- bzw. Unterschenkels viel größer, als zwischen den zugehörigen Nerven.

Klinisch war bei diesem Fall folgendes Verhalten festzustellen:

Sensibilität: Vom Knie abwärts beide Beine anästhetisch an Vorder- und Rückseite. Reithosenanästhesie, die sich nach abwärts bis zu den Knien fortsetzt. Beginnt der Anästhesie zwischen L 3 und L 4 alle Segmente bis S 5 umfassend.

Auch die motorische Störung umfaßt die gleichen Segmente radikulärer Innervation, doch so, daß vollkommene Lähmung erst von L 4 an auftritt. Auffallend war noch, daß der Sphincter ani paretisch war; aber die Blasenfunktion intakt. Es waren in ihrer Funktion von den Muskeln am Oberschenkel beiderseits die Adduktoren nicht gestört; in geringem Grad war der Quadrizeps, stärker Semimembranosus, Semitendinosus und Bizeps; vollkommen die gesamte Unterschenkel- und Fußmuskulatur gelähmt. Zwischen rechts und links bestand der Unterschied darin, daß links die Außenrotatoren des Oberschenkels

noch paretisch waren und die Kraft und Ausdehnung der Beugung und Streckung im Kniegelenk geringer war als rechts. Tibialis- und Peronäusmuskulatur war an beiden Unterschenkeln vollkommen gelähmt; elektrisch direkt und indirekt vollkommen unerregbar. Pat.-S.-Reflex, Achilles-S.-Reflex, Plantarreflex negativ (Degeneration des Hinterstranges!), Kremasterreflex positiv, Bauchdeckenreflex? (Anus praeter!).

Man muß also annehmen, daß von L 4 links und von L 5 rechts ab das Rückenmark geschädigt war. Dem entspricht wohl auch der Sektionsbefund. Sicher sind von L 4 ab motorische Wurzeln durchtrennt. Die sensiblen Wurzeln sind teilweise eingemauert; nur rechtsseitig besteht noch eine Verbindung der über- und unterhalb der in Höhe von L 4 sitzenden Zyste liegenden Caudawurzeln.

Doch diese Dinge spielen infolge des makroskopischen und mikroskopischen Befundes des Nervus ischiadicus rechts und links keine Rolle; ich habe sie deshalb in der Arbeit nur kurz erwähnt. Wichtig ist aber, festzustellen, daß sowohl rechts als links makroskopisch und mikroskopisch eine Reihe von Muskelnervenästen, die zu Semimembranosus, Semitendinosus, Bizeps und den Beugern des Fußes gingen, untersucht wurden. Hier waren makroskopisch die Äste zu den Beugern am Oberschenkel noch weiß und drehrund, während (links ist besonders erwähnt) nur ein Ast des Peronaeus comm. noch weiß war. Mikroskopisch erwiesen sich die gut erhalten aussehenden Äste zu den Beugern am Oberschenkel und den Muskeln am Unterschenkel als atrophisch, während die mikroskopische Untersuchung der zugehörigen Muskeln die Beuger am Oberschenkel (links ist hier aufgeführt, weil diese Muskeln makroskopisch degeneriert aussehen) als verhältnismäßig gut erhalten zeigt. Es ist also histologisch, wie auch der Sektionsbericht hervorhebt der Unterschied im Grade der Atrophie zwischen den Muskeln am Oberschenkel und Unterschenkel ein viel größerer als zwischen den zugehörigen Nerven. Und aus diesem Befund habe ich das an sich bessere Verhalten der Beuger am Oberschenkel, gegenüber der Peronäus- und Tibialismuskulatur abgeleitet

Nun zu den Einwendungen Auerbachs im einzelnen.

Die Einschränkung, die Auerbach für die traumatischen Nervenlähmungen gemacht, wurden, wie ich in der Arbeit Seite 131 ausgeführt habe, wohl berücksichtigt. In den zweifelhaften Fällen wurden die Nerven bei der Operation elektrisch gereizt und der Umfang der Schädigung festgelegt. Übrigens habe ich genau bei den einzelnen Haupt-

nervenstämmen auch in der Arbeit angegeben, wieviele Fälle durch Operationsbefund einwandfrei klargelegt sind; bei den anderen noch verwerteten Verletzungen wurden nur vollkommene Lähmungen und deren Regeneration berücksichtigt. Übrigens stimmen meine Befunde mit denen von Wexberg, Förster usw. fast völlig überein.

Zu 1. der Auerbachschen Arbeit. Bezüglich der Daumenabduktion muß ich trotz der Einwände Auerbachs voll und ganz das auf Seite 135 meiner Arbeit Gesagte aufrecht erhalten. Der vom Medianu versorgte Abduktor Poll. brev. müßte bei Radialisschädigung funktionieren; denn Fränkel-Frohse (Muskeln des Armes), deren Angaben ich bei der Funktionsbeschreibung der Muskeln gefolgt bin, sagen Seite 201 über die Wirkung dieses Muskels: „In der Hauptsache ist die abduzierende Wirkung des Abductors Pollicis brevis auf den freien Daumen zu betonen. Als Nebenwirkung jedoch ist auch durch die ulnar entspringenden Fasern eine opponierende zu erweisen. —

Zu 2. Der Flexor carpi ulnaris abduziert nach Fränkel-Frohse bei Zusammenziehung des ganzen Muskels die Hand einfach ulnärwärts. Ich habe nun in meiner Arbeit behauptet, dieser Muskel arbeite bald mit, bald gegen die Erdschwere; Auerbach dagegen meint, er arbeite nur mit der Erdschwere und begründet diese Anschauung mit dem Reizerfolg bei elektrischer Reizung. Ich möchte nun doch darauf aufmerksam machen, daß man von den Muskeln, die Hand und Finger bewegen, nie sagen kann, sie arbeiteten nur mit oder nur gegen die Erdschwere, da doch unzweifelhaft durch die Pro- und Supinationsfähigkeit des Armes, durch die Fähigkeit bei erhobenem und herabhängendem Arm zu arbeiten, Stellungen gegeben sind, die diese Muskeln bald mit, bald gegen die Erdschwere arbeiten lassen. Als Beispiel folgendes: Wenn wir z. B. bei herabhängenden Armen in Mittelstellung zwischen Pro- und Supination durch Ulnarabduktion des Handgelenkes mit großer Kraft etwas aus dem Boden ausreißen, so muß der Flexor carpi ulnaris doch sicher auch gegen die Erdschwere arbeiten.

Ähnlich ist es mit den Pronatoren. Bei äußerster Supinationsstellung der Hand, z. B. beim Herausschrauben einer Schraube arbeiten diese Muskeln bis zur Mittelstellung zwischen Pro- und Supination gegen die Erdschwere, um dann mit derselben weiter zu funktionieren. Warum ich für das gute Verhalten des Palmaris longus die kräftigen Synergisten nicht als ursächlich anerkennen kann, habe ich in den vorgehenden Ausführungen schon erörtert.

Für den Flexor digit. subl. und prof. gibt Auerbach selbst „mechanische“ Momente als Ursache ihrer relativ geringen Widerstandsfähigkeit an; er muß hier also neue Momente zur Begründung heranziehen.

Am Schlusse meiner Arbeit habe ich ausdrücklich betont, daß ich die verschiedenen Funktionsarten der einzelnen Muskeln nach Art von Dauer- bzw. Kraftmuskeln als auslösendes Moment ihres verschiedenen Verhaltens bei Nervenschädigung betrachte. Vielleicht bedingt die verschiedene Funktionsart auch einen andersartigen Stoffwechselablauf in der Weise, wie Lange es meint, daß die Dauermuskeln mehr Ermüdungs- und Abfallstoffe pro Masseneinheit produzieren als die Kraftmuskeln.

Im Gegensatz zu Auerbach, der am Schlusse seiner Erwiderung sagt, er könne nicht finden, daß mit so künstlichen unserer Erfahrung widersprechenden Konstruktionen das Problem der Lähmungstypen gefördert werde, glaube ich gerade durch die Heranziehung der Funktionsart der Muskeln im gewöhnlichen Leben für die Beurteilung ihrer Widerstandsfähigkeit bei gleichartiger Nervenschädigung vielleicht ein wesentliches Moment, eine Anregung für die Betrachtung des Problems der Lähmungstypen gebracht zu haben. Vor allem aber durften die Sätze Auerbachs, denen zufolge das Volumen eines Muskels seiner Kraft gleichgesetzt wird, nicht unwidersprochen hingenommen werden. Mit dem Beweis der Unrichtigkeit dieser Sätze fällt die theoretische Grundlage seines ganzen Gesetzes der Lähmungstypen und damit das Gesetz selbst.