

Als Resultate der Vergleichung ergibt sich, dass die Gefäßverzweigung bei den untersuchten Tieren zwar nach allen Seiten der Retina sich erstreckt, beim Kaninchen aber die oberen und unteren Hauptäste nur sehr schwach entwickelt sind. Bei den Wiederkäuern, sowie beim Schweine überwiegen wegen der tiefen Insertion des Schnerven am Bulbus die oberen Blutgefäße über diejenigen, welche nach unten ziehen. Bei der Ratte sind alle Hauptgefäße ziemlich gleich stark, ebenso die beträchtlichsten Aeste der A. centralis retinae beim Pferde und Kaninchen. Ein geschlossener venöser Ringsinus an der Ora serrata ist niemals vorhanden; selten ist eine Arterie das am meisten nach vorn gelegene Gefäß. Auf der Papilla n. optici ist nur beim Hunde ein Venenbogen vorhanden. Die Capillargefäßnetze sind am engmaschigsten beim Kalbe, dann folgen Hund, Schwein, Katze, Mensch, Ratte, Schaf. Beim Pferd und Meerschweinchen geschieht der Uebergang von Arterien in Venen nur durch Capillarschlingen, beim Kaninchen theils durch Schlingen, theils durch Capillarnetze; nur beim Schafe scheint ein direkter Uebergang vorzukommen. Beim Schwein sind Capillarnetze auch in der granulierten Schicht vorhanden. Die Hauptstämme liegen bei fast allen Tieren dicht an der Membrana limitans, beim Menschen dagegen dicht an, bei der Katze beinahe in der Ganglienzellschicht. In der letztern verbreiten sich bei fast allen Tieren stärkere venöse Gefäße; wo sie in derselben fehlen, wie beim Schwein, existieren sie dafür in der (innern) Körnerschicht.

In physiologischer Hinsicht ist es klar, dass die Ernährung der Epithelialschicht der Retina (Stäbchen, Zapfen, Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht) wie diejenige des Pigmentepithels der Retina hauptsächlich von der Chorioecapillaris aus erfolgen muss. Für die anangischen Netzhäute, namentlich für das Meerschweinchen würde dieser Ernährungsmodus, durch Osmose, sich über die gesamte Retina ausdehnen, resp. würden, soweit die Blutgefäße reichen, dieselben die Ernährung der inneren Partien der Retina zu übernehmen haben.

**W. Krause** (Göttingen).

## Ueber Reflexe.

Von **J. Rosenthal** <sup>1)</sup>.

Was mich veranlasst hat, meine Aufmerksamkeit der Untersuchung der Reflexe zuzuwenden, war zunächst der allerdings ja naheliegende Gedanke, etwas genaueres über die Vorgänge in den Zentralorganen zu erfahren, obgleich ich mir sagen musste, dass nur wenig Aussicht vorhanden sei, wirklich zu einer Erforschung der Mechanik dieser Vorgänge zu gelangen mit denjenigen Methoden, welche der Physio-

1) Nach einem im Kongress für innere Medizin zu Berlin gehaltenen Vortrag.

logie heute zu gebote stehen. Ist es schon schwer, über die gewöhnlichen Reizvorgänge in den peripherischen Nervenfasern mehr als das ganz allgemeinste zu erkennen, so häufen sich die Schwierigkeiten natürlich, wenn es sich um die nervösen Zentralorgane handelt. Unter den Vorgängen aber, welche wir gezwungen sind, an das Vorhandensein der Zellelemente zu knüpfen, ist jedenfalls der Reflexvorgang einer der einfachsten. Man kann von einem gewissen Standpunkte aus allerdings selbst sehr komplizierte Vorgänge, welche in dem Nervensystem ablaufen, auf diesen allgemeinen Schematismus der Reflexe zurückführen, und es mag ja wohl hier und da einen Physiologen geben, der auch alle psychischen Vorgänge als solche nur etwas kompliziertere Reflexe auffasst. Jedenfalls ist es sicher, dass vieles von dem, was wir mühsam willkürlich zu verrichten suchen, später ohne Mitwirkung des Willens vor sich geht und dann den eigentlichen Reflexvorgängen ziemlich nahe kommt, und so ist es gewiss berechtigt, wenn ein englischer Physiologe den Ausspruch gethan hat, dass die Erziehung weiter keinen Zweck habe, als alle guten Reflexe zu entwickeln und alle schlechten zu unterdrücken. In diesem Sinne aber will ich den Begriff des Reflexes hier nicht auffassen, sondern ich will nur von den einfachsten Fällen sprechen, die auf das Schema zurückzuführen sind, dass irgend ein sensibler Reiz irgend eine Bewegung im Muskelapparat zur Folge hat. Sie wissen, dass ein solcher Reflex nur zu stande kommt, wenn die sensible Bahn, auf welche zunächst der Reiz wirkt, mit der motorischen Bahn, in welcher nachher der Bewegungsvorgang auftritt, durch einen Teil des Zentralnervensystems in Verbindung steht. Und wenn wir von den höheren Teilen des Zentralnervensystems absehen, so können wir sagen, dass das Rückenmark so zu sagen der klassische Boden ist, auf welchem sich die Reflexvorgänge abspielen, und dass selbst ein kleines Stückchen Rückenmark ausreicht, um diese Vorgänge zu vermitteln. Ich habe zu meinen Untersuchungen in der Regel die niederen Wirbeltiere, besonders Frösche benutzt, weil wir an diesen die nervösen Vorgänge unabhängig von schädigenden Einflüssen, welche bei höheren Tieren die Beobachtung erschweren, untersuchen können. Ich habe jedoch auch an Säugetieren die Thatfachen verglichen, und ich glaube, dass im wesentlichen die Grundeigenschaften des Zentralnervensystems der Wirbeltiere soweit übereinstimmen, als es für die Beobachtungen der Reflexe wichtig ist. Der Ausgangspunkt meiner Untersuchung war eine kurze Mitteilung; welche Helmholtz im Jahre 1854 gemacht hat, und welche mit wenigen Worten besagt, dass, wenn man die Zeit untersucht, welche zwischen dem Augenblick der Reizung und dem Eintritt der Bewegung auf reflektorischem Wege stattfindet, dieselbe 10—12 mal größer sei als die Zeit, welche zur Fortleitung in peripherischen Nerven von ungefähr gleicher Länge erforderlich sein würde. Es ist dabei vorausgesetzt, dass die Fortpflanzungsge-

schwindigkeit in den motorischen und sensibeln Nerven ungefähr die gleiche Zeit braucht, wie es ja auch nach den Versuchen von Helmholtz u. a. der Fall ist. Helmholtz hat diese Fortpflanzungsgeschwindigkeit auf grund früherer Untersuchungen zu ungefähr 24 Metern in der Sekunde angenommen; ich muss jedoch bemerken, dass diese Zahl keinen wirklich empirischen Wert darstellt, mit dem man sicher rechnen kann. Die Untersuchungen von Helmholtz sind natürlich an Nerven angestellt, die nur eine geringe Länge hatten, und unter der Voraussetzung, dass die Zeit, welche verstreicht, bis die Erregung solche Strecken zwischen zwei reizbaren Stellen zurücklegt, benutzt werden könne, um zu berechnen, wie lange es dauern würde, bis die Erregung einen Meter zurücklegt, oder wie viele Meter die Erregung würde zurücklegen können, wenn sie eine volle Sekunde sich in dieser Weise fortpflanzte. Das setzt aber voraus, dass die Fortpflanzung mit konstanter Geschwindigkeit vorgehe, und das ist durch nichts bewiesen; ja es sind Thatsachen bekannt, und ich selbst habe ähnliche aufgefunden, welche dafür sprechen, dass die Geschwindigkeit, mit der sich die Erregung in den Nerven fortpflanzt, fortwährend sich ändert, und ich glaube daher, dass jene Zahlenangabe nichts weiter als eine obere Grenze bedeutet, dass wir dagegen für längere Nerven wahrscheinlich geringere Geschwindigkeiten finden würden. Aber selbst wenn man diese Korrektur anbringt, so bleibt dennoch die von Helmholtz beobachtete Thatsache richtig; es wird der Erregungsvorgang, während er durch das Rückenmark von der sensibeln Faser zur motorischen gelangt, auffallend verzögert. Das kann nur seinen Grund in einer besondern Beschaffenheit der nervösen Zellenelemente haben, wodurch sie sich von den faserigen Elementen unterscheiden, und ich möchte diesen Unterschied kurz so ausdrücken, ohne damit etwas genaueres über die Natur der Erregungsvorgänge in den Nervenzellen aussagen zu wollen, dass ich sage, es bestehe in dem nervösen Zentralorgane für die Fortpflanzung der Erregung ein viel größeres Hindernis als in den sensibeln oder motorischen peripherischen Bahnen. Von jener Beobachtung Helmholtz's ausgehend, habe ich die Thatsachen weiter verfolgt und gefunden, dass die Zeit, welche verstreicht von dem Moment der sensibeln Reizung bis zum Beginn der Muskelzuckung, außerordentlich wechseln kann. Wir wollen diese Zeit fortan die Reflexzeit nennen. Meine Versuche lehren nun, dass die Reflexzeit sehr verschieden ausfällt, und zwar, dass sie wechselt je nach der Stärke der Reizung und je nach dem Ort, an welchem gereizt wird. Was die Stärke der Reizung anlangt, so hat die Reflexbewegung etwas eigentümliches, welches sie wesentlich unterscheidet von denjenigen Zuckungen, die wir durch direkte Erregung der Muskeln oder motorischen Nerven herbeiführen können. Wenn ich einen motorischen Nerv elektrisch reize, so kann ich einen minimalen Reiz finden, welcher eine minimale Mus-

kelzuekung herbeiführt; wenn ich den Reiz verstärke, wächst nach und nach die Muskelzuekung, bis sie ein Maximum erreicht. Wenn ich dagegen durch Reizung einer sensibeln Partie einen Reflex erzeugen will, bedarf es dazu einer verhältnismäßig starken Reizung; sobald aber der Reiz überhaupt im stande ist einen Reflex hervorzubringen, ist dieses schon gleich eine ziemlich starke Muskelzuekung, und wenn ich jetzt den sensibeln Reiz verstärke, so verstärkt sich nicht die Muskelzuekung, sondern statt dessen wird nur die Reflexzeit kleiner. Ich habe einen solchen Reiz, welcher eben ausreicht, um einen Reflex hervorzubringen, mit dem Namen des ausreichenden Reizes belegt und kann den Satz aufstellen, dass, wenn wir den Reflex messen bei ausreichender Reizung und dann bei stärkerer Reizung, die Reflexzeit immer kleiner wird; wenn wir die Reizstärke mehr und mehr anwachsen lassen, dann wird zuletzt die Reflexzeit so klein, dass von dem ursprünglichen Helmholtz'schen Phänomen absolut nichts mehr übrig bleibt, sondern dass, wenn wir die Zeit ausrechnen, die der Reiz braucht, um von der Reizstelle zum Rückenmark und vom Rückenmark zu den Muskeln zu gelangen, die Summe dieser beiden Zeiten ungefähr gleich ist der, die wir gemessen haben. In diesem Falle können wir uns vorstellen, dass die Zeit der Uebertragung des Reflexes von der sensibeln Bahn auf die motorische sehr klein war. Wir müssen aber annehmen, dass bei schwächeren Reizungen die Leitungszeit innerhalb der sensibeln und motorischen Bahnen dieselbe war. Denn, wie ich mich noch durch besondere Versuche überzeugt habe, ist in der That für ausreichende und übermaximale Reize die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung innerhalb der peripherischen Nerven von der Reizstärke unabhängig; folglich sehen wir also, dass die Länge der Zeit, welche wir in früheren Versuchen gefunden haben, allein im Rückenmark ihren Grund hatte, also nur in dem Mittelgliede zwischen sensibeln und motorischen Fasern, in dieser kurzen Brücke des Zentralorgans die lange Verzögerung Platz gegriffen hat. Um diese Untersuchungen zu machen, kann man entweder gewöhnlichen Tieren, den Fröschen oder Säugetieren, das Großhirn fortnehmen, um von willkürlichen Bewegungen ungestört zu bleiben, oder man kann auch die Tiere mit Strychnin vergiften. Wenn Sie einen Frosch, dem Sie das Großhirn fortgenommen haben, und der mehrere Stunden nach der Operation untersucht wird, so aufhängen, dass die Beine nach abwärts hängen, und irgend einen Reiz auf seine Pfote ausüben, so wird selbst bei verhältnismäßig schwachem Reiz immer ein Reflex erfolgen, welcher darin besteht, dass der Frosch das Bein der gereizten Seite anhebt, und dabei werden die Beugemuskeln kontrahiert, während die Streckmuskeln keine Reflexbewegung zeigen. Wir wollen diese Art des Reflexes Beugereflex nennen. Ganz anders, wenn der Frosch mit Strychnin vergiftet ist; dann bekommen wir bei schwachen Reizungen starke Kontraktionen sämtli-

cher Muskeln des Beines, und da die Streckmuskeln stärker sind, wird das Bein krampfhaft gestreckt. Es fragt sich nun, worauf beruht es, dass der Beugereflex bei Strychninvergiftung in den Streckreflex übergeht? Nimmt man statt der gewöhnlichen Dosen viel kleinere, geht hinunter bis zu einem Decimilligramm oder Centimilligramm oder noch weniger und wartet genügend lange Zeit, so sieht man, dass so kleine Dosen nicht im stande sind, den Beugereflex in den Streckreflex überzuführen, dass sie aber dennoch einen Einfluss auf das Rückenmark ausüben, indem ein etwas schwächerer Reiz schon ausreicht, um den Reflex zu bewirken, und indem die Reflexe prompter und sicherer auftreten. Wenn der Reflex auftritt, tritt er gleich mit voller Energie auf; sowie man aber über jene außerordentlich kleinen Dosen steigt, dann tritt sehr bald der Uebergang zum Streckreflex ein. Der Unterschied ist der, dass bei dem Beugereflex zunächst gewisse Bahnen allein reflektorisch angeregt werden, dagegen bei den Streckreflexen alle Bahnen gleichzeitig und dass nun die Streckmuskeln stärker wirken und die Stellung des Gliedes bedingen. Wir können uns die Sache ungefähr in der Weise denken, dass die sensibeln Bahnen, welche gereizt werden, mit verschiedenen motorischen Bahnen in Wechselwirkung stehen in der Weise, dass die Möglichkeit vorliegt, dass der Reiz auf alle diese motorischen Bahnen übergeht, aber einzelne leichter reflektorisch angeregt werden als andere. Dann muss die Wirkung des Strychnins darauf beruhen, dass es die Reflexerregung überhaupt erleichtert und macht, dass nicht bloß die Bahn 1, sondern gleichzeitig alle Nervenbahnen in Miterregung geraten. Wenn nun auf diese Weise die Ausbreitung der Reflexe studiert wird, welche bei Reizung einer bestimmten Stelle, z. B. der Pfote eines Frosches, eintritt, so bekommen wir ein Gesetz über die Ausbreitung, welches im allgemeinen übereinstimmt mit denjenigen, welche früher Pflüger aus pathologischen Beobachtungen abgeleitet hat. Nehmen wir z. B. an, die gereizte Stelle sei die rechte Pfote eines Frosches, so würde bei gewisser Reizung zunächst die Erregung nur übergehen auf die Beugemuskeln des rechten Beines; wird die Reizung stärker, so geht sie über auf die Beugemuskeln des rechten Vorderarms; ist sie noch stärker, so geht sie auch über auf die Beugemuskeln des linken Vorderarms, und wenn sie noch stärker gegriffen wird, geht sie auch über auf die Beugemuskeln des linken Beines. Sobald aber Streckreflexe auftreten, kann man von einer Abstufung nicht mehr reden, sondern es geraten dann sämtliche 4 Extremitäten fast gleichzeitig und scheinbar gleich stark in Thätigkeit, und wenn wir die Strychninisierung weiter treiben, so kommen nicht bloß die Extremitäten, sondern auch die Rumpfmuskeln in Mitwirkung. Nun fragt es sich, wenn jede dieser sensibeln Bahnen mit jeder der motorischen Bahnen in Verbindung steht, und dennoch Unterschiede existieren, so dass die Reflexe leichter auf eine als die andere Bahn

übergeben, in welcher Weise hängt das zusammen? Es kann unmöglich so sein, dass alle diese motorischen Bahnen von einem Punkt ausgehen und dass in eine Ganglienzelle alle sensibeln Fasern einmünden. Das widerspricht den Anschauungen, welche wir über das Zentralnervensystem haben und über die darin enthaltenen Zellen und den Ursprung der Nervenfasern. Wir müssen vielmehr annehmen, dass diese sensible Nervenbahn in irgend einer Weise mit den einzelnen zelligen Gebilden zusammenhängt, aus denen entweder eine oder vielleicht auch einmal zwei motorische Nervenfasern entspringen. Die Anatomie des Rückenmarks ist leider noch nicht weit genug vorgeschritten, als dass wir wissen könnten, in welcher Weise dieser Zusammenhang zu stande kommt. Es scheint, als wenn die sensible Faser zunächst in ein Netzwerk eintritt und mit Hilfe desselben zusammenhängt mit den Zellen, und man kann nun denken, dass dieser Zusammenhang ein innigerer ist mit der ersten Zelle und dass erst auf Umwegen die Erregung zur zweiten, dritten, vierten u. s. w. Zelle gelangt.

Ich habe oben gesagt, dass die Reflexzeit auch von dem Ort des Reizes abhängt. In der That, wenn man abwechselnd einen Ort reizt, welcher dem Rückenmark sehr nahe ist (z. B. an der Hüfte) und einen entfernten (z. B. an der Pfote), so bedarf man dazu im erstern Falle eines schwächeren Reizes und außerdem fällt die Reflexzeit kürzer aus und wird auch bei Steigerung der Reizstärke über den ausreichenden Wert in höherem Grade verkürzt, als dies bei der Pfotenreizung der Fall ist. Es ist dies einer der vielen Gründe, welche mich zu der Annahme führen, dass auch in den peripherischen Nerven ein Widerstand der Leitung existiere, eine Frage, auf welche ich jedoch hier nicht weiter eingehen kann.

Wir wenden uns jetzt zu der Frage, ob in bezug auf die Entstehung der Reflexe die einzelnen Teile des Rückenmarks gleichartig sind. Man sollte annehmen, dass die kürzeste Verbindung von der sensibeln Faser, die wir reizen, zu einer motorischen Faser, die in der Nähe herauskommt, durch denjenigen Teil des Rückenmarks geht, welcher im Niveau dieser Fasern liegt, und dass, wenn der Reiz übergeht auf die entgegengesetzte Seite, der Uebergang ebenfalls in diesem Niveau stattfindet. Es ist das scheinbar so selbstverständlich, dass ich sehr erstaunt war, wie ich durch meine Untersuchungen zu ganz anderen Ueberzeugungen geführt wurde. Ich fand nämlich, dass, wenn an dieser Stelle das Rückenmark in der Mitte gespalten wurde, dies bei ausreichender Reizung gar keinen Einfluss hatte auf die Zeit, die verstrich zwischen der sensibeln Reizung und dem motorischen Reflex auf der andern Seite. Ich musste daraus folgern, dass also der Reflex gleich gut, wie er hier direkt übergehen kann, auf einem Umwege herumgehen kann. Ich war nicht wenig erstaunt, als ich später fand, dass, wenn ich im obern Teil des Rückenmarks einen

Längsschnitt anbrachte, dies einen ganz erheblichen Einfluss auf den Uebergang des Reflexes von der linken Seite auf die rechte ausübte. Hatte ich den ausreichenden Reiz gefunden, der, wenn ich die sensible Stelle reizte, eine Zuckung auf der entgegengesetzten Seite hervorzubringen im stande war, so blieb nach einem solchen Schnitt dieser Reflex aus, und ich musste den Reiz bedeutend verstärken, um auf dieser Seite den Reflex zu bekommen. Es stellte sich nach und nach heraus, dass es eine Stelle im Rückenmark gibt, welche ganz besonders wichtig für das Zustandekommen des Reflexes ist, und dass diese Stelle im obersten Teile des Rückenmarks liegt und vielleicht noch etwas in die Medulla oblongata hineingreift, eine Frage, welche sich deswegen gar nicht mit Sicherheit entscheiden lässt, weil eine scharfe Grenze zwischen Rückenmark und Medulla oblongata nicht existiert. Natürlich erinnert dies sofort an die allseitig genügend bekannte Erfahrung, dass die Muskeln, welche ihre Nerven aus dem Halsmark beziehen, ganz besonders leicht in Tetanus gerathen. Man braucht ja nur irgend ein Handbuch der Pathologie aufzuschlagen, wo von Tetanus gehandelt wird; immer ist vom Trismus und von der Nackenmuskulatur als denjenigen Muskeln die Rede, welche zuerst von Krampf befallen werden, und wir müssen daraus schließen, dass das Halsmark leichter Reflexe vermittelt, als die übrigen Teile des Rückenmarks. Meine Versuche aber lehren, dass dies nicht bloß gilt für die Reizung der sensibeln Fasern, welche aus dem Halsmark entspringen, sondern auch für die Nerven, die aus der Lendenanschwellung entspringen. Wenn ich dagegen denselben Versuch machte, mit stärkeren Reizen, dann hatte ein Längsschnitt durch die obere Partie des Rückenmarks keinen Einfluss weder auf das Zustandekommen des Reflexes auf der entgegengesetzten Körperhälfte überhaupt, noch auf die dazu erforderliche Zeit. Daraus folgt also, dass, wenn ich mit einem eben ausreichenden Reiz an dem Tiere arbeitete, dieser Reflex nur zu stande kommen kann dadurch, dass er erst fortgepflanzt wird zu dem obersten Teile des Halsmarkes und dort übertragen wird auf die motorische Bahn. Wenn dagegen ein stärkerer Reiz angewandt wird, wird dieser schon an einer tiefern Stelle übertragen werden können. Diese tieferen Stellen kommen erst in Thätigkeit, wenn der Reiz übermäßig stark wird, und auf diese kann es keinen Einfluss haben, wenn ich einen Schnitt an der obern Partie mache, es kann auch keinen Einfluss haben, wenn ich den Schnitt tiefer mache; aber wenn der Reiz schwach ist, geht er durch diese anderen Bahnen nicht hindurch, welche also für gewöhnlich nicht passierbar sind und erst für stärkern Reiz überhaupt eine Reflexerregung vermitteln. Das ist zunächst nur bewiesen für die von uns sogenannte Querleitung, wenn also ein Reflex durch Reizung einer Seite übergeht auf die entgegengesetzte Körperhälfte. Es lässt sich dasselbe aber auch beweisen für Reflexe, welche an der gereizten Seite entstehen.

Wenn ich einen Reflex erzeuge durch Reizung der linken Pfote mit einem Reiz, der ausreicht, um nur die linke Pfote in Reflex zu versetzen, und ich zerstöre den obern Teil des Rückenmarks, dann hört der Reflex auf und ich muss einen stärkern Reiz anwenden, um ihn zu bekommen. Wenn ich also hier reize, auch wenn der Reflex auf derselben Seite stattfinden soll, so ist es nötig, dass die sensible Erregung zum Halsmark aufsteigt und von diesem zurückkommt. Sie sehen, dass ich auf diese Weise eine neue Methode gewonnen habe, zu untersuchen, in welcher Weise die sensibeln und motorischen Bahnen innerhalb des Rückenmarks verlaufen, und es war meine Aufgabe, hierüber Untersuchungen anzustellen. Um das Resultat kurz anzuführen, so kann ich Ihnen sagen, dass die sensible Leitung und die motorische Leitung innerhalb des Rückenmarks stets auf der Seite des Reizes bleibt, dass also die sensible Reizung nicht durch Kreuzung auf die andere Seite übergeht, und dass, wenn es sich um gekreuzte Reflexe handelt, der Reiz, erst nachdem er an das Halsmark gekommen, übertritt auf die andere Seite um auf derselben herunterzuziehen. Machen wir Querschnitte in verschiedenen Höhen des Rückenmarkes, so können wir das mit aller Sicherheit nachweisen; wir können gleichzeitig nachweisen, dass diese normale Leitungsbahn eben nur eine von vielen Bahnen ist, dass daneben auch auf jedem andern Wege die Leitung stattfinden kann; man braucht nur genügend starke Reize anzuwenden. Je mehr Schnitte ich führe, desto stärker muss natürlich der Reiz sein, um noch Reflexe zu geben, und wir können damit in der That jene schematische Vorstellung, von der ich früher sprach, nämlich dass die Erregung von Zelle zu Zelle weiterkriecht, auch hierauf anwenden und annehmen, dass der Reiz selbst auf einem Zickzackwege durch verschiedene Zellen sich fortpflanzen kann, wenn die kurzen Bahnen unterbrochen sind, aber dass dies nur der Fall ist, wenn der Reiz hinlänglich stark ist. Das sind die Thatsachen, welche ich teils durch Messung der Zeiten erschlossen hatte, teils durch direkte Schnittführungen in mehreren Untersuchungsreihen gefunden habe. Es fragt sich jetzt, was können wir aus diesen Thatsachen für Schlüsse ziehen über die Mechanik der Reflexe, und welche Beziehungen können wir etwa aus diesen physiologischen Thatsachen ableiten für die Erklärung pathologischer Erscheinungen? Nun sind freilich in der Pathologie eine große Zahl von Beobachtungen über Reflexe gemacht worden; aber dennoch ist es mir nicht gelungen, irgendwie eine direkte Anwendung der von mir auseinandergesetzten Thatsachen so zu machen, dass man sagen könnte, diese Beobachtung am Krankenbett lässt sich mit Hilfe der auseinandergesetzten Thatsachen jetzt besser erklären als vorher. In der That ist das Gebiet zu verwickelt, und es treten, wo Reflexerscheinungen pathologischer Natur beobachtet werden, gewöhnlich die Reflexe so allgemein in den verschiedensten Muskeln auf, dass sie schon zu verglei-



ehen sind mit den Reflexen, welche bei etwas stärkerer Strychninvergiftung auftreten, wo eben die Leitungsbahnen weniger Widerstand leisten als in der Norm, wo der Reflex nicht überall gleich gut hin kann, sondern gewisse Prädilektionsbahnen hat. Dieser normale Reflex geht, wie ich schon gesagt habe, so unmerkbar in diejenigen Bewegungen über, welche wir gewöhnt sind als willkürliche Bewegungen zu betrachten, dass wir sie keiner weiteren Analyse unterwerfen können. Diese willkürlichen Bewegungen aber zeichnen sich grade dadurch aus, dass sie ebenso wie die von mir untersuchten, gewisse Bahnen mit Vorliebe einschlagen. Wenn wir die gewöhnliche Reaktion genau beachten, finden wir, dass sich die Sache im normalen Leben genau so verhält, dass, wenn ein bestimmter sensibler Reiz eintritt, eine bestimmte Bewegung ausgeführt wird. Diese Bewegungen können schon bei Neugeborenen beobachtet werden, teilweise aber bilden sie sich erst im Laufe des ersten Lebensjahres heraus. Es würde eine lohnende Aufgabe sein, an Kindern dies allmähliche Sichherausbilden gewisser Reflexe genau zu verfolgen. Wir besitzen allerdings einzelne Angaben und Beobachtungen, besonders von Kussmaul und Preyer, über Erscheinungen, welche im frühesten Kindesalter auftreten; aber es sind das nur einzelne Beobachtungen, die noch nicht zahlreich genug sind, um sie vollständig verwerten zu können. Ich zweifle nicht daran, dass, wenn diese Beobachtungen vervollständigt werden, man wird nachweisen können, dass gewisse Bewegungen, welche aus irgend welchen Gründen häufig gemacht werden, schließlich als vorzugsweise leicht ausführbare Reflexe erscheinen. Man pflegt diese durchaus nicht unbekannte Thatsache bildlich damit auszudrücken, dass man sagt, wenn eine Erregung häufig dieselbe Bahn passiert, wird die Bahn gleichsam ausgeschliffen, wird leichter passierbar. Nun kann man diese Thatsache an Tierversuchen aufs schlagendste experimentell beweisen, wenn man die Stärke des Reizes feststellt, welche einen bestimmten Reflex hervorruft, und wenn man diesen Reflex mit demselben Reiz mehrfach hintereinander hervorruft. Man kann nach einiger Zeit viel schwächere Reize schon wirksam finden. Aber worauf das Ausschleifen der Bahnen beruht, woher es kommt, dass der Widerstand innerhalb einer solchen Leitungsbahn geringer wird, davon habe ich keine Ahnung und glaube nicht, dass irgend jemand eine plausible Erklärung dafür gegeben hat. Die Thatsache selbst aber ist wichtig für eine verhältnismäßig große Zahl von Erscheinungen. Ferner gibt es ja im normalen Leben sowohl als in pathologischen Fällen eine Anzahl von Reflexen, welche ganz besonders charakteristisch sind, z. B. der Zusammenhang zwischen dem einfallenden Licht in das Auge und der Verengung der Pupille. Hier nimmt man für gewöhnlich ein ganz besonderes Zentrum an, welches diesen Reflex vermittelt; es ist aber die Frage, ob dieser Reflex nicht eben auf dieselbe Weise zu erklären ist wie die Reflexe

im Halsmark, dass nämlich der Reiz nur deswegen immer dieselbe Reflexbewegung veranlasst, weil aus irgend welchen Gründen schon früher diese Bahn häufig benutzt worden ist. Der bekannte englische Philosoph Herbert Spencer hat diesen Gedanken im einzelnen durchgeführt, und will alle normalen Reflexe auf diese Weise als Folgen häufiger Wiederholung und Vererbung der so erworbenen Dispositionen erklären. Der Grundgedanke ist richtig, wenn auch im einzelnen vieles nicht so einfach und selbstverständlich ist, als es Spencer darstellt. Ferner müssen in dieser Weise auch diejenigen Reflexe erklärt werden, welche, wie z. B. der Sehnenreflex, grade vorzugsweise so auftreten, dass das Organ, welches reflektorisch ange regt wird, nahe liegt dem Orte, an welchem der sensible Reiz auftritt. Offenbar sind die motorischen und sensibeln Bahnen, welche zu denselben peripherischen Stellen gehen, nicht immer, aber meistens innerhalb des Zentralorgans benachbart, und der Weg von der sensibeln Bahn zu der bestimmten motorischen wird der kürzere sein und daher die geringsten Widerstände darbieten. So würde der Sehnenreflex sich darauf zurückführen lassen, dass die Ursprünge der sensibeln Fasern des Muskels bzw. der Sehne und der motorischen Fasern, die zu diesem Muskel führen, innerhalb des Rückenmarks näher zusammenliegen als die Nervenursprünge differenter Muskeln.

Dass nun grade im Halsmark die Uebertragung der Reflexe am leichtesten zu stande kommt, dürfte nach der Theorie der Ausschleifung der Leitungsbahnen etwa so erklärt werden, dass doch alle sensibeln Eindrücke, welche zum Rückenmark gelangen, in demselben der Länge nach zum Gehirn hinauf geleitet werden, und ebenso alle vom Gehirn kommenden motorischen Impulse der Länge nach abwärts zu den betreffenden motorischen Nerven geleitet werden. Der Uebergang dieser Leitungsbahnen des Rückenmarks zu denen des Gehirns scheint aber durch Nervenzellen vermittelt zu werden, durch welche dann die motorischen und sensibeln Leitungsbahnen unter einander in Verbindung treten. Doch sind diese Hypothesen noch zu wenig begründet, als dass es nützlich wäre, sie weiter zu verfolgen.

Verlag von August Hirschwald in Berlin.

Soeben erschienen :

## Ueber den Diabetes

von

Dr. Fr. Th. von Frerichs.

1884. gr. 8. Mit 5 Tafeln. 10 Mark.

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die „Redaktion, Erlangen, physiologisches Institut“ zu richten.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1884-1885

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Rosenthal Josef

Artikel/Article: [Ueber Reflexe. 247-256](#)