

Zur Kenntniss von der Wechselwirkung der Erregungen im Centralnervensystem.

Von

Prof. **Sigm. Exner,**

Assistenten am physiologischen Institute in Wien.

Hierzu Tafel III.

Dass der Ablauf einer im Centralnervensystem stattfindenden Erregung durch eine andere Erregung gehemmt werden kann, ist allgemein bekannt. Ich erinnere an die Reflexhemmungen durch Reizung sensibler Nerven oder durch den Willen. Es findet sich auch eine Anzahl von Angaben in der Litteratur (auf welche ich alsbald zurückkommen werde), die zeigen, dass auch der umgekehrte Fall vorkömmt, d. h. es kann der Ablauf von Erregungen im Innern des Centralnervensystems dadurch dass andere Erregungen in dasselbe eintreten oder eingetreten sind, begünstigt werden.

Ich will diese Erscheinung, mit deren genauer Untersuchung sich die vorliegende Abhandlung beschäftigt, im Gegensatz zur Hemmung die „Bahnung“ nennen.

1. Die motorische Erregung einer Extremität von der Hirnrinde aus wirkt bahnend auf den Ablauf eines dieselbe Extremität betreffenden Reflexreizes und umgekehrt.

Sticht man einem passend narcotisirten Kaninchen zwei als Elektroden armirte Nadeln zwischen die Zehen einer Vorderpfote und lässt in Intervallen von mehreren Secunden Induktionsströme durch dieselbe hindurchschlagen, so macht die Pfote synchronisch mit den Schlägen zuckende Bewegungen. Verringert man die Intensität dieser Schläge so weit, dass diese Zuckungen nur eben

merklich sind und reizt nun mit den Strömen eines in gewöhnlicher Weise spielenden du Bois-Reymond'schen Magnetelektromotors den zu der Pfote gehörenden Rindenort¹⁾ des Gehirns, so sieht man, wie diese Zuckungen der Pfote bedeutend an Intensität zunehmen. Diese Zunahme kann auch dann stattfinden, wenn nicht nur die Ströme, welche die Pfote treffen, sondern auch die, welche der Hirnrinde zugeführt werden, so schwach sind, dass sie für sich allein angewendet, kaum merkliche Bewegungen zu erzeugen vermögen. Legt man die Muskeln des zuckenden Beines frei und beobachtet einen derselben, so gewahrt man gewöhnlich ohne weiteres, dass in Folge des Einfallens der Hirnreizung, seine Zuckungen an Intensität zunehmen; weiter kann man unter diesen Verhältnissen sehen, dass sich bei Combination beider Reizungen die Erregung auf Muskeln erstreckt, welche bei jeder Reizung für sich keine merklichen Zuckungen zeigten. Die Combination beider bewirkt also nicht nur eine Verstärkung sondern auch eine Ausbreitung der in die Muskeln tretenden Erregung.

Die geschilderte Erscheinung beruht darauf, dass die durch die Rindenreizung gesetzte Erregung, wahrscheinlich nachdem sie sich auf andere Gebiete des Centralnervensystems ausgebreitet hat, bahndend für den Ablauf der Reflexaction wirkt, die an der Pfote ausgelöst wird; ferner beruht die Erscheinung auch auf dem umgekehrten Vorgang, indem die Reflexerregung, den Ablauf der Rindenreizung begünstigt.

Dass dem wirklich so ist, wird sich erst aus den folgenden Modificationen des geschilderten Versuches ergeben, nur dass kann schon hier hervorgehoben werden, dass die Durchschneidung des Plexus brachialis in der Achselhöhle die durch die Pfotenreizung hervorgerufenen Zuckungen sistirt²⁾. Diese sind also in der That

1) Ich will, um Verwechslungen und Missverständnisse zu vermeiden, den Namen „Rindenort“, z. B. der linken Vorderpfote, conform der von mir in Hermann's Handbuch gebrauchten Nomenclatur, für diejenige Rindenstelle gebrauchen, bei deren Reizung die schwächsten Ströme benöthigt werden, um Bewegungen in der linken Vorderpfote hervorzurufen. Es ist ein Name für diese Stelle deshalb unentbehrlich, weil sich beim Kaninchen das „Rindenfeld der Vorderpfote“ über den grössten Theil der nach Oben gekehrten Convexität der Rinde erstreckt. Vergl. Sigm. Exner, Sitzungsber. der Wiener Akad. d. Wissensch. 14. Juli 1881.

2) Auch dann noch, wenn man die Inductionsströme in hohem Grade verstärkt.

Reflexzuckungen und nicht, wie man etwa denken könnte, das Resultat directer Muskelreizung durch in das Bein eintretende Stromschleifen.

Versuchsordnung: Um die Erscheinung genauer zu studiren war es nöthig, erstens nicht die Zuckung der gesammten Pfote, sondern eines einzelnen Muskels in's Auge zu fassen, damit man sehe, ob die Zuckungszunahme des ganzen Beines wirklich daherrührt, dass durch die einzelnen Muskelnerven stärkere Impulse fliessen, denn sie könnte ja auch mit der Betheiligung einer grösseren Zahl von Muskeln zusammenhängen. Zweitens mussten sowohl der Pfote als der Rinde einzelne in beliebig variabeln Intervallen eintretende Reize zugeführt werden, und drittens war es wünschenswerth, die Zuckungen und die Momente der Reizung graphisch darzustellen. Alle Versuche wurden an Kaninchen gemacht mit Ausnahme von einigen, welche zu speciellen, unten zu besprechenden Zwecken an Hunden angestellt wurden.

Um die Zuckungen eines einzelnen Muskels graphisch darzustellen haben Francois-Franck und Pitres¹⁾ bei ähnlicher Gelegenheit den musculus extensor digit. com. von Hunden benutzt, indem sie die Sehne desselben mit der Membran einer Marey'schen Trommel verbanden, und diese Trommel dann wieder durch einen Kautschuckschlauch mit einer Marey'schen Schreibtrommel in Verbindung setzten. Es hat diese Einrichtung augenscheinlich den Nachtheil, dass Zuckungen des ganzen Beines wegen mangelhafter Befestigung desselben sich mit auf die Trommel übertragen müssen. Bubnoff und Heidenhain²⁾ haben zur Vermeidung dieses Uebelstandes erstens das Olekranon der betreffenden Vorderpfote durchbohrt und mit Draht befestigt, zweitens das Bein theilweise mit schnell erstarrender Gypsmaße umgeben.

Ich schlug zu demselben Zweck einen andern Weg ein. Es schien mir bei der Verschiebbarkeit der Haut unmöglich das Bein so zu befestigen, dass sich bei intendirten Bewegungen desselben die Ursprünge und Befestigungspunkte des Muskels um keine hier in Betracht kommende Grösse gegen die separat aufgestellte Trommel verschieben. Eine Verschiebung um einen Bruchtheil eines Millimeters macht aber schon einen bedeutenden Ausschlag.

1) Travaux du laboratoire de Marey. 1878—1879.

2) Dies. Archiv, Bd. XXVI, p. 143.

Ich wählte desshalb zu meinen Versuchen einen Muskel der an den Unterarmknochen entspringt und befestigte die Trommel an einem dieser beiden, von Natur vollkommen unbeweglich mit einander verbundenen Unterarmknochen selbst. Jetzt konnte nur eine wirkliche Verkürzung des Muskels die Membran der Trommel vorwölben, im übrigen konnte das Bein sich frei bewegen.

Der verwendete Muskel ist der *m. abductor pollicis*¹⁾ und die Art der Befestigung der Trommel erhellt aus der Taf. III Fig. 1. Sie ist nach einem Präparat gezeichnet, bei welchem zur Klarlegung der Verhältnisse alle Muskeln mit Ausnahme des genannten entfernt waren. Diese Trommel ist dann wie bei Bubnoff und Heidenhain mit einer Schreibtrommel in Verbindung.

Ich muss es dahingestellt sein lassen, welche der Methoden die vollkommenere ist, die geschilderte oder jene von Bubnoff und Heidenhain, denn ich hatte keine Ursache mehr, letztere vergleichsweise zu prüfen, da meine hiehergehörigen Versuche schon abgeschlossen waren, als die Abhandlung dieser Autoren erschien. Auf einen Mangel meiner Methode muss ich übrigens aufmerksam machen; er ist leicht zu beseitigen. Man bekommt nämlich, wenn die Pfote sammt den daran hängenden Apparaten schleudernd bewegt wird, auch ohne dass sich der Muskel contrahirt, kleine Ausschläge, wegen der leichten Beweglichkeit der Trommelmembran. Man hat also bei den Versuchen zu heftige Bewegungen des ganzen Beines durch loses Anbinden desselben zu verhindern.

Als Reize verwendete ich die Inductionsschläge²⁾ welche

1) Krause, Anatomie des Kaninchens.

2) Diese Verwendung der Inductionsschläge statt der Unterbrechungen constanter Ströme, welche Hitzig und in neuester Zeit Bubnoff und Heidenhain benutzten, bedarf einer Rechtfertigung, denn letztere sagen (p. 145) mit Rücksicht auf die verhältnissmässig grossen Intensitäten, die man zur Auslösung einer Zuckung durch einen Inductionsstrom anwenden muss: „Unter solchen Umständen weiss man aber nicht mehr was man reizt, ob die graue Rinde, oder weit davon abliegende, von Stromschleifen hoher Intensität getroffene Theile.“ Ich glaube dass diese Betrachtung nicht gegen die Verwendung von Inductionsschlägen ins Feld geführt werden kann, denn das Verhältniss zwischen den Intensitäten zweier bestimmter Stromfäden (deren einer durch die Rinde, der andere durch irgendwelche tiefer gelegene Organe führen möge) ist unabhängig von der Intensität des durch die Elektrode eintretenden Stromes. Dass dem so ist, geht aus dem Principe der

durch kurzdauernden Schluss primärer Ströme erzeugt wurden. Um die Intervalle der Reizung verändern zu können, benutzte ich ein um eine verticale Axe rotirendes, mit einer Kreistheilung versehenes Rad Fig. 2a (halbirt dargestellt). An demselben waren in passender Isolirung zwei nach unten gekehrte Nadeln angebracht, die durch die Kuppen von längs der Kreistheilung verstellbaren Quecksilbernäpfchen engster Art streichen sobald sich das Rad dreht. Das eine Näpfchen (b) schloss den primären Strom für den Pfotenreiz, das andere (c) den für den Rindenreiz; durch Verstellung der Näpfchen wurde das Intervall variirt und mit Hülfe der Kreistheilung und der bekannten Umdrehungszeit des Rades bestimmt. Die Drehung des Rades besorgte der Helmholtz'sche Magnetelektromotor²⁾ unter Mitwirkung einer verlangsamennden Transmission (d).

Gezeichnet wurde auf die Trommel eines kleinen Ludwig'schen Kymographion von der jetzt üblichen Form (e). Bei jedem Versuche wurden gleichzeitig drei Zeilen geschrieben: die Muskelzuckungen, die Reizung der Pfote und die Reizung der Rinde. Wo es wünschenswerth schien folgte in einer vierten Zeile die Zeit in Secunden. Die drei letzten Aufschreibungen geschehen durch Elektromagnete nach der Construction von E. v. Fleischl.

Da es mir in den meisten Versuchen nur um die Höhe der Zuckungcurve zu thun war und die Form ihres Verlaufes durch die Trommelvorrichtung doch nur unvollkommen wiedergegeben

Superposition elektrischer Ströme (s. Wiedemann's Galvanismus, 2. Aufl., I, p. 178 und E. du Bois-Reymond, Untersuch. üb. thier. Elektricität, I, p. 647) hervor, sowie aus der Gleichung für das Potential eines Punktes in

einer Platte, welche von zwei Elektroden berührt wird: $v = M + \frac{\epsilon}{2\pi k \delta} \log$

$\frac{r_1}{r_2}$, worin M eine Constante, k das specifische Leitungsvermögen, δ die Dicke der Scheibe, r_1 und r_2 die Entfernungen des betreffenden Punktes von den Stellen bedeutet, an welchen die Elektroden aufsitzen. (Vergl. die Darstellung der Kirchhoff'schen Untersuchungen bei Wiedemann, l. c. p. 191.) So lange es uns also unbekannt ist, ob sich die verschiedenen Theile der Gehirnssubstanz gegen den Inductionsschlag einerseits, und einer Schwankung des constanten Stromes andererseits ungleich verhalten, fehlt uns ein theoretischer Grund dafür, die eine Reizungsart der anderen vorzuziehen.

1) In der Zeichnung halbirt dargestellt.

2) Vgl. Sigm. Exner, Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch., Bd. 58, 1868: „Ueber die zu einer Gesichtswahrnehmung nöthige Zeit.“

werden konnte, so liess ich gewöhnlich die Kymographiontrommel langsam rotiren.

Was die Application der reizenden Ströme anbelangt, so geschah sie an der Pfote durch eingestochene Nadeln (f), an der Rinde durch Platinelektroden (g), welche einige Millimeter von einander entfernt mit stumpfen Enden das bis auf die Pia mater freigelegte Gehirn berührten¹⁾. Beide Platindrähte waren in einer Glasfassung und diese verstellbar am Maulkorb des Czermak'schen Kaninchenhalters befestigt.

Jeder Versuch dieser Art gestaltete sich nun folgendermaassen: Dem Kaninchen wurde auf dem Kaninchenhalter durch die Vena jugularis ext. 0,2 gr frisch gelösten Chloralhydrates injicirt (bei kleinen Thieren etwas weniger). Nachdem ich nämlich im ersten Theil meine Versuche mit Morphinum muriat. ähnliche Erfahrungen gemacht hatte wie sie Heidenhain und Bubnoff bei Hunden machten, war ich zu Chloralhydrat übergegangen. Dann ward durch einen Hautschnitt hindurch unter Schonung der nahe gelegenen Nerven die Zange a (Fig. 1) an die rechte Ulna befestigt, und die Sehne des m. abductor pollicis in eine sehr kleine gezähnte Sperrpincette (b Fig. 1) gefasst. Wenn das geschehen war drehte ich das Kaninchen um, und legte das linke Grosshirn frei. Dann schloss ich temporär die Hautwunde des Kopfes wieder, band das Thier vom Kaninchenhalter los, liess ihm aber den Maulkorb, und übertrug es auf ein tischartiges kleines Gestell, an welchem der Maulkorb in gewöhnlicher Weise befestigt und die Hinterbeine angebunden wurden. Der vordere Theil der Tischplatte ist so ausgeschnitten, dass das Thier nur mit den Hinterbeinen und dem Bauche, nicht aber mit der Brust aufliegt. Die Vorderfüsse hängen frei herab, oder es wird der linke um störendes Schlagen zu vermeiden, leicht angebunden und wo es nothwendig war aus dem oben angeführten Grunde auch der rechte. Mit der Zange, welche sich an diesem Beine befindet wird nun durch die Stäbe c d (Fig. 1) die Trommel verbunden, ebenso mit der Sehne. Die Einrichtung muss so getroffen sein, dass nicht etwa die Zehen an die Membran der Trommel streifen, und dass

1) Ich habe mit Rücksicht darauf, dass ich stets mit Wechselströmen reizte, keinen Anstand genommen, Platindrähte zu verwenden, glaube aber wohl, dass unpolisirbare Elektroden, etwa von der Art wie sie Bubnoff und Heidenhain anwendeten, im Allgemeinen vorzuziehen wären.

diese bei den Bewegungen des Beines nirgends angeschlagen werden kann. Letzteres ist auch der Grund, aus welchem der ganze vordere Theil des Thieres in der geschilderten Weise frei schwebt.

Es werden nun die beiden Trommeln mit einander verbunden, die Nadeln in die rechte Pfote eingestochen, die Elektroden auf die Hirnrinde gesetzt. In jeder Hand habe ich einen Schlüssel, der erste (h Fig. 2) gehört dem primären Kreis für die Hirnreizung an; schliesse ich ihn, so stellt die betreffende Nadel des rotirenden Rades, wenn sie bei der Rotation desselben das nächste Mal in ihr Quecksilbernäpfchen eintaucht, den primären Strom her, und ich erhalte zwei überaus schnell aufeinanderfolgende entgegengesetzte Inductionsströme, welche durch die Hirnrinde gehen. Man kann ihre Wirkung als einfache Reizung betrachten. Ebenso wirkt der zweite Schlüssel (i) für die Pfotenreizung. Ein dritter (k) gehört zur Secundenuhr (l).

Um die Bahnung zu studiren verfuhr ich gewöhnlich folgendermaassen. Erst wurden die richtigen d. h. eben wirksamen Reizintensitäten aufgesucht. Während sich dann das Rad drehte und die Quecksilbernäpfchen eine bestimmte Stellung hatten, schloss ich erst den Schlüssel für die Reizung der Pfote, so dass diese ihre Reflexzuckung zeichnete, dann öffnete ich diesen Schlüssel wieder und schloss den für die Hirnreizung, erhielt also wieder eine Zuckung, dann schloss ich beide Schlüssel und bekam also den Zuckungseffekt der beiden schnell aufeinander folgenden Reize. Nach einer Pause verzeichnete ich eine zweite solche Serie, änderte aber in willkürlicher Weise die Reihenfolge, indem ich z. B. die combinirte Zuckung zuerst aufschrieb. Dieser Wechsel ist deshalb nöthig, um etwa auftretende längere Nachwirkungen der ersten zwei Reize für die Beurtheilung des wahren Sachverhaltes unschädlich zu machen.

Ich muss hier die Bemerkung einfügen, dass es nothwendig ist zur Constatirung jeder einzelnen hier in Betracht kommenden Thatsache sehr viele Versuche zu machen, weil die Ergebnisse derselben von Minute zu Minute, wenn auch alle Versuchsbedingungen, welche in der Hand des Experimentators liegen, absolut gleichgeblieben sind, wechseln können. Der Effekt einer bestimmten Reizung kann in einem Moment unmerklich, in einem nächsten Momente sehr bedeutend sein. Das Centralnervensystem ist noch um ein Beträchtliches weiter von den Objekten der Physik ent-

fernt als der periphere Nerv oder ein Muskel; es gehen in seinem Innern fortwährend Veränderungen vor sich, welche der Experimentator zu beherrschen gänzlich ausser Stand ist, und welche auf das Versuchsergebnis Einfluss nehmen.

Es hat deshalb eine derartige Serie, in welcher die combinirte Reizung von einer höheren Zuckung begleitet war, als die Einzelreize, nichts Beweisendes, denn es kommen auch Serien vor, in denen die combinirte Reizung keine stärkere Zuckung auslöst. Ich habe also immer eine grosse Anzahl solcher Serien gezeichnet und dann die Summe der Serien, in welchen die Erscheinung der Bahnung deutlich und klar zu Tage trat, dividirt durch die Summe jener, in welchen das nicht der Fall war. Der Quotient giebt ein Maass der Sicherheit an, mit welcher die Thatsache der Bahnung nachgewiesen worden ist.

Zu den Versuchsergebnissen übergehend theile ich (Fig. 3) die Curve von drei aufeinanderfolgenden Reizungsreihen mit, bei welchen die combinirten Reizungen ohne merklichen Zeitunterschied geschahen. (Wenn eine Zeitdifferenz vorhanden war, so betrug sie jedenfalls nicht mehr als 0,003 Sec. und kommt aus Gründen, die sich gleich ergehen werden, nicht in Betracht.) Man sieht wie Reize, welche an und für sich kaum merkliche Zuckungen der Pfote hervorriefen, combinirt eine beträchtliche Zuckung auslösen. Selbstverständlich kann diese Wirkung hier auch so gedeutet werden, dass sich die beiden Reize erst in der Peripherie, d. h. im peripheren Nerven oder im Muskel zu einer grösseren Wirkungsfähigkeit summiren. Ich erinnere an die bekannten Summations-Erscheinungen von untermaximalen Muskelreizungen vom Nerven aus.

Der angedeutete Gedanke schwindet sogleich, wenn man die Quecksilbernäpfchen so verschiebt, dass die Rindenreizung vor der Reflexreizung der Pfote eintritt. Ich gebe im Folgenden einige Beispiele aus meinen hierhergehörigen Versuchen, die natürlich an verschiedenen Tagen und einer Reihe von Thieren angestellt wurden. Tritt die Hirnreizung um 0,064 Sec. früher ein als die Pfotenreizung, so war der oben genannte Quotient in 6 Serien = 5, d. h. die Erscheinung der Bahnung war unter sechs Fällen fünfmal deutlich; betrug die Zeitdifferenz 0,128 Sec., so war der Quotient von 16 Serien = 3, betrug sie 0,37 Sec., so war der Quotient von 20 Serien 2,3. Und bei einigen Versuchen (16 Serien), welche ich bei einem Intervall

von 0,63 Sec. ausführte, ergab sich der Quotient = 1,7. Es geht hieraus hervor, dass ein von dem Rindenort der rechten Pfote zu dieser verlaufender Reiz in jenen Gebieten des Centralnervensystems eine Veränderung hervorruft, welche bei einer Reflexzuckung dieser Pfote theilhaftig sind. Diese Veränderung bewirkt, dass die Reflexzuckung stärker ausfällt, als sie sonst ausgefallen wäre, und diese Veränderung dauert mehrere Zehntel von Secunden lang an. Da eine Veränderung dieser Art in den peripherischen Nerven nicht existirt, so müssen wir dieselbe in das Centralnervensystem verlegen.

Man kann bei diesen Versuchen, wenn man die Kymographiontrommel schnell rotiren lässt, die übrigens selbstverständliche Beobachtung machen, dass die grössere Zuckung, welche das Resultat der combinirten Reizung ist, sich aus zwei, je nach dem Intervall der Reizung mehr oder weniger zusammenfallenden Zuckungen zusammensetzt, einer ersten kleinen, welche dem Hirnreiz entspricht, und der zweiten durch die Bahnung vergrösserten Reflexzuckung.

Will man dem Versuch eine andere Form geben, so kann man den Reflexreiz so schwach machen, dass er allein keine Zuckung auslöst; geht ihm aber eine Rindenreizung voraus, so tritt die Reflexzuckung ein. Ich habe viele Serien in dieser Weise gezeichnet, und es ist dies vielleicht eine eclatantere Art, die Bahnung nachzuweisen, als die erste. Im Beifolgenden gebe ich eine derartige Curve, bei welcher das Zeitintervall zwischen beiden Reizungen 0,63 Sec. betrug (Fig. 4). Es ist aber gar nicht nöthig dass der Rindenreiz stark genug ist, für sich allein eine Zuckung auszulösen, er kann unterhalb der Schwelle liegen. Fig. 5 gibt ein Beispiel hierfür. Jeder Reiz für sich ist unwirksam, in einem Zeitintervall von 0,13 Sec. aufeinanderfolgend lösen sie eine Zuckung aus. Der äusserlich unwirksame Hirnreiz hat also doch im Centralnervensystem Bahnung hervorgerufen.

Was nun das zeitliche Verhalten der Bahnung anbelangt, so scheinen die oben angeführten Quotienten einen Maassstab für das allmähliche Abklingen desselben nach dem Eintreffen der Hirnreizung zu geben. Denn der Quotient ist um so grösser, je früher der zweite Reiz auf den ersten folgt. Bei der Schwierigkeit, übereinstimmende Resultate zu erhalten, möchte ich es aber doch nicht wagen, auf Grund der gewonnenen Daten etwas Ge-

naueres über den Verlauf des Abklingens auszusprechen, nur so viel scheint mir gewiss, dass die Bahnung in den ersten Zehnteln der der Hirnreizung folgenden Secunde am deutlichsten ist und bis Ende der Secunde nachweisbar bleibt. Ich halte es übrigens für wahrscheinlich, dass sie unter günstigen Umständen auch bedeutend länger anhält.

Verstellt man die Quecksilbernäpfchen so, dass die Rindenreizung nach der Reflexwirkung erfolgt, so bekommt man ganz ähnliche Resultate. Auch jetzt ist in der bedeutenden Mehrzahl der Fälle der Effect der combinirten Reizung ein grösserer als der jedes einzelnen Reizes, auch jetzt beruht dies darauf, dass die zweite Erregung, die, welche von der Hirnrinde ausgeht, in Folge der vorhergehenden Reflexaction an Intensität gewinnt, auch jetzt sind zwei, einzeln unwirksame, Reize combinirt wirksam. Fig. 6 zeigt ein Beispiel letzterer Art, gezeichnet bei einem Zeitintervall von 0,13 Sec.

Es wirkt also der Ablauf einer Reflexaction der Pfote und ebenso die in Folge einer unzureichenden sensorischen Reizung derselben hervorgerufene Intention zu einem solchen Reflex bahrend für den Effect einer dieselbe Pfote betreffenden Hirnreizung.

Ich gebe im Folgenden einige Beispiele aus meinen Resultaten nach Zeitintervallen geordnet; sie betreffen natürlich auch wieder viele Versuchsthiere und Versuchstage, da sich an einem einzelnen Thiere die Experimente nicht lange Zeit fortsetzen lassen.

Erfolgt die Rindenreizung 0,064 Sec. später als die Pfotenreizung, so war die Erscheinung der Bahnung in sämmtlichen 6 Serien deutlich. War ein Zeitintervall von 0,193 Sec. zwischen beiden Reizen, so war der Quotient, welcher ausdrückt, wievielmals öfter die Erscheinung deutlich war als nicht deutlich, 4,8. Es bezieht sich der Quotient auf 23 Reizserien. Bei einem Zeitintervall von 0,238 Sec. war der Quotient von 7 Serien wieder ∞ , d. h. die Erscheinung war in jeder Serie deutlich. Beim Zeitintervall von 0,417 Sec. und bei 5 Serien war der Quotient 4 und bei einem Intervall von 0,443 Sec. und einer Serie von 19 betrug der Quotient 1,4.

Man sieht, dass auch hieraus durchaus kein Gesetz für das Abklingen der Bahnung zu entnehmen ist, um so weniger, als ich Quotienten für mehrere Intervalle hier nicht angeführt habe, welche

nicht in die Reihe passen. Es ist mir eben nur darum zu thun, die Thatsache der Bahnung nachzuweisen, nachdem ich es trotz vieler darauf verwendeten Mühe aufgegeben hatte, über das Abklingen derselben Sicheres zu ermitteln. Nur dass die Bahnung noch mehrere Zehntel von Secunden nach Ablauf des bahnenden Reizes fortbesteht, ist unzweifelhaft, wahrscheinlich dauert sie auch hier bedeutend länger an.

Es ist hier eines Versuches zu erwähnen, welchen Bubnoff und Heidenhain unterdessen veröffentlicht haben¹⁾. Sucht man bei einem Hunde eine Stromstärke, welche für sich nicht ausreicht, von der Hirnrinde aus die Pfote in Bewegung zu versetzen, so gelingt das, wenn man vor Application des Reizes leicht mit der Hand über die Pfote gestrichen hat²⁾. Die Verfasser dachten, dass es sich hierbei um eine Erregbarkeitssteigerung der betreffenden Rindenpartie handelt, überzeugten sich aber, dass die Erscheinung durch Abtragung der Rinde nicht zum Schwinden zu bringen war. Reizung der weissen Fasern des Gehirnmarkes zeigte sich auch nach der Bestreichung der Pfote wirksamer als vorher. Doch halten es die Verfasser für wahrscheinlich, dass jene leichten, tactilen Reize nicht nur die Erregbarkeit der subcorticalen Centren, sondern auch die der Rinde erhöhen.

Mit Rücksicht auf den Umstand, dass die von mir beobachteten Erscheinungen ganz analog jenen sind, welche bei vorhergehender Rindenreizung und nachfolgender Reflexreizung eintreten, bin ich geneigt, die in Rede stehende Erscheinung der Bahnung auf Erregbarkeitsänderungen in den subcorticalen Organen zurückzuführen, und sehe vorläufig keinen Grund dafür, auch Erregbarkeitsänderungen in der Rinde vorauszusetzen. Denn, dass Reflexzuckungen der Art wie ich sie hier verwendete, auch nach Abtragung des Gehirns ausgelöst werden, ist bekannt, und habe ich mich auch neuerlich wieder davon überzeugt. Die Auslösung geschieht also nicht nur subcortical, sondern geradezu im Bereiche des Rückenmarks. Als die nächstliegende Deutung dafür, dass eine solche Reflexzuckung durch den vorausgehenden Rindenreiz verstärkt wird, ergibt sich also eine durch diesen in den Reflexcentren gesetzte Veränderung.

1) l. c. p. 174.

2) Auch wird in dieser Abhandlung schon bemerkt (p. 157), dass „jede Art von Reizung, welche eine Zuckung auslöst“, eine Nachwirkung hinterlässt, „welche der nächstfolgenden Erregung zu Gute kommt“.

Nimmt man als Sitz der Veränderung, für diesen Fall die subcorticalen Centren an, so liegt es nahe, dasselbe für den anderen Fall auch zu thun. Ich sage, es sei das die nächstliegende Deutung, denn bei der Complicirtheit der Verhältnisse, mit denen man es im Centralnervensysteme zu thun hat, kann es sehr wohl auch anders sein, und es liessen sich leicht mehrere Vorstellungsweisen über diese Erscheinungen entwickeln.

Reizt man bei vorstehenden Versuchen nicht den Rindenort der Pfote, sondern eine von demselben abgelegene Stelle der Rinde, so ist der bahnende Effect für die Reflexzuckung zum wenigsten viel geringer, vielleicht fällt er, es ist das schwer mit Bestimmtheit zu behaupten, auch ganz weg. Man sieht den Unterschied sehr deutlich, wenn man die Hirnelektroden in die Hand nimmt und abwechselnd auf den Rindenort und auf einer anderen Stelle aufsetzt.

Ertheilt man einem Kaninchen in der beschriebenen Weise periodisch wiederkehrende Pfotenreize, so zeigen sich die Reflexzuckungen verstärkt, welche ausgelöst werden, während dem Ohre des Thieres ein intensiverer Schalleindruck zugeführt wird.

Die Versuche bestanden darin, dass ich mit Hülfe eines Kautschuckschlauches und Glasansatzes beim Herannahen einzelner Pfotenreize in das Ohr rief. Der Ruf darf natürlich nicht so laut sein, dass er schon allein Bewegungen des Thieres veranlasst, muss kurz vor Eintreffen des Pfotenreizes beginnen und der Reflexreiz für sich allein darf nur eine schwache Zuckung auslösen.

Ein ganz analoges Verhalten beobachtet man, wenn die Zuckung des Pfotenmuskels nicht durch Reflex-, sondern durch Rindenreizung ausgelöst wird. Auch diese Zuckung wird durch den acustischen Eindruck verstärkt. Wenn man endlich die Reflexzuckung schon dadurch erhöht hat, dass man ihr eine Rindenreizung vorausgehen lässt (in meinen Versuchen um 0,4 Sec.), so tritt eine weitere Erhöhung ein, wenn nebst diesen beiden Reizen auch noch der akustische wirkt.

Ich habe mich vielfältig bemüht, bei meinen Versuchsthieren von der Rinde aus Hemmungen der Reflexzuckungen zu erzeugen. Es lag dieser Gedanke sehr nahe, da ich gelegentlich beobachtet hatte, dass die Beugung einer Pfote sich durch Hirnreizung im

Sinne der Erschlaffung der Muskeln löste. Aehnliche Beobachtungen führen auch Bubnoff und Heidenhain an. Wie diesen Autoren ist es aber auch mir nicht gelungen, der Erscheinung so weit Herr zu werden, um sie einer gründlichen experimentellen Untersuchung zu unterziehen.

Bei meinem Bestreben, die Hemmungswirkungen in meine Hand zu bekommen, sie jedesmal, wenn ich wollte, zur Anschauung zu bringen, reizte ich verschiedene Rindenpartieen, welche vom Rindenort der Reflexpfote möglichst weit ablagen. Ich erhielt bei diesen Versuchen keine deutlichen Hemmungserscheinungen. Auch die Reizung der Kleinhirnrinde blieb erfolglos. Indem ich vermuthete, dass die Plötzlichkeit meiner Reize an dem Misslingen Schuld trage, reizte ich die gleichen Rindenstellen mit sehr schwachen tetanischen Reizen, oder ich liess mit Hülfe unpolarisirbarer Elektroden einen dauernden Strom einzelne Rindenanthteile durchsetzen. Alles ohne Erfolg.

In der Meinung, gleichsam die Aufmerksamkeit des Thieres auf die von den Reflexreizen nicht getroffene linke Körperhälfte abzulenken, reizte ich die rechte Rinde. Das Bestreichen der ganzen von oben sichtbaren Convexität derselben mit Silbernitratlösung, so dass sie in wenigen Secunden weisslich war, hatte auf die Reflexzuckungen der rechten Pfote keinen Einfluss, bewirkte überhaupt nicht einmal eine Bewegung des Thieres ¹⁾.

Tetanische Reizung der mit der Reflexpfote gleichseitigen Rinde hatte nun allerdings einen deutlichen Effect, aber nicht den der Hemmung. Die bei diesen Versuchen beobachteten Erscheinungen waren es, welche die Vermuthung wach riefen, es sei beim Kaninchen der linke Rindenort der Pfote nicht nur mit der rechten, sondern auch mit der linken Pfote in Verbindung und das entsprechende gelte vom rechten Rindenort. Speciell hierauf gerichtete und seitdem publicirte Untersuchungen haben diese Thatsache auch festgestellt ²⁾.

1) Bubnoff und Heidenhain waren bei Hunden im Aufsuchen von Hemmungswirkungen glücklicher. l. c.

2) Ich will bei dieser Gelegenheit hervorheben, dass ich es für kaum zweifelhaft halte, dass die Verhältnisse beim Hunde dieselben sind. Auch hier steht das Rindenfeld der linken Vorderpfote nicht nur mit dieser, sondern auch mit der rechten Vorderpfote in Verbindung und umgekehrt. Ich verfüge freilich nur über zwei einschlägige Versuche, diese sind aber ganz

Die Erscheinungen, welche man erhält, wenn man in der angegebenen Weise eine Pfote zu Reflexzuckungen anregt und die gleichseitige Rindenconvexität tetanisch reizt, sind ziemlich complicirt und nicht immer ganz gleichartig, doch will ich das Protocoll eines dieser Versuche hier anführen, um eine Vorstellung von diesen Erscheinungen zu geben:

21./6. 81. Dem Kaninchen werden 0,09 gr morph. mur. in die v. jugul. injicirt. Es ist nicht mit dem Schreibapparat in Verbindung, beide Vorderpfoten hängen vielmehr frei in der Luft. Durch die linke sind zwei Nadeln gestochen zum Zwecke der Reflexreizung. Die linke Hirnrinde wird durch am Maulkorb befestigte Elektroden tetanisch gereizt.

Ist die Intensität der Hirnreizung von der Grösse, dass sich bei alleiniger Wirkung derselben blos die gekreuzte Pfote bewegt (hebt) und die ungekreuzte zweifelhafte Spuren von Mitbewegung macht, und ist die Reflexreizung von der Stärke, dass sie für sich allein deutliche, aber nicht sehr ausgiebige Zuckungen der Pfote hervorruft, so erzeugt combinirte Reizung eine mit jeder Reflexreizung ruckweise eintretende Hebung der linken Pfote, so dass

analog wie beim Kaninchen ausgefallen. Ich will einen derselben anführen: Ein 1½ Monate alter Hund mit 0,07 gr Morph. mur. durch die v. jugularis vergiftet. Tetanische Reizung des Rindenortes der Vorderpfote links. Nimmt man die linke Pfote während man reizt in die Hand, so gewahrt man, dass Reizintensitäten, welche die rechte Pfote zu eben gut sichtbaren Bewegungen anregen, in der linken auch schon eine fühlbare Anspannung der Zehen hervorrufen. Etwas stärkere Reize erzeugen deutlich sichtbare Bewegungen beider Vorderpfoten, wobei die der rechten aber immer etwas ausgiebiger sind. Es wird nun die Intensität aufgesucht, bei welcher Reizung des betreffenden Ortes der Rinde beiderseits gut sichtbare aber nicht übermässige Bewegungen erzeugt. Es ist dies der Fall bei einer gegenseitigen Verschiebung der beiden Rollen des Schlittenapparates um 9 cm. Nun umschneide ich die gereizte Stelle, d. h. durchtrenne in einer Entfernung von etwa 3 mm rund um die Elektroden die Rinde, ohne sie von der weissen Substanz zu trennen. Die Reizung zeigt, dass sich in Folge dieses Schnittes in der Bewegung beider Pfoten nichts geändert hat. Nun unterschneide ich die gereizte Stelle, d. h. ich trenne sie auch von der weissen Substanz, ohne sie aber dabei aus ihrer Lage zu bringen, und nun ist dieselbe Reizung für beide Pfoten effectlos und bleibt es, auch nachdem ich die secundäre Rolle vollkommen über die primäre geschoben habe. Es gehen also von der gereizten Stelle Nervenfasern in die weisse Substanz über, welche Bewegungen auch der gleichseitigen Vorderpfote auszulösen vermögen.

diese nach 5—8 Pfotenreizen hoch oben steht, höher als die rechte Pfote. Ich habe diesen Versuch mehrmals mit dem gleichen Effect wiederholt, immer stand schliesslich bei passender Reizstärke die Reflexpfote (linke) höher als die Rindenpfote (rechte).

Wenn man nun die Pfotenreize allein wirken lässt, und sie stärker macht, als sie im obigen Versuche waren, so kann man auch jetzt eine Neigung der Pfote sich zu heben, d. h. nach vorne wagerecht auszustrecken (mit einer Krümmung im Handwurzelgelenk) bemerken. Wenn man das Hirn allein reizt und diese Reizung über jenes Maass steigert, bei welchem der Reizeffect auf die gekreuzte Pfote beschränkt bleibt, so bewegt sich die gleichseitige Pfote auch und zwar hat sie die Neigung rückwärts zu gehen, während die gekreuzte nach vorne geht (Schrittbewegung). Diese Rückwärtstreckung war ganz intensiv. Es gelang ganz gut durch Hirnreizung die beiden Vorderpfoten in Schrittbewegung zu stellen, dann durch Einwirkenlassen des Reflexreizes die linke Pfote nach vorne über die rechte hinaus zu heben, dann durch Weglassen der Reflexreizung die linke Pfote wieder zurückzustrecken, dann wieder nach vorne und so oftmals hin und her. Im späteren Verlauf des Versuches verlor die linke Pfote die Tendenz, auf blosse Hirnreizung sich nach hinten zu strecken, ging vielmehr auch wie die gekreuzte Pfote nach vorne (Galoppstellung).

Es geht demnach aus diesen Versuchen hervor, dass die Reflexreizung und die gleichzeitige tetanische Rindenreizung modificirend aufeinander wirken, denn als einfache Addition kann man diese Erscheinungen nicht auffassen. Schon das Stehenbleiben der Pfote in den Pausen bei der ersten der angeführten Versuchsweisen spricht gegen eine solche Addition im gewöhnlichen Sinne. Anderes lässt sich über den Effect des Zusammenwirkens nicht aussagen. Als ich auf der Seite, auf welcher der Pfotenreiz erfolgt, die Rinde nicht tetanisch, sondern wie bei allen anderen Versuchen durch einzelne Inductionsschläge reizte, hatte ich den Eindruck, dass auch auf diese Weise die Erscheinung der Bahnung zu Stande kommt. Ausgedehnte Versuche hierüber habe ich nicht angestellt.

2. Der Ablauf eines ersten Rindenreizes wirkt bahrend für den Ablauf eines zweiten.

Ueber die Erscheinung, aus welcher dieser Satz hervorgeht, kann ich mich kurz fassen, da sie schon von Bubnoff und Heidenhain besprochen worden ist. Sie besteht darin, dass ein bestimmter Rindenreiz, der in grösseren Pausen wirkend eben merklliche Zuckungen hervorrufft, zu heftigen Zuckungen Veranlassung gibt, sobald man ihn in kurzen Pausen aufeinander folgen lässt. Auch ein einzeln unwirksamer Reiz führt zu nennenswerthen Muskelactionen, wenn er in kurzen Intervallen wiederholt wird. (Summation der Reize.)

3. Wechselseitige Bahnung reflectorischer Erregungen.

Die eben von gleichartigen Rindenreizen hervorgehobene Erscheinung lässt sich in derselben Weise bei gleichartigen Reflexreizen beobachten. Auch hier wirkt ein erster Inductionsschlag, der die Pfote trifft, gleichgültig ob er ausreicht eine Reflexzuckung auszulösen oder nicht, bahrend für einen zweiten ebensolchen Reiz, so dass nun der zweite eine stärkere Zuckung auslöst als der erste, oder überhaupt eine Zuckung auslöst, während es der erste nicht gethan hat. Es ist dieses übrigens durchaus keine neue Erscheinung. Abgesehen von einer Reihe einschlägiger Untersuchungen über „Summation der Reize“ an anderen Organen, ist dieselbe in der Form, bei welcher Reize, die einzeln oder bei kurzer Dauer unwirksam sind, in rascher Aufeinanderfolge oder bei längerer Dauer eine Reflexbewegung auslösen, schon eine längst bekannte und durch Erfahrungen des täglichen Lebens gegebene. Sie wurde in neuerer Zeit durch Setschenow¹⁾ in eine präcisere Fassung gebracht und war Gegenstand zweier eingehender Untersuchungen, die aus C. Ludwigs Laboratorium in Leipzig hervorgingen²⁾. Auch in der anderen Form, welche dadurch charakte-

1) Ueber die elektr. und chem. Reizung der sensiblen Rückenmarksnerven des Frosches. Graz 1868, p. 25.

2) W. Stirling, Ueber die Summation elektrischer Hautreize. Arbeiten a. d. physiol. Anstalt zu Leipzig, 1874 und Word, Ueber die Auslösung von Reflexbewegungen durch eine Summe schwacher Reize. Arch. f. Anat. und Physiol. 1880. Physiol. Abtheil.

risirt ist, dass nicht motorisch unwirksame, sondern von einer motorischen Action gefolgte Reize eine Disposition zu weitem Reflexactionen zurücklassen, war die Erscheinung schon Gegenstand der Untersuchung von Seite Wundts¹⁾. Diese sämtlichen Arbeiten beziehen sich auf den Frosch als Versuchsobjekt.

Es ist zum Zustandekommen der Bahnung nicht nöthig, dass der erste Reiz denselben Angriffspunkt hat, wie der zweite. Man kann einen Reiz der rechten den andern der linken Pfote zuführen. Die rechte zuckt dann bei passenden Reizstärken auf beide Reize, und wenn sie in nicht zu grossen Intervallen aufeinander folgen, so ist die zweite Zuckung verstärkt. Bei den einschlägigen Versuchen war wieder der *m. abductor pollicis* der rechten Pfote mit dem Schreibapparat verbunden, beide Pfoten hingen frei herab und waren von je einem Nadelpaar, welches als Elektroden wirkte, durchbohrt. Im übrigen war die Versuchsanordnung wie bei den Rindenversuchen. Ich führe einige Resultate an: Trafen die Reize beide Pfoten gleichzeitig, so war in 13 Serien die Erscheinung jedesmal vorhanden. Traf der Reiz die rechte (mit dem Schreibapparat verbundene Pfote) um 0,2 Sec. später als die linke, so war der oben schon gebrauchte Quotient (welcher angiebt wie vielmal öfter die Bahnung kenntlich war, als nicht) in 13 Serien 5,5. Bei einem Intervall von 0,9 Sec. war der Quotient in 17 Serien 2,4. Traf der Reiz die schreibende Pfote um 0,55 Sec. früher, so war der Quotient in 6 Serien 5,0, trat die Reizung um 0,9 Sec. früher ein, so betrug der Quotient in 20 Serien 4,0.

Es wirkt also der sensorische Reiz, welcher die linke Pfote trifft, bahnend für den Reflexact, welcher sich, wie es scheinen möchte, allein auf die rechte Pfote und ihre Centralorgane bezieht; und es wirkt ein solcher Reflexact der rechten Pfote bahnend auf eine Reflexzuckung, welche durch sensibeln Reiz in der linken Pfote nach Querleitung durch das Rückenmark, an der rechten Pfote ausgelöst wird. Die Bahnung währt in merklichem Grade ca. 1 Sec. an.

Reizt man in gleicher Weise statt der linken Vorderpfote eine der beiden Hinterpfoten, so erhält man ebenfalls die Erscheinung der Bahnung, sei es dass es die rechte, sei es dass es die linke Hinterpfote ist, sei es dass der Reiz der zeichnenden

1) Mechanik der Nerven und Nervencentren, II. Stuttgart 1876, p. 67.

Vorderpfote früher oder später erfolgt, als der der Hinterpfote; in all' diesen Fällen ist die zweite der gezeichneten Zuckungen durch Bahnung erhöht¹⁾. Zahlen hierfür anzuführen ist wohl überflüssig.

Versuche, die periodisch ausgelösten Reflexzuckungen einer Pfote durch andere periphere Reize, z. B. dauernder schwacher Tetanisirung einer anderen Pfote, oder Drücken einer solchen zu hemmen, blieben erfolglos.

Es hat unlängst Walton²⁾ (C. Ludwigs Laboratorium) den Satz ausgesprochen: „Kann man sonach während der Strychninvergiftung von jeglichem Empfindungsnerven aus jeden motorischen in gleicher Art erregen, so müssen auch alle centralen Fortsetzungen derselben innerhalb des Rückenmarkes in gleicher Art mit einander verbunden sein, und hinfällig wird der Gedanke an eine Gliederung des Rückenmarkes in reflectorische Herde, von denen jeder einzelne nach einem durch seinen anatomischen Bau vorgeschriebenen Plane arbeiten muss . . . Das Strychnin hat somit den Nachweis geliefert, dass die Wege, welche die Erregungen in unvergiftetem Rückenmark einschlägt, nicht darum beschränkte sind, weil sie durch eine bestimmte Anordnung des Faserverlaufes vorgeschrieben werden, sondern nur deshalb, weil der die Reizung fortplanzenden Masse ein besondere Beweglichkeit zukommt.“

Die mitgetheilten Erfahrungen über Bahnung zeigen, dass diese Zusammengehörigkeit der verschiedenen Antheile des Centralnervensystemes sich auch am nicht mit Strychnin vergifteten Thiere nachweisen lässt. Denn die Reizung der linken Vorderpfote, der linken oder der rechten Hinterpfote, der Grosshirnrinde oder des nervus acusticus, alle bewirken Bahnung in jenen Centraltheilen, welche bei einer gewöhnlichen Reflexzuckung der rechten Vorderpfote in Action treten. Auch ist es nicht etwa das Morphinum oder das Chloralhydrat, welche hier ähnlich wirken, wie das Strychnin; ich habe mich durch besondere Versuche überzeugt, dass die Grundphänomene der Bahnung (Pfortenreiz und Rindenreiz sowie Pfortenreize untereinander) ohne jede Vergiftung mit Leichtigkeit nachgewiesen werden können.

1) Ueber analoge Erscheinungen berichtet auch Wundt, l. c.

2) Ueber Reflexbewegungen des Strychninfrosches. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1882. Physiol. Abtheil.

Andererseits aber ist nicht zu übersehen, dass es für die Intensität der Bahnung durchaus nicht gleichgültig ist, wo der bahnende Reiz seinen Angriffspunkt hat. Speciell kann ich hervorheben, dass die Reflexzuckungen der rechten Vorderpfote grösser ausfallen, wenn der vorangehende Reiz den Rindenort derselben in der linken Hemisphäre trifft, als wenn er eine andere Stelle derselben oder den correspondirenden Ort der gleichseitigen Rinde trifft.

Der in dieser Mittheilung verwendete Begriff der „Bahnung“ ist verwandt, aber nicht identisch mit dem, was man unter der „Summation der Reize“ bezogen auf das Centralnervensystem zu verstehen pflegt. Von letzterer sprach man, wenn an sich unwirksame Reize in passender Aufeinanderfolge eine merkbare Wirkung auszulösen vermochten. Dabei lässt der Begriff „der Summation“ es vollkommen dahingestellt, in welchem Zustande die Centraltheile nach der endlichen Auslösung zurückbleiben, ob sie jetzt für einen weiteren Reiz zugänglicher oder unzugänglicher sind, als vor Beginn der ganzen Reizfolge ¹⁾. Die „Bahnung“ aber bezieht sich auch auf den Zustand dieser Centraltheile nach Ablauf eines Reizes, welcher für sich schon eine motorische Wirkung hervorgerufen hat.

Es kann kaum einem Zweifel unterworfen werden, dass man es in beiden Fällen mit dem Ausdruck einer und derselben Eigenschaft des Centralsystems zu thun hat.

Ein specieller Fall der auf Bahnung beruhenden Erscheinungen ist die Summation der Reize, und es war nothwendig, hier einen neuen Namen einzuführen, denn in der Mehrzahl der oben behandelten Fälle von Summation der Reize zu sprechen, wäre nicht nur ein Verstoss gegen den eingeführten Sprachgebrauch, sondern auch widersinnig, denn was einmal ausgegeben ist, kann man nicht zu anderem summiren, als wäre es nicht ausgegeben. Ich habe im obigen auch da von Bahnung und nicht von Summation gesprochen, wo der erste Reiz zwar unwirksam, aber auf anderen Bahnen verlief als der zweite. Gewöhnlich spricht

1) Beim Strychninfrosche sind sie unzugänglicher nach Auslösung der Reflexaction. (Vgl. Walton, l. c.) Ein Versuch, die Resultate meiner Experimente durch sehr geringe Dosen von Strychnin constanter zu gestalten, den ich vor Erscheinen von Waltons Arbeit gemacht habe, blieb erfolglos.

man von Summation dann, wenn die einzeln unwirksamen Reize alle gleichartig sind. Jedenfalls gehört auch dieser Fall unter den weiteren Begriff der Bahnung, sei es, dass man ihn in Zukunft zur Summation rechnen wolle, oder nicht.

(Aus dem physiologischen Institut der Universität Marburg.)

Ueber die Schicksale des Chloralhydrates und Butylchloralhydrates (Crotonchloralhydrates) im Thierkörper¹⁾.

Von

E. K ü l z.

Im Jahre 1875 isolirten v. Mering und Musculus²⁾ aus dem Harn von Individuen, die täglich 5—6 gr Chloralhydrat erhalten hatten, eine eigenthümliche links drehende, reducirend wirkende Säure, für die sie den Namen Urochloralsäure vorschlugen. Mit Kalilauge gekocht bräunt sie sich, entwickelt hierbei einen Geruch nach Caramel und giebt ihr Chlor an das Kali ab. Beim Erhitzen mit Anilin in alkoholischer Kalilauge entwickelt die Substanz kein Isocyanphenyl. Zur Darstellung der Säure benutzten sie folgende Methode:

„Der Chloralharn wird auf dem Wasserbade eingedampft, mit Schwefelsäure versetzt und dem 2fachen Vol. Aether und dem einfachen Vol. Alkohol geschüttelt. Der Aether wird abdestillirt, der Rückstand mit Kalilauge neutralisirt, eingedampft, mit 90% Al-

1) Den thatsächlichen Inhalt dieser Arbeit theilte ich bereits vor einem Jahre (Centralblatt f. d. med. Wissenschaften, 1881, Nr. 19) ganz kurz mit. Dies zur Wahrung meiner Rechte.

2) v. Mering und Musculus, Ueber einen neuen Körper im Chloralharn. Berichte d. d. chem. Ges. VIII. p. 662.

