

## III.

## Ueber die Bedeutung der Markscheiden der Nervenfasern.

Von Dr. Rudolf Arndt,  
Professor in Greifswald.

---

Seitdem als wesentlichster Bestandtheil der Nervenfaser der Axencylinder erkannt worden ist, ist die Frage nach der Bedeutung der etwaigen Markscheiden dieser Fasern wiederholentlich aufgeworfen, bis jetzt aber in einer leidlich befriedigenden Weise nicht gelöst worden. Das eigenthümliche Verhalten dieser Gebilde, ihr Fehlen in dem gesammten Nervensysteme wirbelloser Thiere, ihr Fehlen in dem gesammten Nervensysteme selbst einiger Wirbelthiere, ihr Fehlen in einzelnen Gebieten dieses Systems auch bei den höchst entwickeltesten und dem Menschen, ferner der Umstand, dass, wo sie vorhanden sind, sie mannichfache Verschiedenheiten an den Tag legen, sich zu sehr ungleichen Zeiten, vielfach erst nach der Geburt entwickeln, bald dick, bald dünn, bald geschichtet, bald ungeschichtet, bald homogen, bald von differenten Körperchen durchsetzt zeigen, und das Alles ohne dass beziehentlich der specifischen Leistung der Nervenfasern, Erregungen hervorzurufen oder zu vermitteln, irgend wie durchgreifende Unterschiede wahrgenommen werden könnten, dieses eigenthümliche, so mannichfaltige und vielgestaltige Verhalten hat offenbar Schuld daran. Allein sollte darauf hin überhaupt eine befriedigende Lösung der Frage zur Zeit unmöglich sein? Sollte es nicht gelingen, trotz der chaotischen Verwirrung der Erscheinungen dennoch ein Etwas in ihnen zu entdecken, was auf ihren Werth und ihre Bedeutung hinwiese? Vom rein anatomischen Standpunkte, vom rein pathologisch-anatomischen mag das Bedürfniss dazu nicht vorhanden sein, vom anthropologischen dagegen, vom pathologischen an sich und dem der Klinik ist es in um so höherem Maasse da.

Und wenn wir nun hierauf fussend uns die Frage vorlegen: was haben die Markscheiden der Nervenfasern zu bedeuten? Was haben sie im Verhältniss zum Axencylinder derselben Faser zu

leisten? so müssen wir in Anbetracht alles Dessen, was von ihnen bekannt ist, sagen: ihre Bedeutung für die Function der Nerven-faser an sich kann keine wesentliche, und ihre etwaige Leistung im Verhältniss zum Axencylinder nur eine sehr relative sein. Bei den niederen Thieren fehlen sie ganz, aber dessenungeachtet versieht jeder Nerv derselben seinen Dienst. Die Schnecke zieht ihre Fühlhörner ein, verkriecht sich in ihr Haus und sondert einen schaumigen Schleim ab, wenn sie anhaltend oder heftiger berührt wird. Die Meernesseln verändern ihre Gestalt und geben einen brennenden Saft von sich, wenn man ihnen zu nahe kommt und sie unsanft streift. Bienen, Hornissen, Scorpionen stechen, wenn man ungeschickt sie angreift und lassen dabei ein selbst tödtliches Gift in den Stichkanal ausfliessen. Die Ameisen, die meisten Käfer suchen zu beißen, wenn man sie fängt, und schwitzen an geeigneten Stellen eine ätzende, gefärbte und stark riechende Flüssigkeit aus. Der Bombardierkäfer entlädt dabei mit lautem Geräusch ein sichtbares Gas, das stossweise seinem Hinterleibe entfährt. Mit einem Worte, obgleich die Nerven dieser Thiere durchweg der Markscheiden ermangeln, leisten sie doch Alles, was wir auch sonst von Nerven geleistet sehen. Sie vermitteln Eindrücke, sie percipiren; sie vermitteln Bewegungen und Abscheidungen aus bestimmten Organen, sie reagiren. Und in psychischer Beziehung? Ohne erst auf die primitivsten Prozesse einzugehen, erinnere ich gleich an die Schlaueit und Hinterlist der Spinnen, an die Staatseinrichtungen der Bienen und Ameisen und ganz besonders an die Kriege, welche die Letzteren führen und an die Schlachten, welche sie schlagen, um sich Sklaven zu verschaffen, die ihnen lästige Arbeit abnehmen. Kurzum, welche Nervenleistung wir auch kennen und in's Auge fassen mögen, keine einzige ist gebunden an das Nervenmark. Für jede von ihnen ist dieses vollkommen gleichgültig.

Das Nehmliche sehen wir auch bei den Thieren, wo Nervenmark vorkommt, und sehen wir endlich auch beim Menschen. Wie gering auch die psychischen Actionen beim Neugeborenen sein mögen, so fehlen sie doch nicht. Und wenn sie auch bloß in ganz vagen Alterationen des Gemeingefühls bestehen mögen, in Behagen oder Unbehagen, vorhanden sind sie. Die psychischen Actionen werden aber ausgelöst im grossen Gehirn und zwar in Veranlassung von Vorgängen im übrigen Körper, sei es an seiner Peripherie

d. i. seiner äusseren oder inneren Oberfläche, sei es in seinem eigensten Eigen, im Inneren seiner Eingeweide und sonstigen Organe. Kein psychischer Prozess verrinnt aber quasi im Sande, sondern wird in der einen oder der anderen Weise wieder in den übrigen Körper projectirt und zwar wieder sowohl nach seinen Oberflächen als auch nach seinen Organen, und je nachdem das geschieht, bekommen wir die mannichfachen Aeusserungen des Seelenlebens zu schauen, aus denen wir auf ein solches auch beim Neugeborenen schliessen. Was nun aber auch geschehen mag, das Erstere oder das Letztere, vermittelt wird beides durch Nerven. Das grosse Gehirn hängt mit dem übrigen Körper zusammen hauptsächlich durch die Hirnstiele, die wieder in innigem Connex mit den Pyramiden des verlängerten Markes und den Seitensträngen des Rückenmarkes stehen. Durch die Hirnstiele müssen demnach alle Erregungen hindurch, welche einestheils von der Peripherie nach dem grossen Gehirn, andernteils von diesem wieder zurück nach der Peripherie sollen. Hirnstiele, Pyramiden des verlängerten Markes und Seitenstränge des Rückenmarkes werden im Erwachsenen aber aus markhaltigen Fasern gebildet, und zwar zum Theil aus solchen, an denen das Mark recht reichlich vorhanden ist. Im Neugeborenen hingegen sind es marklose Fasern, welche sie zusammensetzen, und nichtsdestoweniger verrichten die Hirnstiele doch die Dienste, um deretwillen sie vorhanden sind. Die marklosen Fasern derselben im Neugeborenen verhalten sich hinsichtlich ihrer specifischen Leistung, ihrer Energie, gerade so wie die markhaltigen im Erwachsenen. Ein Unterschied darin ist nicht wahrzunehmen. — Und was von den Hirnstielen und den mit ihnen zusammenhängenden Pyramiden und Seitensträngen des Rückenmarkes gilt, das gilt auch von anderen Hirnthteilen. Namentlich in den vorderen Partien des Hemisphärenmarkes, im Stirnlappen, finden sich bald mehr bald weniger grosse Stellen, an denen bald nach der Geburt die Markscheiden den Nervenfasern noch fehlen, und oft vergehen Wochen und selbst Monate, ehe dieselben, so weit man das erkennen kann, sich überall um die längst vorhandenen Axencylinder abgelagert haben. Dennoch gehen auch hier alle Functionen in ihrer Eigenart vor sich, und resultirt aus dem blossen Mangel an Markscheiden allein bei Neugeborenen und kleinen Kindern kein Functionsausfall.

Auch bei pathologischen Prozessen kommen wir zu demselben Resultate. Im Verlaufe der grauen Degeneration der Centralorgane des Nervensystems, welche in mässiger Entwicklung und in zerstreuten Heerden zu den viel häufigeren Vorkommnissen gehört, als man gemeinhin glaubt, kommt es ganz gewöhnlich zum Verluste der Markscheiden ganzer Faserzüge und dennoch nur verhältnissmässig selten zu eigentlichen Functionsausfällen in den von ihnen versorgten Organen. Ja wenn solche Ausfälle auch wirklich einmal stattgefunden und längere oder kürzere Zeit bestanden haben, so können sie doch wieder verschwinden und einem mehr oder weniger normalen Functioniren der bezüglichen Organe Platz machen. Es sieht dann aus, als ob die Schädlichkeit, durch welche sie erzeugt wurden, hinweggeräumt worden sei. Wenn man aber Gelegenheit hat, post mortem nachzusehen, so entdeckt man nichtsdestoweniger die nach manchen Auffassungen sie allein verursachen sollende Binde substanzwucherung, und an Stelle der normaler Weise vorhandenen markhaltigen Nervenfasern, nackte Axencylinder in mehr oder weniger verändertem Zustande. Ohne Zögern sagt man sich dann: die Bindegewebswucherung und der Schwund der Markscheiden allein können die bezüglichen Functionsausfälle nicht nach sich gezogen haben, sondern andere Dinge müssen helfend dabei noch mitgewirkt haben. Schon im Jahre 1871 habe ich einschlägige Beobachtungen mitgetheilt.<sup>1)</sup> Es handelte sich da um ein Individuum, das an der tabischen Form der allgemeinen progressiven Paralyse zu Grunde gegangen war, das Wochen lang sowohl an Anästhesie, namentlich Analgesie, als auch Akinese, vornehmlich der unteren Extremitäten gelitten hatte, das dennoch einige Zeit vor dem Tode wieder Nadelstiche von den Zehen bis zu den Weichen hinauf fühlte und mit energischen Zuckungen beantwortete, und das trotzdem ausgebreitete Verluste der Markscheiden insbesondere an den Fasern der hinteren Wurzeln der Lumbalnerven erkennen liess. Auch die Fasern des N. radialis sinister, in dessen Gebiet sich progressive Muskelatrophie eingestellt hatte, nie aber die Sensibilität und Motilität aufgehoben gewesen war, entbehrten vielfach des Markes, und ähnlich verhielten sich andere periphere Nerven,

<sup>1)</sup> Ein merkwürdiger Fall von progressiver Paralyse der Irren. Arch. f. Psych. u. Nervenkrankht. Bd. II.

die darauf hin untersucht wurden. Neuerdings habe ich eine ähnliche Beobachtung bei einer mehr als siebenzigjährigen Frau gemacht, welche an den Folgen einer sogenannten Apoplexia serosa zu Grunde gegangen war. Bis zum Eintritte derselben hatte sie als scheinbar gesunde Frau ihren kleinen Haushalt ohne weitere Beihülfe besorgt. Noch den letzten Tag war sie in die Küche gegangen, um sich die Mittagssuppe zu kochen. Beim Nachsehen, wie weit dieselbe gediehen wäre, sank sie am Herde um und blieb bewusstlos liegen. Fünf Tage danach war sie todt. Bei der Section fanden sich eine alte Cyste im linken Streifenhügel und zerstreute graue Herde im Rückenmarke und in diesen und um sie herum die Nervenfasern marklos geworden. Es ist nicht anzunehmen, dass die grauen Stellen — bedingt durch granular disintegration — erst in den letzten Lebenstagen nach Eintritt der Apoplexie sich sollten gebildet haben, ebenso wenig wie anzunehmen ist, dass die Cyste im linken Streifenhügel erst daher datirte, und deshalb ist es auch nicht wahrscheinlich, dass seit dieser Zeit auch erst die Nervenfasern ihre Markscheiden verloren hätten. Die Entwicklung der grauen Stellen ist vielmehr weit älteren Datums und demgemäss auch der Verlust der Markscheiden an den Nervenfasern in ihrem Bereiche. Denn dieser geht erfahrungsmässig mit jener so ziemlich Hand in Hand. Dessenungeachtet hat keine der letzteren nachweisbar je ihren Dienst versagt, sondern Alles, was es für sie zu thun gab, hat die Frau bis zum Eintritte der Apoplexie selbst zu verrichten vermocht.

Und wiewohl die Sache so liegt, dass für die specifischen Leistungen der Nerven die Markscheiden ohne Belang sind, so können sie doch gewiss nicht als überflüssig überhaupt bezeichnet werden. Wenn auch in den Organismen nicht jedes Organ oder Organtheilchen für den Bestand des jeweiligen Organismus nothwendig ist, sondern gar Manches, was in ihm sich findet, durchaus überflüssig, als überschüssiges Material aus der Entwicklungszeit oder als Gebilde, welche neben den eigentlichen Organen so nebenher, gleichsam als Pseudoorgane, Afterorgane entstanden, wofür z. B. einerseits die sehr verbreiteten, embryonalen Binde-substanzzellen, andererseits die Nebennilzen Zeugniß ablegen, so dürfte alles Dieses doch gerade für die in Rede stehenden Markscheiden nicht gelten. Für die Nerven, an denen sie sich finden, sind sie

sicher nicht bedeutungslos. Kennen lernen aber werden wir die etwaige Bedeutung, wenn wir das Verhalten der Nerven in Betracht ziehen, je nachdem sie bereits mit Markscheiden versehen sind oder nicht, je nachdem sie solche besitzen oder durch irgend welchen Umstand bereits wieder verloren haben und endlich je nachdem die Markscheiden beschaffen sind, die sie haben.

Wir haben gesehen, dass bei Neugeborenen und Kindern in den ersten Lebenswochen und Monaten die Markscheiden vielen Nervenfasern fehlen, welche sie im späteren Leben besitzen, und dass diese Fasern dennoch das Ihrige verrichten. Allein sind ihre Verrichtungen gleich denen im späteren Leben? — Das ohne Weiteres entscheiden zu wollen, dürfte beinahe unmöglich sein. Wenn wir indessen noch andere Verhältnisse berücksichtigen und diese zu klären suchen, möchte das am Ende doch gelingen und dabei die ganze Angelegenheit vielleicht zum Austrag gebracht werden. Die Markscheiden der Nervenfasern entwickeln sich im Gegensatze zu den Axencylindern, die sehr rasch wachsen und frühzeitig der Hauptsache nach fertig zu sein scheinen, nur sehr langsam, und bevor sie ihre volle Ausbildung erhalten haben, vergehen Jahre. Auch wo sie im Neugeborenen und Kinde vorhanden sind, sind sie doch vielfach nur in der Anlage vorhanden, oder sind namentlich im Verhältniss zu späteren Lebensjahren äusserst dünn und zart. Erst wenn das Körperwachsthum im Ganzen vollendet ist, ist es auch das ihrige. Die Massenzunahme des Gehirns und Rückenmarkes, sowie der einzelnen Nervenstämme geschieht vorzugsweise durch ihre Dickenzunahme und caeteris paribus sind sie daher bei kleinen Individuen mit kleinen Nervenapparaten dünner als bei grossen. Sie sind dünner bei Knaben, als bei Jünglingen, sind dünner bei schwächtigen Naturen als bei starken und robusten, und beim weiblichen Geschlechte, da dieses im Allgemeinen kleiner und zarter als das männliche ist, auch dünner als bei diesem. Die Markscheiden der Nerven eines Weibes sind durchschnittlich nicht dicker als die eines älteren Knaben oder halbwüchsigen jungen Mannes.

Und wie verhalten sich nun diese Nerven, wenn wir die eines kräftigen Mannes oder stärkeren Weibes in ihrer Thätigkeit als Maassstab zur Beurtheilung anlegen? Sie werden leichter erregt, arbeiten hastiger, aber stellen früher ihre Thätigkeit ein. Schon

schwächere Reize rufen in ihnen Thätigkeit hervor und diese ist unverhältnissmässig stark, aber von keiner Dauer. Die Erregung in ihnen, welche ihrer Thätigkeit zu Grunde liegt, erlischt bald und wie diese, so in kurzer Zeit auch die Erregungsfähigkeit, d. i. ihre Erregbarkeit überhaupt. Zunächst sind es bloß noch stärkere Reize, welche einen Effect in ihnen und durch sie herbeiführen, endlich aber ist Nichts mehr stark genug, um dieses zu bewerkstelligen. Erst nach längerer oder kürzerer Ruhe kehrt ihre Erregbarkeit wieder, und je nach der Art der einwirkenden Reize sind sie dann von Neuem für längere oder kürzere Zeit leistungsfähig. Manchmal aber ist die Erregbarkeit für immer dahin oder kehrt erst nach langer Zeit, nach Tagen, Wochen oder Monaten zurück, bleibt indessen sehr schwach und flüchtig oder erreicht nur unter besonders günstigen Umständen ihre frühere Stärke und Dauerhaftigkeit. Fassen wir das kurz zusammen, so ergibt sich, dass das Charakteristische für die fraglichen Nerven in ihrer grossen Reizbarkeit und Erschöpfbarkeit, in ihrer Widerstandslosigkeit und Schwäche gegenüber von Reizeinwirkungen liegt. Nun zeigt sich, dass diese Widerstandslosigkeit und Schwäche gemeinhin um so grösser ist, je kleiner das Individuum. Bei Kindern und Neugeborenen ist sie am grössten und so liegt der Gedanke nahe, dass die Markscheiden in ihrem Fehlen, in ihrer stärkeren oder schwächeren Ausbildung einer der hauptsächlichsten Gründe dafür seien. Bezeichnen wir die specifische Leistung der Nerven, ihre Energie, als die Qualität ihrer Leistung, die Summe ihrer Leistungen als die Quantität derselben, so ergibt sich, dass, wenn die Markscheiden auf die Qualität der Leistung auch nicht den geringsten Einfluss auszuüben scheinen, es mehr als wahrscheinlich ist, dass sie einen desto grösseren auf die Quantität derselben haben. Die Grösse der Leistung, die Masse derselben scheint wesentlich von ihnen abzuhängen.

Nichts Anderes lehrt denn auch die Betrachtung geeigneter pathologischer Verhältnisse. In dem erwähnten Falle von allgemeiner progressiver Paralyse, wo nach wochenlangem Bestande Anästhesien und Akinesen verschwanden und post mortem sich ausgebreitete Verluste von Markscheiden an den peripherischen wie centralen Nerven fanden, waren die zurückgekehrten Functionen, wie sehr sie

auch imponiren mochten, dennoch von nur untergeordnetem Werthe. Namentlich in der motorischen Sphäre zeigte sich das sehr deutlich. Alle Bewegungen waren nur einfache Reflexbewegungen im gewöhnlichsten Sinne des Wortes und blieben, wie ich mich dessen wohl erinnere, sehr häufig aus, wenn sie auch nur einige Male hervorgerufen worden waren, und die Nadelstiche, welche sehr schmerzhaft empfunden wurden, rasch hintereinander sich folgten. Und im zweiten Falle? Da verrichtete zwar die alte Frau ihre häuslichen Geschäfte; aber einmal waren dieselben nicht umfänglich, und dann verrichtete sie dieselben auch wie eine alte Frau, langsam und mit Unterbrechung. Frühzeitige Ermüdung machte öfteres Ausruhen nothwendig.

Der vollständige Schwund der Markscheiden ist jedoch die Folge einer Ernährungsstörung, auf Grund deren sie zuerst löslicher werden und dann zerfallen. Zwischen dem normalen, beziehungsweise relativ normalen Zustande markhaltiger Nervenfasern und ihrem Entblösstsein von Markscheiden liegt daher eine lange Reihe von Uebergängen in der Zusammensetzung des Markes und diesen müssen, wenn die entwickelte Ansicht von der Bedeutung desselben nicht unrichtig ist, wieder *caeteris paribus*, auch eine ebenso lange Reihe von Modificationen in der Quantität ihrer Leistungen entsprechen. Die so überaus zahlreichen Gradationen in den Functionsstörungen des Nervensystems, soweit sie nicht von Hause aus bedingt, sondern erst in den späteren Lebensjahren erworben sind, dürften denn auch in der That vorzugsweise auf ihnen beruhen. — Da nun die Function des Axencylinders, als des wesentlichsten Factors einer Nervenfaser, wie die Function jedweder anderen Zelle oder anderen Zellenderivats abhängig ist von seiner Ernährung, eine Functionsänderung somit auch auf eine Ernährungsänderung und ein Functionsnachlass auf einen Nachlass der Ernährung in ihm deutet, so müssen, da ein solcher Nachlass in den Functionen markhaltiger Nervenfasern constant beobachtet wird, wenn die Markscheiden erkrankt, oder mangelhaft entwickelt sind, diese letzteren als Vermittler der Ernährung der Axencylinder betrachtet werden. Die Markscheiden dürften darum wesentlich die Aufgabe haben, die Ernährung der zugehörigen Axencylinder zu besorgen, alias die Organe sein, durch welche die Ernährung der Axencylinder vor sich geht.



Demgemäss sehen wir denn auch die Markscheiden, wo sie überhaupt vorhanden sind, an den Nerven am stärksten entwickelt, denen die grösste und andauerndste Leistung zufällt. Die entwickeltsten Markscheiden haben die musculomotorischen Fasern, die unentwickeltsten oder auch gar keine die vasomotorischen, intestinomotorischen und vielleicht auch gewissen Ernährungsvorgängen vorstehenden Fasern. Es ist wohl aber unzweifelhaft, dass die grösste Kraftentwicklung von Seiten des Nervensystems auf die Thätigkeit der quergestreiften Muskelfasern, namentlich zum Zweck der Locomotion verwandt wird. Eine nur geringe kommt auf die Regulirungen in der vasomotorischen und intestinomotorischen Sphäre, besonders wenn wir davon noch das Herz ausnehmen, bei dem der N. vagus mit breiten markhaltigen Fasern eine so hervorragende Rolle spielt. Eine kaum grössere, vielleicht aber noch geringere Kraftentwicklung kommt auf die trophische Sphäre. Es handelt sich ja bei ihr nur um Erhaltung eines gewissen Tonus. Und dass endlich von der sensibelen Seite ebenfalls nur wenig davon in Anspruch genommen wird, das können wir recht wohl daraus schliessen, dass andauernd ja nur sehr geringe Reize einwirken und stärkere bloss ab und zu, ja im grossen Ganzen sogar nur ausnahmsweise das thun. Thun sie es öfter, so tritt leicht Gefühlsabstumpfung ein, weil das Bischen Kraft, was in ihr steckt, sehr bald verbraucht ist, und trotz der ungleich grösseren Anstrengungen, denen das musculomotorische System unterworfen wird, finden wir denn doch Gefühlsabstumpfungen, Hypästhesien, viel öfter als motorische Schwächen, Hypokinesen. Und wenn wir nun auch gern zugestehen wollen, dass an dem Allen und vornehmlich dem Letzteren Manches Schuld sein mag, was bis jetzt sich unserer Erkenntniss entzogen hat, so werden wir doch nicht umhin können, zunächst Dem, was vor Augen liegt, d. i. der Verschiedenheit in der Entwicklung der Markscheiden je nach der Verschiedenheit der zu leistenden Quantität Arbeit eine hervorragende Bedeutung beizumessen. Thun wir das aber, so kommen wir fast unwillkürlich zu dem Schlusse, dass diese Entwicklung der Markscheiden, vorzugsweise ihre Stärke und Dicke, natürlich immer *caeteris paribus*, in geradem Verhältnisse zu der Leistungsfähigkeit des zugehörigen Nerven stehe, mit anderen Worten die Quantität Arbeit bedinge, welche er zu verrichten vermag.

Und wie einseitig das vielleicht auch im ersten Augenblicke

klingen mag, der Satz gilt zunächst nur für Nervensysteme mit markhaltigen Fasern, also für die der höheren Thiere, und dann ist ihm bei näherer Betrachtung nicht einmal das Verhalten solcher Systeme mit durchweg marklosen Fasern, also das der niederen Thiere, entgegen. Man muss nur an die Arbeit denken, welche diese verrichten. Wo wir im Stande sind, sie zu controliren, und vorzugsweise können wir das an den Leistungen der musculo-motorischen Sphäre und der davon abhängigen Locomotion, da finden wir überall, dass dieselbe nur unbedeutend ist, langsam vor sich geht oder wenig ausgiebig ist. Der Gang der Schnecke ist ja berühmte. Die Acalephen, Echinodermaten, Cephalopoden bewegen sich nicht schneller. Und was die flinken Spinnen und flüchtigen Insekten betrifft, so ist zu bedenken, dass die Last, welche sie fortzubewegen haben, doch in keinem Verhältnisse steht zu der, welche Wirbelthiere, namentlich die grossen Säuger fortzuschaffen genöthigt sind. Eine Mücke, eine Biene, ein Falter, ein Floh, selbst ein Hirsch oder Herkuleskäfer und ein Haase, ein Reh, ein Windhund, ein Löwe, Tiger, Pferd, Wal oder Elephant! Welche riesigen Unterschiede!

Wenn dem aber so ist, so darf es auch nur natürlich erscheinen, wenn bei gewissen Fragen aus dem Gebiete der Anthropologie, der Pathologie und klinischen Medicin dem Verhalten der Markscheiden an bestimmten Nerven oder in bestimmten Nervengebieten eine grössere Beachtung geschenkt wird und geschenkt werden muss, als das vielleicht bei Verfolgung anderer Zwecke nothwendig erscheint, und dass Dem entsprechend dann auch auf ein anomales oder zum wenigsten doch verschiedenartiges Verhalten der Markscheiden mehr gefahndet wird, als sonst das üblich zu sein pflegt. Denn die vielfältigen Nüancirungen hinsichtlich der Leistungsfähigkeit verschiedener Individuen, die Kraft und Ausdauer Einzelner, die leichte Erschöpfbarkeit Anderer, die einseitigen Fähigkeiten, die mannichfachen Schwächen und Fehler, die energische, durch Nichts zu beeinträchtigende Thätigkeit einzelner Organe, die geringfügige und leicht zu störende anderer, dieses und noch hunderterlei mehr, was wir Alles zu sehen bekommen, und, insofern es in seinem bunten Durcheinander an einem Individuum sich offenbart, als das Individuelle bezeichnen, dieses Alles dürfte mit einem solchen anomalen oder doch verschiedenartigen, individuellen Verhalten der Markscheiden in zu nahem Zusammenhange stehen. Nicht allein!

Bewahre! Ich selbst habe anderwärts<sup>1)</sup> schon darauf hingewiesen, wie viel in dieser Beziehung ich der Entwicklung der Ganglienkörper und Axencylinder, den krankhaften Veränderungen derselben zuzuschreiben geneigt bin; doch ein nicht unbeträchtliches Maass davon wird nichtsdestoweniger auf Rechnung der Leistung der Markscheiden zu schieben sein. — Bei der weissen Erweichung des Gehirns und Rückenmarkes, die so gewöhnlich mit irritativen oder auch lähmungsartigen Zuständen verknüpft zu sein pflegt, haben vorzugsweise sie gelitten. Sie sind weicher, sind löslicher geworden, zerfallen leicht und färben sich mit Jod und Schwefelsäure statt gelb oder höchstens bräunlich-gelb, braun und selbst schwarz-braun. — Wenn peripherische Nerven durchschnitten und ausser Thätigkeit gesetzt worden sind, und die Markscheiden ihrer Fasern degeneriren, so färben sie sich durch Ueberosmiumsäure nicht schwarz, sondern schmutzig grünlich und selbst gelblich-grünlich, und zwar in demselben Grade heller, als die Degeneration vorschreitet. Ob ähnliche Färbungen auch bei den Markscheiden centraler Nervenfasern vorkommen, weiss ich nicht. Alle meine darauf abzielenden Versuche und Untersuchungen, Dies zu erfahren, haben mir bis jetzt keine sicheren Resultate ergeben. Doch kann man kaum zweifeln, dass unter Verhältnissen, welche den erwähnten peripherischen entsprechen, auch hier die Ueberosmiumsäure eine den besagten Reactionen gleiche oder ähnliche verursachen, und man daraus denn auch entsprechende Schlussfolgerungen zu machen im Stande sein wird. — Die Markscheiden gesunder Nervenfasern werden von Carmin nicht geröthet. Haben dieselben indessen in ihrer Ernährung gelitten, so sehen wir sie sehr häufig durch dasselbe eine rothe und zuweilen sogar recht lebhaft rothe Farbe annehmen. Zugleich pflegt dabei die Ringelung verloren zu gehen, welche gesunde Markscheiden im Querschnitt zeigen, und die, wie ich schon anderweitig einmal nachgewiesen habe, auf einer Ineinanderschachtelung concentrischer, röhrenförmiger Glieder beruht. Bei derselben Gelegenheit hatte ich auf eine bis dahin nicht beachtete Veränderung der Markscheiden aufmerksam gemacht und dieselbe kurzweg als tubulöse Entartung bezeichnet. In Erweichungsbeerden kommt sie in überraschender Weise zur Anschauung. Sie findet sich aber weniger stark ent-

<sup>1)</sup> Dieses Archiv Bd. LXI. S. 512 u. ff., Bd. LXIV. S. 368 u. ff.

wickelt auch bei blosser seröser Durchtränkung der Centralorgane, namentlich wenn diese längere Zeit bestanden hat, und wie sie als Vorläufer der weissen Erweichung zu betrachten ist. Die Functionsstörungen, welche seröse Durchtränkung und weisse Erweichung mit sich führen, dürften demnach auf diese Veränderung mit bezogen werden können. — Bei derselben Gelegenheit hatte ich auch auf die bis dahin gleichfalls nicht beachtete pigmentöse Degeneration der Markscheiden den Blick zu lenken gesucht. Dieselbe war von mir in den Spinalganglien eines Tabikers entdeckt worden. Vermuthungsweise hatte ich ausgesprochen, dass sie sich wohl auch im Gehirn und Rückenmarke selbst finden und da gelegentlich zur Bildung Körnchenzellen ähnlicher Körper beitragen möchte. Inzwischen habe ich in sehr grosser Verbreitung sie denn auch im Gehirn und Rückenmarke eines der allgemeinen progressiven Paralyse erlegenen Irren, bei welchem sich die verschiedenartigsten Lähmungen in der motorischen, sensibeln und trophischen Sphäre — unter Anderen progressive Muskelatrophie — entwickelt hatten, wirklich gefunden, und braune Pigmentschüppchen noch die einzelnen Axencylinder auf grössere oder kürzere Strecken umgeben, oder zu Häufchen zusammengeballt in Mitten grauer, gelatinöser Massen — embryonaler Bindesubstanz — liegen sehen. Die Symptome, welche bei diesem Individuum während des Lebens zur Beobachtung kamen, werden darum mit gutem Rechte neben anderen Veränderungen auch auf diese pigmentöse Degeneration der Markscheiden zu beziehen sein. Allerdings in wie weit, das ist eine andere Sache und ein Problem, welches noch seiner vollständigen Lösung harret.

Und so wie Dieses, so lässt sich Betreffs des Zusammenhanges zwischen Veränderungen der Markscheiden und Veränderungen der Functionen der bezüglichlichen Nervenfasern überhaupt gewiss noch manches Andere erweisen, ist der Blick erst mehr darauf gerichtet worden. Wie interessant die mitgetheilten Thatsachen indessen auch immer sein mögen, überraschen können und werden sie doch nicht. Wenn auch das Verhalten der Markscheiden beziehentlich der Leistungen der Nervenfasern überhaupt, bisher nicht in der Weise aufgefasst worden ist, wie das heute geschehen, so hat man dennoch den Veränderungen, welche die Markscheiden bei gewissen pathologischen Vorkommnissen zeigten, immerhin Beachtung geschenkt und sich diese Veränderungen mit den vorhanden gewesenen

Functionsstörungen in Zusammenhang gedacht; war derselbe auch kein anderer, als der zufällige, dass der nehmliche Prozess, welcher die fraglichen Functionsstörungen verursacht hatte, auch zu den Veränderungen beigetragen, welche von den Markscheiden zu registriren gewesen waren.

Viel interessanter und in mancher Hinsicht auch von ungleich grösserem Belange müsste es daher sein, wenn es gelänge, ähnliche anomale Erscheinungsweisen an den Markscheiden aufzufinden, welche gewissermaassen angeboren oder durch die weitere Entwicklung bedingt auch die gewissermaassen angeborenen oder durch die weitere Entwicklung bedingten anomalen Lebenserscheinungen des Nervensystems erklärten, die bereits erwähnten Schwächen, Fehler und dgl. m. in ihrer Pathogenese aufhellten. Nun haben wir der vielfachen Unterschiede in der Dicke der Markscheiden schon erwähnt, wir haben bemerkt, dass sie dünner bei kleinen als bei grossen, dünner bei schwächlichen als robusten Individuen, dünner bei Weibern als bei Männern seien. Sollte da nicht vorzugsweise eine abnorme Düntheit der Markscheiden als eine solche Anomalie angesehen werden können? Ohne Zweifel! Allein wie wollen wir gegebenen Falles diese ungewöhnliche Düntheit bestimmen? Für die peripherischen Nerven mag das noch allenfalls angehen. Ein einigermaassen geübter Blick möchte wahrscheinlich sofort erkennen, worum es sich handelt, und wo das ginge, da könnten immerhin gewisse Functionsanomalien auch darauf bezogen werden. Doch wie in den Centralorganen, im Rückenmarke und namentlich im Gehirn? Da kommen ganz breite und ganz schmale markhaltige Fasern dicht neben einander vor, und schon einmal habe ich aus diesem Grunde es für unmöglich erklärt, bei unserer jetzigen Kenntniss vom Verlaufe der Nervenfasern in den Centralorganen aus den Dickenunterschieden der Fasern resp. ihrer Markscheiden allein auf anomale, besonders atrophische Zustände, und um diese würde es sich ja auch bei der Bestimmung abnormer Düntheit handeln, endgültige Schlüsse ziehen zu wollen. Ich kann diese Erklärung nur wiederholen. Jedes Unternehmen, aus den Dickenunterschieden der Markscheiden centraler Nervenfasern, zumal in frischen Präparaten, auf pathologische Zustände in ihnen zu schliessen, muss von vornherein für ein verfehlt angesehen werden. Denn es mangelt uns jeder Anhalt zur Bestimmung der normalen Dicke

der Markscheiden, um welche es sich gerade handelt. Dafür kommt uns aber Zwecks der Bestimmung ihrer normalen oder anomalen Entwicklung ein eigenthümliches, dem aufmerksamen Beobachter sehr bald auffallendes Aussehen derselben zu Hülfe. Abgesehen von den gewöhnlichen Gerinnungen, welche sich an ihnen bilden und ihr Aussehen verändern, erscheinen sie in solchem Falle nicht homogen, sondern wie von zerstreuten oder auch gehäuften, bald mehr bald weniger dunklen Pünktchen oder Kügelchen durchsetzt. Sie sind indessen glänzend, und Dieses sowie das viel sparsamere Vorhandensein der erwähnten Pünktchen oder Kügelchen, von denen letztere öft mehr als  $1\ \mu$  im Durchmesser haben, unterscheidet sie von ähnlichem, doch aus anderen Ursachen entstandenem Aussehen, nemlich dem, welches dem atrophischen Zerfalle voraufzugehen pflegt. So lange die Markscheiden hier noch cohärent sind, sehen sie matt und trübe, wie bestaubt aus, ein offener Beweis dafür, dass ihr Aggregatzustand ein anderer, namentlich auch an der Oberfläche geworden ist; bei der in Rede stehenden Abnormität, wo sie dagegen von normalem Glanze sind, kann zum Wenigsten Letzteres nicht geschehen sein. An der Oberfläche müssen sie sich deshalb so ziemlich normal verhalten. Die in der Regel nicht vorhandenen Pünktchen und Kügelchen, welche sie auszeichnen, müssen mehr in ihrer Tiefe liegen. Was sind sie?

Zunächst könnte man daran denken, dass sie Zersetzungsproducte, eine Art Degenerationskügelchen, wären. Sie sind unter Umständen solchen auch ausserordentlich ähnlich. Allein sie kommen bei ganz gesunden Thieren vor, finden sich in Nervenstämmen, welche denselben bei lebendigem Leibe herausgeschnitten worden sind, finden sich zwischen Fasern, welche dieselbe Präparationsmethode durchgemacht haben und nicht das geringste Absonderliche erkennen lassen, und sind oftmals wie geschwänzt, was jene niemals sind. Sodann könnte man daran denken, dass sie Kunstproducte wären, hervorgerufen durch die Einwirkung der zur Präparation nöthigen Chemikalien, durch unsanftes Behandeln mit Nadel und Deckglas u. dgl. m. Indessen der eben erst, und zwar zuletzt angeführte Grund spricht auch hiergegen. Ausdrücklich sei hervorgehoben, diese Kügelchen finden sich in Markscheiden von Nerven, die nur in Serum oder Humor aquaeus präparirt worden sind und nicht die geringste Spur einer Quetschung oder Zerrung

erkennen lassen. Ferner könnte man daran denken, dass sie gar nicht den Markscheiden selbst angehörten, sondern die Protoplasma-kügelchen der Axencylinder wären, welche durch das Mark durchschienen und in Folge der starken Lichtbrechung desselben vergrößert sich zeigten. In einer Reihe von Fällen sind sie auch nichts Anderes als das, davon habe ich mich überführt. Doch in zahlreichen anderen Fällen sieht man sie so unzweifelhaft den auf- und vom Axencylinder abgeplatzten Scheiden eingefügt, dass über ihre Zugehörigkeit zu diesen nicht mehr gestritten werden kann. Ja nicht selten sind sie auch noch in vollständig von den Markscheiden getrennten Stücken zu erkennen, in Körpern, die schlechthin unter den Myelingerinneln mitbegriffen werden, und dadurch wird denn auch das letzte Bedenken in dieser Richtung zum Schwinden gebracht. Kurzum mit Alledem ist es Nichts! Mehr Licht auf ihre Natur wirft indessen schon der Umstand, dass sie nicht überall gleich häufig sich finden, sondern bei niederen Thieren, Fröschen, Fischen, öfter zur Beobachtung kommen, als bei höheren, und dass vor Allem häufig sie in den Markscheiden sympathischer Nerven anzutreffen sind. Es weist dieser Umstand darauf hin, dass ihr Vorkommen ein physiologisches ist, aber gebunden an bestimmte Verhältnisse, welche das Nervensystem beherrschen. Noch mehr Licht auf ihr Wesen wirft endlich der Umstand, dass sie am öftesten in den Markscheiden embryonaler und fötaler Nerven zur Wahrnehmung gelangen. Sie erscheinen damit als Körper, welche hauptsächlich der Bildungsperiode angehören, jedoch hier oder da auch für das übrige Leben persistiren. Wie reimt sich das nun zusammen?

Bekanntlich besteht nach unserer jetzigen Kenntniss die erste Anlage der Markscheiden um neu entstandene Axencylinder in einer Ablagerung von kleinen runden Kügelchen, welche dem Axencylinder selbst oft mittelst eines deutlichen Fädchens angehängt sind. Woher diese Kügelchen stammen, ob sie Producte der formativen Thätigkeit des Protoplasmas sind, das den Axencylinder bildet — Etwas, was mir am wahrscheinlichsten ist — oder ob sie von aussen an denselben gelangen, weither zugetragen und angekittet von fleissigen amöboiden Körperchen, ähnlich den Wachsmassen, welche kluge Bienen von entlegenen Gefilden ihrem Stocke zutragen und daraus zu den alten Waben neue zufügen — Etwas, das auch seine Vertreter gefunden hat — diese Frage wollen wir dabei ganz ausser

Acht lassen, weil sie Nichts zur Entscheidung Dessen beiträgt, was uns augenblicklich beschäftigt. Es genügt, dass wir wissen, Kügelchen, die erst sparsamer, dann reichlicher um die Axencylinder sich herumlegen, sind die ersten Anfänge der Markscheiden, welche später dieselben umhüllen. — Wenn Das nun aber der Fall ist, so ergibt sich, dass die Markscheiden aus den erwähnten Kügelchen nur dadurch entstehen können, dass diese sich metamorphosiren und mit einander verschmelzen. Wo das nun vollständig geschieht, da haben wir später die bekannten homogen erscheinenden Markscheiden, wie sie die cerebrospinalen Fasern, centrale wie periphere gemeinhin besitzen. Wo das nicht vollständig geschieht, da bekommen wir die punctirten Markscheiden, von denen die Rede ist. Wir würden also Dem entsprechend in den punctirten, d. h. von dunklen Kügelchen durchsetzten Markscheiden in der Entwicklung zurückgebliebene, gewissermaassen nicht fertig gewordene zu sehen haben. Bei niederen Thieren, z. B. Fröschen, Fischen scheint nun ein solches Zurückbleiben in der Entwicklung öfter vorzukommen, im sympathischen Nervensysteme der sämmtlichen Wirbelthiere im grossen Umfange zur Regel zu gehören, wie überhaupt dieses System vielfach den Eindruck des Unfertigen, weil auf einer niederen Stufe Zurückgebliebenen macht; im cerebrospinalen System der höheren Thiere, der Säuger und des Menschen ist es aber geradezu nicht am Platze. Da stellt es eine Entwicklungshemmung im eigentlichsten Sinne des Wortes, weil eine individuelle, dar, ein Zurückgebliebensein hinter Dem, was nicht bloß ideeller, sondern reeller Weise zu erreichen war, und somit einen Mangel, einen Fehler.

Wo in grösserer Verbreitung Nervenfasern mit solchen punctirten Markscheiden im Gehirn oder Rückenmark erwachsener Individuen sich finden, da dürften sie denn auch mit gutem Grunde als eine Ursache der etwaigen Abnormitäten in den Functionen dieser Organe zu betrachten sein, vor allen Dingen als Ursache der Schwäche, der Widerstandslosigkeit, Reizbarkeit und leichten Erschöpfbarkeit, welche sie von Anfang an an den Tag gelegt haben. Abnorme Reizbarkeit und Erschöpfbarkeit bilden indessen den Inhalt Dessen, was wir neuropathische Constitution, neuropathische Diathese nennen. Wir haben an einer anderen Stelle<sup>1)</sup> schon einmal Gründe

<sup>1)</sup> Dieses Archiv Bd. LXI. I. c.; ferner: Ueber Puerperal-Psychosen. Beitr. zur Geburtsh. u. Gynäkol. Bd. III. 1874.



für dieselbe, soweit sie durch die ganze Entwicklung des Individuums bedingt und gleichsam angeboren ist, kennen gelernt; heute lernen wir als einen weiteren Grund für dieselbe das Zurückbleiben der Markscheiden der Nervenfasern in ihrer Entwicklung kennen, sei es, dass sie zu dünn und schwächlich blieben, sei es, dass sie überhaupt auf einer früheren Entwicklungsstufe beharrten und einen mehr embryonalen oder fötalen Charakter bewahrten. Gleichviel! Als eine unter den mannichfachen Ursachen der neuropathischen, und damit natürlich auch der psychopathischen Diathese haben wir die mangelhafte Entwicklung der Markscheiden, vor Allem centraler Nervenfasern anzusehen, und ein Kriterium dieser mangelhaften Entwicklung ist, wo das festzustellen, die abnorme Dünnhcit der Markscheiden oder ihr Durchsetztsein von dunklen Kügelchen, wenig oder gar nicht veränderten Ueberbleibseln aus der Bildungsperiode.

Auf der Entwicklung der Markscheiden aus kleinen Kügelchen, welche sich um den Axencylinder ablagern und dabei nothwendig concentrische Schichten bilden, scheint auch ihr concentrisch-schichtenförmiger Bau zu beruhen, den sie so häufig, zumal im Querschnitt erkennen lassen. Diese Ablagerungen geschehen jedoch nicht zu gleicher Zeit, sondern hintereinander in Zwischenräumen. Die gleichzeitigen Ablagerungen verschmelzen aber normaler Weise allein unter einander, und so entstehen Zwischenräume zwischen den einzelnen Ablagerungen und in Folge dessen auf dem Querschnitt das concentrisch geringelte Aussehen der Markscheiden und bei pathologischer Erweiterung durch Eintritt von Flüssigkeiten in sie die tubulöse Entartung derselben. Unter denselben Verhältnissen, wo Letztere entsteht, verflüssigen auch die einzelnen Markscheiden sehr leicht und rinnen in Eins zusammen. Die ganze Markscheide erscheint alsdann auf dem Querschnitte ungeringelt, homogen. Zugleich hat ihre Substanz ihre chemischen Eigenschaften verändert und imbibirt sich z. B. mit Carmin. So weit gekommen zerklüften die Markscheiden sehr gern und treten in den verschiedenen Formen des Zerfalles auf, welcher gewöhnlich mit einer fettigen Degeneration in Zusammenhang gebracht wird.

Wie gross die Zeiträume sind, welche zwischen den Ablagerungen der einzelnen Kügelchenschichten liegen, aus denen späterhin die Markscheiden hervorgehen, weiss ich nicht anzugeben,

Doch ist der Prozess im Ganzen wohl schon sehr früh beendet. Bei ganz jungen Thieren, drei- bis achttägigen Kälbern, findet man die Markscheiden peripherischer Nerven und des Rückenmarkes auf dem Querschnitte schon aus zahlreichen Ringen zusammengesetzt und darin kaum von denen eines Ochsen unterschieden. Die Zahl der Ringe ist schwankend. Ich habe drei bis vier am häufigsten, ausnahmsweise aber auch fünf gezählt. Die Ringe sind sehr ungleichmässig in ihrer Breite. An einer Stelle sind sie breiter als an der anderen, an manchen so schmal, dass selbst bei starken Vergrösserungen nur eine Spur von ihnen zu erkennen ist. Dieses, so wie der Umstand, dass sie bei jungen Thieren schmäler sind, als bei ausgewachsenen, dabei an Zahl aber nicht geringer, zeigt an, dass den Markscheiden in ihren Ringen ein eigenes Wachsthum zukommt, und dass von der ursprünglichen Energie ihrer Bildungskügelchen und von der Ernährung, welche ihnen wurde, ihre endliche Metamorphose und damit ihre Leistungsfähigkeit abhängig ist. Die Bedeutung, welche wir den Markscheiden zugeschrieben haben, würde danach aber nicht bloß wesentlich beeinflusst sein von ihrer ersten Anlage, bedingt durch die Gesetze der Erblichkeit, sondern auch von der Ernährung, welche ihnen im Laufe des Lebens zu Theil wird, und gar manche Beobachtungen, geschöpft aus dem gemeinen Leben, stehen damit in Einklang.

---