

Aus der Prosektur des Ferdinand-Hanusch-Krankenhauses  
der Wiener Gebietskrankenkasse für Arbeiter und Angestellte, Wien XIV.

## Über den Bauplan der nervösen Peripherie.

Von

F. FEYRTER.

Mit 18 Textabbildungen.

(Eingegangen am 4. August 1949.)

### I. Über den Bauplan der nervösen Peripherie unter musterhaften und gewöhnlichen Verhältnissen<sup>1</sup>.

Wenn ich in vorliegender Arbeit von der nervösen Peripherie spreche, so will ich darunter das verstehen, was man im allgemeinen die Endigung der Nervenfasern im versorgten Gewebe, sei es an der Oberfläche, sei es in der Tiefe des menschlichen Körpers, nennt. Gemeinhin stellt man diese Endigung für das vegetative und für das cerebrospinale Nervengewebe grundverschieden dar.

*Im vegetativen Nervengewebe* findet sich an der Peripherie ein Netz. Das ist eine ebenso alte (Literatur s. BOEKE, 1933) wie neue Erkenntnis. Neu erscheint vor allem die unvergleichlich bessere Einsicht in die feinere Beschaffenheit dieses Endnetzes, welche Einsicht zweifellos von PH. STÖHR jr. (1930—1932), dem Deutschen Meister der Neurohistologie, mit seinem erfolgreichen Schüler REISER (1932) mächtig eröffnet und sogleich (1933) von J. BOEKE, dem Holländischen Meister der Neurohistologie, in seinen „Innervationsstudien“ ebenso mächtig entfaltet wurde. Die neue Einsicht, welche dauernd durch neue Veröffentlichungen BOEKES, STÖHRS und seiner Schule (REISER, SUNDER-PASSMANN) erweitert wird, fußt im wesentlichen auf Neuriten- und Neurofibrillenfärbungen, die mittels an sich bewährter, aber offenbar verfeinerter Versilberungsmethoden (BIELSCHOWSKY - GROS) vorgenommen wurden.

Ich stelle den *Fortschritt der Forschung* für den Zweck vorliegender Arbeit *sehr vereinfacht* dar wie folgt:

Die *ordinäre vegetative Faser*, die bei gewöhnlicher Kern-Plasma-Färbung im allgemeinen als kernhaltiger, kaum strukturierter, plasmatischer Streifen begegnet und bei Gitterfaserdarstellung (PAP) von einem feinen Häutchen umhüllt erscheint, wird bei Anwendung einer Neuritenfärbung (BIELSCHOWSKY - GROS) von einem zentralen strichförmigen Neuriten durchzogen, der *im Bereich des Endnetzes in feinere,*

<sup>1</sup> Auszugsweise vorgetragen auf der Österreichischen Ärztetagung in Salzburg am 8. September 1948 und auf der Tagung der Vereinigung Schweizer Pathologen in Basel am 18. Juni 1949. Eingegangen bei den Acta Anatomica anfangs 1949, abgelehnt am 1. April 1949.

netzförmig zusammenhängende Neurofibrillenzüge (BOEKE, STÖHR, REISER) übergeht, die freilich nach wie vor in einem kernhaltigen plasmatischen Faden (Leitplasmodium, LAWRENTJEW) verlaufen, der auch weiterhin, vielleicht weniger deutlich, gitterfaserig umhüllt verbleibt (s. Abb. 1a).

Bemerkenswerte weitere Einblicke in diese feinwabige Struktur des Endnetzes vermittelt die Einschlußfärbung in einem Weinsteinsäure-Thionin-Gemisch (FEYRTER, 1936) zur Darstellung eigenartiger chromotroper rhodochromer (rosenfarbiger) Lipoide bzw. Lipoproteide, welche

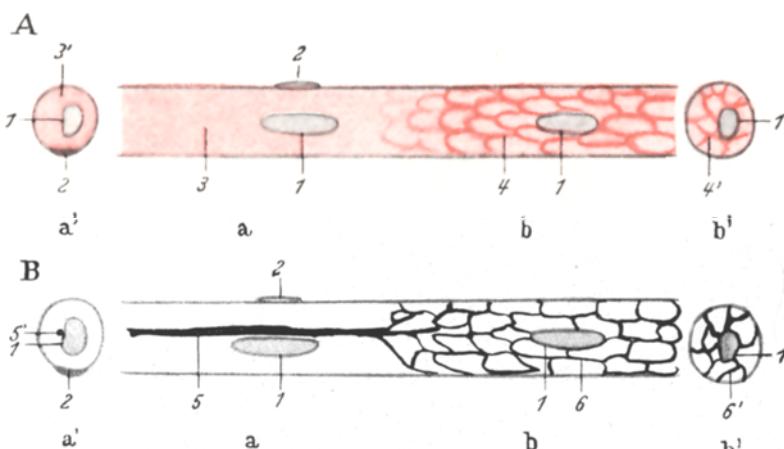


Abb. 1A u. B. Struktur einer gewöhnlichen vegetativen Nervenfaser (*a* im Längsschnitt, *a'* im Querschnitt) und ihre Struktur im vegetativen nervösen Endnetz (*b* im Längsschnitt, *b'* im Querschnitt). 1 SCHWANNscher Kern; 2 Kern der gitterfaserigen Hülle. A Färbung auf chromotrope rhodochrome Lipoide bzw. Lipoproteide (Einschlußfärbung in einem Weinsteinsäure-Thioningemisch; s. FEYRTER, 1936). 3, 3' diffuse Verteilung; 4, 4' netzförmige Verdichtung. B Färbung auf Neuriten und Neurofibrillen (BIERSCHOWSKY-GROS). 5, 5' Neurit; 6, 6' netzförmig zusammenhängende Neurofibrillenzüge.

in vorzüglicher Weise gerade den vegetativen Nervenfasern eignen. Im Bereich der gewöhnlichen Fasern erscheinen sie diffus fein verteilt, im Bereich des Endnetzes hingegen netzförmig verdichtet (s. Abb. 1b). Wie die Zusammenlegung einer Neurofibrillendarstellung mit diesem Färbeverfahren lehrt, handelt es sich um eine minuziöse lipoproteidige Hüllenbildung um die Neurofibrillenzüge innerhalb der plasmatischen Bahn des nervösen Endnetzes.

Wir haben umfangliche solche Untersuchungen an vielen Orten, vor allem im Bereich des Magen-Darmschlauches, durchgeführt.

Den vereinfachten Zeichnungen lasse ich die mikrophotographische Wiedergabe der Befunde folgen (s. Abb. 2, 3 und 4).

So kennzeichnend diese feinwabige neurofibrilläre Struktur für das vegetative nervöse Endnetz auch ist, ausschließlich eignet sie ihm keineswegs. Man kann ihr jeweils schon in schmächtigen Nervenfaserbündeln begegnen und andererseits kann sie im Endnetz auch fehlen. Sie ist am *formolfixiertes* Untersuchungsgut gebunden und insofern ein Artefakt; jedoch ein meines Erachtens sehr aufschlußreiches Artefakt.

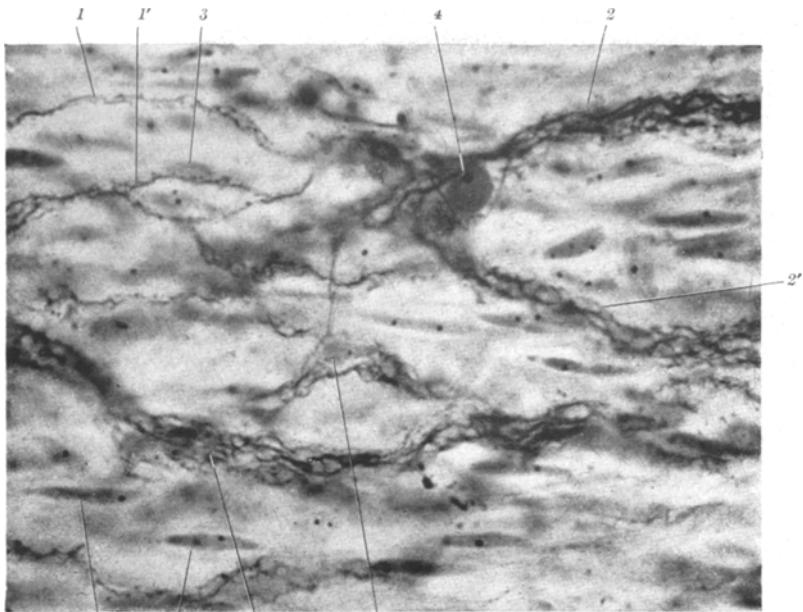


Abb. 2. BIELSKOWSKY - GROS. Feines vegetatives nervöses Endnetz (z. B. bei 1, 1') und größere Anteile (z. B. bei 2, 2', 2'') des Plexus myentericus. 3, 3' Kerne des Endnetzes; 4 Ganglienzelle; 5, 5' Kerne glatter Muskelfasern (mit geschwärzten Kernkörperchen).

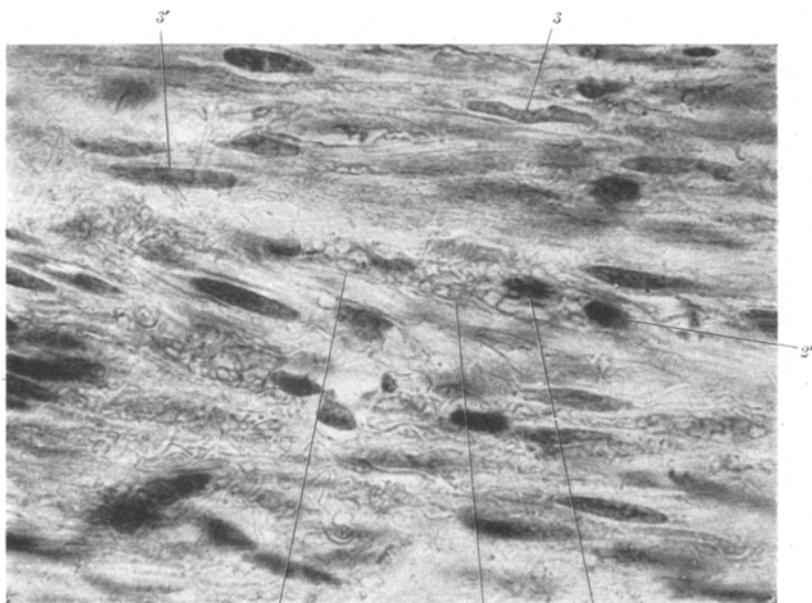


Abb. 3. Menschlicher Wurmfortsatz. Formol. Gefrierschnitt. Einschlußfärbung in einem Weinstainsäure-Thioningemisch. Vegetatives nervöses Endnetz des Plexus myentericus mit netzförmiger Verdichtung seiner chromotropen Lipoide bzw. Lipoproteide (z. B. bei 1, 1'); 2, 2' Kerne des Endnetzes; 3, 3' Kerne glatter Muskelfasern.

1\*

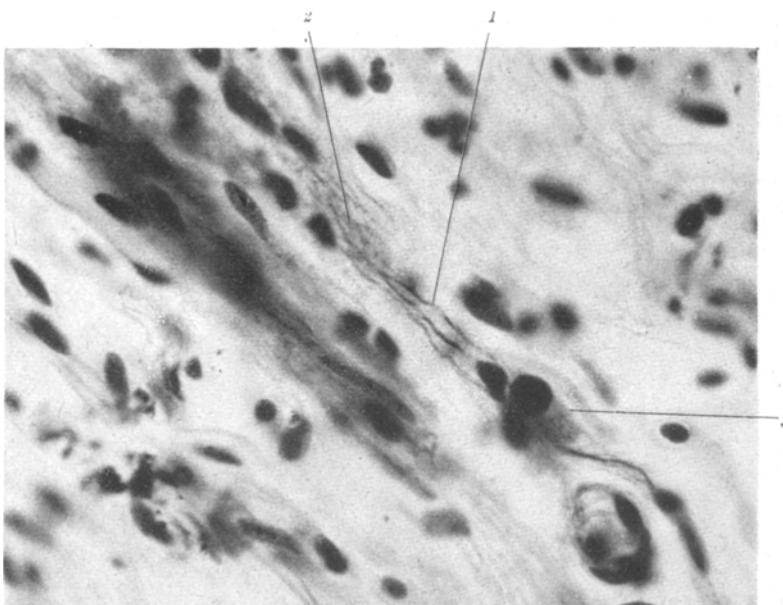


Abb. 4. Menschlicher Wurmfortsatz. Formol. Gefrierschnitt. Versilberung nach BIEL-SCHOWSKY-GROS. Übergang von Neuriten (1) des Plexus submucosus in sein Endnetz (2), (3 kleine Ganglienzelle oder besondere interstitielle Zelle des Plexus.)

Das vegetative nervöse Endnetz [= le plexus fondamental sympathique (sympathischer Grundplexus), BOEKE; = präterminales Netzwerk, REISER und STÖHR], in

dem sich sympathische und parasympathische Anteile gestaltlich nicht voneinander unterscheiden lassen, findet sich fast ubiquitär im Bereich der nervösen Peripherie. Ich habe in dem als Beispiel gewählten Wurmfortsatz (s. Abb. 5) seine vereinfachte zeichnerische Wiedergabe lediglich der Übersichtlichkeit wegen auf die innere Schicht beschränkt. Es hängt hier wie überall in der Richtung gegen die nervösen Zentren hin offenbar ebenso an efferenten wie an afferenten Neuriten. Ich glaube, wenn über-

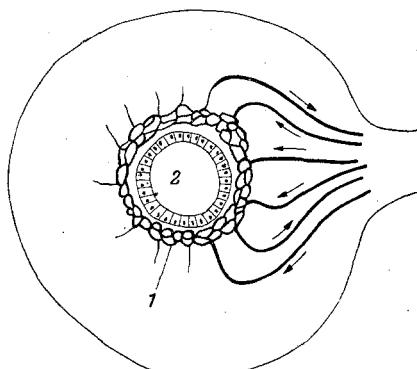


Abb. 5. Schematischer Querschnitt durch einen menschlichen Wurmfortsatz. Grob schematische Darstellung des Endnetzes (1) des Plexus Meißneri mit efferenten und afferenten Neuriten. 2 Lichtung, umsäumt von Epithel.

haupt gestaltliche Betrachtung das Recht hat, dem funktionellen Sinn einer Struktur nachzuspüren, dann ist es wohl hier erlaubt,

die Ähnlichkeit dieses Aufbaues der vegetativen nervösen Peripherie und des Aufbaues der Peripherie unseres Blutkreislaufes mit ihren Arterien, dem *Capillarnetz* und den Venen zu betonen. Und so wirft sich meines Erachtens auch in der Tat für den Morphologen die Frage auf, ob nicht der Sinn dieses Bauplanes der vegetativen nervösen Peripherie der eines *Strombogens* ist, in welchem der nervöse Strom ähnlich dem Strom des Blutes an den versorgten Körperzellen vorbeifließt, um *seitlich* Stoffe (aus dem efferenten Schenkel des Bogens) an sie abzugeben und seitlich Stoffe (in den afferenten Schenkel des Bogens) aus ihnen aufzunehmen.

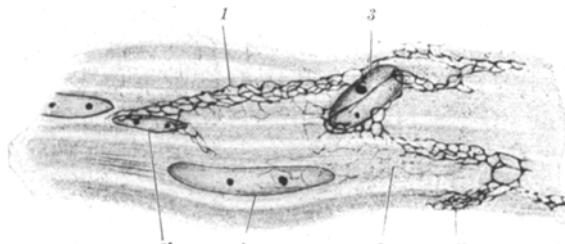


Abb. 6. Vegetatives nervöses Endnetz (1, 2, 3) eines Afferenten pnn. e. reichstes kernloses Terminalreticulum (= periterminales Netzwerk BOEKES); 3, 3' Kerne des Endnetzes; 4 Kern einer glatten Muskelfaser. (Entlehnt bei BOEKE, 1933, s. S. 300, Abb. 23. Versilberung nach BIELSCHOWSKY.)

Den subtilen Weg, den die Stoffe des Blutes aus der Strombahn zu den Körperzellen nehmen, vermag der Morphologe für gewöhnlich mit den üblichen Färbungen nicht zur Darstellung zu bringen. Anders ist dies allem Anschein nach hinsichtlich des subtilen Weges, auf dem die Stoffe der nervösen Strombahn die Körperzellen erreichen. Vermutlich entspricht ihm das feine engmaschige Netz des kernlosen *Terminalreticulum* (Ph. STÖHR jr.) bzw. das *periterminale Netzwerk* (BOEKE), welches allem Anschein nach *seitlich* am kernhaltigen nervösen Endnetz hängt (s. Abb. 6).

Soviel über den Bauplan der Peripherie der Lebensnerven und seinen vermutlichen funktionellen Sinn. Ganz anders liegen nach der landläufigen lehrbuchmäßigen Darstellung die Verhältnisse *am peripheren Ende der cerebrospinalen Nervenfasern*.

Der *zentrifugale Neurit*, der z. B. eine quergestreifte Muskelfaser erregt, endet im Lehrbuchbild in Form der motorischen Endplatte, für sich, nicht in einem Netz. Dem ist jedoch gar nicht so (s. Abb. 7 und 8). Die Verästelung der motorischen Endplatte geht vielmehr ohne Unterbrechung über in ein ungemein feines engmaschiges Netz (*periterminales Netzwerk*, BOEKE), das hinwieder ohne Unterbrechung mit dem vegetativen nervösen Endnetz zusammenhängt. Dergestalt betrachtet, endet auch die cerebrospinale zentrifugale Nervenfaser nicht für sich, sondern im Endnetz der nervösen Peripherie.

*Der cerebrospinale zentripetale Neurit*, der eine Empfindung vermittelt, beginnt im Lehrbuchbild an der Peripherie in Form eines Endplättchens, für sich, nicht in einem Netz (s. Abb. 9). Dem ist jedoch höchstwahrscheinlich gar nicht so. Denn das vegetative nervöse Endnetz umspinnt das Endplättchen auf das Intimste und beide Formationen erscheinen auf einen unmittelbaren Zusammenhang mittels eines feinsten Netzwerkes nach Art des periterminalen Netzwerkes zum mindesten äußerst verdächtig (s. Abb. 10). An den Tastzellen besteht ein solcher Zusammenhang in der Tat.



Abb. 43. Quergestreifte Muskelfaser (1) einer motorischen Nervenfaser (2). Quergetreifte Muskelfaser einer Ringelnatter. (Entlehnt bei BOEKE, 1927, s. S. 607, Abb. 43. Versilberung nach BIELSCHOWSKY.)

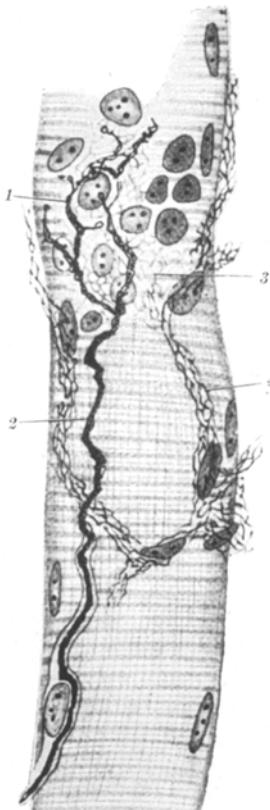


Abb. 8. Quergetreifte Muskelfaser der Igelzunge. Verästelte Endplatte (1) einer motorischen Nervenfaser (2), welche durch das peritermale Netzwerk (3) mit dem vegetativen nervösen Endnetz (4) verbunden erscheint. (Entlehnt bei BOEKE, 1933, s. S. 350, Abb. 14a. Versilberung nach BIELSCHOWSKY.)

Es ist demnach teils sicher, teils höchstwahrscheinlich, daß auch die cerebrospinalen Nervenfasern im Bereich der nervösen Peripherie weder für sich endigen, noch für sich beginnen, sondern an das nervöse Endnetz angeschlossen erscheinen (s. Abb. 11). Der funktionelle Sinn auch dieses Bauplanes ist vermutlich gleichfalls der von *Strombögen*. Wobei es freilich möglich erscheint, daß der Ablauf der Erregung an der

nervösen Peripherie in den vegetativen Nervenfasern in Form von vor-gezeichneten Strombögen obligat, in den cerebrospinalen Nervenfasern hingegen nur fakultativ sein könnte. Der im groben uniforme Bau des vegetativen nervösen Endnetzes einerseits, das morphologisch Unter-schiedliche des zwischen die cerebrospinalen Endplättchen und das vegetative nervöse Endnetz geschalteten, besonders ge-bauten periterminalen Netzwerkes andererseits läßt sich bei solchen Betrachtungen nämlich zunächst nicht gut vernachlässigen.



Abb. 9. *MICROGRAPHISCHES TASTKÖRPER-CHEN AUS DER FINGERHAUT DES MENSCHEN.* Endplättchen einer sensiblen cerebrospinalen Nervenfaser (*N*). *H* Hülle des Tastkörperchens. (Entlehnt bei DOGIEL. Versilberung.)

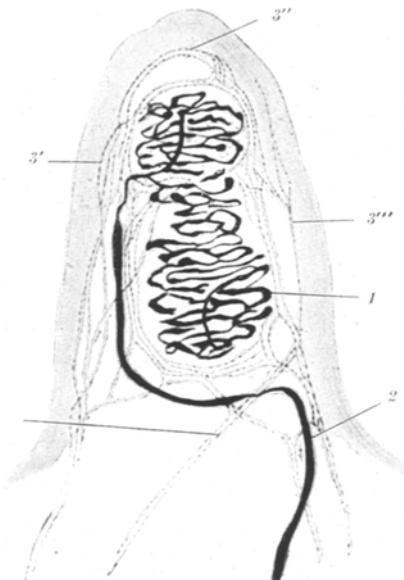


Abb. 10. *MEISSNERSCHES TASTKÖRPERCHEN DES MENSCHEN.* Endplättchen (1) einer sensiblen cerebrospinalen Nervenfaser (2) mit umspinnendem vegetativem Nervenplexus (3, 3', 3'', 3'''). (Entlehnt bei CREVATIN. Goldchloridmethode.)

Diese Unterschiedlichkeit scheint mir übrigens Grund genug, dem Begriff des Neuron für die cerebrospinalen Nerven, bei aller Angeschlossenheit auch dieser an das nervöse Endnetz der Peripherie, auch weiterhin eine gewisse Berechtigung nicht abzusprechen.

Es liegen schließlich unseres Erachtens genug bekannte morpho-logische Tatsachen vor für die Annahme, daß auch im Bereich der vege-tativen nervösen Zentren der Weg von afferenter zu efferenter Ganglien-zelle durch ein nervöses Endnetz [netzförmiges Hüll- und Nebenzellenplasmoidium (PH. STÖHR jr.) mit eingelagerten feinreticulierten Fibrillenzügen (P. SUNDER-PLASSMANN)] zu einem *inneren Strombogen* (s. CLARA) geschlossen sei.

Demnach wirft sich für den Morphologen von selbst die Frage auf, ob nicht der funktionelle Sinn des ganzen Bauplanes unseres vegetativen

Nervensystems der von *geschlossenen Stromkreisen* sei, die neben- und hintereinander geschaltet erscheinen.

Wir stellen uns weder vor, daß alle diese Stromkreise zugleich, noch daß jeder von ihnen dauernd durchströmt werde, aber welche von ihnen, so jene für Kreislauf und Atmung, müssen rhythmisch durchströmt werden, solange im Körper Leben herrscht.

Dort, wo in den vorstehenden Ausführungen vom funktionellen Sinn des Bauplanes die Rede ist, liegen keine Behauptungen vor. Es handelt sich vielmehr im Grunde genommen um *Fragen*, die ausgelöst durch gestaltliche Betrachtung an die Schwesterwissenschaften der Morphologie: an die Physiologie und Pharmakologie, gerichtet sind.

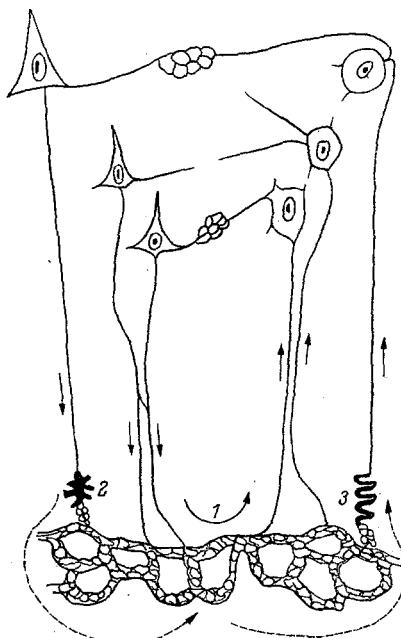


Abb. 11. Grobschematische Darstellung der peripheren und zentralen Strombögen des Nervensystems. 1 Strombogen des vegetativen, nervösen Endnetzes; 2 Endplättchen einer efferenten cerebrospinalen Nervenfaser; 3 Endplättchen einer afferenten cerebrospinalen Nervenfaser.

sehe, mit seiner vermutlichen funktionellen Bedeutung, lasse ich einen ausgewählten Überblick über das *einschlägige Schrifttum* folgen, soweit es den Gegenstand meiner Arbeit maßgeblich zum Inhalt hat.

*Vegetatives nervöses Endnetz und Terminalreticulum.* PH. STÖHR jr. und K. A. REISER haben in den Jahren 1930—1933 bei der Darstellung dessen, was wir in vorliegender Arbeit unter Peripherie des vegetativen Nervensystems verstanden haben, zweierlei Strukturen beschrieben, die sie selbst freilich nicht mit der nötigen Schärfe auseinander hielten, nämlich: 1. Das, was wir als vegetatives nervöses Endnetz bezeichnen

Vereinfachte Zeichnungen am Anfang einer Fragestellung, deren Beantwortung noch gar nicht abzusehen ist, sind für den Leser, weil leicht verständlich, nicht unerwünscht, für den Autor freilich bedeuten sie die Gefahr, daß fortschreitende Erkenntnis an der Zeichnung, mehr als an der Darstellung durch das Wort, das bloß der Vereinfachung wegen Wegelassene zur groben Lücke, und unvermeidlich schiefen Proportionen zu grobem Irrtum steigern kann.

Aber ich glaube, daß im gegebenen Moment der Mut zur vereinfachten Zeichnung mehr als die sichere Vorsicht für die Forschung einen vielleicht nötigen und fruchtbringenden Anstoß zu bedeuten vermag.

## II. Kritischer Überblick über das einschlägige Schrifttum.

Der sehr vereinfachten Darstellung des Bauplanes der vegetativen nervösen Peripherie, wie ihn

[s. Abb. 2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 13, 14; Abb. 7 (s. Text) bei STÖHR (1932), Abb. 14 bei REISER (1943)]. 2. Das nervöse Terminalreticulum [= peri-terminales Netzwerk, BOEKE; s. Abb. 6 (8, 11), 12; Abb. 6, 7 (s. Text) bei STÖHR (1932), Abb. 59 bei REISER (1943)].

STÖHR und REISER haben *beide Formationen als nervöses Terminalreticulum* bezeichnet. BOEKE hat jedoch sogleich (1933) die besagte Trennung gefordert und betont, daß die Neurofibrillenzüge des vegetativen nervösen Endnetzes, das er als „*sympathischen Grundplexus*“ bezeichnet, in einem nervösen kernhaltigen Plasma, dem SCHWANNSchen Leitplasmodium (LAWRENTJEW, 1926), gelegen seien.

Ich denke, man kann BOEKE zunächst nur beistimmen, und vielleicht hinzufügen, daß dieses Netz an seiner Oberfläche eine allerfeinste, oft sehr deutliche (gitterfaserige) Hülle trage (s. Abb. 1). Gerade an dieser Stelle der vegetativen nervösen Peripherie fühlt man sich am stärksten an den Bauplan der Peripherie des Blutkreislaufes erinnert und man würde unter der Voraussetzung, daß die Ähnlichkeit nicht trügt, auch von einem nervösen Capillarnetz sprechen können. Dann würde in der Tat das feine kernlose, vielleicht eine besondere plasmatische Hülle aufweisende Terminalreticulum (s. Abb. 6 und 12) eine ganz andere Bedeutung haben, nämlich nur der Weg sein, welchen die Stoffe der nervösen Erregung aus der geschlossenen Strombahn heraus *seitlich zu den versorgten Geweben* nehmen, um hier von Stoffen abgelöst zu werden, die wieder *seitlich* in die geschlossene Strombahn zurück münden.

Das *Leidige der Namensgebung (Nomenklatur)* liegt auch hier zutage. Gegen die Bezeichnung „Endnetz“ ließe sich einwenden, daß es sich zwar um das Ende der efferenten, jedoch um den Beginn der afferenten Bahn handle. Freilich empfinden wir Ende auch als Ziel, und in diesem Sinne lassen sich selbst an einem Kreise jene Orte, an denen die Körpergewebe zu ihren vorzüglichsten Lebensäußerungen angefacht werden, Ziel nennen. Entwicklungsgeschichtlich betrachtet, handelt es sich zweifellos um das Endgebiet der peripherwärts ausgewachsenen und nachträglich netzförmig vereinigten Neurite. Beanstanden läßt sich der Umstand, daß Terminalreticulum sprachlich das gleiche wie Endnetz bedeutet. Gegen die Bezeichnung „*sympathischer*“ Grundplexus läßt sich einwenden, daß die sympathischen und parasympathischen Anteile des Plexus gestaltlich nicht voneinander unterscheidbar sind, und unter *Grundplexus* sollte man vermutlich eher die *größte* Formation, nämlich den primären Plexus, verstehen. Nervöses Capillarnetz ließe sich vergleichsweise mit einiger Berechtigung sagen, woferne der Vergleich zutrifft und man nicht die Bezeichnung als solche für vergeben betrachten wollte.

REISER hat alsbald der Forderung BOEKES, wenn auch nicht ausgesprochen, Rechnung getragen und zwischen einem präterminalen Netzwerk und einem Terminalreticulum unterschieden. STÖHR aber ist in der Folge (1937) zur alten Namensgebung zurückgekehrt und versteht hinfört unter Terminalreticulum beide Formationen zusammen, vermutlich deshalb, weil sie sich *vorläufig* ja doch nicht immer und an allen Stellen einwandfrei voneinander trennen lassen.

Hier scheint in der Tat eine empfindliche Lücke unseres morphologischen Wissens auf, die sich durch Mängel selbst der besten Untersuchungsverfahren (BIELSCHOWSKY-GROS) erklärt, über die wir zur Erforschung dieser subtilen Verhältnisse derzeit verfügen. Sie bringen nämlich das Terminalreticulum *weder regelmäßig noch in verbürgter Vollständigkeit* zur Darstellung, und seine Verfolgung im Raum stößt auf die Schwierigkeit, lückenlose Schnittreihen zu gewinnen.

Ich erläutere die besagte Lücke mittels einer vereinfachten Zeichnung (s. Abb. 12) wie folgt:

1. Die Form des kernhaltigen vegetativen nervösen Endnetzes (s. Abb. 12, A) darf als sicher gelten [vgl. Abb. 2 und 6. Zahlreichste Abbildungen bei STÖHR,

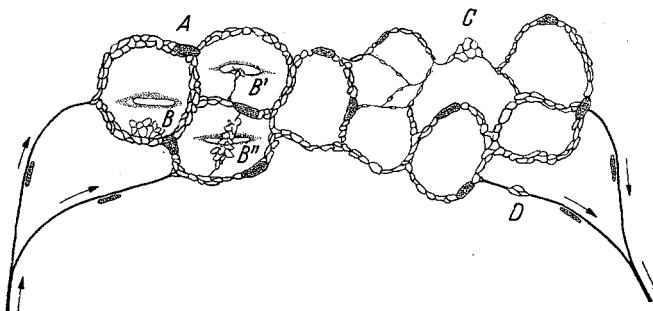


Abb. 12. Grobschematische Darstellung des Terminalreticulum im Bereich des vegetativen nervösen Endnetzes. A kernhaltiges vegetatives nervöses Endnetz. B, B', B'' laterales Terminalreticulum. C axiales Terminalreticulum (?). D feingenetzte Auflockerung eines (afferenten) Neuriten.

REISER, SUNDER-PASSMANN, besonders einprägsam bei BOEKE (vgl. Abb. 6 vorliegenden Aufsatzes)].

2. Sicher ist auch das Bestehen eines seitlich aus dem Endnetz abgehenden kernlosen Terminalreticulum (*laterales Terminalreticulum*) (s. Abb. 12, B, B', B''; vgl. Abb. 6. Zahlreichste Abbildungen bei STÖHR, REISER, SUNDER-PASSMANN, besonders einprägsam bei BOEKE (vgl. Abb. 6 vorliegenden Aufsatzes)). Fraglich ist nur, ob die dargestellten Formen jeweils eine vollständige Wiedergabe der Bildung bedeuten.

3. Fraglich ist das Bestehen eines *im Achsenverlauf des Endnetzes eingeschalteten Terminalreticulum (axiales Terminalreticulum, s. Abb. 12, C)*. Man dürfte es jedenfalls mit umschriebenen reticulierten Auflockerungen, wie man sie *im Achsenverlauf von Neuriten* (s. Abb. 12, D) begegnen kann, nicht zusammentun.

*Zur Vorgeschichte des vegetativen nervösen Endnetzes und des Terminalreticulum.* BOEKE hat im unmittelbaren Anschluß (1933) an die ersten Veröffentlichungen STÖHRS und seines Schülers REISER (1930—1933) in seinen grundlegenden „Innervationsstudien“ sich dahingehend ausgesprochen, daß von den beiden durch STÖHR und REISER geschilderten Formationen die eine, nämlich das plasmatische kernhaltige Endnetz mit seinen eingelagerten Neurofibrillenzügen, nichts anderes sei als der sympathische Grundplexus der älteren Untersucher, die zweite hingegen, nämlich das kernlose feine Terminalreticulum, nichts anderes sei als

das von ihm selbst beschriebene periterminale Netzwerk, daß es sich also im Grunde genommen nur um neue Namen für alte Erkenntnisse handle. Diese Formulierung, die BOEKE trotz aufrichtiger Anerkennung der großen Verdienste STÖHRS und seines Schülers auch späterhin (1940) gebraucht, erscheint gewiß nicht annehmbar, wenn es auch vielleicht nichts Neues unter der Sonne geben mag.

Zweifellos liegen auf dem Gebiete der Erforschung dessen, was wir vegetative nervöse Peripherie nennen, bereits bedeutende Leistungen älterer und jüngerer Untersucher vor.

So haben LAWRENTJEW (1926) und VAN ESVELD (1928) in der Wand des Magen-Darmschlauches ihre „interstitielle Zellen“ als Endglieder im syncytialen Endgebiet des autonomen Nervensystems gesichtet, richtig als kernhaltige plasmatische Elemente mit eingelagerten Neurofibrillenzügen dargestellt und auf die älteren, seit 30 Jahren laufenden Beschreibungen solcher Zellen, insbesondere durch CAJAL und DOGIEL (interstitielle Zellen), SCHULTZE (Nervennetze), BETHE (Netze), LEONTOWITSCH (Zellennetze), E. MÜLLER (sympathische Nervenzellen) verwiesen.

So haben ferner, wie BOEKE gleichfalls betont, zu Ende des vorigen und zu Anfang unseres Jahrhunderts insbesondere die Italienischen Histologen aus der Schule GOLGIS (CREVATIN, vgl. Abb. 10 dieses Aufsatzes, SALA, SFAMENI, CECCHERELLI, RUFFINI), später STEFANELLI und Rossi mittels des Goldchloridverfahrens ausgezeichnete Darstellungen perivasaler sympathischer Plexusbildungen und sympathischer Plexusbildungen um sensible Körperchen (vgl. Abb. 10 vorliegenden Aufsatzes), Darstellungen sympathischer pericorpusculärer Plexusbildungen mittels der Methylenblaufärbung auch DOGIEL geliefert. Dichte nervöse Plexus in der Wand von Blutgefäßen hat schließlich LEONTOWITSCH, und ähnliches auch WOOLLARD geschildert.

Zweifellos handelt es sich in allen diesen Arbeiten um wesentlich das gleiche, nämlich um die Erforschung der vegetativen nervösen Peripherie mit ihrem kernhaltigen plasmodialen Netz und den darin eingelagerten Neurofibrillenzügen. Aber zur offenkundigen Gewißheit und Klarheit erscheint der Begriff durch die angeführten Arbeiten noch nicht gebracht.

Ohne Zweifel hat auch das kernlose feinste Terminalreticulum STÖHRS große Ähnlichkeit mit dem bereits von BOEKE beschriebenen periterminalen Netzwerk (vgl. Abb. 6 und 8 vorliegenden Aufsatzes). Aber beide Formationen wurden an verschiedenen Stellen des Nervengewebes in nicht völliger Übereinstimmung geschildert, was bei der ausgemachten regionären Verschiedenheit gerade des Nervengewebes (s. FEYRTER, 1948) allein schon von einer vorzeitigen uneingeschränkten Gleichsetzung wohl abmahnt.

Jedenfalls hat alle diese wertvolle Vorarbeit über die Vorstellung von „letzten Ausläufern der leitenden (nervösen) Bahn“ (BOEKE, 1933, s. S. 280) nicht hinausgeführt, und die große Konzeption der *ubiquitären terminalen Netzbildung im vegetativen Nervensystem* blieb ausständig. Diese ist es, die sowohl für die Peripherie wie für die Zentren des

vegetativen Nervensystems erst von STÖHR mit seinem Schüler REISER mächtig eröffnet, freilich sogleich auch von BOEKE auf Grund einer reichen, offenkundig seit Jahren aufgesammelten Erfahrung mächtig entfaltet wurde.

Offensichtlich an diese *neueren* grundlegenden Erkenntnisse schließen unsere eigenen Untersuchungen an, die zur Aufstellung der These von den Stromkreisen des vegetativen Nervensystems mit ihren äußeren und inneren Strombögen geführt haben.

*Die interstitiellen Zellen.* Wir haben in unserer Vorstellung von den geschlossenen Stromkreisen des vegetativen Nervensystems mehrmals Ähnlichkeiten des Bauplanes mit jenem des Blutkreislaufes angemerkt, selbstredend dabei stets auch die Unterschiedlichkeiten gewahrend, die an sich nicht weniger interessant erscheinen.

Zwei bedeutsame Probleme sind wohl beiden Lebensströmen in ähnlicher Weise gemein:

1. Die Frage der *Übertragung* ihrer besonderen Stoffe im Bereich der versorgten Gewebe in Form der Stoffabgabe und Stoffaufnahme.
2. Die Frage der *Wegsamkeit* jeweils gewisser Strecken der Strombahn.

Hier wie dort findet die *Übertragung* im Bereich der Endstrecke, deren vergleichbaren Aufbau wir bereits betont haben, statt. Sie wird im Bereich der Capillaren, wie bekannt, durch deren Hüll- und Mantelgewebe (einfaches Endothel, modifiziertes Endothel, z. B. KUPFFERSCHE Sternzellen, pericytäre und adventitielle Elemente) mit besorgt, und so vermutlich auch im Bereich des vegetativen nervösen Endnetzes durch *dessen* Hüll- und Mantelgewebe: vor allem durch das ubiquitäre SCHWANNSCHE kernhaltige Leitplasmadium, aber anscheinend auch durch andere, regionär verschiedene Hüll- und Mantelzellen, insbesondere an Knotenpunkten des Netzes (s. Abb. 6 und 13). Im übrigen lässt sich im Bereich des Endnetzes eine regionäre Verschiedenheit selbst des gewöhnlichen SCHWANNSCHEN Leitplasmodiums nicht ausschließen. Im Bereich der inneren Strombögen scheinen die sog. Hüllzellen entsprechende Elemente darzustellen.

Die Erforschung aller dieser Zellen, die man jeweils *interstitielle Zellen* (CAJAL, LAWRENTJEW) oder *neurogene (nervöse) Nebenzellen* (KOHN) oder auch *Beizellen* zu nennen pflegt, ist in neuerer Zeit von BOEKE (1935) und STÖHR (1937, 1939) in Angriff genommen worden, aber noch sehr im Fluß. Wir selbst haben die vermutliche Bedeutung solcher Zellen als Muttergewebe der Neurome, insbesondere in Hinblick auf die regionäre Verschiedenheit dieser Gewächse, betont (1935, 1948).

Es versteht sich, daß die besagten Zellen mit als gestaltlicher Ausdruck jener Einrichtungen gedeutet werden, die man *Synapsen* (*Übertragungsstellen* nervöser Erregung: von Ganglienzelle zu Ganglienzelle, von Nerv zu versorgtem Gewebe) nennt. Als ein sehr einfaches Bild einer solchen Einrichtung darf z. B. in Abb. 6 der kernhaltige

Bezirk am Knotenpunkt des vegetativen nervösen Endnetzes mit dem schleierartigen Terminalreticulum (= periterminales Netzwerk, BOEKE) zur versorgten Muskelfaser gelten. Ein anderes, fragliches Beispiel gibt die Abb. 13 wieder in Form eines zwischen die Neurofibrillenfüge eingelassenen plasmareichereren Territorium mit rundem Kern.

Man muß freilich bedenken, daß der in Abb. 6 bezeichnete Kern wohl gemeinhin als gewöhnlicher SCHWANNScher Kern gewertet wird, und man muß andererseits sich vor Augen halten, daß zu den neurogenen Nebenzellen vor allem die chromaffinen Zellen zählen, die sowohl verstreut im vegetativen Endnetz (z. B. der Glandula prostatica) liegen wie auch in Nervenfaserbündeln kleinere und größere Gruppen bilden, ja sogar zu selbständigen Gewebskörpern (Paraganglien) sich sammeln. Somit besteht wohl kein Zweifel, daß erst zukünftige Forschung befriedigenden Einblick und Ordnung in die Vielfalt der besagten neurogenen Neben- und Beizellen bringen wird.

Hinsichtlich der Wegsamkeit beider Lebensströme steht fest, daß bestimmte ihrer Strecken dauernd rhythmisch durchströmt werden.

Andererseits können im Bereich des Gefäßsystems bekanntlich jeweils gewisse Seitenäste des Hauptstromes gedrosselt und jeweils gewisse Gebiete des Capillarnetzes verengt oder auf kurzem Weg (über arteriovenöse Anastomosen) umgangen werden. Solche Änderungen der Wegsamkeit kommen mechanisch durch die Lebenstätigkeit von Hüll- und Mantelzellen zustande, offenbar ausgelöst durch erregende Stoffe aus der terminalen nervösen Strombahn, der solche Zellen anliegen.

Vielleicht darf vermutet werden, daß auch im nervösen Lebensstrom in ähnlicher, jedoch nicht mechanischer Weise die Wegsamkeit jeweils gewisser Strecken, insbesondere der Überleitungsstrecken, im positiven und negativen Sinn mit durch die sekretorische Tätigkeit ihrer Hüll- und Mantelzellen beeinflußt werde, ausgelöst durch Stoffe aus der terminalen Strombahn des Blutes, der solche Zellen anliegen.

*Die freien Nervenendigungen.* Die Konzeption STÖHRS und REISERS von der ubiquitären terminalen Netzbildung sowohl in den Zentren wie an der Peripherie des vegetativen Nervensystems, steht dem Begriff der freien knopf- oder ösenförmigen Endigung vegetativer Nervenfasern (s. Abb. 14) zweiflerisch, ja gegnerisch gegenüber.

Die Gründe hierfür scheinen mir folgende zu sein:

1. Die Präparate STÖHRS und seiner Schüler sind schon im allgemeinen reicher an feineren und feinsten argyrophilen nervösen Strukturen. Nun haben sich viele

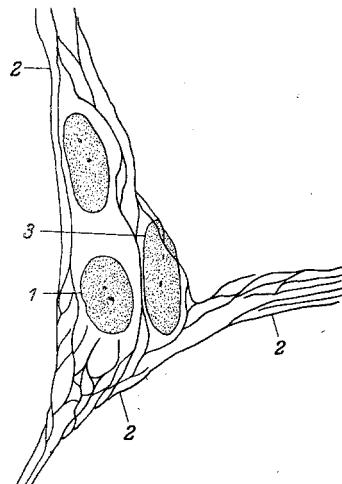


Abb. 13. Vermutliche besondere interstitielle Zelle (1) im vegetativen nervösen Endnetz (2) des MEISSNERSchen Plexus des Menschen. 3 SCHWANNScher Kern. (Vereinfacht nach STÖHR, 1939, s. S. 608, Abb. 18b. Versilberung nach BIELSCHOWSKY-GROS.)

solche Knöpfe und Ösen in der Tat bei entsprechender Versilberung (vgl. die Abb. 7 aus dem Jahre 1927 und die Abb. 8 aus dem Jahre 1933) als Teilformation des feinen Terminalreticulum bzw. als Übergang in das periterminale Netzwerk erwiesen. Damit erscheinen alle ohnedies selten gesehenen reinen Knöpfe und Ösen darauf verdächtig, daß sie keine völlig freien Endigungen sind, vielmehr durch unvollständige Versilberung einer feinen Netzstruktur zustande kommen.

Dem läßt sich zunächst nicht gut widersprechen.

2. Der Anhänger der Vorstellung von der ubiquitären terminalen Netzbildung im Bereich der nervösen Peripherie empfindet die freie Endigung als Vorstoß gegen diesen Bauplan und damit von vorneherein als unglaublich.

Es erscheint vorerst fraglich, ob diese Voreingenommenheit begründet ist.

BOEKE hingegen verficht die freie Nervenendigung in Form von Knöpfen und Ösen als Tatbestand.

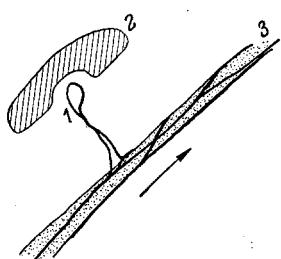


Abb. 14. Laterale sog. freie Nervenendigung (1). 2 Kern der versorgten Zelle; 3 nervöses Endnetz. (Unter Benutzung einer Zeichnung von BOEKE.)

Die Gründe hierfür scheinen mir folgende zu sein:

1. Die Präparate BOEKES sind zum Teil ärmer an feineren und feinsten argyrophilen nervösen Strukturen. Die Knöpfe und Ösen sind hierbei ein in vielen Abbildungen sauber dargestellter häufiger Befund, der deshalb allein schon Bedeutung hat. Daß diese Knöpfe und Ösen so und so oft an und in der versorgten Zelle in Form von feinsten, zarter getönten Fäden und Netzen sich fortsetzen, ist BOEKE, dem klassischen Beschreiber des periterminalen Netzwerkes, wahrhaftig nicht unbekannt. Ihm aber liegt der Unterschied der Struktur und Tönung mehr am Herzen und deshalb betont er nachdrücklich das Endenförmige der Knöpfe und Ösen.

Dem läßt sich noch weniger widersprechen. Sie sind auf dem Weg der nervösen Erregung bis in das Plasma der versorgten Zellen in der Tat das Ende einer Struktur, nämlich *das Ende der satt getönten, unverkennbar neurofibrillären Struktur*. Und es ist anzunehmen, daß darin ein nicht geringer funktioneller Sinn liegt.

2. BOEKE ist zwar gleichfalls ein Anhänger der Vorstellung vom syncytialen Aufbau der vegetativen nervösen Peripherie, jedoch nicht im Sinne einer überwertigen Idee, und deshalb ist er nicht gegen *Ausläufer* dieses Netzes eingestellt, dort wo er ihnen begegnet.

Ist die Frage der freien Nervenendigung, sei es in Form eines Knopfes oder einer Öse oder eines Stiftes, überhaupt von wesentlicher Bedeutung für unsere Vorstellung vom Bauplan der nervösen Peripherie? Insbesondere für die These von den Strombögen im Endnetz?

Es empfiehlt sich vielleicht zunächst, zwischen einer seitlichen (*lateralen*, s. Abb. 14) und einer in der Achse gelegenen (*axialen*) freien Nervenendigung zu unterscheiden. Eine lateral abgehende, ob kurze oder lange, freie Endigung bereitet der These vom Strombogen im vegetativen nervösen Endnetz keine grundsätzliche Schwierigkeiten, mag die Erregung den Knopf und die Öse als offene Schlinge und dabei abgeändert durchströmen oder aus dem Stiftchen bedingt ins Gewebe verströmen.

Aber auch die axiale freie Endigung von Neuriten läßt sich mit der These, daß zu Stromkreisen geschlossene Strombögen das tragende Gerüst im Aufbau und den tragenden Sinn in der Leistung unseres Nervensystems darstellen, vereinen, woferne in diesem Gerüst gewisse Stromkreise obligat und rhythmisch durchströmt werden und die frei endigenden Neurone fakultativ entweder afferent in den Stromkreis einmünden oder efferent aus dem Stromkreis hervorgehen. Wobei zugleich daran erinnert sei, daß über die Endigung eines efferenten Neuriten ein Weg zurück in die afferente Strecke eines Strombogens führt und ein Weg aus der efferenten Strecke eines Strombogens zur freien Endigung eines afferenten Neuriten nicht ausgeschlossen erscheint, sei es über ein präterminales Netzwerk oder über ein fast ubiquitärer „verschwommenes“ (BOEKE) Terminalreticulum, das ich freilich nicht so abfällig bezeichnen würde.

Hinsichtlich des „verschwommenen“ Terminalreticulum sei vergleichsweise, ohne jegliche Gleichsetzung, ein Hinweis darauf erlaubt, daß unsere Vorstellung vom Kreislauf des Blutes mit seiner geschlossenen Bahn dadurch erweitert erscheint, daß die Stoffe des Blutes aus der Strombahn des Blutes den Weg in den Saftstrom der versorgten Gewebe nehmen, um abgeändert in die Strombahn des Blutes zurückzufinden oder je nach den Umständen auf einem anderen Weg in die Lymphbahn und erst aus ihr zurück in den Kreislauf des Blutes zu strömen.

Nicht auf die Einzelheiten des vorgetragenen Gedankenganges kommt es an. Diese oder jene ist zweifellos unsicher, sie zusammen aber sollten möglichst verdeutlichen, wie wenig vorerst selbst freie Nervenendigungen gegen die These verstößen müssen, daß das tragende Gerüst im Bauplan unseres Nervensystems der vermutlich geschlossene Kreislauf des vegetativen nervösen Stromes sei. Die Befunde, von denen wir ausgingen, liegen, nicht wesentlich umstritten, im Schrifttum vor, zur Erörterung steht mehr die *Deutung*, die wir ihnen zu geben versuchen.

Bewahrheitet sich die These von den Strombögen des Nervensystems, die obligat oder fakultativ zu Stromkreisen geschlossen erscheinen, dann könnten wir dem verwirrendsten und feinsten Nervenplexus des Einzelfalles gegenüber das ordnende Gefühl empfinden, es handle sich ja doch um ein geschlossenes Netz, in dem die Art der Durchströmung durch den festgelegten Zu- und Abfluß in den größeren Fäden, an denen das Netz hängt, gewährleistet sei.

#### *Zusammenfassung.*

1. An der Peripherie des vegetativen Nervengewebes findet sich ein plasmatisches kernhaltiges, von einer feinsten (gitterfaserigen) Hülle umschlossenes Endnetz mit eingelagerten Neurofibrillenzügen [= vegetatives nervöses Endnetz, = sympathischer Grundplexus (BOEKE), = präterminales Netzwerk (REISER), = kernhaltiges Terminalreticulum (STÖHR)]. Dieses fast ubiquitäre Endnetz hängt offenbar an efferenten wie afferenten vegetativen Neuriten. Daraus wird die *These von den Strombögen* im Netz als funktioneller Sinn des Bauplanes der vegetativen nervösen Peripherie abgeleitet.

2. Aus der These von den Strombögen wird gefolgert, daß im Bereich der versorgten Gewebe die Übertragung der Erregung *seitlich* aus und in die Strombahn erfolgt in Form von Stoffabgabe und Stoffaufnahme,

sei es auf dem Wege über sog. freie Nervenendigungen, oder das peripheriale Netzwerk (BOEKE), oder das feinste kernlose Terminalreticulum (PH. STÖHR jr., REISER).

3. Es liegen genug Gründe vor für die Annahme, daß die äußeren Strombögen durch innere, von afferenter zu efferenter Ganglienzelle, zu *Stromkreisen* geschlossen werden. Einzelne von diesen vegetativen Stromkreisen (jene für die Kreislauf- und Atemtätigkeit) sind wohl obligat und rhythmisch durchströmt.

4. Die Tätigkeit von Hüll- und Mantelzellen der fibrillären Strombahn des vegetativen nervösen Endnetzes ist bei der Übertragung der Erregung im Bereich der versorgten Gewebe und für die Wegsamkeit jeweils bestimmter Strecken der Strombahn wohl mit von wesentlicher Bedeutung. Zellen dieser Art hat man jeweils interstitielle Zellen oder neurogene (nervöse) Nebenzellen oder Beizellen oder Begleitzellen (Geleitzellen) genannt. Das ubiquitäre Beispiel derartiger Zellen sind die SCHWANNSchen Elemente des vegetativen Endnetzes, bei denen vermutlich mit gewissen regionalen Unterschiedlichkeiten zu rechnen ist. Sie sind aber wohl nicht die einzige solche Zellart.

5. Vieles Grundsätzliche im Bauplan der vegetativen Stromkreise scheint Ähnlichkeit und Vergleichbarkeit mit dem Bauplan des Blutkreislaufes aufzuweisen, ungeachtet der bestehenden *selbstverständlichen* Unterschiede.

6. Es liegen genug Gründe für die Annahme vor, daß die cerebrospinalen Nervenfasern in den Kreislauf der Lebensnerven münden und aus ihm gespeist werden, jeweils vielleicht nur fakultativ und auf dem Wege über besondere netzförmige Formationen.

### **III. Über den Bauplan krankhafter Wucherungsvorgänge im Bereich der vegetativen nervösen Peripherie.**

Erkenntnisse der normalen Histologie pflegen die pathologische Histologie zu befruchten. Wiederholt ist die Förderung rückwirkend im Kreis. So scheint es beim Gegenstand vorliegender Arbeit der Fall zu sein, wie wir an einigen Beispielen zeigen wollen.

Unsere Untersuchungen gingen aus vom Studium der durch MASSON so meisterhaft beschriebenen Appendicite neurogène und von der Analyse der neurogenen Gewächse des Magen-Darmschlauches, über die wir kürzlich<sup>1</sup> zusammenfassend berichteten. Sie führten zu den im vorstehenden niedergelegten Erkenntnissen, und diese wieder zurück zum Verständnis des Bauplanes einer Reihe pathologischer Veränderungen, insbesondere krankhafter Wucherungsvorgänge im Bereich der vegetativen nervösen Peripherie.

<sup>1</sup> FEYRTER, F.: Über Neurome und Neurofibromatose, nach Untersuchungen am menschlichen Magen-Darmschlau. Wien: Wilhelm Maudrich 1948. — Wien. med. Wschr. 1948, 287.

*1. Appendicite neurogène.*

Das zentrale Neurom im verödeten Wurmfortsatz (s. Abb. 15) ist ein dickmaschiges Netz, gebildet von einem kernhaltigen Plasmodium mit eingelagerten, netzförmig angeordneten Neurofibrillenzügen, wie sich vorzüglich mittels der BIELSCHOWSKY-GROSSchen Methode bei Verwendung ameisensauren Formalins oder mittels der Einschlußfärbung in einem Weinsteinsäure-Thioningemisch zeigen läßt. Dieser Aufbau ist

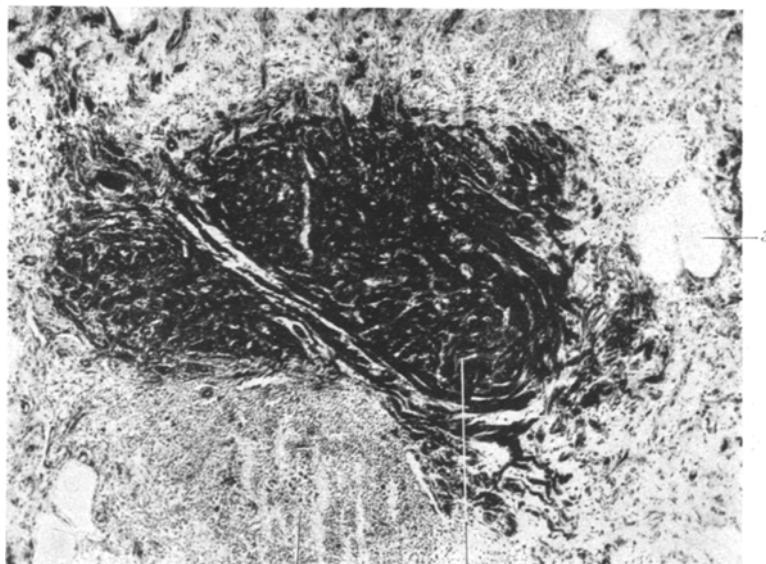


Abb. 15. *Appendicite neurogène*. Formol. Gitterschmitt. Versilberung nach BIELSCHOWSKY-GROS unter Verwendung ameisensauren Formalins. Vergrößerung 84fach. Zentrales Neurom (1) in verödetem Wurmfortsatz; 2 Lymphfollikel; 3 Fettzellen in der Submucosa.

allenthalben im Neurom, am deutlichsten in seinen Randteilen, erkennbar (s. Abb. 16). Die Maschen des Netzes sind umhüllt von einer feinsten (gitterfaserigen) Hülle (dargestellt nach PAP). Unverkennbar verdankt demnach das Neurom einfach einer geschwulstig-hyperplastischen Wucherung des vegetativen nervösen Endnetzes seine Entstehung. Es ist ein echtes Neurom.

Das feine netzförmige, nur scheinbar vacuoläre Gefüge der Maschen des Netzes ist oft auch bei gewöhnlicher Hämatoxylin-Eosinfärbung sichtbar, vermutlich durch Anfärbung der lipoproteidigen zarten Hüllen um die Neurofibrillenzüge innerhalb des kernhaltigen Plasmodium (vgl. Abb. 1a).

Mit einer Hyperplasie des vegetativen nervösen Endnetzes in der Tunica mucosae propria und in der Muscularis mucosae beginnt die Appendicite neurogène (s. Abb. 17); nach unseren Erfahrungen stets mit

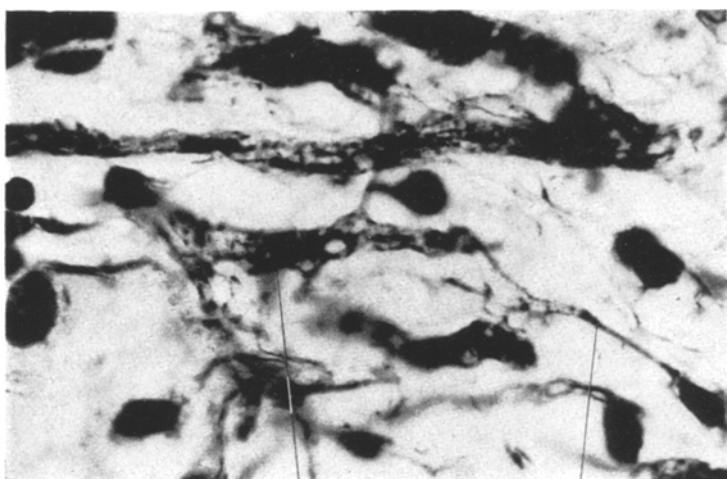


Abb. 16. Vergrößerung.  
Randgebiet eines Neuroms in verödetem Wurmfortsatz. Feine (1) und dicke (2)  
Maschen des hyperplasierten kernhaltigen nervösen Endnetzes des Plexus mucosus  
(= des sympathischen Grundplexus BOEKES; = des kernhaltigen Terminalreticulum  
STÖHRS; = des präterminalen Netzwerkes STÖHRS und REISERS.)

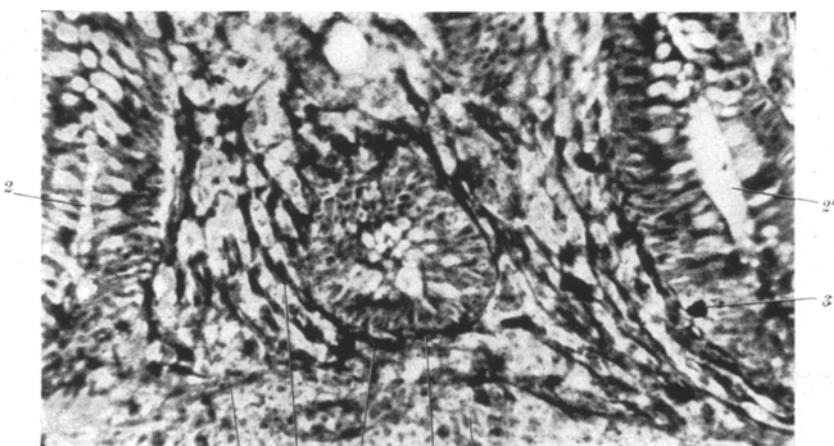


Abb. 17. Appendicitis neurogène geringeren Grades. Formol. Versilberung nach BIEL-SCHOWSKY-GROS und nachherige Differenzierung mit 1% Kaliumbichromatlösung.  
Vergrößerung 300fach. Gering hyperplasiertes peri- und interglanduläres kernhaltiges  
nervöses Endnetz (z. B. bei 1, 1'); 2, 2', 2'' Krypten; 3 argyophile Helle Zelle;  
4 Muscularis mucosae; 5 Lymphfollikel.

einer sehr auffälligen *Eosinophilie* der Schleimhaut einhergehend, als gestaltlich faßbarer Ausdruck einer (allergischen) Reaktion auf eine Irritation des neurovasculären Endnetzes, d. h. des vegetativen nervösen

Endnetzes und des Endnetzes der Blutbahn zugleich. Die Endophytie der gelben Zellen in das hyperplasierte nervöse Geflecht (= bourgeonnement MASSONS, 1924) ist unseres Erachtens ein sekundärer Vorgang, vermutlich chemotaktisch bedingt und möglicherweise als Versuch einer Gegenregulation zu werten.

Wie dem im einzelnen auch sei, das Erscheinungsbild der Appendicite neurogène im ganzen ist für den gestaltlichen Betrachter wohl unverkennbar der Ausdruck einer gestörten Korrelation zwischen dem endokrinen Gelbe-Zellen-Organ und dem zugehörigen vegetativen nervösen Geflecht, insbesondere seines Endnetzes.

Wobei nach unseren Erfahrungen die Appendicite neurogène überaus häufig nur die Teilerscheinung des von BOHN und mir als endokrin-nervöse Enteropathie (1938, 1939) gewerteten Leidens ist, dessen wesentliche klinische Züge PORGES (1928) als idiopathische Enteritis beschrieb und als Ausdruck eines bakteriell bedingten Dünndarmkatarrhs deutete.

### *2. Die gastroenteralen knotigen Neurome.*

Die *neurogene Natur* der von mir aufgestellten Typen der *knotigen gastroenteralen Neurome*<sup>1</sup> ist keineswegs so bündig zu erweisen wie jene des Neuroms im verödeten Wurmfortsatz. Sie ist aber zur Genüge *sichergestellt durch den unverkennbaren Zusammenhang mit dem örtlichen nervösen Geflecht, den kleinste solche Geschwülstchen zeigen, und durch die Rhodiochromie des Geschwulstgewebes*. Sie entstehen wesentlich aus den nervösen *Endnetzen* (s. Abb. 18).

Die eigentlichen Mutterzellen der in Rede stehenden Gewächse harren aber noch der Aufdeckung. Es ist vorerst unentschieden, wieweit hier eine geschwulstige Entfaltung SCHWANNScher Zellen, denen vielleicht örtliche Besonderheiten eignen, oder eine Wucherung besonderer, noch unbekannter neurogener Beizellen statthat, die vielleicht dem Plasmodium des Endnetzes angehören oder Hüllzellen um dieses bilden könnten, woferne es sich nicht überhaupt um besondere zwischen das SCHWANNSche Leitplasmodium und die eigentlichen Erfolgszellen eingeschaltete Elemente handelt. Es bleibt vorerst unentschieden, wieweit neurektodermale und wieweit mesenchymale, dem Neurektoderm beigeordnetes Gewebe in Frage kommt. Daß die Neurofibrome, die vor allem im Ileum sich finden, einer Wucherung des gewöhnlichen endoperineuralen Hüllgewebes der feineren und feinsten Nervenfaserzüge ihre Entstehung verdanken, ist freilich unverkennbar. Die vorgebildeten Neuriten und Neurofibrillenzüge der Örtlichkeit scheinen sich in den Geschwülstchen zu erhalten, gegebenenfalls in beschränktem Umfang sich zu vermehren; aber solche Befunde sind nur an umschriebenen Stellen zu erheben, und dem Geschwulstgewebe selbst kommt weder die Eigenschaft, eine neurofibrilläre Wucherung anzuregen noch gar, sie aus sich heraus zu vollziehen, zu.

### *3. Die gastroenteralen Rankenneurome.*

Ungleich klarer ist die Histogenese der *Ranken* in den racemösen gastroenteralen Neuromen. Sie verdanken ihre Entstehung einer

<sup>1</sup> FEYRTER: Über Neurome und Neurofibromatose, nach Untersuchungen am menschlichen Magen-Darmschlauch. Wien: Wilhelm Maudrich 1948.

geschwulstigen Entfaltung der größeren und groben *Bündel* der nervösen Geflechte mit Wucherung der Ganglienzellen und der SCHWANNSchen Zellen unter Vermehrung der Neuritenmasse sowie der endo-perineurialen Hüllzellen (s. Abb. 18).

Die Bildung der Ranken ist in den racemosen gastroenteralen Neuromen häufig vergesellschaftet mit einer teils diffusen, teils knotigen Wucherung im Bereich der Endnetze, namentlich des Plexus mucosus, und mit einer offenbar vom Nervengewebe her veranlaßten Wucherung der ortständigen Erfolgsgewebe, die zum sog. Riesenwuchs, sei es der Muskulatur oder des Fettgewebes oder anderer Gewebe mehr, führt<sup>1</sup>.

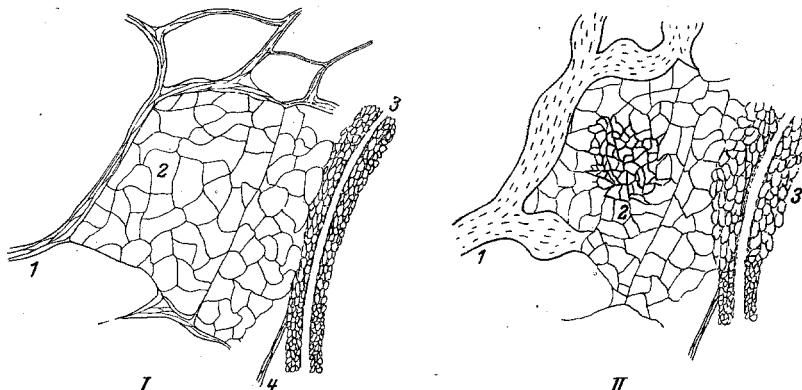


Abb. 18. I Schema der Anordnung des Nervengewebes in der Magen-Darmwand. 1 grober Plexus; 2 nervöses Endnetz; 3 längsgeschnittenes Gefäß mit gefäßeigenem Nervengewebe (Angioneurium); 4 Gefäßnerv. II sehr vereinfachtes Schema der Entwicklung neurogener Wucherungen aus ihrem Muttergewebe. I Rankenneurom; 2 knotiges Neurom; 3 vasculäre Neurofibromatose.

#### 4. Die vasculäre Neurofibromatose.

Eine der bemerkenswertesten Erscheinungsformen neurogener Gewebswucherung ist die *vasculäre Neurofibromatose*<sup>2</sup>. Diese Gefäßveränderung haben unabhängig voneinander REUBI und ich beschrieben, im wesentlichen übereinstimmend dargestellt, jedoch verschieden gedeutet. REUBI spricht von einer eigenartigen Gefäßerkrankung bei v. RECKLINGHAUSENScher Neurofibromatose, ich werte die Gefäßveränderung schlechthin als die *Neurofibromatose des Gefäßsystems*. Sie stellt eine geschwulstig-hyperplastische Entfaltung des gefäßeigenen Nervengewebes, d. h. des nervösen Endnetzes der Gefäßwand mit seinen Hüll- und Beizellen dar, unter wechselnder Beteiligung auch des vasculären Endnetzes der Gefäßwand, d. h. des Capillarnetzes der Vasa vasorum (vgl. Abb. 18).

<sup>1</sup> FEYRTER: Über Neurome und Neurofibromatose, nach Untersuchungen am menschlichen Magen-Darmschlauch. Wien: Wilhelm Maudrich 1948.

<sup>2</sup> FEYRTER: Über die vasculäre Neurofibromatose. Virchows Arch. 317, 221 (1949).

Wieweit hierbei eine Wucherung der Neurofibrillenzüge statthatt, über deren Reichhaltigkeit die Untersuchungen BOEKES sowie STÖHRS und seiner Schüler (REISER, SUNDER-PLASSMANN) unterrichtet haben, ist vorerst unentschieden. Eine Wucherung SCHWANNScher Zellen ist unwahrscheinlich, im wesentlichen handelt es sich wohl um eine geschwulstig-hyperplastische Entfaltung neuromesodermaler Hüll- und Beizellen, gegebenenfalls in stärkerem Ausmaß auch der sog. epitheloiden Quellzellen, die vielleicht intercaläre Elemente zwischen Nervengewebe und glatter Muskulatur der Gefäßwand darstellen.

Unseres Erachtens ist die vasculäre Neurofibromatose das Modell der Pathomorphologie der Gefäßkrankheiten überhaupt.

Die neurogene Natur der Wucherung ist vorerst nicht bewiesen, wohl aber unseres Erachtens durch folgende Momente<sup>1</sup> sehr wahrscheinlich gemacht:

1. Die vasculäre Neurofibromatose findet sich in wohlgekennzeichneter Erscheinungsform in so gut wie jedem Fall von v. RECKLINGHAUSENScher Neurofibromatose.

2. Sie stellt im histologischen Bild der Rankenneurome unverkennbar einen tragenden Bestandteil der neurogenen Geschwulstbildung dar, und wird nicht getragen etwa wie die neurogen verursachte Hyperplasie des Fettgewebes und der Muskulatur in solchen Neuromen.

3. Die besondere Natur des sog. Zwischengewebes der Gefäßwand, faßbar an seiner eigenartigen Chromotropie, ist seit langem bekannt. Es teilt sie mit dem Endoperineurium, wie ich betont habe, wobei die Chromotropie im wesentlichen auf dem Gehalt an *nicht* lipoidigen chromotropen Stoffen von eiweißartiger Be schaffenheit, vermutlich in Bindung an Kohlenhydraten zu beruhen scheint.

4. Die Annahme, daß das sog. Zwischengewebe der Gefäßwand zu dem nervösen, neurofibrillenhaltigen Endnetz der Gefäßwand in intimer Beziehung stehe, wird durch die Reichhaltigkeit dieses Endnetzes zumindes nahegelegt.

#### *Zusammenfassung.*

1. Die Kenntnis des normalen Aufbaues der vegetativen nervösen Peripherie vermittelt neue Einblicke auch in den Bauplan pathologischer Vorgänge, insbesondere der Wucherungsvorgänge, in deren Bereich.

2. So erklären sich die Veränderungen am Nervengewebe bei der Appendicite neurogène schlechthin als geschwulstig-hyperplastische Entfaltung des plasmatischen, kernhaltigen neurofibrillenführenden vegetativen Endnetzes des Plexus mucosus.

3. Wesentlich aus dem Endnetz und seinen Beizellen entwickeln sich wahrscheinlich auch die knotigen Neurome. Wieweit bei deren verschiedenen Typen neuroektodermale und neuromesodermale Elemente beteiligt sind, ist vorerst unentschieden.

4. Die Ranken der racemösen Neurome verdanken einer geschwulstig-hyperplastischen Entfaltung der größeren Bündel der nervösen Geflechte ihre Entstehung.

<sup>1</sup> FEYRTER: Über die vasculäre Neurofibromatose. Virchows Arch. 317, 221 (1949).

4. Die Wucherung der Hüll- und Beizellen des gefäßeigenen nervösen Endnetzes führt zur vasculären Neurofibromatose. Sie erscheint uns als das Modell der Pathomorphologie der Gefäßkrankheiten überhaupt.

### Literatur.

- BOEKE, J.: Z. mikrosk.-anat. Forschg. 4 (1926); 7 (1926); 33 (1933). — Nerve endings, motor and sensory. In PENFIELD, Cytology of the Nervous system, Bd. I, Teil 6. New York 1932. — Ann. Anat. path. 16 (1939). — Acta neerl. Morph. norm. 5, Nr 2 (Lit.), Nr 3 (1943/44). — BÉTHE, A.: Arch. mikrosk. Anat. u. Entw. 44 (1895). — Allgemeine Anatomie und Physiologie des Nervensystems. 1903. — Z. Zellforschg 28 (1938). — Y CAJAL, R.: Histol. du Syst. nerveux., Bd. 2. Paris 1911. — CECCHERELLI, G.: Internat. Mschr. Anat. u. Physiol. 25 (1904). — CREVATIN, F.: Rend. Sess. R. Acad. Sci. Bologna. Nov. 1899. — DOGIEL, A. S.: Arch. mikrosk. Anat. 46 (1895); 52 (1898); 53 (1899). — VAN ESVELD, L. W.: Z. mikrosk.-anat. Forschg 15 (1928). — FEYRTER, F.: Virchows Arch. 295 (1935); 296 (1936). — Über diffuse endokrine epitheliale Organe. Leipzig: Johann Ambrosius Barth 1938. — Verh. Dtsch. Ges. inn. Med. 1940, 458. — Wien. klin. Wschr. 1942, 461. — Z. mikrosk.-anat. Forschg 51 (1942). — Wien. Z. inn. Med. 1946, 9. — Über Neurome und Neurofibromatose. Wien: Wilhelm Maudrich 1948. — Wien. med. Wschr. 1948, 287; 1949, 164. — KOHN, A.: Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, Bd. 16, S. 1. 1930. — LAWRENTJEW, B. J.: Z. mikrosk.-anat. Forschg 6 (1926); 18 (1929). — LEONTOWITSCH, A. W.: Z. Zellforschg 11 (1930). — MASSON, P.: Ann. Anat. path. 1 (1924). — Amer. J. Path. 6 (1926). — MÜLLER, E.: Arch. mikrosk. Anat. 81 (1913); 94 (1920). — REISER, K. A.: Z. Zellforschg 15 (1932); 17 (1933); 22 (1935). — Z. Neurol. 175, 485 (1943). — ROSSI, O.: Arch. ital. Anat. 26 (1929). — RUFFINI, A.: Rev. gén. Histol. 1, H. 3 (1905). — SALA, G.: Boll. Soc. med.-chir. Pavia 1899. — SFAMENI, P.: Anat. Anz. 11 (1894). — STEFANELLI, A.: Z. Zellforschg 28, 485 (1938). — Arch. Zool. ital. 13 (1929). — Monit. zool. ital. 41 (1930). — STÖHR, Ph. jr.: Mikroskopische Anatomie des vegetativen Nervensystems. Berlin: Springer 1928. — Das peripherische Nervensystem. In v. MÖLLENDORFFS Handbuch der mikroskopischen Anatomie, Bd. 4. 1928. — Z. Zellforschg 12 (1930); 16 (1932); 21 (1934); 27 (1937); 29 (1939). — Erg. Anat. 33 (1941). — SUNDER-PLASSMANN, P.: Bruns' Beitr. 163 (1936). — Durchblutungsschäden und ihre Behandlung. Stuttgart. 1943 (Lit.). — SUNDER-PLASSMANN u. RICHTER: Klin. Wschr. 1943, 484. — Dtsch. Z. Chir. 258 (1943). — WOLLARD, H. H.: Heart 13 (1926).

Prof. Dr. F. FEYRTER, Wien XIV, Hanusch-Krankenhaus.