

**Beobachtungen am Magen- und Darmkanal
des Frosches bei Verfütterung oder Injektion
von Farbstoffen**

Von

Marianne Huppert



Beobachtungen am Magen- und Darmkanal des Frosches bei Verfütterung oder Injektion von Farbstoffen

Von

Marianne Huppert

Mit 5 Textabbildungen

Sonderabdruck aus
**Zeitschrift für Zellforschung und
mikroskopische Anatomie**

Fortsetzung des Schultze-Waldeyer-Hertwigschen Archiv für Mikroskopische
Anatomie und der Zeitschrift für Zellen- und Gewebelehre

(Abt. B der Zeitschrift für wissenschaftliche Biologie)

3. Band, 4. Heft

Abgeschlossen am 5. Juli 1926



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1926

ISBN 978-3-662-40818-6
DOI 10.1007/978-3-662-41302-9

ISBN 978-3-662-41302-9 (eBook)

Die Zeitschrift für Zellforschung und mikroskopische Anatomie

steht Originalarbeiten aus dem Gesamtgebiet der beschreibenden und experimentellen Zellen- und Gewebelehre sowie der Mikroskopischen Anatomie der Menschen und der Tiere offen.

Die Zeitschrift erscheint zur Ermöglichung raschster Veröffentlichung zwanglos, in einzeln berechneten Heften; mit etwa 50 Bogen wird ein Band abgeschlossen.

Der für diese Zeitschrift berechnete Preis des Heftes gilt nur zur Zeit des Erscheinens.

Das Honorar beträgt M. 40,— für den 16 seitigen Druckbogen.

Die Mitarbeiter erhalten von ihren Arbeiten, wenn sie nicht mehr als 24 Druckseiten Umfang haben, 100 Sonderabdrücke, von größeren Arbeiten 60 Sonderabdrücke unentgeltlich. Doch bittet die Verlagsbuchhandlung, nur die zur tatsächlichen Verwendung benötigten Exemplare zu bestellen. Über die Freixemplarzahl hinaus bestellte Exemplare werden berechnet. Die Mitarbeiter werden jedoch in ihrem eigenen Interesse ersucht, die Kosten vorher vom Verlage zu erfragen.

Es ist dringend erwünscht, daß alle Manuskripte in deutlich lesbarer Schrift, am besten Schreibmaschinenschrift (mit mindestens 3 cm breitem freien Rand) eingelefert werden. Die Manuskripte müssen wirklich druckfertig eingelefert werden; bei der Korrektur sollen im allgemeinen nur Druckfehler verbessert und höchstens einzelne Worte verändert werden.

Die Herren Autoren werden ferner gebeten, den Text ihrer Arbeiten so kurz zu fassen wie es irgend möglich ist, sich in den Abbildungen auf das wirklich Notwendige zu beschränken und nach Möglichkeit Federzeichnungen (für Strichätzung) zu verwenden.

Alle Manuskripte und Anfragen sind zu richten an

Professor Dr. W. von Möllendorff, Kiel, Anatomisches Institut, Hegewischstraße 1
oder an

Professor Dr. J. Seiler, Schlederlohe, Post Wolfratshausen (Ob.-Bayern)
(in Vertretung von *Professor Dr. R. Goldschmidt*)

Die Herausgeber

Goldschmidt von Möllendorff

Verlagsbuchhandlung Julius Springer in Berlin W9, Linkstr. 23/24

Fernsprecher: Amt Kurfürst, 6050—6053. Drahtanschrift: Springerbuch-Berlin

Reichsbank-Giro-Konto u. Deutsche Bank, Berlin, Dep.-Kasse C

Postscheck-
Konten: $\left\{ \begin{array}{l} \text{für Bezug von Zeitschriften und einzelnen Heften: Berlin Nr. 20120 Julius} \\ \text{Springer, Bezugsabteilung für Zeitschriften;} \\ \text{für Anzeigen, Beilagen und Bücherbezug: Berlin Nr. 118935 Julius Springer.} \end{array} \right.$

4. Band.

Inhaltsverzeichnis.

1. Heft.

Seite

Möllendorff, Wilhelm und Milie von , Das Fibrocytennetz im lockeren Bindegewebe; seine Wandlungsfähigkeit und Anteilnahme am Stoffwechsel. Mit 39 Textabbildungen	503
Huppert, Marianne , Beobachtungen am Magen- und Darmkanal des Frosches bei Verfütterung oder Injektion von Farbstoffen. Mit 5 Textabbildungen	602
Sokolow, Iwan , Untersuchungen über die Spermatogenese bei den Arachniden. II. Über die Spermatogenese der Pseudoskorpione. Mit Tafel II—IV	615
Frolowa, S. , Normale und polyploide Chromosomengarnituren bei einigen Drosophila-Arten. Mit 14 Textabbildungen	682
Litwer, Georg , Die histologischen Veränderungen der Kropfwandung bei Tauben, zur Zeit der Bebrütung und Ausfütterung ihrer Jungen. Mit 12 Textabbildungen	695
Autorenverzeichnis	723

(Aus dem Anatomischen Institut zu Kiel, mit Unterstützung aus Mitteln des
E. GOLDMAN-Instituts zu London.)

BEOBSACHTUNGEN AM MAGEN- UND DARMKANAL DES FROSCHES BEI VERFÜTTERUNG ODER INJEKTION VON FARBSTOFFEN.

Von

MARIANNE HUPPERT.

Mit 5 Textabbildungen.

(Eingegangen am 8. Januar 1926.)

Einleitung.

Trotz der großen Zahl von Arbeiten, die sich mit der Resorption von lipoidunlöslichen Sulfosäurefarbstoffen durch den Magen- und Darmtract befaßt haben, besteht bezüglich des Mechanismus der Farbaufnahme in eine Reihe von Fragen bis heute noch keine einheitliche Auffassung. Das Verhalten des Darmepithels bei der Resorption insbesondere wird noch sehr verschieden beurteilt.

Die Ansicht von R. HÖBER (1), wonach sich die Darmepithelzellen an der Resorption lipoidunlöslicher Säurefarbstoffe überhaupt nicht beteiligen, vielmehr die Aufnahme dieser Farbstoffe, ebenso wie diejenige anderer lipoidunlöslicher Stoffe, wie z. B. der Kohlehydrate, auf interepitheliale Wege erfolgen soll [M. KATZENELLENBÖGEN (2)], kann heute durch die Befunde v. MÖLLENDORFFS (1925) als widerlegt gelten. Bezüglich der lipoidlöslichen Farbstoffe ist ja seit langem bekannt, daß sie das Epithel passieren.

GOLDMAN (3), der sich sehr eingehend mit dem Verhalten des Darmkanals der Wirbeltiere Vitalfarbstoffen gegenüber beschäftigt hat, hatte keine epitheliale Speicherung der Sulfosäurefarbstoffe gesehen und nahm an, daß dieselben gar nicht resorbiert werden. Er hat durch wiederholte Injektionen die Vitalfärbung hochgetrieben und erklärt die blaue Färbung des Magen- und Darmkanals allein durch die Anwesenheit der im Schleimhautbindegewebe zahlreich vorkommenden amöboiden Wanderzellen, die als Phagozyten reichlich Farbstoffe speichern. M. H. KUCZINSKY (4), der die Arbeiten von GOLDMAN übernommen und fortgesetzt hat, beobachtete, daß die Färbung nicht nur von den *freien Wanderzellen* abhängt, sondern daß es im Zottenstroma auch eine große Zahl

ruhender phagocytierender Zellen gibt, die nur in sehr feinen Granulis speichern und daher der Aufmerksamkeit GOLDMANS entgangen sein können.

Ganz allgemein nahm man an, daß das größte Hindernis für die Epithelresorption der Farbstoffe aus dem Darmlumen im Cuticularsaum der Darmepithelzellen zu sehen ist.

Eine neuere Arbeit von OKUNEFF (5), die sich auch speziell mit den Verhältnissen beim Frosch befaßt, läßt das Epithel als völlig undurchlässig für lipoidunlösliche Farbstoffe erscheinen. OKUNEFF beschreibt, daß er nur bei Schädigung des Darmepithels durch Sublimat usw. eine Resorption von Trypanblau erhalten habe. A. WASSILIEFF (6) kommt nach seinen Versuchen, in denen er nur eine Diffusfärbung des Epithels neben Kernfärbung, nie aber eine Granulaspeicherung erhält, zu dem Schluß, daß die Sulfosäurefarbstoffe zwar das Epithel passieren, es dabei aber in bedeutender Weise schädigen. In seinen Versuchen trat eine Nekrose des Epithels ein, eine bisher noch nicht beobachtete Erscheinung, die sich wohl nur durch die Versuchsanordnung erklären läßt.

Erst in der neuesten Zeit wird von W. v. MÖLLENDORFF (7) eine Speicherung von Trypanblau im normalen Epithel beschrieben, sowohl bei wachsenden wie bei erwachsenen Organismen. W. v. MÖLLENDORFF hat diese Resultate bei Warmblütern, speziell Mäusen, sowohl bei Verfütterung, als auch bei parenteraler Zufuhr erhalten, allerdings im Säuglingsalter bedeutend stärker als beim erwachsenen Tier. Dieser Unterschied läßt sich mit dem Mangel an anfärbbaren Einschlüssen im Epithel des erwachsenen Tieres erklären, bei dem eine Flockung des Farbstoffes angenommen werden kann. Bei Säuglingen, deren Epithel eiweißähnliche, anfärbbare Einschlüsse enthält, genügt schon eine viel geringere Farbstoffpassage durchs Epithel, um das Eindringen in die Zellen sichtbar zu machen. In den gleichen Versuchen ergab sich auch mit Sicherheit, daß wirklich Farbstoff durch das Epithel in das Körperbindegewebe übertritt, wenngleich der Nachweis dieses Übertrittes nur dann gelingt, wenn die Bedingungen so geartet sind, daß es zu einer granulären Speicherung kommt.

Jedenfalls zeigten die Versuche v. MÖLLENDORFFS, daß beim Säugtier, entgegen der bisher meist verbreiteten Annahme, mit einem Farbdurchtritt durch die Epithelzellen gerechnet werden muß. Um so auffallender mußten die noch aus neuester Zeit stammenden Angaben anderer Autoren sein, die für den Frosch das Darmepithel als anscheinend unbeteiligt an der Farbstoffresorption hinstellten und zum Teil die Resorption dieses Farbstoffes überhaupt nicht anerkennen.

Auf Veranlassung von Prof. v. MÖLLENDORFF habe ich deshalb den Magen- und Darmkanal des Frosches nach Verfütterungen bzw. Injektionen von Trypanblau auf das Verhalten des Epithels untersucht.

Außerdem habe ich den Einfluß von Säure- bzw. Alkalibeigabe zum sauren Farbstoff auf die Darmwand untersucht, da nach den Angaben von POHLE (8) dadurch eine Beschleunigung bzw. Verlangsamung der Resorption durch den Darm und Ausscheidung durch die Nieren stattfindet.

Zur Methodik.

Bei Fütterungsversuchen rührte ich einen Trypanblaubrei an, von dem ich den Tieren etwa 1 ccm einführte. Bei Injektionen kamen auf 20 g Tier 0,5 ccm einer 1proz. Lösung. Untersucht wurde nach 4 Stunden, $\frac{1}{2}$ Tag, 1 Tag, 2 bis 3 Tagen. Hauptsächlich stütze ich mich auf die frischen Untersuchungen, da bei der Fixation eine Veränderung wahrscheinlich ist. Der Darmkanal wurde sofort in Ringerlösung ausgewaschen und möglichst schnell Quetschpräparate hergestellt, der Rest wurde in Formol fixiert.

Einige Versuche mit Patentblau (A neu) gab ich auf, weil dieser Farbstoff bei der Fixation zerstört wird.

Insgesamt wurden etwa 50 Frösche untersucht; fixiert wurden Darmteile von etwa 30 Fröschen.

Fütterungsversuche.

A. Nur Trypanblau verfüttert.

B. 4. wurde einmal mit Trypanblau gefüttert, nach $\frac{1}{2}$ Tag getötet. Im frischen Präparat sind im Magenepithel sehr reichlich Farbstoffgranula enthalten. In Form und Farbe sind sie außerordentlich wechselnd. Zumeist haben die großen Granula einen helleren, violetten Farbton, während die kleinen dunkelviolet bis tiefblau erscheinen. Abb. 1 (Quetschpräparat) zeigt einige Epithelzellen aus dem Cardiaabschnitt des Magens. (Das Magenepithel besteht hier, wie schon verschiedentlich beobachtet wurde, aus Flimmerepithelzellen.) Man sieht, daß die Granuliform sehr wechselt. Meist liegen die Granula im obersten Teil der Cylinderzelle, am dichtesten direkt unter dem Schleimpfropf der Zelle. Nach dem basalen Teil der Zelle zu werden sie meist kleiner und spärlicher, im Schleimpfropf selbst ist nichts zu erkennen.

Sehr intensiv haben die Fundusdrüsen gespeichert. Abb. 2 (Quetschpräparat) zeigt den Körperteil einer Labdrüse von Frosch B. 4. Die Form und Farbe der Granula ist hier gleichmäßig, auch speichern alle Zellen. Im fixierten Präparat sind diese Granula ebenso wie diejenigen des Epithels erhalten. Im Darmkanal findet man Farbstoffspeicherung nur im oberen Dünndarm von schwachblauer Farbe. In Leber und Niere konnte ich keinen Farbstoff erkennen.

Im fixierten Präparat des Magens findet sich bei B. 4 auch eine intensive Färbung der Stromazellen. Hier sind mehrere Formen zu unterscheiden. Hauptsächlich unter und zwischen dem Epithel liegen Zellen von länglich-ovaler Form mit in der Mitte gelegenen Kern. Diese Zellen enthalten Trypanblau ebenso wie die unten zu beschreibenden runden Stromazellen in gleichmäßigen, leuchtend blauen Granulis, die

sich im Bismarckbraunpräparat nicht überfärben lassen. Mit PAPPENHEIMS Panchromfärbung zeigen diese Zellen eosinophile Granula. Es scheint sich hier also um eosinophile Wanderzellen zu handeln. Diese wurden bereits von verschiedenen Autoren im Darmkanal beschrieben, sonderbarerweise sah man sie aber nicht in der Submucosa des Magens, wo sie nach meinen Präparaten am häufigsten vorkommen, während sie in der Submucosa des Darmes nur selten anzutreffen sind. Wir haben es bei diesen Zellen mit einer Färbung präformierter Granula zu tun. Besonders in der tiefen Submucosa, in der Umgebung der Capillaren, liegen kleinere, runde Zellen mit einem gelappten, an die Peripherie gedrückten Kern. Diese Zellen, die in der gleichen Art wie die oben beschriebenen ovalen Wanderzellen gefärbt sind, befinden sich auch sehr

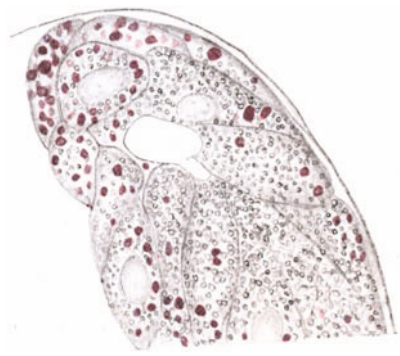


Abb. 1. Oberflächenepithel vom Magen eines Frosches, der vor 24 Stunden mit Trypanblau gefüttert worden war; frisches Zupfpräparat in Ringerlösung. Imm. 2 mm, Komp.-Ok. 4, gez. M. v. MÖLLENDORFF.

Abb. 2. Magendrüsen eines Frosches, der vor 24 Stunden mit Trypanblau gefüttert worden war; frisches Zupfpräparat in Ringerlösung. Imm. 2 mm, Komp.-Ok. 4, gez. M. v. MÖLLENDORFF.

reichlich in der Blutbahn, ja in den Präparaten von Frosch B. 4 zeigen fast alle weißen Blutzellen, die in den offenen Gefäßen zu sehen sind, diese Form und Färbung. Die Granula dieser Zellen färben sich ebenfalls mit Eosin, es sind eosinophile Leucocyten. Vielleicht könnte es sich bei diesen beiden Zellformen nur um verschiedene Wachstumsphasen der gleichen, aus dem Bindegewebe hervorgegangenen Zelle handeln. Auch diese runde Wanderzelle findet sich hauptsächlich im Magen. Möglich ist, daß es sich bei diesen Zellen um eine erst nach der Fixierung entstandene Anfärbung der Granula handelt [v. MÖLLENDORFF (9)]. Im Darmkanal überwiegen bei weitem die beim Frosch außerordentlich großen Macrophagen, die GOLDMAN schon eingehend

beschrieben hat und die sowohl im Stroma der Submucosa, als auch im Epithel zu finden sind. Sie besitzen mindestens die vierfache Größe der oben beschriebenen freien Zellen, sind nicht eosinophil, und ihre Trypanblaueneinschlüsse überfärben sich mit Bismarckbraun. Es scheint sich bei ihnen um eine typische Speicherung des Farbstoffes zu handeln, da sie auch Granula der verschiedensten Form und Farbe besitzen.

B. 5. Einmal gefüttert, nach 1 Tag getötet. Harn violett. Im Epithel und den Drüsen des Magens findet sich im frischen Zustande das gleiche, nur etwas verstärkte Aussehen wie bei Frosch B. 4. Die Speicherung des Darmepithels zeigen die Abb. 3 (Dünndarm) und Abb. 4 (Dickdarm). Man sieht Granula von verschiedener Größe und Farbe, die in manchen Zellgruppen sehr dicht beieinander liegen und in der Zelle selbst nicht bestimmt orientiert sind. Auffallend ist, daß das Epithel des Darmkanals nicht gleichmäßig speichert, wie es z. B. v. MÖLLENDORFF beim Warmblüter beschrieben hat. Hier finden sich

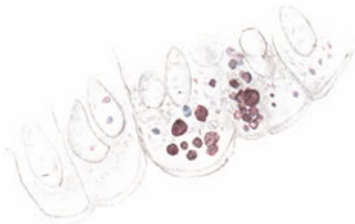


Abb. 3. Dünndarmepithel eines Frosches, der vor 24 Stunden mit Trypanblaulösung gefüttert worden war; frisches Zupfpräparat in Ringerlösung. Imm. 2 mm, Komp.-Ok. 4, gez. M. v. MÖLLENDORFF.



Abb. 4. Dickdarmepithel eines Frosches, der vor 24 Stunden mit Trypanblaulösung gefüttert worden war; frisches Zupfpräparat in Ringerlösung. Imm. 2 mm, Komp.-Ok. 4, gez. M. v. MÖLLENDORFF.

Strecken im Epithel, in denen eine reichliche Speicherung stattgefunden hat, und wieder große Strecken, die überhaupt nicht speichern. Möglich ist es, daß in länger dauernden Versuchen eine größere Gleichmäßigkeit der Färbung eintritt; ich habe nur mit kurzdauernden Versuchen gearbeitet. An Abb. 4, die Epithel vom Dickdarm zeigt, beobachtet man eine ähnliche Speicherung wie im Dünndarm, nur ist sie meist schwächer ausgebildet und wird gegen den Enddarm hin noch blasser. Morphologisch und histologisch bildet ja der Darmkanal des Frosches ein fast einheitliches Rohr. In der Leber findet sich bei B. 5 reichlich Sternzellenspeicherung.

Im fixierten Präparat von B. 5 (Bismarckbraun) läßt sich sehr gut die Lage der Granula in den Magendrüsen erkennen (Abb. 5). Der Körper der Drüsen ist leicht diffus gefärbt und zeigt eine sehr feinkörnige, gleichmäßig verteilte Granulierung. Die Zellen des Halses der Labdrüse besitzen ein viel helleres Cytoplasma, das diffus mit Trypanblau

gefärbt ist und meist sehr wenig Granula enthält. Dies sind wahrscheinlich Schleimzellen; um den Schleimpfropf der Zelle sieht man einen schmalen Cytoplasmasaum, der hauptsächlich am basalen Ende einige Farbstoffkörner enthält. So verhält sich über große Strecken hin auch das die Magengrübchen auskleidende Epithel. Streckenweise fehlt im Grübchenepithel die Speicherung; doch glaube ich, daß es sich hier um die Folge einer ungleich guten Fixierung handelt.

Fixiert finden sich im Dünndarm nur geringe Speicherung des Epithels und einige gefärbte Phagozyten in der Submucosa.

Im Dickdarmpräparat sehen wir stellenweise sehr gute Speicherung, die sich am häufigsten in der Tiefe der Schleimhautfalten findet, selten im Epithel, das an der Peripherie der Falten sitzt. Diese Granula haben eine blaßblaugrüne Farbe, sind also überfärbt und sind ganz gleichmäßig über die Zelle verteilt. Auch einige Phagozyten haben sehr gut gespeichert. Im Enddarm findet sich das gleiche Bild, nur, wie ja schon oben bemerkt wurde, etwas blasser.

Außerdem sehen wir die oben beschriebenen Formen der Stromazellen reichlich im Magen, weniger im Darmkanal. Die kollagenen Fasern des Bindegewebes sind wie in den meisten Versuchen, in denen gut resorbiert wurde, diffus gefärbt. Bemerkenswert ist in Präparat B. 5 eine reichliche Farbstoffspeicherung in der Wand der Venen der Submucosa. Das Trypanblau ist hier in sehr feinen Körnchen eingelagert. Dabei sind die elastischen Fasern der Venenwand stark diffus gefärbt.

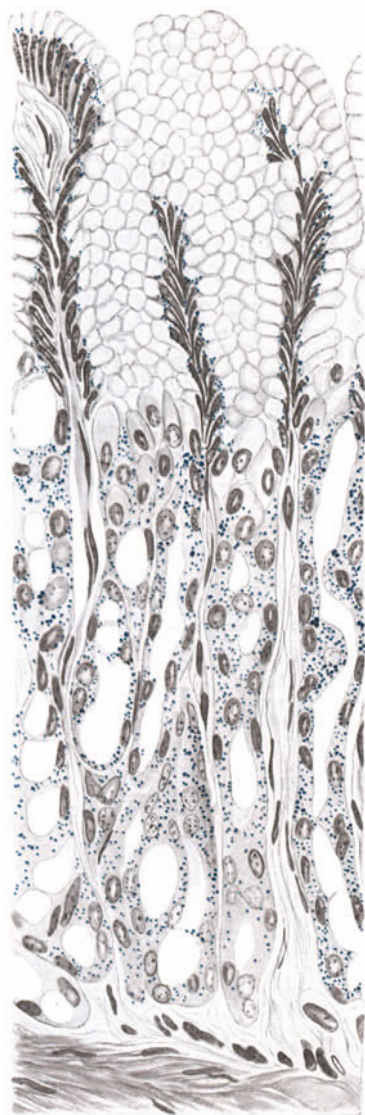


Abb. 5. Schnitt durch die Magenwand eines mit Trypanblau gefütterten Frosches. ZEISS D, Komp.-Ok. 3, Vergr. 250 \times , gez. B. SCHLICHTING.

B. Trypanblau gefüttert, dazu Mehlwurm gegeben.

B. 2. Zweimal mit Trypanblau gefüttert, dazu jedesmal ein Wurm. Getötet nach 5 Tagen.

Bei der frischen Untersuchung ist im Magen, in Epithel und Drüsen reichliche Speicherung in der Art von B. 4 und B. 5. Die Granula der Drüsen haben einen vorwiegend blauen, die des Epithels einen violetten Farbton. Im Stroma ist nur wenig Farbstoff zu erkennen. Im Dünndarm ist noch gute Speicherung, die nach dem Enddarm zu, wie immer, abbläßt. Die Speicherung des Magenepithels und der Drüsen ist im fixierten Präparat sehr klar erhalten; letztere sind diesmal etwas gröber granuliert. Eosinophile Wanderzellen sind nur wenige vorhanden. Im übrigen Darmkanal ist nichts erhalten geblieben.

B. 3 erhielt 3 Tage vor der Trypanblaugabe einen Mehlwurm. Harn violett. Getötet 2 Tage nach der Farbstoffverfütterung. Magenepithel und Drüsen wie bei B. 2. Hier findet sich im fixierten Präparat außer im Magen auch im Darmkanal sehr gute Speicherung. Die kollagenen Bindegewebsfasern sind sehr stark gefärbt, wohl durch eine stärkere Resorption.

Zusammenfassung.

Aus diesen Versuchen ergibt sich nun, daß der verwandte Säurefarbstoff reichlich resorbiert wird, sei es, daß der Farbstoff allein verfüttert wurde, sei es, daß gleichzeitig andere Nahrung aufgenommen wurde. In allen Versuchen kam es zu einer leicht nachweisbaren Speicherung in der Leber (Sternzellen und Leberzellen) und in der Niere, ein Zeichen, daß die resorbierte Menge nicht unbedeutend war.

Der Ort, wo die stärkste Resorption stattfindet, läßt sich aus diesen Versuchen nicht angeben. Am besten sichtbar wird der Farbstoff allerdings im Epithel des Magens, sowohl in dem der Oberfläche, wie in dem der Drüsen. Im Dünndarmepithel ist unter Umständen auch eine gute Farbstoffaufnahme zu erhalten, die nach dem Enddarm zu wieder abnimmt. Gleichmäßig bleibt dagegen im ganzen Darmkanal die Färbung der kollagenen Bindegewebsfasern. Im Magen überwiegt bedeutend die Stromazellenfärbung. Bei letzterer handelt es sich um eine Anfärbung eosinophiler Zellgranula, die sich nicht überfärben lassen und in Form und Farbe gleichmäßig sind. Ob im Darmkanal weniger resorbiert wird als im Magen, läßt sich nicht beurteilen, es ist möglich, daß das reichlichere Sichtbarwerden des Farbstoffs in den Granulis des Magenepithels durch besonders günstige Speicherungsbedingungen hervorgerufen wird. Daran kann die saure Reaktion der Magenwand schuld sein, da ja nach ROHDE (10) der saure Farbstoff im sauren Milieu besser adsorbiert wird. Bemerkenswert ist, daß auch nach meinen ganz kurz dauernden Farbstoffverfütterungen, wie nach 1 Tag, Haut, Schleimhaut der Mund-

höhle usw. des Tieres blau gefärbt war. Auch der Harn ist schon nach $\frac{1}{2}$ Tag stark violett gefärbt, die Resorption muß also sehr stark gewesen sein. Die Speicherung im Darmkanal ist nur in bedeutend schwächerem Maße zu erreichen wie beim Warmblüter, wie ein Vergleich mit den Befunden v. MÖLLENDORFFS zeigt. Interessant ist ferner der Umstand, daß das Magenepithel des Warmblüters nie speichert, während hier beim Frosch die stärkste Farbaufnahme nachzuweisen ist. Die Granula des Epithels von Magen und Darm und der Magendrüsen sind allem Anschein nach typische Speichervacuolen.

Dafür spricht 1., daß violette bis tiefblaue Granula vorhanden sind; in der Anfangszeit überwiegen die violetten Farbgranula. Die violetten Tropfen enthalten die diffusionsfähigere Komponente des Trypanblau.

2. spricht dafür die Überfärbbarkeit der Granula mit Bismarckbraun im histologischen Präparat und Überfärbbarkeit mit Neutralrot im Vitalversuch, wie später noch beschrieben wird. In den Drüsenzellen finden sich außerdem neben den Farbstoffkörnchen reichlich die ungefärbten Drüsengranula, wie Abb. 2 zeigt. Die Granula kommen in allen Größen vor.

Wie die auffallend starke Färbung der Drüsenzellen zustande kommt, bleibt noch zu erklären. Ich kann hier lediglich folgende Beobachtung mitteilen. Daß in den Drüsen keine Ausscheidung von Trypanblau von der Blutseite stattfindet, wie etwa angenommen werden könnte, zeigen die Versuche mit Trypanblauinjektion (siehe unten). Der Farbstoff muß also mit dem Säftestrom der Resorption an die Drüsenzellen gelangen.

Einige Versuche mit Trypanblau und Peptonbeigabe haben sich im Resultat nicht von den hier beschriebenen unterschieden.

C. Versuche mit Trypanblauinjektion allein.

Frösche nach $\frac{1}{2}$, 1 Tag und 2 Tagen getötet. Es findet sich eine intensive Diffusfärbung der kollagenen Fasern im ganzen Magen- und Darmkanal, die ihn stark blau erscheinen läßt. Bei der Untersuchung des Epithels sieht man aber nie eine Speicherung, ebensowenig in den Magendrüsen, wie schon oben erwähnt. Beim Warmblüter konnte v. MÖLLENDORFF eine leichte Speicherung im Epithel des Darmkanals nach Injektionen erreichen. Er erklärt dies mit der Anwesenheit von geringen Mengen Farbstoff im Darmlumen, der größtenteils mit der Galle dorthin ausgeschieden wurde. Auch beim Frosch findet diese Farbstoffausscheidung mit der Galle statt, sogar in recht erheblichem Grade, so daß der Darminhalt schwach blau erscheint. Sicher genügt beim Kaltblüter diese Farbstoffkonzentration nicht, um bei der Rückresorption den Farbstoff im Epithel sichtbar zu machen, wie es beim Warmblüter der Fall ist. Ich weise hierbei darauf hin, daß auch bei der Verfütterung die Epithelspeicherung beim Frosch viel geringer ist als bei der Maus.

D. Trypanblau gefüttert und injiziert.

B. 8. 3 Tage nach der Injektion mit Farbstoff gefüttert, am 4. Tage getötet. Im frischen Präparat findet sich im Epithel des Magen- und Darmkanals und den Magendrüsen gute Speicherung, aber kaum abweichend von derjenigen bei alleiniger Verfütterung. Sehr stark sind, wie in allen Versuchen, wo Farbstoff von der Blutseite gegeben wird, die kollagenen Fasern des Stromas gefärbt.

Auch im fixierten Präparat kann man keine Abweichung der Epithelzellenspeicherung erkennen.

Sehr verstärkt wird aber die Anfärbung der Stromazellen, die hier in überraschender Menge vorhanden sind. Hiermit wird wohl die Vermutung v. MÖLLENDORFFS bestätigt, daß die Stromazellenspeicherung verstärkt wird, wenn der Farbstoff sowohl von der Blutseite, wie mit dem Säftestrom der Resorption von der Lumenseite des Darmes an die Zelle herantritt. Es findet also sozusagen eine Stauung des Farbstoffes statt und das anfärbbare Material der Stromazellen wird intensiver durchtränkt. Kommt der Farbstoff allein mit dem Säftestrom an die Zelle heran, so kann er durch diesen wieder leichter fortgeführt werden. Die Stromazellenspeicherung findet sich wieder am stärksten in der Magenwand. Vielleicht kann man daher dort auch mit der stärksten Resorption rechnen.

B. 6. 3 Tage nach einer Trypanblauinjektion gefüttert mit dem Farbstoff, am 5. Tage getötet. Die Befunde sind im frischen sowohl wie auch im fixierten Präparat wie bei Frosch B. 8, nur etwas schwächer. Noch mehr nimmt die Färbung ab, wenn man das Tier noch später nach Injektion und Fütterung tötet. Man muß also mit einem raschen Abtransport des Farbstoffes, auch aus den Stromzellen, rechnen.

E. Trypanblau mit $n/10$ HCl verfüttert.

Einmal gefüttert, getötet nach 4 Stunden (B. 15) und 6 Stunden (B. 16). Der Harn war nach der kurzen Zeit, entsprechend den Angaben POHLES, auffallend violett gefärbt.

B. 15. Im frischen Präparat fand sich im Epithel des gesamten Magen- und Darmkanals sehr viel Farbstoff in größeren violetten Vacuolen. Daneben war eine reichliche Diffusfärbung des Bindegewebes zu sehen, besonders hatten sich die Blutgefäßwände intensiv gefärbt. Es ist also die Resorption sowohl verstärkt wie beschleunigt worden, wofür auch spricht, daß die Sternzellenspeicherung der Leber, wie die Hauptstückspeicherung der Nieren, trotz der kurzen Versuchsdauer, sehr ausgeprägt ist. Im frischen Zustande waren die Magendrüsen ebenfalls voll dunkelblauer Farbtropfen. Im fixierten Präparat ist von letzterem nur eine leichte Diffusfärbung übrig geblieben, während das Magenepithel

eine geringe feinkörnige, aber typische Speicherung zeigt. Das Epithel des gesamten Darmkanals enthält sehr viel Farbstoff und weist eine Diffusfärbung der Becherzellen des Dickdarmes auf.

Wahrscheinlich hat aber eine Schädigung des Cuticularsaumes und damit auch des Epithels stattgefunden und der Farbstoff ist in Epithel und Stroma eingebrochen. Für dies spricht, daß keine typischen Granula vorhanden waren, sondern der Farbstoff, wie oben gesagt, in großen Vacuolen in der Zelle zu sehen war. Nur durch diese Umstände mag wohl der Farbstoff rascher in die Blutbahn gelangt sein und ist die raschere und intensivere Färbung des Harns zu erklären.

Bei Frosch B. 16 sind dieselben Befunde.

F. Trypanblau mit Na_2CO_3 verfüttert.

B. 17. Nach 4 Stunden getötet, B. 18 nach 6 Stunden getötet. Harn farblos. Peristaltik gut. Im frischen wie im fixierten Präparat fand sich keine Speicherung des Farbstoffes im Epithel des Magen- und Darmtracts. Auch die Magendrüsen waren völlig ungefärbt. Eine geringere Resorption hat vielleicht stattgefunden, nach der leichten Diffusfärbung des Bindegewebes zu schließen. In der Leber fand sich kein Farbstoff.

Hiermit sind also histologisch die Angaben POHLES bestätigt. Alkaligaben zum sauren Farbstoff vermindern die Resorption und auch die Magendrüsen färben sich wohl nur im sauren Bereich.

G. Verhalten der Magendrüsen gegenüber basischen Farbstoffen allein und gegenüber sauren und basischen Farbstoffen bei gemeinsamer Gabe.

In einer kürzlich herausgekommenen Arbeit beschreiben WITTGENSTEIN, GLÄSSNER und HAMPERL (11) eine Farbstoffausscheidung von Neutralrot in den Belegzellen der Magendrüsen des Menschen bei Injektion. Bei Verfütterung (B. 21) oder Injektion (B. 23) von basischem Neutralrot bekommt man beim Kaltblüter in den Magendrüsen keine Speicherung, wenig oder gar keinen Farbstoff im Magenepithel, während das Epithel des gesamten übrigen Darmkanals voll Farbstoff ist. Injiziert man Trypanblau und tags darauf Neutralrot, so bekommt man ebenfalls nicht die geringste Speicherung in den Drüsen, nur eine starke Violettfärbung des dazwischen liegenden Stromas (B. 24) und Speicherung der Stromazellen.

Injiziert man dagegen Neutralrot und verfüttert Trypanblau (B. 22), so bekommt man eine reichliche Speicherung von Neutralrot und Trypanblau in gemeinsamen und getrennten Granula in den Drüsen und im Epithel des Magens. Trypanblau wird ja bei Verfütterung, wie schon beschrieben, reichlich in den Drüsenzellen gespeichert. Nun scheint

es durch das Neutralrot auch sehr stark in das Drüsenstroma gedrängt worden zu sein, das intensiv blau gefärbt ist. Neutralrot bildet nur wenige eigene Granula in den Drüsen, der Hauptsache nach überfärbt es die Trypanblaugranula. Ein ähnliches Resultat erhält man, wenn man Trypanblau verfüttert und am folgenden Tage auch Neutralrot per os gibt. Es ist wohl möglich, daß das Neutralrot hier bei der Ausscheidung durch das von der Lumenseite zugeführte Trypanblau gestaut und so zur Speicherung gebracht wird. Injiziertes Neutralrot von der Blutseite und in Resorption begriffenes Trypanblau von der Lumenseite können dabei doppelt so stark auf die Zelle einwirken. Das Neutralrot wird nun an das saure Trypanblaugranulum adsorbiert [s. E. HERZFELD 1915 (12), W. v. MÖLLENDORFF 1918 (13)]. Man sieht also, daß man zu diesen Versuchen Neutralrot enteral oder parenteral zuführen kann, während Trypanblau von der Lumenseite wirken muß. Bei Neutralrotverfütterung und Trypanblauinjektion erhält man nur eine Färbung des Stromas. Neutralrot wird wohl nur unter bestimmten Bedingungen durch Speicherung sichtbar gemacht. Die oben angegebenen Autoren sind nach ihren zahlreichen Untersuchungen am Menschen, wie beim Warmblüter überhaupt, zu dem Schluß gelangt, daß die Neutralrotspeicherung ein Maß für die Salzsäureausscheidung im Magen ist, da nur im stark sauren Magen die Salzsäure secernierenden Belegzellen speichern. Neigt die Reaktion des Magens nach der alkalischen Seite, sind also die Belegzellen funktionsuntüchtig, so wird nichts gespeichert. Beim Frosch enthält nun der Magenfundus ausschließlich Salzsäure secernierende Zellen von gleichem Aussehen, während Pepsin im Oesophagus und Pylorus secerniert wird (12). Wenn meine Ergebnisse mit den Angaben von WITTGENSTEIN, GLÄSSNER und HAMPERL nicht übereinstimmen, so ist damit nicht gesagt, daß keine Neutralrotausscheidung stattfindet, wenn nicht gleichzeitig Trypanblau in den Zellen vorhanden ist. Man kann vielleicht annehmen, daß beim Hungersfrosch, den ich benutzte, die Magendrüsen im Ruhezustand sind und daher die Reaktion der Zellen für eine Speicherung weniger geeignet ist.

Auffallend ist auch, daß, wenn man das Tier erst 4—5 Tage nach beiden Fütterungen tötet, das Neutralrot wieder verschwunden ist und die dunkelblauen Granula in den Drüsen nur von Trypanblau allein gebildet erscheinen.

Erwähnen möchte ich noch, daß ich mehrere Versuche mit Tuscheverfütterung machte, hier aber, wie beim erwachsenen Warmblüter (W. v. MÖLLENDORFF 1925), nie eine Speicherung bekam. Für Farbstoffteilchen dieser Größe scheint das Epithel also dicht zu sein.

Zusammenfassung.

1. Trypanblau, per os gegeben, wird im Magen- und Darmepithel gespeichert, sowohl allein verabreicht, als auch mit Nahrung bzw. Pepton. Ebenso speichern die Magendrüsen reichlich.

2. Trypanblau, allein injiziert, bewirkt keine Farbstoffspeicherung im Epithel.

3. Trypanblau injiziert und gefüttert verstärkt die Epithelspeicherung gegenüber einer alleinigen Verfütterung nicht.

4. Trypanblau, mit Säure verfüttert, beschleunigt und verstärkt die Resorption und Farbstoffaufnahme ins Epithel, schädigt dabei aber das letztere. Mit Alkali wird die Resorption verlangsamt und keine Speicherung erzielt.

5. Die Verfütterung von saurem Trypanblau bewirkt eine Granulaspeicherung in den Magendrüsen, die Injektion hingegen nicht.

6. Neutralrot, gefüttert oder injiziert, wird in den Granulis der Magendrüsen nicht sichtbar.

7. Bei Verfütterung oder Injektion von Neutralrot, verbunden mit Verfütterung von Trypanblau, überfärbt das Neutralrot die Trypanblaugranula und drängt dabei letzteres ins Stroma.

Als gesichertes Ergebnis ist vor allem die Tatsache zu betrachten, daß das Trypanblau in beträchtlichem Maße und zwar unabhängig von der Frage, ob gleichzeitig verdaut wird oder nicht, wirklich resorbiert wird und im Organismus in der gleichen Weise verteilt und ausgeschieden wird wie bei parenteraler Zufuhr. Daß bei der Resorption des Farbstoffes, die offenbar im Magen besonders lebhaft ist, die Epithelzellen selbst beteiligt sind, habe ich ebenfalls zeigen können. Die negativen Ergebnisse von OKUNEFF und WASSILIEFF vermag ich mir nur daraus zu erklären, daß diese Autoren vorzugsweise mit unmittelbarer Einbringung in den Darm arbeiteten und dadurch unphysiologische Bedingungen setzten. Daß aber auch in solchen Versuchen eine Resorption nicht lipidlöslicher Farbstoffe vorkommt, hat ja schon R. HÖBER (1901) gezeigt.

Die Bestätigung der Befunde von E. POHLE erscheint mir bedeutungsvoll, wenngleich ich damit nicht gleichzeitig die Frage in dem Sinne für geklärt halte, wie sie POHLE darstellt. Die Faktoren, die bei der p_H -Änderung den Ausschlag geben für das veränderte Versuchsergebnis, halte ich für durchaus nicht geklärt, kann es aber an dieser Stelle nicht für meine Aufgabe halten, die ganze Frage ausführlich zu erörtern.

Die auffallende Verschiebung, die durch die vorherige Trypanblauablagerung das Neutralrotbild erleidet, ist eine ausgezeichnete Illustrierung der von E. HERZFELD und W. v. MÖLLENDORFF aufgestellten Gesetze über die gegenseitige Beeinflussung saurer und basischer

Farbstoffe im vitalen Versuch und bedarf keiner Ausdeutung im physiologischen Sinne.

Zum Schluß möchte ich Herrn Prof. Dr. W. v. MÖLLENDORFF herzlich für die Anregung zu dieser Arbeit danken und für die freundliche Hilfe, die er mir dabei gewährt hat. Meinen besten Dank möchte ich auch seiner Gattin, Frau M. v. MÖLLENDORFF aussprechen, für die Freundlichkeit, mir die Abbildungen der frischen Präparate anzufertigen.

Schriftenverzeichnis.

1. **Hoerber, R.:** Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **6**. 1901. — 2. **Katzenellenbogen, M.:** Ebenda **114**, 522. 1906. — 3. **Goldmann, E.:** Verhandl. d. dtsh. Kongr. f. inn. Med. 1913. — 4. **Kuczinsky, M. H.:** Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **239**, 185. 1922. — 5. **Okuneff:** Inaug.-Diss. Petersburg 1922. — 6. **Wassilieff, A.:** Zeitschr. f. Zellforsch. u. mikroskop. Anat. **2**, 257. 1925. — 7. **v. Möllendorff, W.:** Ebenda **2**, H. 2, 129. 1925. — 8. **Pohle:** Verhandl. d. dtsh. Ges. f. inn. Med. 1921. 387—390. — 9. **v. Möllendorff, W.:** Ergebn. d. Physiol. **18**, 141—306. 1920. — 10. **Rohde, K.:** Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **168**, 411—434. 1917. — 11. **Glässner, K., Wittgenstein, H. u. Hamperl, H.:** Arch. f. Verdauungskrankh. **34**, H. 5—6. 1925. — 12. **Herzfeld, E.:** Anat. Hefte **54**. 447—523. 1916. — 13. **v. Möllendorff, W.:** Arch. f. mikroskop. Anat. **90**, 463—502. 1918.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

Vor kurzem erschien:

Tierisches Leuchten und Symbiose

Vortrag, gehalten in der Zoologisk-Geologiska
Föreningen zu Lund am 5. Oktober 1925

Von

Prof. Dr. Paul Buchner

Direktor am Zoologischen Institut
der Universität Greifswald

58 Seiten mit 18 Abbildungen. 1926 — RM 2.70

Das Problem der Zellteilung. Physiologisch betrachtet von Professor Dr. **Alexander Gurwitsch**, Moskau. Unter Mitwirkung von **Lydia Gurwitsch**. 229 Seiten mit 74 Textabbildungen. 1926.

RM 16.50; gebunden RM 18.—

(Band 11 der „Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere.“)

Körper und Keimzellen. Von Professor Dr. **Jürgen W. Harms**. Etwa 544 Seiten mit 309 zum Teil farbigen Abbildungen. Zwei Teile. Jeder Teil etwa RM 33.—; gebunden etwa RM 34.50. (Band 9 der „Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere“). Erscheint im Juni 1926.

Synthese der Zellbausteine in Pflanze und Tier. Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Wechselbeziehungen der gesamten Organismenwelt. Von **Emil Aberhalden**, o. ö. Professor und Direktor des Physiologischen Instituts der Universität Halle a. S. Zweite, vollständig neu verfaßte Auflage. 66 Seiten. 1924. RM 2.40

Begriff und Bedeutung des Zufalls im organischen Geschehen. Von Dr. **Günther Just**, Privatdozent an der Universität Greifswald. 26 Seiten mit 3 Abbildungen. 1925. RM 1.50

Neue Bahnen in der Lehre vom Verhalten der niederen Organismen. Von Dr. **Friedrich Alverdes**, Privatdozent für Zoologie an der Universität Halle. 68 Seiten mit 12 Abbildungen. 1922. RM 2.35

Umwelt und Innenwelt der Tiere. Von Dr. med. h. c. I. v. **Uexküll**. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 230 Seiten mit 16 Textabbildungen. 1921. RM 9.—; gebunden RM 12.—

Sinnesphysiologie und „Sprache“ der Bienen. Von **K. v. Frisch**. (Vortrag, gehalten auf der 88. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Innsbruck am 23. September 1924. Sonderausgabe aus der Zeitschrift „Die Naturwissenschaften“, Zwölfter Jahrgang.) 27 Seiten mit 3 Abbildungen. 1924. RM 1.20

Die Tierwelt in Heilkunde und Drogenkunde. Übersetzt aus dem Norwegischen von Dr. **Hjalmar Broch**, Dozent für Zoologie an der Universität Oslo. 90 Seiten mit 30 Abbildungen. 1925. RM 3.90

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Lehrbuch der Pflanzenphysiologie

Von Dr. **S. Kostytschew**

Ord. Mitglied der Russischen Akademie der Wissenschaften, Professor der Universität Leningrad

In zwei Bänden

Erster Band

C h e m i s c h e P h y s i o l o g i e

575 Seiten mit 44 Textabbildungen. 1926. Rm. 27, in Leinen geb. Rm. 28.50

Aus dem Inhalt:

Vorwort. Einleitung. I. Die Grundlagen der chemischen Pflanzenphysiologie. II. Die Assimilation der Sonnenenergie durch grüne Pflanzen und die primäre Synthese der organischen Stoffe. III. Chemosynthese und Assimilation des molekularen Stickstoffs. IV. Die Ernährung der Pflanzen mit fertigen organischen Verbindungen. V. Die Ernährung der Pflanzen mit Aschenstoffen und die Bedeutung dieser Ernährung. VI. Kohlenhydrate und Eiweißkörper. Die Verwandlungen dieser Stoffe in der Pflanze. VII. Sekundäre Pflanzenstoffe. VIII. Atmung und Gärung. — Sachverzeichnis.

Pflanzenatmung

Von Dr. **S. Kostytschew**, Ord. Mitglied der Russischen Akademie der Wissenschaften, Professor der Universität Leningrad. 159 Seiten mit 10 Abbildungen. 1924. (Bildet Band VIII der „Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und Tiere“. Herausgegeben von M. Gildemeister, Leipzig, R. Goldschmidt, Berlin, C. Neuberg, Berlin, J. Parnas, Lemberg, W. Ruhland, Leipzig.) Rm. 6.60, geb. Rm. 7.50

Lehrbuch der Pflanzenphysiologie

auf physikalisch-chemischer Grundlage

Von Dr. **W. Lepeschkin**

früher o. ö. Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität Kasan
jetzt Professor in Prag

303 Seiten mit 141 Abbildungen. 1925. Rm. 15; in Leinen geb. Rm. 16.50

Aus dem Inhalt

Einleitung. Grundbegriffe der Physiologie. Erster Teil: Physiologie des Stoffwechsels der Pflanze. A. Allgemeine Charakteristik, physikalische und chemische Grundlage der Stoffwechsellerscheinungen. — B. Beschreibung und Erklärung der Stoffwechsellerscheinungen der Pflanze. I. Wasser in der Pflanze. II. Mineralstoffe der Pflanzen. III. Organische Stoffe der Pflanze. IV. Atmungsprozesse der Pflanze. — Zweiter Teil: Wachstumserscheinungen der Pflanze. A. Allgemeine physikalische und chemische Grundlagen der Wachstumserscheinungen. — B. Beschreibung und Erklärung der Wachstumserscheinungen. — Dritter Teil: Bewegungserscheinungen der Pflanzen. A. Allgemeine physikalische und chemische Grundlage der Bewegungserscheinungen. — B. Beschreibung und Erklärung der Bewegungserscheinungen der Pflanzen. Sachverzeichnis. Berichtigungen.

Kolloidchemie des Protoplasmas

Von Dr. **W. Lepeschkin**, früher o. ö. Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität Kasan, jetzt Professor in Prag. 239 Seiten mit 22 Abbildungen. 1924. (Bildet Band VII der „Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und Tiere“. Herausgegeben von M. Gildemeister, Leipzig, R. Goldschmidt, Berlin, C. Neuberg, Berlin, J. Parnas, Lemberg, W. Ruhland, Leipzig.) Rm 9.—