

# Virchows Archiv

für  
pathologische Anatomie und Physiologie  
und für  
klinische Medizin.

Band 176. (Siebzehnte Folge Bd. VI.) Heft 2.

---

## IX.

### Zur Frage bezüglich der Bewegung und der Emigration der Lymphocyten des Blutes.

(Aus dem Pathologisch-anatomischen Institut der Kaiserlichen Universität  
zu Moskau).

Von

Privatdoz. d. path. Anat. Dr. med. K. Wlassow und  
Stud. med. E. Sepp.

---

Die Frage betreffs der Bewegung der Lymphocyten des Blutes entstand, als Max Schultze im Jahre 1865 zum ersten Male das menschliche Blut bei Körpertemperatur auf dem heizbaren Objektische beobachtend, genau feststellte, daß dabei die polymorphkernigen (nach der heutigen Terminologie) Leukocyten sich überaus energisch bewegen (gleich den Amöben), daß ferner die großen Lymphocyten eine bloße Formveränderung eingehen, die kleinen jedoch vollständig unbeweglich bleiben, Obgleich die Beobachtungen M. Schultzes von verschiedenen Autoren immerwährend bestätigt wurden, so hing doch die jedesmalige Formulierung derselben von den allgemeinen Ansichten des betreffenden Autors über die Lymphocyten und ihr Verhältnis zu den übrigen Leukocyten des Blutes ab. Diejenigen Forscher, die eine scharfe Grenzlinie zwischen diesen Zellen zogen, beanspruchten auch hinsichtlich der Beweglichkeit einen Unterschied zwischen völlig unbeweglichen Lymphocyten und beweglichen Leukocyten (Ehrlich, Hayem). Andere Autoren, welche eine Trennung der Lymphocyten von

den übrigen Leukocyten des Blutes für unbegründet halten, wollen hinsichtlich der Beweglichkeit nur eine quantitative, nicht aber qualitative Differenz anerkennen (Holly, Löwit).

Wenn man aber von den Nuancen der verschiedenen Formulierungen absieht, so muß man zugeben, daß die Beobachtungen von M. Schultze auch noch heutzutage ein gewisses Recht beanspruchen dürfen, ungeachtet der neueren Forschungen, welche für eine unbedingte Mobilität der Lymphocyten des Blutes sprechen. Wie wir weiter unten sehen werden, tritt dieselbe unter besonderen Bedingungen zu Tage und muß als eine ausnahmsweise Erscheinung betrachtet werden.

Rieder sagt auf Grund seiner Forschungen folgendes: „Während wir im normalen Blute die allerkleinsten Leukocyten (resp. Lymphocyten) gewöhnlich in unbeweglichem Zustande vorfinden, sehen wir dieselben bei Anämie, besonders hochgradiger, nicht selten in reger Bewegung begriffen.“

Sich auf einige Folgerungen stützend, hatte A. Wolff den Schluß gezogen, daß die Lymphocyten die Fähigkeit zur Bewegung und Emigration besitzen müßten, obgleich es ihm, trotz zahlreicher Versuche, niemals gelingen wollte, eine aktive Bewegung derselben wahrzunehmen. Doch als später Wolff und Hirschfeld gemeinsam das Blut nach Deetjens Methode beobachteten, überzeugten sie sich, daß die Lymphocyten eine rege Form- und unbedeutende Ortsveränderung eingehen. Intensiver sind diese Erscheinungen im leukämischen Blute, schwächer im normalen. Hinsichtlich des normalen Blutes wagt Hirschfeld keine Schlüsse zu ziehen. Wolff ist jedoch weniger zaghaft in der Beleuchtung der Bewegungserscheinungen der Lymphocyten, obwohl er sich auf die gleichen Beobachtungen stützt. Bei näherer Betrachtung der Erscheinungen in dem Medium Deetjens wird es klar, daß die Versuche Wolffs einen Beweis für die völlige Indifferenz dieses Mediums zum Blute und für die daraus folgende Anerkennung der Lymphocytenbewegung, als einer vitalen Erscheinung, zu erbringen, gänzlich ungeeignet sind. In seiner Beschreibung dieser Erscheinungen konstatiert Hirschfeld, daß die zu Anfang der Beobachtung auftretenden zahlreichen Ausläufer den von Gumprecht bei beginnender Leukocytolyse beschriebenen Ge-

bilden völlig gleichen. Zuweilen wird eine Abschnürung von Protoplaststückchen beobachtet. Zur Zeit unserer Untersuchungen über die Blutplättchen bemerkten auch wir beständig eine ähnliche Erscheinung: es treten nämlich sogleich nach Anfertigung des Präparates an vollständig runden Leukocyten plötzlich an einer oder mehreren Stellen zugleich ein oder mehrere wurstähnlich gebogene Ausläufer auf, die sich von den Pseudopodien der Leukocyten scharf unterscheiden. Solche Erscheinungen konnten wir jedoch weder bei der Untersuchung des Blutes im Kapillarraume, noch in anderen Agarmedien ohne Natriumphosphat konstatieren.

Unlängst erschien eine Experimentalarbeit von Maximow über die entzündliche Neubildung von Bindegewebe, welcher der Autor die Meinung zugrunde legt, daß die Lymphocyten bei der Entzündung nicht nur einer Bewegung, sondern auch einer Emigration aus den Gefäßen fähig sind. Um sich von der Mobilität der Lymphocyten des Blutes zu überzeugen, beobachtete Maximow den Blutstropfen eines Kaninchens auf dem heizbaren Objektische und fand, daß die Lymphocyten bei einer Temperatur von 41—42 Grad eine langsame amöboide Bewegung auszuführen beginnen. Überzeugt von der Fähigkeit der Lymphocyten zu einer Ortsveränderung, zieht Maximow daraus den Schluß, daß die Frage der Emigration derselben aus den Gefäßen bei der Entzündung somit positiv gelöst sei.

Noch später veröffentlichte Jolly in einem Aufsätze seine neuen Beobachtungen über die Bewegung der Lymphocyten in leukämischem Blute. Die Mehrzahl der Lymphocyten, gerade die kleineren, blieben sogar bei erhöhter Temperatur (40 Grad) vollständig unbeweglich. Es gelang ihm jedoch, eine Bewegung an den der Größe nach den roten Blutkörperchen gleichkommenden und ein wenig kleineren Lymphocyten zu entdecken. Am häufigsten fand ein Aussenden und Einziehen von Pseudopodien ohne Kriechen statt; zuweilen war eine wirkliche amöboide Ortsveränderung zu konstatieren,

Wir sehen also, daß denjenigen Beobachtungen, bei welchen eine Bewegung der Lymphocyten des Blutes konstatiert wurde, ausschließliche Bedingungen zugrunde lagen: entweder war das

Blut selbst pathologisch verändert, wie bei den Beobachtungen von Rieder und Jolly; oder es wurde eine Methode angewendet, bei welcher das Blut dem Einflusse durchaus nicht indifferenten Ingredientien unterworfen wird, wie das bei Hirschfeld und Wolff der Fall war; oder schließlich wurde das Blut zu hoher Temperatur ausgesetzt, wie Maximow es tat. Wenn man also die im Deetjensen Medium beobachtete Bewegung der Lymphocyten einer chemischen Einwirkung zuschreiben kann, so ist auch die von Maximow bei erhöhter Temperatur beobachtete Bewegung als das Resultat einer Überwärmung hinzustellen.

Unsere eigenen Versuche, sowohl bei chemischer Einwirkung auf das Blut, als auch bei Überwärmung desselben, überzeugen uns von der Richtigkeit dieser Folgerung; und wenn wir die Befunde der allgemeinen Physiologie zu Hilfe nehmen, und auf dieselben gestützt die beobachteten Erscheinungen analysieren, so kommen wir zu ganz definitiven Schlüssen.

Um über die Bewegungsfähigkeit der Lymphocyten des Blutes urteilen zu können, waren wir bei unseren Beobachtungen vor allem bemüht, uns möglichst wenig von den normalen abweichende Bedingungen zu garantieren. Wie wir schon gesehen haben, wird dies durch das Medium Deetjens nicht erreicht. Bekanntlich gilt als die beste Untersuchungsmethode in dieser Hinsicht, ausgenommen die unmittelbare Beobachtung der Leukocyten in den Gefäßen und den Geweben, die Untersuchung des Blutes im Kapillarraume zwischen zwei Deckgläschen. Bei Anwendung dieser Methode sind alle Vorichtsmaßregeln zur Erhaltung einer normalen Concentration des Blutes zu beobachten.

Wenn wir das schnell angefertigte Präparat auf den warmen Objektisch legen und sofort bei einer Temperatur von  $37^{\circ}$ — $38^{\circ}$  beobachten, so bemerken wir folgende Erscheinungen: fast alle Leukocyten sind vollständig rund, kugelartig. Bald jedoch beginnt eine Abplattung derselben. Aus kugelartigen Formen werden sie platt und verlieren nach und nach ihre runde Form. Allmählich wird die Formveränderung reger und die polymorphkernigen Leukocyten beginnen zu wandern. Eine solche Wan-

derung dauert, ohne schwächer zu werden, viele Stunden. Die Lymphocyten verfallen auch einer Abplattung gleich den übrigen Leukocyten. Dieselbe hat eine Vergrößerung des sichtbaren Umfanges zur Folge; das vordem unbemerkbare Protoplasma umgibt den Kern in Art einer breiten Zone. Der Kern erscheint meist nicht vollständig rund, sondern etwas bohnenartig; neben seiner Einbuchtung sammelt sich gewöhnlich eine größere Menge des Protoplasmas und man sieht hier einige glänzende Körnchen. Ferner sind auch an den Lymphocyten, wenn auch nicht so leicht und schnell wie an den übrigen Leukocyten, geringe Formveränderungen wahrnehmbar: bald sammelt sich mehr Protoplasma an der einen Stelle, bald an der anderen. Weiter jedoch als zu diesen außerordentlich trägen und unbedeutenden Configurationsänderungen der Lymphocyten kommt es nicht. Und selbst innerhalb der Grenzen dieser Veränderungen zeigen sich individuelle Schwankungen: an den einen der Lymphocyten kann man trotz der aufmerksamsten Beobachtung nicht die geringste Veränderung entdecken, an den anderen wiederum sind die Veränderungen recht deutlich. Im allgemeinen kann man sagen, daß diese Erscheinungen leichter und mit größerer Konstanz an den größeren Lymphocyten zu beobachten sind.

Bei Untersuchung des Blutes unter möglichst normalen Bedingungen bietet sich unserem Auge also dasselbe Bild dar, das schon längst von Max Schultze und anderen Autoren beobachtet wurde: die Lymphocyten sind unter diesen Bedingungen unbeweglich. Was jedoch die unter solchen Bedingungen beobachteten Erscheinungen betrifft, so betonen wir eine Abplattung und Formveränderung der Lymphocyten, da diese Tatsache für die Kontraktionsfähigkeit der Lymphocyten spricht, d. h. dieselben zeigen nur einen Versuch, sich zu bewegen. In der Tat im Laufe der ersten Minute nach Anfertigung des Präparates treffen wir die Leukocyten im Kontraktionszustande. Solange diese Kontraktion andauert, ist eine Bewegung auch für die beweglichen Leukocyten unmöglich. Beim Eintritt des Ruhestandes schwindet die starre Kontraktion, und die abgeplatteten Leukocyten bringen die ihnen eigene Bewegungsfähigkeit zu Tage. An den Lymphocyten nehmen wir zuerst dieselbe

Kontraktion wahr, dann aber tritt eine aktive Abplattung auf; dadurch erhalten die Lymphocyten die Möglichkeit, eine Bewegungsfähigkeit zu äußern, eine Ortsveränderung tritt indessen nicht ein; die Bewegung beschränkt sich auf eine bloße Formveränderung. Daraus können wir schließen, daß die Lymphocyten unter möglichst normalen Bedingungen keiner Lokomotion fähig sind, obwohl ihr Protoplasma kontraktile ist.

Um also die Bewegungserscheinungen der Lymphocyten, welche von einigen Autoren beschrieben werden, beobachten zu können, ist eine Störung dieser Bedingungen notwendig. Am leichtesten und bequemsten ist eine Störung der Temperaturbedingungen zu erreichen. Zu diesem Zwecke unterwarfen wir die erwähnten Präparate dem Einflusse erhöhter Temperatur und erhielten folgende Resultate:

Die Temperatur wurde bis ca.  $40^{\circ}$  erhöht. Die Bewegung der Leukocyten ist energischer. Die Lymphocyten lassen ein lebhafteres Aussenden und Wiedereinziehen ihrer Ausläufer beobachten, aber von einer Bewegung ist nicht zu reden: sie zeigen keine Ortsveränderung.

Wir erhöhen die Temperatur bis  $42^{\circ}$  und nach und nach noch weiter bis  $44^{\circ}$ — $48^{\circ}$ . Jetzt treten sehr charakteristische Erscheinungen auf, sowohl an den Leukocyten, als auch an den Lymphocyten. Wollen wir zuerst die Erscheinungen an den Leukocyten betrachten: bei einer Temperaturerhöhung bis  $42^{\circ}$ — $46^{\circ}$  (in verschiedenen Fällen und an verschiedenen Leukocyten nicht gleich) setzen die Leukocyten ihre Bewegung fort, jedoch bemerken wir dabei die Besonderheit, daß ihre Bewegung nicht koordiniert ist. Die Leukocyten haben nämlich bei ihrer lebhaften Bewegung nicht Zeit genug, ihre früheren Ausläufer wieder einzuziehen, oder ihren Körper in bestimmter Richtung fortzubewegen; daraus resultieren Bilder, welche uns die Leukocyten außerordentlich gedehnt erscheinen lassen, so daß es den Anblick hat, als ob sie in Teile zerreißen wollten. In anderen Fällen senden sie unter Veränderung der Richtung ihrer Bewegung einen neuen Ausläufer aus, ohne noch Zeit gehabt zu haben, die früheren wieder einzuziehen; so erhalten wir das Bild eines Leukocyten mit mehreren Pseudopodien

gleichzeitig. Kurz kann man diese Erscheinungen in folgender Weise ausdrücken: unter den bezeichneten Bedingungen tritt an den Leukocyten eine Schwächung ihrer Kontraktionsphase ein.

Jedoch außer gestörter Regelmäßigkeit der Bewegung kann man nicht selten (besonders bei noch höherer Temperatur) auch ein direktes Absterben der Leukocyten beobachten: einige von ihnen verlieren ihre Beweglichkeit, quellen auf und nehmen eine runde Form an; außerdem sind an ihnen zahlreiche Vakuolen bemerkbar. Andere setzen wohl ihre Bewegung fort, werden aber auch stark vakuolisiert.

Also gehen die Leukocyten bei so hoher Temperatur unter; ihr beginnendes Absterben äußert sich vor allen Dingen in einer Störung der Bewegungskoordination in der Schwächung der Kontraktionsphase.

Die Erscheinungen an den Lymphocyten unter denselben Bedingungen sind etwas komplizierter. Schon bei  $44^{\circ}$  beginnen einige Lymphocyten sich zu regen. Dabei verlieren sie völlig ihre gewöhnliche runde Form, strecken sich aus und fangen an zu kriechen. Die Bewegung gleicht vollständig der normalen Leukocytenbewegung. Doch besonders auffallend ist der Umstand, daß nach Beginn der Bewegung bei so hoher Temperatur, die Lymphocyten diese aktive Ortsveränderung auch beim Sinken derselben fortsetzen; sie kommt zuweilen erst bei  $35^{\circ}$  zum Stillstand. Diese Erscheinung ist nicht immer in gleicher Art zu beobachten. So beginnen einige Lymphocyten die Bewegung schon bei  $44^{\circ}$ — $46^{\circ}$  und stellen sie beim Sinken der Temperatur um einige Grade (z. B. bis  $40^{\circ}$ ) wieder ein; bei neuer Erhöhung genügen oft schon  $42^{\circ}$ — $43^{\circ}$ , um die Bewegung aufs neue hervorzurufen, und auf diese Weise kann man sie durch wiederholte Temperaturerhöhungen dazu bringen, daß sie sich schon bei verhältnismäßig niedriger Temperatur ( $36^{\circ}$ ) bewegen. Andere aber, nachdem sie die Bewegung bei hoher Temperatur begonnen, stellen dieselbe bei ihrem Herabgehen nicht ein; erst äußerst niedrige Temperatur veranlaßt sie, eine rundliche Form anzunehmen. Die dritten beginnen die Bewegung nicht bei Erhöhung der Temperatur, sondern erst, wenn letztere nach Überwärmung zu sinken beginnt (bis

40°—38°). Es ist also auch in diesem Falle eine vorläufige Überwärmung notwendig. Endlich bleibt ein Teil der Lymphocyten gänzlich unbeweglich bei jeglicher Temperatur, wie das ja auch bei einigen der übrigen Leukocyten der Fall ist.

Es ist somit schwierig, den an den Lymphocyten bei hoher Temperatur beobachteten Veränderungen mit einer Definition Ausdruck zu geben. Eine Erscheinung ist jedoch allen Lymphocyten gemein: um in den Zustand einer Bewegung zu gelangen, bedürfen sie einer Überwärmung. Nach der Überwärmung bleibt diese Bewegungsfähigkeit auch bei geringerer Temperatur in Kraft.

Noch eine Eigentümlichkeit ist der Bewegung der Lymphocyten eigen. Wir erwähnten schon, daß unter normalen Bedingungen eine Formveränderung an größeren Lymphocyten mit bedeutender Menge Protoplasma leichter vor sich geht, und diese Erscheinung ist auch schon längst in der Literatur beschrieben. Dagegen an der Bewegung, die nach einer Überwärmung eintritt, nehmen sowohl die großen, als auch die kleinen Lymphocyten Anteil: ja noch mehr: wir machten wiederholt die Bemerkung, daß die kleineren Lymphocyten diese Bewegung früher beginnen als die größeren.

Auf Grund der angeführten Beobachtungen kann man sagen, daß die Lymphocyten unter annähernd normalen Verhältnissen unbeweglich sind; jedoch eignen sie sich eine eigenartige Bewegungsfähigkeit an, sobald diese Bedingungen gestört werden. Im genannten Fall stören wir so bedeutend die Temperaturbedingungen, daß die Leukocyten absterben.

Wir erwähnten schon, daß in der Literatur Andeutungen über eine Bewegung der Lymphocyten infolge einer Störung der chemischen Bedingungen gemacht werden. Um die Frage in dieser Richtung zu erörtern, mußten wir künstlich solche chemisch anomalen Bedingungen hervorrufen, die eine Bewegung der Lymphocyten zur Folge haben konnten. Wir stellten mit Placentarextrakt, Pepton, Lecithin und Weizengriesdecoct Versuche an; dabei bedienten wir uns der Methode Deetjens, indem wir in seinem Medium die Phosphate durch diese Ingredienten ersetzten.

Das in der Bakteriologie gebräuchliche Placentarextrakt



wurde von uns benutzt, weil es sich wie jedes Gewebeextrakt nicht indifferent zu den Zellen und den Geweben verhält. Wir fügten es dem Agar-Agar (1 p. c.) mit NaCl (0,6 p. c.) bei im Verhältnis von 1 : 10 (ungefähr). Die Resultate waren unbeständig, wahrscheinlich im Zusammenhang mit der Unbeständigkeit der Extraktmischung. Es gelang uns jedoch dabei die Bewegungen der Lymphocyten bei einer Temperatur von 37° und sogar 35° zu beobachten. Diese Bewegung ist ganz dieselbe wie nach einer Überwärmung. Die Leukocyten sterben dabei ab: ihr Protoplasma und Kern werden stark vakuolisiert, der ganze Körper scheint, infolge der Menge von Vakuolen, gequollen, die Konturen verschwimmen.

Weiter wurde Pepton angewandt und zwar aus folgendem Grunde: eine Injektion desselben in das Gefäßsystem hat eine Schwächung der Blutgerinnung zur Folge; es verhält sich also auch nicht indifferent zum Blute. Wir benutzten eine Konzentration von  $\frac{1}{4}$  p. c.—1 p. c. An und für sich rief das Pepton bei einer Temperatur von 38° keine Ortsveränderung der Lymphocyten hervor, es war jedoch eine lebhaftere Formveränderung an denselben bemerkbar. Eine Ortsveränderung trat bei verhältnismäßig geringer Temperaturveränderung (40°—41°) ein, obwohl sie nicht so lebhaft war, wie bei der Benutzung des Placentarextrakts.

Lecithin wandten wir an, weil es überhaupt eine große Rolle im Leben der Zellen spielt und die Eigenschaft besitzt, die Lebenstätigkeit der Gewebe zu erhöhen. Da aber keine Resultate erzielt wurden, so wollen wir darüber nicht weiter reden.

Die am meisten constanten Resultate, freilich unter Mitwirkung etwas erhöhter Temperatur, erhielten wir durch Hinzufügung von Weizengriesdecoct zum Agar; demselben wird bei Injektion in die serösen Höhlen, wie bekannt, ein positiver chemotaktischer Einfluß auf die Leukocyten des Blutes zugeschrieben. Wir bedienten uns seiner in folgender Weise: Wir kochten Agar (1 p. c.) mit Weizengries (1 p. c.) und fügten dem Filtrat NaCl (0,6 p. c.) bei. Die Bewegung, welche wir bei Anwendung von Weizengries und gleichzeitiger Temperaturerhöhung (bis 40°—41°) beobachteten, ist weniger intensiv, als beim Überwärmen.

Obwohl die angeführten Untersuchungen gering an Zahl und lückenhaft sind, so geben sie uns doch einige Möglichkeit, die Bewegungsercheinungen der Lymphocyten zu beurteilen. Wir sehen, daß sowohl bei starker Störung der Temperaturbedingungen, als auch bei chemischen Einwirkungen der Untergang der Leukocyten schneller eintritt, und daß die Lymphocyten dabei eine unter annähernd normalen Bedingungen ihnen nicht eigene Beweglichkeit zu entfalten beginnen.

Um eine mehr zusammenhängende Vorstellung über die von uns beobachteten Erscheinungen zu erhalten, wenden wir uns jetzt zur Physiologie der amoeboiden Bewegung.<sup>1)</sup>

Daß die Erscheinungen der amoeboiden Bewegung nicht etwas Spezifisches für lebende Organismen darstellen, beweisen die Experimente von Gad, Quincke, Rhumbler und Bern-

<sup>1)</sup> Von den bestehenden Theorien über die amoeboiden Bewegung muß man als die allgemein anerkannte diejenige betrachten, welche eine Erklärung der Bewegung in der Veränderung der Oberflächenspannung sieht. An der Aufstellung dieser Theorie nehmen sowohl Physiologen, als auch Physiker teil. Wenn auch bis jetzt noch Er widerungen von Seiten der Anhänger der Hofmeister-Engelmannschen Inotagmen erscheinen, so sind dieselben unwesentlich und fallen an und für sich bei näherer Bekanntschaft mit den Befunden der Physik weg, obgleich sie zuweilen auf Grund derselben physischen Formeln aufgebaut sind. Wollen wir ein Beispiel anführen: Als einen triftigen Beweis gegen den flüssigen Zustand des Protoplasmas und folglich auch gegen die Bedeutung der Oberflächenspannung für seine Bewegung, könnte man die von Karpow angeführte Meinung vorbringen, daß auf Grund des bekannten physikalischen Gesetzes ein dünner und langer Cylinder von Flüssigkeit nicht existieren kann, da er bei einer Höhe, welche den Diameter des Querschnitts  $\pi$  mal übersteigt, unerläßlich in Tropfen zerfallen muß; indessen kann man bei einigen Protozoen dünne fadenähnliche Pseudopodien beobachten. Die Haltlosigkeit dieses Beweises resultiert jedoch aus der Arbeit des Physikers van der Mensbrugghe, in welcher derselbe unter anderem die Bedingungen klarlegt, in denen die Strahlen einer Flüssigkeit in einer anderen Flüssigkeit fortbestehen können, ohne in Tropfen zu zerfallen. Es ist hier nicht am Platze, in eine genaue Kritik der hierher gehörigen Arbeiten einzugehen; wir beschränken uns bloß auf die Namen der Autoren: Hofmeister, Engelmann, Schenk, Karpow einerseits und Gad, Quincke, Vorworn, Bernstein, Rhumbler und van der Mensbrugghe andererseits.

stein. Gad und später Quincke erzielten Erscheinungen, welche an das Aussenden von Pseudopodien bei den Protozoen sehr erinnerten, indem sie fettsäurehaltige Öltropfen in eine alkalische Lösung einbrachten. Bernstein beobachtete chemotaktische Erscheinungen an einem Quecksilbertropfen in Schwefelsäurelösung beim Versenken eines Kristalls von Kal. bichrom. in dasselbe Gefäß. Rhumbler endlich ließ Öltropfen in mit chemotaktisch auf sie wirkenden Flüssigkeiten (Nelkenöl, Chloroform, Ätzalkali) angefüllte Kapillarröhrchen eindringen. Alle diese Erscheinungen erklären sich durch die ungleichmäßige Abnahme der Oberflächenspannung. In diesen Versuchen ist die Veränderung der Oberflächenspannung das Resultat einer chemischen Einwirkung des umgebenden Mediums; andererseits beweisen die Vivisektionsversuche Verworn's, welche er an einzelligen Organismen anstellte, daß die Veränderung der Oberflächenspannung auch von der Tätigkeit des Kerns abhängen kann; dabei arbeitet der Kern gewisse „Kernsubstanzen“ aus und übergibt sie dem Protoplasma; diese Substanzen nun erhöhen die Oberflächenspannung. Diese Versuche zusammen mit den Versuchen Kühn's zeigen, daß die Abnahme der Oberflächenspannung an den einzelligen Organismen infolge einer chemischen Einwirkung auf die „Kernsubstanzen“ von Seiten des umgebenden Mediums erfolgt. Wenn wir in Betracht ziehen, daß wir mit dem Begriff „Kernsubstanzen“ verschiedene Substanzen bezeichnen, deren Entstehung mit Kerntätigkeit verbunden ist, so können wir aus einem Vergleich der Versuche folgenden Schluß ziehen: der Kern scheidet in das Protoplasma Substanzen aus, welche durch Vergrößerung der gegenseitigen Anziehungskraft der Protoplasamoleküle die Oberflächenspannung vergrößern. Diese Substanzen kann man als „die Kernsubstanzen I. Kategorie“ bezeichnen. Im Protoplasma werden diese Substanzen infolge weiterer Reaktionen zu „Kernsubstanzen II. Kategorie“ verarbeitet; zwischen letzteren und dem sie umgebenden Medium besteht eine Affinität, die eine Verminderung der Oberflächenspannung zur Folge hat. Gleichzeitig mit diesen Desassimilationsprozessen, welche Energie ausscheiden, finden in der Zelle auch Assimilationsprozesse statt, wodurch die Möglichkeit des vitalen Gleichgewichts bedingt wird. Es ist also

die zur Ortsveränderung führende Änderung der Oberflächenspannung das Resultat eines Stoffwechsels zwischen Protoplasma und Kern einerseits und zwischen Protoplasma und dem umgebenden Medium andererseits. Der Unterschied zwischen der Intensität der Protoplasmatätigkeit und der des Kerns bedingt auch die Verschiedenheit des äußern Effekts. Nehmen wir, um die Differenz klar zu legen, zwei Extreme: einen kleinen resp. schwach funktionierenden Kern bei reichlichem resp. stark funktionierendem Protoplasma und das ganz entgegengesetzte Verhältnis. Im ersten Falle sehen wir: der Kern scheidet nur wenige die Oberflächenspannung erhöhende Substanzen aus, daher entsteht eine Abschwächung der Kontraktionsphase; dieselbe präsentiert sich derart, daß die Zelle keine Zeit zur Kontraktion findet, sich bedeutend in die Länge zieht oder gleichzeitig mehrere Ausläufer aufweist. Die spärlich ausgeschiedenen „Kernsubstanzen I. Kategorie“ verwandeln sich schnell in „Kernsubstanzen II. Kategorie“ und bedingen eine Verminderung der Oberflächenspannung — eine energische Bewegung. Die Anzeichen einer funktionellen Schwäche des Kern bei noch kräftigem Protoplasma sind also: energische Bewegung und gleichzeitig geschwächte Kontraktionsphase. Im entgegengesetzten Falle haben wir: eine zu große Menge „der Kernsubstanzen I. Kategorie“. Für eine bedeutende Veränderung der Oberflächenspannung ist eine viel energischere Umarbeitung „der Kernsubstanzen I. Kategorie“ zu „Kernsubstanzen II. Kategorie“ erforderlich, was jedoch infolge des schwach funktionierenden Protoplasmas nicht zustande kommen kann. Das Resultat ist die Unmöglichkeit einer Ortsveränderung oder eine nur schwache Formveränderung.

Jetzt wollen wir vom Standpunkt obiger Auseinandersetzungen die uns interessierende Frage der Bewegung der Lymphocyten betrachten. Wir sehen, daß im Falle, da die großen Leukocyten mit reichlichem Protoplasma sich energisch bewegen und beide Bewegungsphasen sich im Gleichgewicht befinden, die Lymphocyten unbeweglich bleiben. Umgekehrt, wenn die Kerntätigkeit geschwächt ist, was bei den Leukocyten an der Schwächung der Kontraktionsphase wahrzunehmen ist, — wird auch an den Lymphocyten eine Bewegung deutlich.

Wenn wir uns nun mit der Erklärung dieser Erscheinungen befassen, so sehen wir, daß die Lymphocyten als Zellen mit relativ größerem Kern und äußerst geringer Menge Protoplasma eine Verminderung der Erschlaffungsphase aufweisen müssen; ihre Oberflächenspannung ist immer zu groß, da die Ausscheidung „der Kernsubstanzen I. Kategorie“ mächtig, jedoch die Umwandlung derselben in „Kernsubstanzen II. Kategorie“ infolge des schwach funktionierenden Protoplasmas, gering ist. Bei geschwächter Kerntätigkeit (aus welchem Grunde es auch sei) müssen die Erscheinungen insofern sich verändern, daß die Menge „der Kernsubstanzen I. Kategorie“ kleiner wird und gleichzeitig die Möglichkeit einer Bewegung eintritt, wie wir es auch in Wirklichkeit beobachten. Daß wir es hier mit einer Schwächung der Kernfunktion zu tun haben, ist nicht nur aus den parallelen Beobachtungen an den Leukocyten zu ersehen, sondern findet seine Erklärung auch darin, daß bei wiederholten Wärmeerhöhungen die Bewegung der Lymphocyten jedesmal schon bei geringerer Temperatur beginnt. Diese Tatsache ist von der größten Wichtigkeit für die Frage der Vitalität der Bewegungserscheinungen an den Lymphocyten. Tatsächlich, physiologisch betrachtet, steht sie im vollen Gegensatz zu den Gesetzen der Ermattung und Erschöpfung; im genannten Falle findet sie jedoch eine einfache Erklärung darin, daß der ermattete Kern bei jeder neuen schädlichen Einwirkung immer mehr und mehr geschwächt wird.

Wenn wir nun die beobachteten Erscheinungen zusammenfassen und auf Grund der physiologischen Befunde beurteilen, so können wir behaupten, daß die Lymphocyten infolge der Quantitätsdifferenz des Protoplasmas und Kerns zu keiner Bewegung fähig sind, und daß die Bewegung, welche sie beim Untergang der Zelle mit vorausgegangenem Absterben des Kerns aufweisen, nur einer nekrobiotischen Bewegung der kernlosen Protoplasmafragmente gleichzustellen ist.

Wollen wir das über die Lymphocytenbewegung in einem Blutropfen Erwähnte resümieren: so besitzen die Lymphocyten des menschlichen Blutes die Fähigkeit, eine amoeboider Ortsveränderung einzugehen, jedoch nur eine potentielle; dieselbe verwandelt sich nur dann in eine kinetische, wenn die Lebens-

tätigkeit der Zelle anomalen Verhältnissen anheimfällt, die überhaupt ungünstig auf das Leben der Zellen wirken — so bei der Verstärkung der Bewegungsfunktion der Zellen, welche sich im Zustande der Nekrobiose befinden.

Wenn wir die Ausschließlichkeit der für diese Ortsveränderung notwendigen Bedingungen, den deutlichen und schnellen Untergang der Leukocyten dabei und die Eigenheiten in der Bewegung der Lymphocyten, welche den Gesetzen der Ermattung und Erschöpfung widersprechen, in Betracht ziehen, so sind wir berechtigt, die durch eine amoeboide Bewegung erfolgende Ortsveränderung der Lymphocyten ihrem Wesen nach wohl als physiologische, jedoch außerhalb der gesetzlichen Grenzen einer physiologischen Tätigkeit zu beobachtende, hinzustellen. Wenn die Zelle unter solchen Verhältnissen uns eine ihrer Lebensfunktionen wahrnehmen läßt, so kann diese Erscheinung doch nicht als Ausdruck einer normalen Lebenstätigkeit betrachtet werden; deshalb muß diese Frage, solange die Bewegung der Lymphocyten in normalen Lebensverhältnissen durch direkte Beobachtungen nicht bewiesen ist, negativ beantwortet werden.

In demselben Sinne müssen wir uns auch hinsichtlich der Emigration der Lymphocyten aus den Gefäßen bei Entzündungsprozessen aussprechen, da die Literatur keine direkten Beweise für eine solche enthält; die Beobachtungen aber, welche einige Forscher für die positive Lösung dieser Frage vorbringen, besitzen eine so wenig feste Grundlage, daß sie mit gleichem Erfolg als Argument für die entgegengesetzte Anschauung benutzt werden können.

#### Literatur.

1. Bernstein, Pflügers Arch. Bd. 80, 1900.
2. Deetjen, dieses Arch. Bd. 164, 1901.
3. Ehrlich und Lazarus, Die Anämie.
4. Engelmann, Hermanns Handbuch d. Physiologie Bd. I, 1879.
5. Gad, Du Bois-Reymonds Arch. f. Physiologie 1878.
6. Hayem, Du sang et de ses altérations anatomiques. Paris, 1889.
7. Hirschfeld, Berl. klin. Wochenschrift 1901, No. 40.
8. Hofmeister, nach Karpow cit.
9. Jolly, Archives de médecine experimentale et d'anatomie pathologique. 1903.

10. Karpow, Berichte d. Landwirt. Inst. zu Moskau Bd. I, 1900.
11. Löwit, Ergebn. d. allg. Path. Lubarsch VII. Jahrg., 1900.
12. Maximow, Zieglers Beitr. z. path. Anatomie u. z. allg. Pathol. Fünftes Supplementheft 1902.
13. van der Mensbrugghe, Physikalische Zeitschrift 1900, No. 3, Heydweilers Ref.
14. Neumann, Berl. klin. Wochenschrift 1878, No. 41.
15. Quincke, Sitzungsab. d. Kgl. Akad. d. Wiss. zu Berlin Bd. 34, 1888.
16. Rieder, Beiträge z. Kenntnis d. Leukocytose. Leipzig, 1892.
17. Rhumbler, Physikalische Zeitschr. I. Jahrg. 1900.
18. Schenk, Pflügers Arch. Bd. 66, 1897.
19. Schultze, Arch. für Micr. Anat. Bd. I, 1865.
20. Verworn, Allg. Physiologie.
21. Wlassow und Sepp, Centralbl. f. allg. Path. und Pathol. Anatomie VIII. Bd., No. 12, 1902.
22. Wolff, Berlin. klin. Wochenschrift 1901, No. 52.

---

## X.

### **Zur Frage der normalen und pathologischen Histologie der Gallenkapillaren in Verbindung mit der Lehre von der Pathogenese des Ikterus.**

(Aus der Prosektur des Nikolai-Stadtkrankenhauses zu Rostow a. Don.)

Von

Prosektor S. Abramow und stud. med. A. Samoilowicz.

Ins Deutsche übersetzt von Dr. med. A. von Kraut.

(Hierzu Taf. IV, V u. VI.)

Bis zur letzten Zeit war über den feineren Bau und über die pathologischen Veränderungen der Gallenkapillaren verhältnismäßig wenig bekannt, weil es keine gute Methode für eine elektive Färbung derselben gab. Mangels dieser Kenntnisse hatten die Forscher auch keine klaren Vorstellungen, die sich auf feste histologische Fakta stützen konnten, davon, auf welche Weise die Galle beim Ikterus, aus den von der Natur vorgesehenen Behältern und Wegen in den Kreislauf gelangt. Die bisherigen Kenntnisse stützten sich hauptsächlich auf experimentelle Injektionen der Gallenwege und physiologische Versuche mit Unterbindung des duct. choledochus und thoracicus.