

(Aus dem Pathologischen Institut der Universität Gießen. — Direktor: Professor
Georg Herzog.)

Beobachtungen an der Froschzunge nach Tuscheeinspritzung in die Blutbahn.

Von

Dr. W. Schopper,

Assistent am Institut.

Mit 4 Textabbildungen.

(Eingegangen am 18. Januar 1929.)

Im folgenden möchte ich vor allem über das Verhalten der *Gefäßwandzellen* der Froschzunge bei Tuscheeinspritzung in die Blutbahn berichten. Infolge der Bedeutung der Blutcapillaren für den Organismus sind schon viele histologische Untersuchungen und zahlreiche experimentelle Arbeiten über ihre Funktion gemacht worden; aber die Meinungen gehen in vielen Punkten so auch in der Frage der Entstehung verschiedener Zellarten aus den Gefäßwandzellen nicht nur in Milz und Leber, sondern auch im peripheren Gefäßsystem noch weit auseinander. Zum ersten Male wurden von *Eberth* an den Capillaren Endothelzellen und die ihnen dicht anliegenden Adventitialzellen unterschieden. Die Herkunft der Adventitialzellen wurde verschieden beurteilt. *Marchand* hat in seinem Referat die Adventitialzellen zu einer großen, im frühembryonalen Leben entstehenden Gruppe von indifferenten Bindegewebswanderzellen gerechnet, „die sich den sprossenden Capillaren anfangs lose, später inniger anlegen, so daß sie bleibende Bestandteile der Gefäßwand zu sein scheinen“. Schon in früheren Arbeiten betonte er, daß die Adventitialzellen Lymphocyten und Bindegewebswanderzellen liefern können. *Gg. Herzog* faßt die Adventitial- und Endothelzellen als Gefäßwandzellen zusammen. An den ausgebildeten Capillaren sind nach seiner Ansicht beide zu trennen, und es sind die Adventitialzellen, denen eine Multipotenz innewohnt, während die Endothelzellen bereits funktionell als Deckzellen der Gefäßlichtungen fester in ihrer Entwicklungsrichtung verankert sind. Bei Wucherung von Gefäßen und Neubildung von Gefäßsprossen ist aber diese Trennung vielfach nicht mehr durchzuführen und gehen aus Abkömmlingen von Endothelzellen durch Ablösung an den Sproßspitzen und durch seitliche Abschalung Adventitialzellen hervor; andererseits wachsen je

nach den Umständen mit der Endothelsprosse auch ursprüngliche Adventitialzellen und deren Abkömmlinge vor. Die großen spindeligen und sternförmigen Adventitialzellen sind nach *Gg. Herzog* je nach dem Bedürfnis und dem sie treffenden Reize fähig, lymphocytäre und plasmacelluläre Formen, großkernige Bindegewebsamöbocyten, Granulocyten und Mastzellen, Fibroblasten und wahrscheinlich auch glatte Muskelzellen zu liefern. *Baumgarten, Saltykow, Borst, Gg. Herzog* und andere Forscher stehen auf dem Standpunkt, daß Endothelzellen zu Bildnern faserigen Bindegewebes werden können. *Hueck* spricht in seiner Mesenchymarbeit ebenfalls den Endothelzellen unter gewissen Bedingungen die Fähigkeit der Bindegewebsbildung zu, glaubt auch den Ansichten *Marchands* und *Gg. Herzogs* hinsichtlich der Entwicklung aller Arten mesenchymaler Zellen aus den adventitiellen Zellen unter Umständen zustimmen zu müssen. Aber nicht nur eine Umwandlung der Gefäßwandzellen in andere Zellen ist zu erwähnen, sondern auch die Verschiedenartigkeit der Capillarendothelien untereinander. Es besteht gewissermaßen eine Anpassungsfähigkeit der Gefäßwandzellen in den verschiedenen Organen; unter dem Einflusse des jeweiligen Ortes und seiner Leistung findet man einen etwas verschiedenen Bau der Capillarwand; so sind die Kupfferschen Sternzellen der Leber wohl auch als endotheliale Zellen mit besonderen, ihrer Lokalisation angepaßten Funktionen aufzufassen, die sich von den Zellen der übrigen Blutgefäße unterscheiden. Während die Kupfferschen Sternzellen und die Sinuszellen der Milz, oder wenigstens ein großer Teil der letzteren, nach Ansicht aller Untersucher die Fähigkeit haben, Kolloidsubstanzen und Farbstoffe zu speichern und sich unter gewissen Reizen aus dem Verband lösen und in Makrophagen umwandeln können, sind nach Untersuchungen von *Maximow* die Endothelien der gewöhnlichen Blutgefäße nicht fähig, Farbstoffe zu speichern. Zahlreiche Forscher schreiben aber auch diesen Gefäßwandzellen die Fähigkeit der Phagocytose und Umwandlung in Wanderzellen zu (*Oeller* 1923, *Fritz Herzog* 1924, 1925). *Fritz Herzog* gab 1924 eine Methode an, die Funktion der Capillarendothelien im Leben längere Zeit zu untersuchen; er beobachtete die Gefäßwandzellen der Froschzunge nach Tuscheeinspritzung in die Femoralvene und stellte eine Abwanderung von Endothelzellen bzw. ihren Abkömmlingen ins perivascularäre Gewebe fest. Seine Untersuchungen erstreckten sich auf einen Zeitraum von 14 Tagen. *Fr. Stilwell* beschäftigte sich später ebenfalls mit dieser Frage und kam auf Grund seiner Untersuchung zu einer Ablehnung der Herzogschen Befunde; allerdings muß erwähnt werden, daß er eine Abänderung der Versuchsanordnung vornahm, indem er zur Anregung einer entzündlichen Reaktion Eidotter in die Froschzunge einspritzte. Die Untersuchungsergebnisse beider Arbeiten sollen später gemeinsam mit eigenen Beob-

achtungen besprochen werden. Infolge der verschiedenen Schlußfolgerung beider Forscher haben wir uns ebenfalls mit der Frage der Funktion der Gefäßwandzelle in der Froschzunge beschäftigt und uns dabei an die von *Fr. Herzog* angegebene Methode gehalten. Wenn auch die Ergebnisse an der Froschzunge nicht ohne weiteres auf Warmblüter zu übertragen sind, so geht doch aus den Untersuchungen von *Zimmermann*, der Capillaren von zahlreichen Kalt- und Warmblütern untersuchte, hervor, daß die Capillaren von Kalt- und Warmblütern in ihrem Aufbau große Ähnlichkeit zeigen, so daß auch in ihren Funktionen auf ähnliche Vorgänge geschlossen werden darf.

Die Versuche, die an 50 Fröschen vorgenommen wurden, zeigten folgende Anordnung:

Mittelgroße Frösche wurden durch Einspritzung von $\frac{1}{2}$ —1 ccm einer 25proz. Urethanlösung in den Rückenlymphsack gelähmt, wodurch Atmung und Herz-tätigkeit kaum beeinflußt wurden. Die Wirkung trat nach ungefähr 15—30 Minuten ein und hielt 4—8 Stunden an. Mehrmalige Gaben wurden ohne Schaden vertragen. Einzelne Tiere bekamen bis zu 10 Urethaneinspritzungen. Die Zunge des Frosches wurde über einen Korkring, der mit einem Deckglas bedeckt war, locker aufgespannt. In die freigelegte Femoralvene wurden, wenn guter Blut-umlauf in der Zunge vorhanden war, 1—1 $\frac{1}{2}$ ccm Tuschelösung eingespritzt. Wir verwendeten dazu eine ganz feinkörnige Tusche (E 2. 306 von Günther Wagner, Hannover), um nicht schon bei der Einspritzung größere Tuschekonglomerate in die Blutbahn des Frosches zu bringen. Die Tusche wurde mit Aqua destillata, bei einigen Versuchen auch mit Froschringerlösung (1 Tropfen Tusche etwa auf 1 ccm) verdünnt. Die Ergebnisse waren bei beiden Anordnungen die gleichen. Es bildete sich in beiden Fällen eine feine Aufschwemmung, die zum Teil als solche noch längere Zeit im Gefäßsystem nachzuweisen war, teilweise aber auch sofort nach der Einspritzung zu lockeren, verschieden großen Klümpchen sich zusammenlagerte. Die Zunge wurde so lange beobachtet, bis die Urethanwirkung nach ungefähr 4—8 Stunden nachließ. In verschiedenen Abständen wurden später die Frösche nach erneuter Urethaneinspritzung wieder untersucht. Die Versuche wurden bis auf 4 Wochen ausgedehnt; da dann keine für unsere Versuche wesentlichen Veränderungen mehr festzustellen waren, haben wir von weiteren Beobachtungen abgesehen.

Neben der frischen Untersuchung wurden auch gefärbte Schnitt- und Totalpräparate der Froschzunge hergestellt. In Abständen von 1 $\frac{1}{2}$, 2 $\frac{1}{2}$, 4 $\frac{1}{2}$ und 8 Stunden, 1, 2, 3, 5, 6, 8 und 35 Tagen wurden die Tiere getötet, die leicht gespannte Zunge wurde zum Teil in 10proz. Formol, zum Teil in Zenker-Formol fixiert und in Celloidin eingebettet, mit Hämatoxylin-Eosin oder entcelloidiniert nach *Giemsa* gefärbt. Außerdem wurden auch Stückfärbungen stark ausgespannter Zungen mit Carmin vorgenommen. Die letztere Behandlungsart ließ nach Abpinselung des Epithels den Bau der Capillarzellen und der umgebenden Zellen in ihrem Zusammenhange miteinander gut erkennen.

Ehe ich die Befunde nach der Einspritzung bespreche, möchte ich noch kurz auf den Bau der Capillarwand eingehen. Man sieht am lebenden Präparat keine scharfe Abgrenzung der Gefäßwandzellen. Im optischen Längsschnitt stellt sich die Capillarwand als feines Häutchen dar, das in unregelmäßigen Abständen flache spindelförmige

Auftreibungen mit längsovalen Kernen zeigt, die sich stellenweise dachziegelförmig überlagern und zum Teil sich mehr nach der Gefäßlichtung zu vorbuckeln als die eigentlichen Endothelzellen, teils als die sogenannten Adventitialzellen jenen von außen dicht anliegen. So lange die Adventitialzellen noch im Gefäßverband liegen, gleichen sie

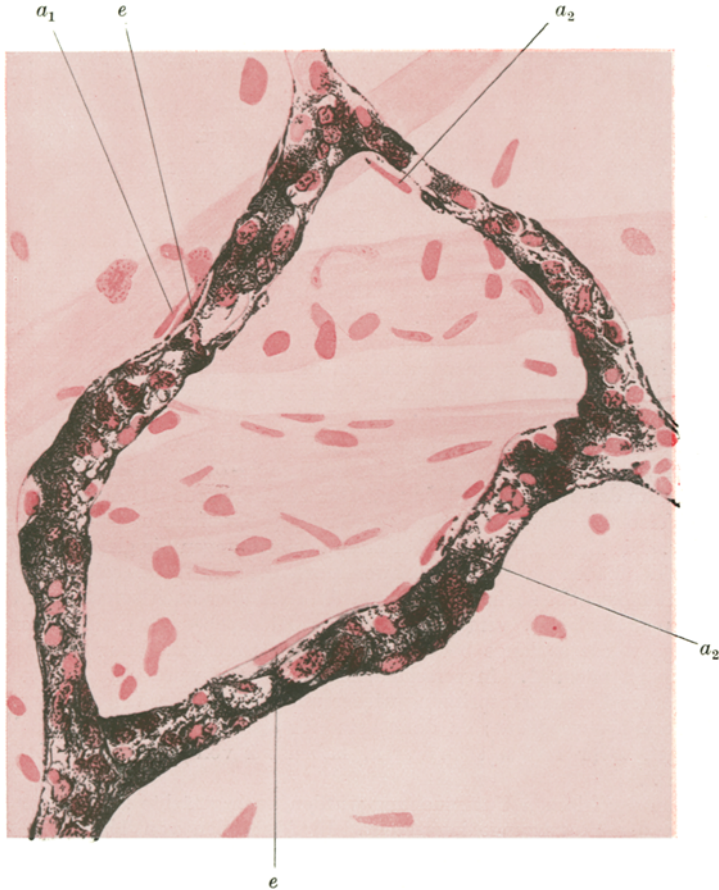


Abb. 1. Vergr. Leitz-Ok. 1. Obj. 7. Totalpräparat der Froschzunge $2\frac{1}{2}$ Stunden nach der Einspritzung; Carminfärbung. Flächenhafte Anlagerung der Tusche an der Innenfläche der Blutcapillaren. a_1 = flachanliegende, noch tuschefreie Adventitialzelle; a_2 = Adventitialzellen mit beginnender Tuschespeicherung; e = Endothelzellen mit beginnender Tuschespeicherung. (Sämtliche Abbildungen wurden mit dem Abbéschen Zeichenapparat von Zeiss hergestellt.)

den Endothelien in Form und Größe. Am gefärbten Präparat sind die Zellgrenzen von Adventitial- einerseits und Endothelzellen andererseits besser zu erkennen. Stellenweise ist aber die Entscheidung, ob es sich um eine Adventitial- oder Endothelzelle handelt, schwer zu fällen, weil die Endothelzellen sich oft mit ihren Enden überlagern, so

daß man am besten beide unter dem Begriff Gefäßwandzelle zusammenfaßt.

Bei der Beobachtung der Froschzunge am Lebenden ließen sich nach der Tuscheeinspritzung folgende Veränderungen feststellen: Die Tusche trat sofort nach der Injektion in den Capillaren der Zunge auf, was schon makroskopisch an ihrer schwärzlichen Färbung kenntlich war. Die anfangs noch als feinste Suspension im strömenden Blute erkennbare Tusche lagerte sich zum Teil bald an verschiedenen Stellen flächenhaft innen an der Capillarwand an (Abb. 1), während sich andererseits die im Blute noch umlaufende Tusche zu lockeren Klümpchen zusammenballte. Die angelagerte Tusche haftete stellenweise fest an der Capillarinnenfläche; bei sich wieder ablösenden Tusche-
teilchen konnte man ab und zu beobachten, daß diese aneinandergereiht im Blutstrom hin und her pendelten und nur noch an einer Stelle festsaßen. Obwohl man nicht genau erkennen konnte, wodurch sie verbunden waren und obwohl an diesen Ketten auch Strecken frei von Tusche dazwischen lagen, so ließ sich doch an der wellenartigen Bewegung der Tuscheteilchen im Blutstrom deutlich der Zusammenhang erkennen. Daß neben fibrinogenen Bestandteilen des Blutes auch eine Absonderung von seiten der Endothelien bei diesen Vorgängen in Frage kommt, ist sehr wahrscheinlich. Ähnliche Beobachtungen machte *Klemensiewicz* bei seinen Thromboseversuchen am Frosche. Nach Traumen (Stich usw.) an Gekrösegefäßen beobachtete er ein Haftenbleiben von farblosen Blutzellen, sowohl von spindeligen Thrombocyten als auch von Leukocyten an der Capillarwand; dafür machte er eine an dieser Stelle „abgelagerte“ gallertartige Substanz verantwortlich. Er sagt, daß diese an der Gefäßwand ausgeschiedene Gallerte schwer zu sehen ist und beschreibt bei seinen Thromboseversuchen eine „Zopfbildung“ der anhaftenden farblosen Blutkörperchen in der Richtung des Blutstromes. Die Verbindung der Blutkörperchen untereinander und mit der Gefäßwand wird nach seiner Meinung „durch einen strukturlosen, daher unsichtbaren Stoff hergestellt, der nichts anderes als zu Fasern ausgezogene Fibrin-gallerte ist“.

Die Anlagerung der Tusche fand vor allem in den sogenannten Aneurysmen statt, die nach der Einspritzung gewissermaßen als schwarze Knöpfe den Capillaren anhängen.

Um kurz auf die Aneurysmen der Capillaren einzugehen, möchte ich erwähnen, daß ihr Vorkommen sehr wechselnd ist. Während manche Zungen kaum Aneurysmen erkennen ließen, zeigten andere reichlich derartige Bildungen, die in ihrer Form oft tagelang erhalten blieben, ohne durch vorübergehende Zusammenziehungen der Zungenmuskulatur beeinflußt zu werden.

Von Interesse war noch das Verhalten der Capillaren bei Aufträufelung eines Tropfens stark verdünnter Urethanlösung auf die Zunge. Die Capillaren erweiterten sich hierbei stark und zeigten ausgedehnte Aneurysmabildung. Machte man die Aufträufelung in den ersten Stunden nach der Einspritzung, so trat infolge der Verlangsamung des Blutstromes und infolge Vermehrung der Aneurysmen in diesem Bezirke eine sehr reichliche Tuscheablagerung auf. Im allgemeinen läßt sich sagen, daß die Tuscheanlagerung vor allem an Stellen starker Stromverlangsamung und Wirbelbildung erfolgt, während an den geraden Strecken der Capillaren dieselbe geringer ist.

In den ersten Stunden nach der Einspritzung entwickelt sich ein buntes Bild: Manchmal schon nach 1—2 Stunden, im allgemeinen aber erst nach 3—4 Stunden kann man ein Eindringen von Tusche in die Endothelien feststellen, während an anderen Stellen, vor allem an den geraden Gefäßstrecken sich die angelagerten Tuscheteilchen zum Teil wieder ablösen und locker zusammengeballt im strömenden Blute nachzuweisen sind. Im Verlaufe des ersten Tages dringt die Tusche in die Gefäßwandzellen ein und breitet sich in Tropfenform sowohl in den Endothelzellen allmählich über den ganzen Zelleib aus, als auch in den ihnen dicht anliegenden Adventitialzellen ist bald Tusche nachweisbar; ob diese dabei rasch entweder zwischen den Grenzen der Endothelzellen in die Adventitialzellen gelangt oder nach Aufnahme in den Endothelzellen von diesen an die Adventitialzellen abgegeben wird, ist schwer zu entscheiden; ich konnte mit Sicherheit nur feststellen, daß zeitlich zuerst in den Endothelzellen Tusche auftritt. Die Endothelzellen nehmen bei reichlicher Speicherung an Umfang zu und buckeln sich stellenweise ins Lumen der Capillaren vor. Dabei wurde auch in späteren Stadien auf eine von *Fritz Herzog* beobachtete Ablösung von länglichen Wandbestandteilen ins strömende Blut, die als Endothelien gedeutet wurden, geachtet. Ich konnte diesen Vorgang bei meinen Versuchen nie feststellen. Dagegen wurden von uns im strömenden Blute spindelige Zellen beobachtet, die weder von *F. Herzog* noch von *Stilwell* erwähnt wurden und bei der Untersuchung einige Besonderheiten boten. Es handelt sich um die sogenannten Thrombocyten des Frosches. Es sind spindelige Gebilde mit länglichen Kernen und wenig, meist polständigem Protoplasma, die sich durch ihre starre Form auszeichnen. Sie kleben nicht wie die weißen Blutkörperchen an der Capillarwand, sondern wälzen sich scheibenförmig über ihre Kante vorwärts. Nach der Tuscheeinspritzung vermehren sie sich sehr stark, einige von ihnen lassen auch Aufnahme von einzelnen Tuscheteilchen erkennen.

Die Möglichkeit einer Loslösung von Endothelzellen ins strömende Blut soll damit aber nicht bestritten werden (siehe auch die Untersuchungen von *Bittorf*, *Hess*, *Kaznelson*; ersterer stellte in Blutaussstrichen bei einem Falle von chronischer ulceröser Endokarditis reichlich

Endothelien fest, die sich nach Reiben der Entnahmestelle am Ohr besonders reichlich fanden). In Blutabstrichen, die ich in verschiedenen Abständen nach der Einspritzung untersuchte, konnte ich die von *F. Herzog* erhobenen Befunde bestätigen. Ich fand in den Blutabstrichen ab und zu Zellen mit eiförmigen Kernen und breitem, schwach basophilem Protoplasmasaum, die wir für abgestoßene Endothelzellen hielten, ohne allerdings über den Ort der Loslösung derselben etwas aussagen zu können. Außerdem fielen in den Abstrichen kleine Zellen mit rundlichen dunkelfärbbaren Kernen und größere mit hellerfärbbaren Kernen und schmalen Protoplasmasäumen auf, die als kleine und große Lymphocyten angesprochen wurden, daneben fanden sich Monocytenformen mit exzentrisch gelegenen teils ovalen und teils eingekerbten Kernen, die ein schwach basophil färbbares Protoplasma zeigten. Diese drei Zelltypen enthielten z. T. Tusche, die Monocyten oft in großer Menge, so daß der Kern fast ganz davon verdeckt wurde. Die gelapptkernigen Leukocyten, darunter die bei manchen Fröschen sehr zahlreichen eosinophilen, enthielten keine Tuschekörner. Die mit Tusche beladenen Zellen waren vor allem in den ersten Tagen nachweisbar, dann wurden sie spärlicher in den Blutauststrichen und bestanden meist nur noch aus großen monocytären und vereinzelt lymphocytären Formen.

Die in den Abstrichen erhobenen Befunde bestätigen die am lebenden Präparat gemachten Beobachtungen. Etwa nach 5—8 Stunden ist im lebenden Präparat keine freie Tusche mehr in der Blutbahn nachzuweisen. Es treten in dieser Zeit große und kleine rundliche Zellen im Blute auf, die sich zum Teil reichlich mit Tusche beladen haben und den oben beschriebenen Lymphocyten entsprechen. Dabei fällt eine allmähliche Vermehrung der weißen Blutkörperchen auf, woran sich vor allen Dingen die Lymphocyten beteiligen, die schon normalerweise im Froschblut reichlich vorkommen. Die Vermehrung der Leukocyten ist wohl als Reaktion des Körpers auf die Einspritzung aufzufassen, außerdem ist die Vermehrung in der Zunge durch Stromverlangsamung und einen geringen mechanisch bedingten entzündlichen Reiz verursacht. Die von *Stilwell* erwähnte Randstellung der weißen Blutkörperchen kann ich bestätigen, ebenso habe ich auch die Auswanderung von Leukocyten beobachtet. Da in einer Arbeit von *Fr. Kauffmann* bei einer Nachuntersuchung des *Cohnheimschen* Versuches am Froschgekröse die Auswanderung von Leukocyten ins umgebende Gewebe bestritten wird und alle im Gewebe auftretenden Zellen von den Gefäßwandzellen abgeleitet werden, möchte ich einen kurzen Niederschriftauszug eines Versuches wiedergeben, der deutlich die Auswanderung erkennen ließ. Wir konnten dieselbe bei unseren Versuchen beobachten, obwohl nur eine geringe, durch das Aufspannen der Zunge bedingte entzündliche Reaktion bestand; sicher

bedeutend umfangreicher ist die Auswanderung bei akut entzündlichen Prozessen.

Versuch Nr. 34. Am 18. X. 1927 Tuscheeinspritzung bei gutem Blutumlauf. Am 19. X. wurde an einem flachen Aneurysma, in dessen Endothelzellen wenig Tusche abgelagert war, eine Auswanderung von Leukocyten festgestellt. Nachdem an dieser Stelle innerhalb von 5 Minuten der Durchtritt eines Erythrocyten zu beobachten war, folgten innerhalb 5 Stunden vier weiße Blutkörperchen, denen sicher noch mehrere gefolgt wären, wenn nicht ein nächstes teilweise durchgetretenes weißes Blutkörperchen vom Blutstrom abgedrängt worden wäre. Es pendelte lang ausgezogen in der Strömung, und in der Lücke fingen sich drei weitere, die beutelförmig im Strome sich lang streckten, bis sie durch die Strömung abgerissen wurden. — Dabei möchte ich kurz die Frage, ob die Auswanderung der Leukocyten aktiver oder passiver Natur ist, streifen. Nach unseren Untersuchungen spielt sicher neben der allgemein anerkannten aktiven Auswanderung von Leukocyten auch eine passive, wie es bei den roten Blutkörperchen der Fall ist, eine Rolle; denn ich konnte mehrmals an Stellen eines starken Anpralles des Blutstromes und auch bei Stauung beobachten, daß Leukocyten von andrängenden Blutmassen durch die Capillarwand ins umgebende Gewebe gepreßt wurden. Dabei macht die Capillarwand den Eindruck eines dehnbaren Häutchens, hinter dem sich gewissermaßen den ins Gewebe austretenden Zellen die Möglichkeit bietet, sich wieder auszudehnen und normale Gestalt anzunehmen. Die in den Capillaren anzutreffenden Stomata sind keine dauernd vorhandenen Öffnungen, sondern je nach Bedarf, je nach Änderung des Gewebszustandes lockern sich die Maschen der Gefäßmembran, und durch diese Lücken treten die Blutzellen ins perivascularäre Gewebe; bei Stauung treten die Lücken vermehrt in Erscheinung.

Erwähnen möchte ich dabei, daß die beobachteten ausgewanderten Leukocyten sehr rasch zugrunde gingen und z. B. in dem obenbeschriebenen Versuch Nr. 34 schon nach 16 Stunden nur noch als Kerntrümmer zu erkennen waren. Diese ausgetretenen, gelapptkernigen Leukocyten enthielten in den seltensten Fällen einige Tuschegranula. Da die Auswanderung von Leukocyten sehr rasch vor sich geht, bietet sich nicht allzu oft Gelegenheit, dies zu beobachten. Über die Art und Weise der Auswanderung möchte ich erwähnen, daß zuerst ein runder Protoplasma-knopf außerhalb der Capillarwand erscheint, dieser wird immer größer, allmählich wird der Kern eingeschnürt und sobald dieser hindurch ist, folgt ganz rasch der Rest des Protoplasmas. Dann liegt die Zelle, ehe sie abwandert, als rundes Gebilde noch ohne Fortsätze der Gefäßwand dicht an. Bei mit Tusche beladenen Zellen ist es meist so, daß die Körnchen, wenn sie zu größeren Tröpfchen zusammengelagert sind, meist dicht gedrängt zuletzt durchtreten. Die großen einkernigen Zellen brauchten, wahrscheinlich auch bedingt durch ihre reichliche Tuschebeladung, längere Zeit zum Durchtritt als die gelapptkernigen Leukocyten. Ich beobachtete z. B. einen Monocyt (Versuch Nr. 40) am vierten Tage nach der Einspritzung vom Beginn der Anlagerung an die Capillarwand bis zum vollkommenen Durchtritt in einem Zeitraum von 6 Stunden; allerdings war diese Zelle sehr stark mit Tusche beladen (Abb. 3).

1—2 Tage nach der Einspritzung ist ein Vorgang zu beobachten, der von *F. Herzog* und *Stilwell* sehr verschieden aufgefaßt wird. Es handelt sich um die Abwanderung der von Tusche beladenen Zellen ins umgebende Gewebe. Während *F. Herzog* diese Zellen für in Wanderzellen umgewandelte Endothelzellen hält, vertritt *Stilwell* den Standpunkt, daß es zum größten Teil ausgewanderte Lymphzellen

sind, die sich nach seiner Meinung zu den von *Maximow* wiederholt beschriebenen Polyplasten umwandeln. Nur vereinzelte leitet er von den von ihm nach *Zimmermann* und *Vimtrup* als Pericyten bezeichneten Gebilden ab, wobei es sich meiner Ansicht nach um nichts anderes als die sonst als Adventitialzellen bezeichneten Formen handelt. Ich habe auf diesen Vorgang besonderen Wert gelegt und konnte feststellen, daß nach 1 bis 2 Tagen in der Umgebung der Capillaren mit Tusche beladene Zellen auftraten, die von Tag zu Tag an Zahl zunahmen. Wenn man solche Abschnitte lange Zeit beobachtete, so konnte man mannigfache Veränderungen an den Gefäßwandzellen feststellen. Es kam in diesen Zellen zur Entwicklung verschieden großer Granula, um die sich die Tuscheteilchen herumlagerten, so daß diese Körner einen ganz dunklen, durch die Tusche bedingten Saum hatten, während das Zentrum heller, mehr grau erschien. An diesen Zellgranula konnte man zuweilen sehr schön die Aufnahme der Tusche verfolgen; sie wurde in feinsten Suspension von den Zellen aufgenommen und gewissermaßen von den

Granula an sich gerissen. Nach *Kiyono* sind diese „Zellgranula Elementar-Zellpartikelchen der normalen lebenden Zellen, nämlich ein integrierender Bestandteil des Zelleibes. Qualitative Veränderungen, der Schwund der Granula, ebenso auch quantitative Veränderungen, d. h. eine bedeutende Vermehrung oder Verminderung der Granula in einer bestimmten Zelle beeinflussen das Leben der Zelle, obwohl die Funktion der Zellgranula im Haushalte der Zelle noch nicht erklärt werden

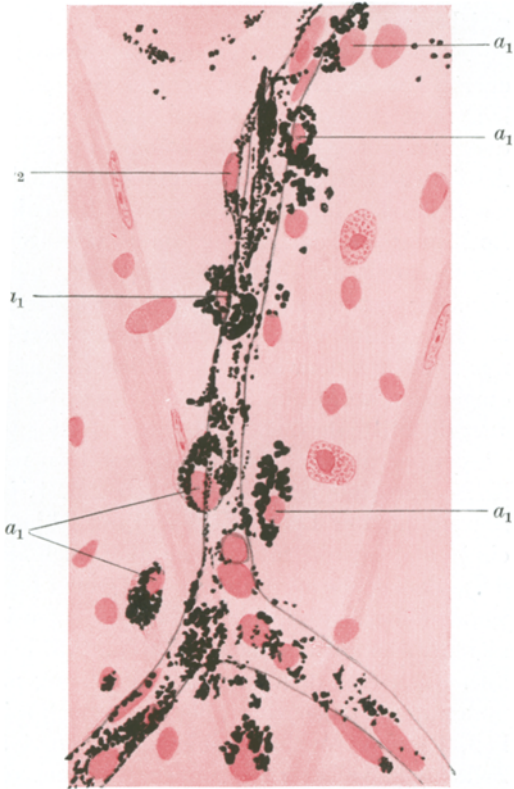


Abb. 2. Vergr. Leitz-Ok. 1. Obj. $\frac{1}{12}$. Öl-Immers. Totalpräparat der Zunge 1 Tag nach der Injektion; Carminfärbung. a_1 = reichlich mit größeren Tuschetropfen erfüllte, amöboide Adventitialzellen, zum Teil schon weiter von den Capillaren abgewandert; a_2 = große spindelige Adventitialzelle mit geringerer feinkörniger Tuschespeicherung.

kann“. *Arnold* hält die vitalfärbbaren Granula für wichtige, der Funktion dienende Gebilde, die besonders bei lebhafter Funktion der Zellen auftreten. Ich möchte in unseren Versuchen die Bildung der Granula auch als ein Zeichen erhöhter Zelltätigkeit, die in der Speicherung und Abwanderung zu suchen ist, ansehen und diese Granula den vitalfärbbaren gleichsetzen.

An den obenbeschriebenen Gefäßwandzellen, die durch die gespeicherte Tusche mehr oder weniger verdickt waren, konnte man allmählich feine Ausläufer ins umgebende Gewebe erkennen, die sich besonders durch die Tuscheeinlagerungen im Leben kenntlich machten. Diese Ausläufer erstreckten sich zum Teil weit ins umgebende Gewebe, ehe die Zelle sich im ganzen löste. Besonders deutlich konnte man die Loslösung an den Aneurysmen verfolgen, was auch *F. Herzog* in seiner Arbeit erwähnt. Die Loslösung ging in verschiedenen Formen vor sich; entweder löste sich ein seitlicher Protoplasmafortsatz von der Gefäßwand los, dem das Zentrum mit dem Kern folgte, so daß die Zelle nur noch mit dem anderen seitlichen Fortsatz haftete, bis dieser auch eingezogen wurde und die Zelle losgelöst im umgebenden Gewebe lag, oder die Mitte der Zelle entfernte sich zuerst von der Gefäßwand, so daß sie gewissermaßen bogenförmig derselben noch anlag, bis auch die seitlichen Fortsätze sich lösten. (Abb. 2 u. 4; ich setze bereits bei der Beschreibung der Lebendbeobachtung Abbildungen gefärbter Präparate ein.) Stellenweise fanden sich aber auch schon ziemlich weit abgewanderte Zellen, die noch immer mit einem feinen Fortsatz mit der Gefäßwand in Verbindung blieben und, solange ich diese Zellen beobachtete, niemals sich vollkommen ablösten. Am lebenden Frosch war zuweilen aber auch eine deutliche Zellabgrenzung nicht festzustellen; dann sah man nur um einen Kern, der meist noch seine längliche Form erkennen ließ, Tuschkörner unregelmäßig verstreut liegen, so daß die Form der Zelle nicht sicher zu erkennen war und die Ausläufer nur durch die Tuschegranula angedeutet waren. Mitunter fanden sich auch Tusche-Teilchen im Gewebe verstreut, die keiner Zelle anzugehören schienen; dieselben waren, wie am lebenden Präparate häufiger zu beobachten war, neben zelligen Gebilden an das perivaskuläre Gewebe durch die sogenannten Stomata abgegeben worden.

Außer den adventitiellen Gebilden mit feinen Fortsätzen, die besonders durch die an feinere Granula gebundene Tusche zu erkennen waren, wurden noch andere beobachtet, in denen die Tusche zu größeren Tropfen zusammengefloßen war (Abb. 2). Diese Zellen hatten keine so zarten Fortsätze, sondern ließen bei ihrer Ablösung mehr abgerundete amöboide Protoplasmafortsätze erkennen und waren besonders wandlungsfähig. Diese beiden Zelltypen, zwischen denen Übergänge zu beobachten sind, sind auch schon früher beschrieben worden. *G. Herzog*

konnte sie bei seinen experimentellen Untersuchungen über die Einheilung von Fremdkörpern an den Capillaren des Netzes vom Meerschweinchen feststellen. Daß es sich bei den beschriebenen Zellen um abgewanderte Gefäßwandzellen und nicht um ausgewanderte Blutzellen handelte, ließ sich einwandfrei beobachten.

Eine Auswanderung tuschebeladener Zellen aus den Capillaren konnte ich daneben aber auch beobachten. Zwei und mehr Tage nach

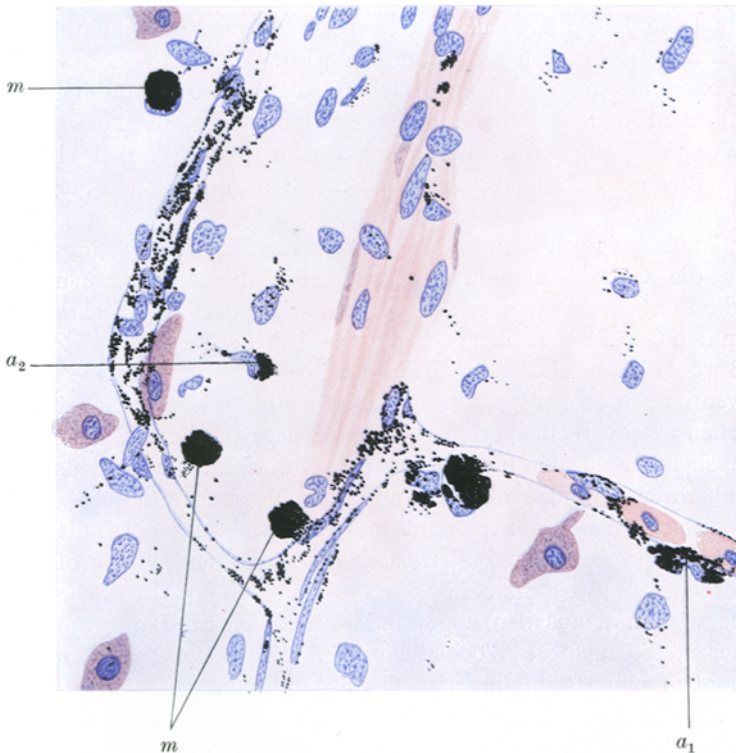


Abb. 3. Vergr. Leitz-Ok. 1. Obj. $\frac{1}{13}$. Öl-Immers. 35 Tage nach der Einspritzung Schnittpräparat der Zunge. Giemsa-Färbung. *m* = ausgewanderte Monocyten, deren Kerne durch reichlich Tusche-speicherung fast vollkommen verdeckt sind; *a*₁ = von der Capillarwand sich ablösende amöboide stark und grobkörnig gespeicherte Adventitialzelle; *a*₂ = abgewanderte stark gespeicherte amöboide Adventitialzelle.

der Einspritzung finden sich im strömenden Blute neben den tuschebeladenen Lymphocyten große Zellen mit eingekerbten und eiförmigen Kernen, die sehr reichlich Tusche aufgenommen haben. Neben vereinzelt Lymphocyten konnte ich auch solche monocytenartige Zellen (Abb. 3) beim Durchtritt durch die Capillarwand beobachten. Die ausgewanderten lymphocytären Formen sind in gefärbten Präparaten von den abgewanderten amöboiden adventitiellen Zellen oft kaum zu

unterscheiden und nur die dauernde Beobachtung am lebenden Präparat ließ den Ab- und Auswanderungsprozeß sicher entscheiden. Zu der Form der mit langen Fortsätzen versehenen adventitiellen Zellen (Abb. 4) haben sich die ausgewanderten Lymphocyten aber niemals umbilden können, sie behielten stets eine mehr rundliche Form. Im Gegensatz zu *Stilwell* fand ich, daß es vor allem die Gefäßwandzellen sind, die die Tusche ins umgebende Gewebe abführen, abgesehen davon, daß auch Tusche ohne Beteiligung von Zellen unmittelbar mit dem Gewebsstrom ins perivasculäre Gewebe gelangen kann und hier von fixen Bindegewebszellen aufgenommen wird.

Betonen möchte ich noch, daß in Gebieten, wo es durch Tusche-thromben in den Gefäßen zur Stase gekommen war, Abwanderung von Tusche beladenen Zellen nachgewiesen wurde, wobei sich mit Sicherheit eine Beteiligung der Zellen des strömenden Blutes ausschließen ließ.

Außerdem sei noch erwähnt, daß ich mehrere Male Tuscheeinspritzungen in die Oberschenkelblutader von Fröschen vorgenommen habe, ohne die Zunge aufzuspannen; dabei zeigte sich, daß die Tuschespeicherung in den Gefäßwandzellen geringer war als bei aufgespannten Zungen, so daß wohl eine mechanische Ursache bei der stärkeren Ablagerung an der, wenn auch locker gespannten Zunge mitgespielt hat. Bei diesen Versuchen war auch eine geringere Zahl tuschegespeicherter Zellen später im umgebenden Gewebe der Capillaren nachweisbar. Da im strömenden Blute aber nicht weniger als bei den übrigen Versuchen tuschebeladene Zellen zu erkennen waren, spricht diese Beobachtung ebenfalls dafür, daß die im Gewebe auftretenden tuschegespeicherten Zellen größtenteils von der Gefäßwand stammen.

Was wird nun aus den abgewanderten Zellen im Laufe der Zeit? Bei Tieren, die mehrere Wochen lang untersucht wurden, konnte gewissermaßen eine Reinigung der Gefäßwand von Tusche festgestellt werden. Es wanderten immer mehr Zellen ab, vor allem taten dies die stark mit Tusche beladenen Zellen und es machte den Eindruck, als wenn die durch die Tuschespeicherung zur regelrechten Funktion unfähig gewordenen Gefäßwandzellen abwandern, um der Capillarwand wieder einen normalen Stoffaustausch zu ermöglichen. In den späteren Stadien sieht man kaum noch Veränderung der abgewanderten Zellen; sie hängen zum Teil durch ihre Fortsätze netzartig zusammen und fügen sich gewissermaßen in das Netz der fixen Bindegewebszellen ein (Abb. 4).

Der von *F. Herzog* vertretene Standpunkt, daß die Adventitialzellen an der Phagocytose und Abwanderung sich nicht beteiligen, liegt wohl daran, daß er nur die von mir auch beobachteten, mit bräunlichem, wahrscheinlich Blutpigment beladenen Zellen als Adventitialzellen be-

zeichnet, die bei unseren Untersuchungen auch meist frei von Tusche blieben. Meiner Ansicht nach sind das bereits früher abgewanderte Adventitialzellen, die infolge der Aufnahme von Blutpigment zu weiterer Phagocytose weniger fähig oder unfähig geworden sind, während er die von mir als Adventitialzellen beschriebenen Zellformen noch zu den Endothelzellen rechnet. Im allgemeinen kann man sagen, daß vor allem die Adventitialzellen sich an der Abwanderung beteiligen; doch an manchen Stellen, vor allem wo die Gefäße durch Tuschmassen verschlossen waren, war die Abwanderung stellenweise so reichlich, daß wahrscheinlich infolge des Reizes oder eventuell infolge des Wegfalles der besonderen Leistung als Deckzellen der Capillaren eine Beteiligung der Endothelzellen an der Abwanderung nicht auszuschließen war. Stellen, an denen die Capillarwand infolge reichlicher Abwanderung von Endothelzellen sich auflöst, konnten wir nicht finden und so können wir hinsichtlich dieser Beobachtung von *F. Herzog* kein Urteil fällen. *Stilwell* glaubt die Beteiligung der Endothelzellen ablehnen zu müssen, weil er niemals eine Unterbrechung der Gefäßwand hätte feststellen können; das braucht aber in der Tat auch nicht einzutreten. Da die Endothelzellen stellenweise mit ihren Enden dachziegelförmig übereinanderliegen, kann sich auf einen besonderen Reiz hin, wie z. B. durch Beladung mit Tusche, die eine über die benachbarte vorschieben, so gewissermaßen zur Adventitialzelle werden und abwandern, während die benachbarten Endothelzellen bei dem allmählichen Sichloslösen aus dem Zellverband die Lücke wieder schließen.

Die Betrachtung der gefärbten Präparate bestätigt die am lebenden Frosche erhobenen Befunde. In den Präparaten von 1—2 Stunden sieht man in den Capillaren neben der feinen Aufschwemmung von Tusche im Blutplasma bereits Tuscheanlagerung innen an der Gefäßwand (Abb. 1) und in Schnitten von 6—8 Stunden sind in den Gefäßwandzellen, d. h. größtenteils in den Endothelzellen, zum Teil aber auch schon in den Adventitialzellen kleinere und größere Tuschekörnchen nachzuweisen. Im Lumen der Gefäße kann man jetzt die weißen Blutkörperchen gut unterscheiden; entsprechend den Blutabstrichen finden sich auch hier vor allem kleine und große Lymphocyten, die spärlich mitunter auch etwas reichlicher Tuschekörnchen enthalten und in den späteren Stadien sogenannte Monocyten mit großen rundlichen, zum Teil eingekerbten Kernen, die reichlich Tusche aufgenommen haben, während die gelapptkernigen neutrophilen und eosinophilen Leukocyten keine oder nur selten einige Tuscheteilchen aufzuweisen haben. Außerdem sieht man in den Gefäßen verschieden reichlich die oben beschriebenen Thrombocyten, die sich durch ihren länglichen Kern und meist polständiges, leicht basophil färbbares Protoplasma deutlich als besondere Zellart erkennen lassen. An den Schnitten von zwei und mehr Tagen lassen sich dann die von den Capillaren abwandernden Zellen sehr deutlich in ihren Zellformen unterscheiden. Die bei der frischen Beobachtung beschriebenen feingranulär gespeicherten, spindeligen und sternförmigen Zellen zeigen im allgemeinen größere Kerne (Abb. 4). Die Enden dieser Zellen gehen stellenweise noch deutlich in die Capillarwand über; zuweilen sind solche Zellen bogenförmig zwischen benachbarten Punkten der Gefäßwand ausgespannt (Abb. 2 u. 4); an weiter abgelösten Zellen, die

zuweilen stärkere Verästelungen ihrer Fortsätze erkennen lassen, sieht man oft noch schmale Protoplasmabrücken zur Gefäßwand ziehen; der Kern behält oft noch lange die längliche Kernform der Gefäßwandzellen bei. Die grobgranulär gespeicherten, bei der frischen Beobachtung besonders wanderungsfähigen Formen

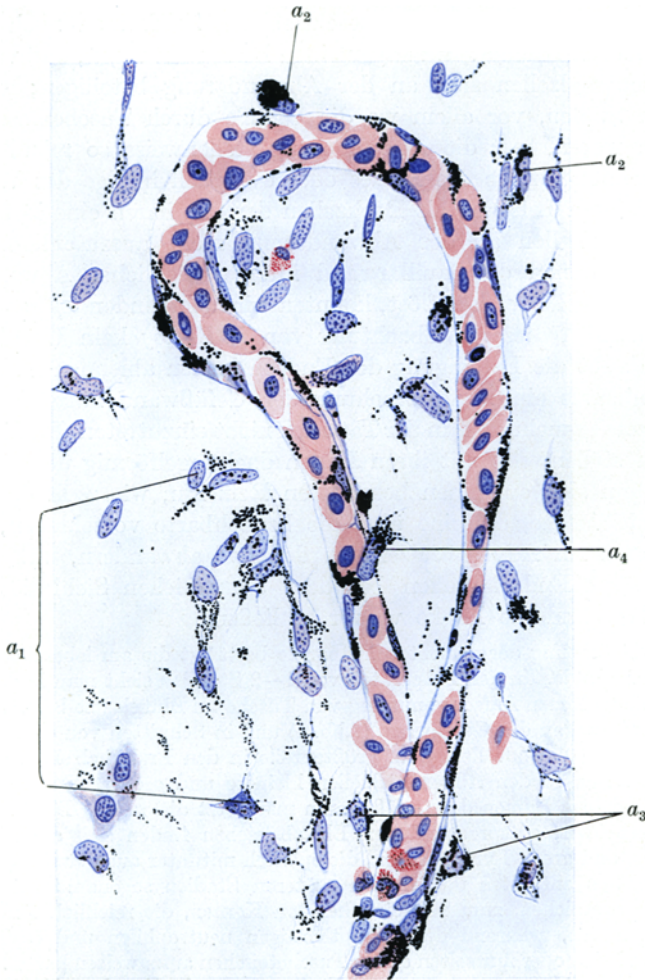


Abb. 4. Vergr. Leitz-Ok. 1. Obj. $\frac{1}{13}$. Öl-Immers. 35 Tage nach der Einspritzung Schnittpräparat der Zunge. Giemsa-Färbung. a_1 = spindelige und sternförmige Zellen mit feiner granulärer Tusche-speicherung im perivaskulären Gewebe; a_2 = amöboide grobgranulär gespeicherte Adventitialzellen; a_3 = bogenförmig von der Gefäßwand sich abhebende feinkörnig gespeicherte große Adventitialzellen; a_4 = weitere sich ablösende große feinkörnig gespeicherte Adventitialzelle.

weisen im allgemeinen etwas kleinere Kerne auf, die oft von den Tushegranula mehr oder weniger verdeckt sind. An den gefärbten Präparaten über Zellen dieser Art mit Bestimmtheit auszusagen, daß diese Zelle den Blutzellen und jene den Gefäßwandzellen entstammt, ist oft überaus schwierig, zuweilen unmöglich;

ich kann nur aus der langen Beobachtung der lebenden Froschzunge sagen, daß es sich hierbei häufiger um abgewanderte adventitielle Gefäßwandzellen als um ausgetretene Blutzellen handelt. In den späteren Stadien, nach 3 Wochen, sieht man um die Capillaren netzartig durch ihre Fortsätze miteinander verbundene Zellen (Abb. 4), die zum Teil schon vor der Einspritzung als fixe Bindegewebszellen vorhanden waren und jetzt die durch die Gefäßwand durchgetretene Tusche gespeichert haben; zum Teil sind sie durch von der Gefäßwand abgerückte adventitielle, tuschegespeicherte Zellen vermehrt worden.

Schließlich möchte ich erwähnen, daß in den gefärbten Präparaten die größeren Gefäße, die Arterien und Venen der Zunge in allen Stadien nur wenig Tusche erkennen ließen.

Die großen, reichlich mit Tusche beladenen, monocytären Gebilde im strömenden Blute veranlaßten mich auch, die inneren Organe auf ihre Veränderungen zu untersuchen, um über die Herkunft dieser Zellen dabei Aufschluß zu bekommen. Es erfolgte, wie zu erwarten war, die Speicherung in Milz und Leber, wohl zum Teil infolge der feinen Capillarnetzbildung des Gefäßsystems und der damit verbundenen Stromverlangsamung, bedeutend schneller und ausgiebiger als in der Zunge. Schon nach einer Stunde sind die Kupfferschen Sternzellen dicht beladen mit Tusche. In diesen Zellen kann man noch deutlicher als in der Zunge die Speicherung bzw. Anlagerung der Tusche an die Zellgranula feststellen; man sieht auch hier an den Granula einen schwärzlichen Saum um ein mehr graues Zentrum. Schon nach 4 Stunden finden sich, wahrscheinlich zum Teil durch Zusammenfließen solcher kleiner Granula, größere Tuschekügelchen in den Zellen. An den Schnitten von 2—4 Tagen kann man sehen, daß die Verteilung der Tusche auf die Zellen der Lebercapillaren sich weiterhin verschoben hat. Ein Teil der Endothelien der Lebercapillaren zeigt gesteigerte phagocytäre Eigenschaften, ist vollgepfropft mit Tusche und hat wahrscheinlich die von den anderen jetzt zum Teil tuschefreien Zellen abgegebene Tusche aufgenommen. Es ist gewissermaßen auch hier ein Vorgang zur Reinigung der Capillarwand, um wieder funktionstüchtige Zellen bereit zu haben. Diese dicht gespeicherten Zellen werden zum Teil perivascular verlagert, zum Teil buckeln sie sich ins Lumen der Lebercapillaren vor. Stellenweise finden sich Zellen, die nur noch eine schmale Brücke mit der Capillarwand erkennen lassen und schließlich sieht man auch freie derartige Zellen vollkommen abgerundet im Lumen liegen, die in ihrer Größe und Form den in der Zunge nachgewiesenen monocytären Gebilden gleichen, so daß wir wohl zum Teil hier die Bildungsstätte dieser Zellen suchen dürfen.

Die Verhältnisse in der Milz liegen ähnlich wie in der Leber. Hier ist ebenfalls eine hochgradige und frühzeitige Speicherung festzustellen. Eine scharfe Trennung von Knötchen und Pulpa ist an der Froschmilz in der Regel nicht so möglich wie beim Warmblüter; die Sinusendothelien zeigen mehr einen retikulären Charakter. Eine reichliche Speicherung der Tusche in den Sinusendothelien und Reticulumzellen ist sehr früh, schon nach einer Stunde, eingetreten. Auch hier wie in der Leber sieht man in Präparaten von zwei und mehr Tagen Zellen mit besonders ausgeprägten phagocytischen Fähigkeiten; diese runden sich bei starker Speicherung meist ab, während die übrigen Zellen ihre Form beibehalten und nur noch geringen Tuschegehalt aufweisen. Man sieht dicht gespeicherte, abgerundete Zellen, die ins Lumen der Capillaren hineinragen, zum Teil auch frei im Lumen liegen, aber so reichlich wie in der Leber war die Ablösung aus dem Endothelverband nicht zu erkennen.

Um über die Ausscheidung von Tusche durch die Nieren Aufschluß zu erhalten, wurden auch hiervon Schnitte angefertigt. Obwohl die Endothelien der Glomerulusschlingen oft dicht mit Tusche beladen waren und auch in den Gefäß-

wand- und perivaskulären Zellen des Zwischengewebes Tusche nachzuweisen war, wurde in den Schnitten in keinem Stadium Tusche in den Harnkanälchen gefunden. Auch die Epithelien der Harnkanälchen wiesen keine Tuschespeicherung auf und verhielten sich dabei so wie die Leber- und Gallengangsepithelien, die ebenfalls frei davon blieben. Allerdings ist die nur einmalige Einspritzung hervorzuheben; bei wiederholter Einspritzung wäre eine Änderung des Befundes in bezug auf Speicherung in den Epithelien und Ausscheidung im Harn möglich. Z. B. konnte *Kiyono* in einem Versuche an einem Meerschweinchen nach mehrmaliger Einspritzung Tusche in den Leberepithelien nachweisen.

Eine Ausscheidung von Tusche aus dem Organismus konnten wir also, abgesehen von einer geringen Menge infolge Durchwanderung tuschebeladener Zellen durch die Schleimhäute, wie wir sie an der Zunge beobachteten, nicht feststellen. Die Tusche wurde in den Gefäßwandzellen und vor allem im umgebenden Bindegewebe während der ganzen Versuchsdauer, also über 4 Wochen lang, festgehalten.

In seiner anfangs erwähnten Arbeit wirft *Stilwell* die Frage auf, ob die Phagocytose der Tusche durch die Endothelzellen aktiver oder passiver Natur ist und entscheidet sich für letztere. Nach seiner Ansicht könnte sie nicht mit der aktiven Phagocytose amöboider Zellen im Gewebe verglichen werden. Da man aber doch schwerlich von passiver Phagocytose sprechen kann, so möchte ich diesen Vorgang als Speicherung bezeichnen und ihn entsprechend der beschriebenen Ansammlung in und an Protoplasmagranulis in Parallele zu den Farbstoffspeicherungen bei den verschiedenen Vitalfärbungen setzen. Bei der Tuschespeicherung handelt es sich wohl sicherlich um einen rein physikalischen Vorgang, die Tusche wird in unveränderter feinkörniger Form von den Zellen aufgenommen, während es allerdings bei den Vitalfärbungen nicht sicher ist, ob es sich um eine physikalische oder chemische Verbindung der Granula mit den Farbstoffen handelt. Die Ansichten der Untersucher gehen darüber noch weit auseinander. *Evans*, *Schulemann* und *Wilborn* stehen auf dem Standpunkt, daß es sich um physikalische Vorgänge handelt: „Partikel einer groben Suspension, tote Zellen, Bakterien, Suspensionskolloide und Semikolloide werden alle von den gleichen Zellen und in gleicher Weise aufgenommen. Die Verschiedenheit in der Verteilung ist im wesentlichen bedingt durch die physikalischen Eigenschaften der Substanzen.“ Sie definieren daher die vitale Färbung als Phagocytose, wobei der Begriff Phagocytose von der Aufnahme von Teilchen von etwa 12μ Durchmesser bis zu den Amikronen auszudehnen ist. *Kiyono* hält es nicht für richtig, den Vorgang der vitalen Färbung ohne weiteres als Phagocytose zu bezeichnen, da ja z. B. sehr fraglich ist, ob verschiedene Epithelien, die sich vital färben lassen, so die des Plexus chorioideus, der Niere, der Nebennierenrinde usw. als Phagocyten zu bezeichnen sind. Nach seiner Ansicht „kann man aber sehr wohl an Adsorptionsprozesse denken, die, von der physikalischen Struktur der Granula abhängig, die verschiedenartigsten Stoffe, soweit sie entsprechend gelöst, bis

zu den Granula vordringen können, aufspeichern.“ In diesem Sinne spricht er auch von Carminspeicherung und nicht von einer Carminbindungsmethode; er läßt dabei die Frage offen, ob es sich um einen chemischen oder physikalischen Vorgang handelt. Während bei der Carminspeicherung auch z. T. in Epithelien Carmin nachweisbar ist, beschränkte sich bei unseren Tuscheversuchen die Speicherung auf das mesenchymale Gewebe; auch die Ausscheidung durch die Nieren, wie sie *Kiyono* bei Carminspeicherung fand, konnten wir bei der Tusche Speicherung nicht beobachten. *Kiyono* fand bei seinen an Meerschweinchen angestellten Versuchen der hämatogenen experimentellen Anthrakose an Leber und Milz die gleichen Befunde wie wir und fand, daß besonders die Kupfferschen Sternzellen der Leber und das Reticuloendothel der Milz sich daran beteiligten. Er berichtet allerdings außerdem (wie oben schon erwähnt), daß er bei mehrmaliger Einspritzung von Tusche bei einem Versuchstier auch in den Epithelien der Leber Tusche feststellen konnte, was wir bei unserer einmaligen, allerdings sehr reichlichen Einspritzung nicht fanden.

Die Ablagerung in den allgemeinen Blutgefäßen war bei *Kiyonos* Tuscheversuchen gering. Wenn man sie natürlich mit der in Leber und Milz vergleicht, ist dem bis zu einem gewissen Grade zuzustimmen, aber es war immerhin bei unseren Versuchen eine Speicherung in den peripheren Gefäßen der Zunge recht reichlich festzustellen. Zu erwähnen wäre außerdem noch, daß *Kiyono* bei seinen Versuchen an Meerschweinchen Lymphocyten, Lymphoblasten und Plasmazellen frei von Tusche fand, während wir beim Frosch eine Tuschebeladung der ersteren im Blut feststellen konnten.

Zusammenfassung.

Die als feine Aufschwemmung in die Blutbahn des Frosches gebrachte Tusche wird innerhalb von 6—8 Stunden aus dem Blutplasma entfernt und von Blut- und Gefäßwandzellen aufgenommen. Neben den Sinusendothelien und den Reticulumzellen der Milz und den Gefäßwandzellen der intraacinösen Capillaren der Leber haben auch die Gefäßwandzellen des peripheren Gefäßsystems die Fähigkeit, Tusche zu speichern, wie das an der Froschzunge an Lebenden beobachtet wurde.

Von den Blutzellen beteiligen sich zum Teil die Lymphocyten und vor allem große monocytäre Zellen an der Aufnahme von Tusche, während die neutrophilen und eosinophilen Leukocyten fast vollkommen frei von Tusche bleiben.

Über die Herkunft der Monocyten läßt sich mit großer Wahrscheinlichkeit sagen, daß sie zum größeren Teil von den Gefäßwandzellen der intraacinösen Lebercapillaren, zum Teil auch von Sinusendothelien und Reticulumzellen der Milz stammen.

In den Gefäßwandzellen ist eine Entwicklung von Granula zu beobachten und an diese Granula wird die Tusche in den Zellen verankert.

Ein kleiner Teil der Tusche bleibt bei der Beobachtung der Froschungen für lange Zeit (über 4 Wochen lange Beobachtung) in den Endothelien der Capillaren gespeichert, aber in der Hauptsache wird die Tusche von den Adventitialzellen in das perivaskuläre Gewebe abgeführt; dabei sind spindelige und sternförmige mit feinen Tusche-körnchen beladene Zellen mit allen Übergängen zu grobgranulär gespeicherten besonders wanderungsfähigen Zellen zu beobachten. Daneben ist auch eine Auswanderung schwächer tuschebeladener Lymphocyten, ferner auch großer reichlich mit Tusche beladener Monocyten zu sehen. Die dauernde Beobachtung am lebenden Präparat läßt aber das Überwiegen des Abwanderungsvorganges gegenüber der Auswanderung mit Sicherheit feststellen.

Ein Teil der Tusche dringt durch die Capillarwand hindurch und wird unmittelbar von fixen Bindegewebszellen im perivaskulären Gewebe aufgenommen. Bei der Untersuchung 4 Wochen nach der Einspritzung sieht man um die Capillaren netzartig miteinander verbundene tuschehaltige Bindegewebszellen, die zum Teil von abgerückten spindeligen und sternförmigen Adventitialzellen herkommen.

Schrifttum.

- Arnold*, Zbl. Path. **24**, Nr 15 u. 19. — *Baumgarten*, Z. klin. Med. **1885**, 9 u. 10. — *Bittorf*, Dtsch. Arch. klin. Med. **133** (1920). — *Eberth*, Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben. S. 205. — *Goldmann, E.*, Beitr. klin. Chir. **64**, H. 1, 192; **78**, H. 1, 1. — *Herzog, Fritz*, Z. exper. Med. **43**, 79 (1924) — Virchows Arch. **256**, 1 (1925). — *Herzog, Georg*, Klin. Wschr. **1923**, Nr. 15 u. 16 — Beitr. path. Anat. **61**, 387; **66**, 429 — Zbl. Path. **31** — Verh. dtsch. path. Ges. **1914**, 562. — *Hueck*, Beitr. path. Anat. **66**, 330. — *Kauffmann, Fr.*, Frankf. Z. Path. **24** (1921). — *Kiyono*, Die vitale Carminspeicherung. Jena: G. Fischer 1914. — *Klemensiewicz*, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Hrsg. von Abderhalden, Abt. 5, Tl. 4 I. — *Marchand*, Beitr. path. Anat. **66**, 1 — Münch. med. Wschr. **1923**, Nr 13 — Verh. dtsch. path. Ges. **1913** (Ref.). — *Maximow*, Beitr. path. Anat. **34**, 153 (1903); **35**, 93; **38**, 301 (1905) — Klin Wschr. **4**, Nr 31; **5**, Nr 47. — *Stilwell*, Fol. haemat. (Lpz.) **33**, H. 2. — *Vimtrup*, Z. Anat. **65**, 259. — *Zimmermann*, Z. Anat. **83**, 29.