

(Aus dem Pathologischen Institut der Martin Luther-Universität Halle-Wittenberg
[Direktor: Prof. Dr. J. Wätjen].)

Experimentelle Untersuchungen über den Verlauf der Speicherung im Lymphknoten.

Von

L. H. Kettler.

Mit 2 Abbildungen im Text.

(Eingegangen am 31. Dezember 1935.)

Eine der vielen, heute vielleicht noch gar nicht vollständig bekannten Aufgaben des Lymphknotens (Lkn.) ist seine Wirkung als Filterorgan. Es ist schon sehr lange bekannt, daß der Lkn. die aus seinem Zustromgebiete auf dem Lymphwege zugeführten Stoffe — wie z. B. Kohlenstaub, Hämosiderin, Bakterien und viele andere mehr — aus dem Lymphstrom abfängt und in sich ablagert. Neuerdings hat man ferner das eigentliche, in bezug auf Speicherung recht indolente lymphatische Gewebe von dem in dieser Beziehung sehr aktiven, ihm morphologisch eng verbundenen Reticuloendothel scharf zu trennen gewußt (*Goßmann, Wätjen* und *Eilers*). Die speichernden Elemente des Lkn. sind also bekannt¹. Jedoch ist es zunächst unklar, warum im einen Falle eine fast ausschließlich auf das Reticuloendothel der Sinus beschränkte Ablagerung der Pigmente, ein andermal eine ausgesprochene Beteiligung des lymphatischen Reticulums der Markstränge und Rindenknötchen und schließlich — wohl am häufigsten — eine über den Lkn. gleichmäßig verteilte Resorption stattfindet. *Nordmann* glaubte auf Grund seiner Untersuchungen eine vorwiegende Sinusspeicherung auf ein starkes Angebot speicherfähiger Stoffe zurückführen zu können, während nach seiner Meinung eine Ablagerung im Reticulum des lymphatischen Gewebes das Zeichen einer schwach aufsaugenden Tätigkeit sein soll. Die unterschiedlichen Befunde bei der Speicherung im Lkn. lassen sich jedoch auch ganz anders erklären: So sieht *Goßmann* bei Prüfung der Resorption lipoider Stoffe im Lkn. eine Abhängigkeit von der seit Speicherungsbeginn vergangenen Zeit, nicht jedoch von der Menge der zugeführten Stoffe, wie es *Nordmann* annimmt. Die Lipide erfüllen zunächst die Sinus und werden von deren Reticuloendothel resorbiert, um erst allmählich in Zellen des lymphatischen Reticulums abzuwandern. *Kubo* macht die gleichen Feststellungen bei Untersuchungen über die Eisenablagerung in den paraaortalen und Gekröse-Lkn. Als gesichert können diese Annahmen aber solange

¹ Auch zwischen den Reticuloendothelien der Lymphsinus und den Reticulumzellen des Lymphgewebes wurden bei Versuchen mit lokaler Infektion noch funktionelle Verschiedenheiten festgestellt; *Nishii*: *Krkh.forsch.* 7, 333 (1929).

nicht gelten, wie sie nur aus Befunden an menschlichem Leichenmaterial abgeleitet sind. Denn man wird niemals nach dem Tode die Menge des Angebotes oder die Dauer des Zuflusses auch nur einigermaßen sicher beurteilen können. Man vergegenwärtige sich nur einmal die umfangreichen und anatomisch schwer übersichtbaren Lymphstromzuflußgebiete z. B. der paraaortalen oder der Gekröse-Lkn. *Wätjen* und *Eilers* suchten darum in Tierversuchen die Beziehungen zwischen Angebot und Art der Ablagerung klarzulegen und prüften die Tuscheresorption in Achsel- und Leistenbeugen-Lkn. beim Kaninchen. Es leuchtet ein, daß beide bedeutend weitergehende Schlüsse ziehen konnten, denn im Experiment läßt sich die Menge des zugeführten Stoffes beliebig ändern, auch kann man den Versuch zu jedem gewollten Zeitpunkt abbrechen. *Wätjen* und *Eilers* bestätigten, was durch Untersuchungen an menschlichem Leichenmaterial schon vermutet war, nämlich die alleinige Abhängigkeit der verschiedenen Speicherungsarten von der Zeitdauer. Hingegen erschien die *Menge* des Angebotes, wie es *Nordmann* annahm, ohne jede größere Bedeutung.

Es ist noch nicht bewiesen, daß die für die Tuscheablagerung gefundenen Regeln sich auch bei anderen Stoffen ebenso erkennen lassen. Darum habe ich versucht, die Art der Resorption und die — wenn wirklich vorhandene — Abhängigkeit von der Versuchsdauer bei anderen Stoffen zu prüfen. Versuchsobjekt war der Popliteal-Lkn. des Kaninchens, der wegen seiner Größe, Konstanz des Vorkommens und leichten Operationsmöglichkeit sehr geeignet erscheint. Außer Tusche, die ich in einigen Fällen zu Vergleichszwecken ebenfalls verwendete, habe ich Kaninchen-eigenblut, Ferrum citricum oxydatum, Trypanblau, Olivenöl, Krotonöl und Lebertran zu meinen Versuchen benutzt.

Von 73 zur Verfügung stehenden Kaninchen mit einem durchschnittlichen Gewicht von etwas über 2000 g gingen 3 vor Versuchsabschluß zugrunde und wurden nicht mit berücksichtigt. Meine Resultate sind also an einem Material von 70 Tieren erhoben. Der zu speichernde Stoff wurde von hintenaßen in den Unterschenkel injiziert und der zugehörige Popliteal-Lkn. nach bestimmter Zeit operativ entfernt, um den Tierbestand zu schonen. Die Operation wurde von mir in Morphin-narkose (0,01 Morphinum hydrochloricum pro Kilogramm Kaninchen subcutan) ausgeführt. Die exstirpierten Lkn. wurden lebenswarm in 10%igem säurefreien Formalin fixiert und ausnahmslos in Paraffin bzw. Gelatine eingebettet. Einen Teil der Versuche mit Kaninchen-eigenblut und Trypanblau hatte Herr Prof. *Wätjen* von früheren Schülern ausführen lassen, und er stellte mir die Präparate nebst ausführlichen Versuchsprotokollen freundlicherweise zur Verfügung.

Es ist schon sehr lange bekannt und heute in jedem pathologisch-anatomischen und histologischen Lehrbuche (*Borst*, *Herzheimer*, *Kaufmann*, *Schridde* in *Aschoffs* Lehrbuch und viele andere) zu finden, daß die Lkn. bei Blutungen in ihrem Quellgebiete oft starke Füllung ihrer Sinus mit roten Blutkörperchen zeigen, die je nach Dauer der seit der Blutung vergangenen Zeit entweder noch frisch und unversehrt oder

aber schon recht erheblich verändert sind. Schließlich kommt es zu teilweise ausgedehnter Hämosiderinablagerung in diesen Lkn. *Hindenlang* erwähnt — um nur zwei von den frühesten Untersuchern anzuführen —, eine deutliche Infiltration der Lkn. mit Blutpigment bei einem Fall von Morbus maculosus *Werlhofii*, und *Orth* führt eine starke Resorption von Erythrocyten im Lkn. nach Quetschung der rechtsseitigen Fußgelenkgegend durch Eisenbahnunfall an. *W. Müller* hat später in eingehenden Untersuchungen die Art der Resorption zu erforschen gesucht und eine Umwandlung der Erythrocyten in Blutpigment festgestellt; und neuerdings sind von *Pozzan* ähnliche Versuche auf großer Basis unternommen worden. So gut aber die Blutpigmentbildung im Lkn. bekannt ist, so unklar und widersprechend sind die Meinungen über die verschiedene Ablagerungsart.

Müller, später *Fahr*, haben die Ablagerung des Eisenpigmentes genauer in eine intra- bzw. extracelluläre zu differenzieren gewußt und sich Gedanken über Bevorzugung einzelner Lkn.-Anteile gemacht. *Schridde* bemerkt, daß in erster Linie die Endothelzellen eine gewöhnlich feine Pigmentierung mit Hämosiderinkörnern zeigen, und daß in hochgradigen Fällen auch die Reticulumzellen oft in ausgedehnter Weise Pigment aufweisen. *Kubo* stellt dagegen die in manchen Fällen nur in den Sinusendothelien positive, bei anderen ausschließlich im lymphatischen Reticulum nachweisbare Eisenablagerung klar heraus und erwähnt außerdem die Kombination beider, also annähernd gleichstarke Beteiligung aller Lkn.-Anteile. Während er diese Art der Ablagerung (wohl in Anlehnung an die Tuscheversuche von *Wätjen* und *Eilers*) als ausschließlich von der seit Resorptionsbeginn verflossenen Zeit ansieht, liegt nach *Nordmann* das Hämosiderin dann im Reticulum des lymphatischen Gewebes, sofern es „langsam und in geringer Menge angeschwemmt wird“. Hingegen soll bei spärlicher Einschwemmung eine Beteiligung der Sinus bei der Resorption vermißt werden. Diese Behauptung galt es im Tierversuch nachzuprüfen!

Den Kaninchen wurde durch Herzpunktion Blut (meist 2 ccm) entnommen, das zum Teil durch Schlagen defibriniert oder durch Zusatz von 0,2 ccm einer 3,8%igen Lösung von Natrium citricum ungerinnbar gemacht, mehrfach aber auch unverändert zur Injektion benutzt wurde. Ob für die Frage der Resorption von noch gut erhaltenen roten Blutkörperchen in den Lkn. die Art der Vorbehandlung des zu injizierenden Blutes eine wesentliche Rolle spielt, will ich hier nicht entscheiden. Oft fand ich in den Sinus reichlich rote Blutzellen, die teils frei, teils schon in große Zellen eingeschlossen waren, wie es ähnlich *Fahr*, *Kubo*, *W. Müller* und *Pozzan* beschreiben. In wieder anderen Fällen jedoch waren die Sinus praktisch leer von Erythrocyten. Es kann vorweggenommen werden, daß ich eine sichere Abhängigkeit des uns hier allein interessierenden Eisengehaltes im Lkn. von der Anwesenheit mehrweniger veränderter roter Blutkörperchen nicht feststellen konnte, ebensowenig wie *Kubo*, der häufig einen positiven Eisenbefund in den Sinusendothelien bei Fehlen roter Blutzellen im Lkn. feststellte. In diesen Fällen wird wahrscheinlich das Blut schon am Orte der Einspritzung abgebaut und das Eisen allein in den nächsten Lkn. transportiert (s. u.). Außerdem

ist die Anwesenheit frischer Erythrocyten in den Sinus bei meiner Versuchsanordnung nicht sonderlich verwertbar: Denn bei der Exstirpation der Lkn. kann es trotz größtmöglicher Schonung vereinzelt zu kleinen traumatischen Blutungen in die Sinus kommen, wie ich es bei einigen, vorher nicht mit Blutinjektion behandelten Tieren sah. In diesen Fällen liegen die roten Blutkörperchen dann dicht aneinandergelagert und völlig unverändert in stark erweiterten Sinusabschnitten. Irgendeine Beziehung zu den Sinusendothelien ist nicht nachzuweisen.

Vom vierten Tage an beginnt bei meinen Versuchen die Eisenreaktion positiv zu werden, um sich bis hin zum 20. Tage (sicherlich auch noch länger, jedoch habe ich hierfür keine Versuche angesetzt) nachweisbar zu erhalten, ganz unabhängig davon, ob defibriniertes, unverändertes oder „Citratblut“ verwendet wurde. *Pozzan* gibt an, am 6. Tage nach der Injektion niemals Eisen im Lkn. gefunden zu haben, — «... dopo sei giorni invece la reazione costantemente falliva», und auch bei anderen Kaninchen: «la reazione mi risultó sempre negativa», — obwohl sie schon am 5. Tage positiv war. Ich konnte dagegen auch am 6. Tage eine deutliche Eisenreaktion beobachten.

Im einzelnen geht die Ablagerung in einer bestimmten Reihenfolge vor sich: Schon nach 4 Tagen zeigen die Endothel- und Reticulumzellen der Marksinus eine deutliche, feinkörnige Pigmentierung mit dem durch die *Turnbulls*che Reaktion (die ausschließlich zum Eisennachweis angewendet wurde) eindeutig nachzuweisenden Hämosiderin. Meist sind jedoch nicht alle Bezirke der Sinus gleichstark gefüllt, vielmehr ist das Eisen häufig nur an einem Pole zu finden. Es kann darum vorkommen, daß man zunächst mehrere fast vollkommen eisenfreie Schnitte durchmustern muß, ehe man in Präparaten aus einer anderen Region desselben Lkn. einwandfrei Eisen nachweist. Sind in den Sinus in Umwandlung begriffene Erythrocyten teils frei, teils in retikulären Zellen (den Chromospodocyten = „cromospodociti“ *Pozzans*) liegend zu sehen, so entdeckt man hin und wieder auch Scheibchen von gelbgrüner Färbung. Es sind das zugrunde gehende rote Blutkörperchen, deren grünliche Tingierung durch Mischung der bräunlichen Farbe des beim Zerfall entstehenden „Lipofuscins“ mit dem blauen Ton der positiven Eisenreaktion entsteht, wie es *Hueck* eingehend nachgewiesen hat.

In den Randsinus habe ich nur sehr wenige pigmenthaltige Reticuloendothelien gefunden, dagegen waren öfters erweiterte Abschnitte dieser Sinus mit einer vollständig homogenen, intensiv blauen Masse erfüllt, ein Befund, der auf der Kontrollseite niemals zu erheben war. Ich glaube, daß es sich hierbei um irgendwie gelöstes, vom Blutdepot her auf dem Transport befindliches Eisen handelt, welches dann später im Marksinus resorbiert werden sollte. Es wird an anderer Stelle genau auf diese Frage einzugehen sein (s. u.); ich mußte ihrer jedoch hier schon Erwähnung tun. Denn ich erblicke darin den Beweis, daß nicht alles Eisen erst im

Lkn. selbst durch direkten Blutkörperchenabbau entsteht, sondern vielmehr schon vorher frei wird und dann erst dem Lkn. zuströmt. Diese Auffassung ist nicht ungewöhnlich, denn auch in die Bronchial-Lkn. kann das Eisen als solches von Stauungslungen her transportiert werden (*Kubo*).

Bei genauer Untersuchung der speichernden Lkn. (Ölimmersion!) fällt auf, daß in den ersten Tagen das abgelagerte Hämosiderin fast

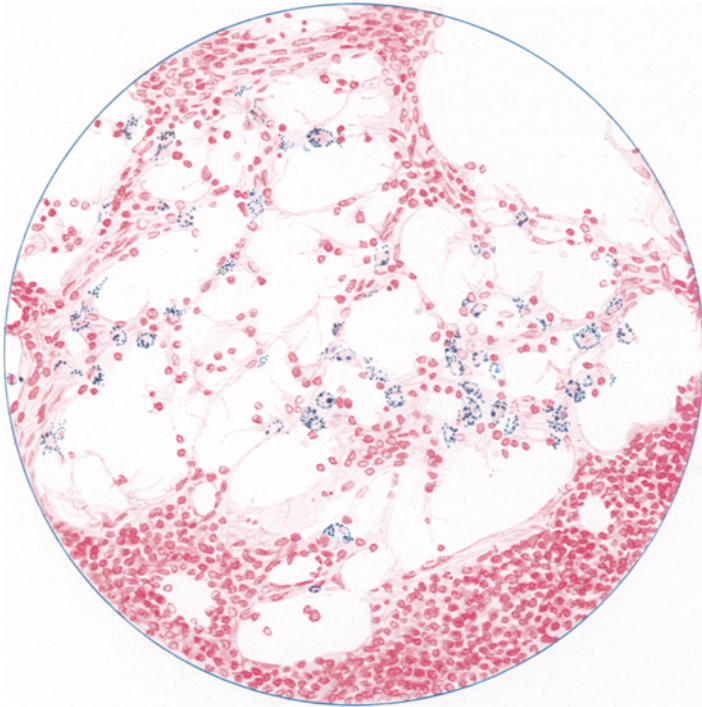


Abb. 1. Popliteallymphknoten vom Kaninchen. *Turnbulls*che Reaktion. Kernechtrotfärbung. Versuch 441. Leitz Obj. 7,0c. 5mal. (Beschreibung im Text.)

ausschließlich im Reticulum und den Endothelzellen der Marksinus liegt, während in den Marksträngen kaum Eisen zu finden ist. Diese einseitige Verteilung nur auf die Sinus kommt deutlich in Abb. 1 zur Darstellung, welche die Marksubstanz eines Lkn. 6 Tage nach einer Injektion von 2 ccm „Citratblut“ zeigt. Solche Befunde setzen zunächst in Erstaunen, wenn man sich die Anschauungen *Nordmanns* über die Art der Resorption bei schwach aufsaugender Tätigkeit zu eigen gemacht hat. Denn dann wäre doch nur eine „Speicherung im Reticulum des lymphatischen Gewebes“ zu erwarten gewesen, weil die „minder kräftige Resorption von den Lkn. . . . ohne die Reticulumzellen der Lymphsinus geleistet wird“. Wir konnten in den ersten Tagen jedoch gerade das

Gegenteil davon feststellen. Diese abweichenden Befunde lassen sich nicht etwa damit erklären, daß dann eben zu Anfang doch ein zu großes Angebot vorgelegen hätte, wie es *Nordmann* in einer Erwiderung auf die Arbeit von *Wätjen* und *Eilers* annimmt. Er glaubt die im Anfang nur auf die Sinus beschränkte und erst allmählich auch im lymphatischen Reticulum einsetzende Tuschespeicherung auf einen „Übergang von starker zu schwacher aufsaugender Tätigkeit“ zurückführen zu können. Eine solche Deutung scheidet aber bei unseren Versuchen vollkommen aus, denn die zugeführte Eisenmenge ist von Anfang an wirklich minimal! Nach den Angaben *Abderhaldens* sind in 100 ccm Kaninchenblut 11,9 g Hämoglobin enthalten; in 2 ccm also 0,238 g. Setzt man den Eisengehalt des Blutfarbstoffes etwa gleich 0,35% an, so wären in 2 ccm Kaninchenblut 0,00083 g Eisen enthalten. Man ist also wohl berechtigt, von einem schwachen Angebot zu sprechen.

In den folgenden Tagen läßt sich auch in den Marksträngen eine allmählich stärker werdende Eisenablagerung feststellen. Das Hämosiderin liegt dort in den Reticulumzellen feinkörnig angereichert, während ich in Lymphocyten niemals Eisen gefunden habe. Schon *Hueck* erwähnt, daß sich Lymphocyten eigentlich nie mit Hämosiderin beladen. Nach annähernd 3 Wochen ist die Eisenmenge im lymphatischen Reticulum ziemlich erheblich geworden, aber in *jedem* Falle ist doch die Speicherung im Reticulum der Marksinus vorherrschend. In diesen späteren Stadien fand ich mehrfach auch Eisen in Randsinusendothelien, die bei Speichungsbeginn noch leer waren. Sie hinken also bei der Resorption hinter den Marksinuszellen stark nach, was ich durch die Versuche mit *Ferrum citricum oxydatum* (s. u.) bestätigen konnte. Auch das Reticulum der Rindenknötchen arbeitet recht träge und spärlich. Hingegen findet sich ganz vereinzelt in den Follikeln der Rindensubstanz eine geringe grobschollige Eisenablagerung in den Reticulumzellen nahe dem Knötchenzentrum, wie sie bei starkem Angebot und langer Versuchsdauer immer zu erzielen ist (s. u.). Es sprechen unsere Befunde etwas gegen die Aussage *Schridde's*, der vor allem diejenigen Lkn.-Bezirke als bevorzugt bezeichnet, die „den Randsinus benachbart sind, weil hier das Blut zuerst und daher in größter Menge zugeführt wird“.

Schließlich bleibt noch zu beweisen, daß das in dem Lkn. oft in recht erheblicher Menge abgelagerte Eisen auch wirklich aus dem am Unterschenkel angelegten Blutdepot her stammt und nicht etwa schon vorher vorhanden war. Findet man in den Sinus im Abbau begriffene rote Blutkörperchen (s. o.), so bestehen keine Zweifel. Sind jedoch die Sinus frei von Erythrocyten, dann belehrt eine genaue Gegenüberstellung der gespritzten (rechten) Seite und der nichtbehandelten (linken) über die Herkunft des Hämosiderins. Allerdings fand ich in vereinzelten Fällen auch auf der Kontrollseite minimale Eisenmengen, vorwiegend in den Randsinusendothelien, Spuren, die beim Vergleich mit dem auf der

Versuchsseite reichlich vorhandenen Eisen jedoch absolut vernachlässigt werden dürfen.

Bei dieser Versuchsreihe fällt übrigens das vielfach stark gehäufte Auftreten eosinophiler Zellen auf. Es würde jedoch den Rahmen unserer Arbeit sprengen, näher auf die Bedeutung ihres Vorkommens einzugehen.

Fassen wir das Ergebnis der Versuche mit Kanincheneigenblut kurz zusammen, so findet sich zunächst eine Eisenablagerung in Reticulum- und Endothelzellen der Marksinus. Schon bald schließt sich daran eine Speicherung im lymphatischen Reticulum an, welche letztere unter Bevorzugung der Marksubstanz an Menge allmählich zunimmt, ohne daß jedoch ein Rückgang des in den Sinus gespeicherten Eisens in den ersten 3 Wochen festgestellt werden konnte. Die Ablagerung im lymphatischen Reticulum ist also als ein zeitlich bedingter Vorgang zu werten.

Unsere Versuche über die Eisenspeicherung im Lkn. würden unvollständig sein, wollten wir uns mit Prüfung der Resorption bei *schwachem* Angebot begnügen. Außerdem liegen die Verhältnisse bei Injektion von Blut nicht sehr übersichtlich. Das Eisen stellt einen nur recht kleinen Anteil des Hämoglobins dar (etwa 0,35 %) und ist in dem Hämatinkomplex so fest verankert, daß es mit den üblichen Reaktionen auf Eisen nicht nachzuweisen ist. Es könnten bei dem nur allmählich vor sich gehenden Abbau doch Komplikationen irgendwelcher Art eintreten. Darum hielt ich es für erforderlich, eine zweite Versuchsreihe anzusetzen, bei der dem Lkn. ein *reichliches* Angebot von freiem Eisen gemacht wurde.

Ich wählte dazu das Ferrum citricum oxydatum, welches dreiwertiges Eisen an Citronensäure gebunden enthält. Dieses Ferricitrat, ein rotbraunes Pulver, ist in heißem Wasser leicht und vollkommen löslich und gibt im Reagenzglas sofort alle gebräuchlichen Eisenreaktionen (Berlinerblau-Reaktion, schwarzer Niederschlag mit Schwefelammonium u. a.). Außerdem ist es in der von mir gewählten Dosis von 0,1 g recht gut verträglich. Ich stellte eine 5%ige Lösung her, von der ich 2 ccm wie üblich in den Unterschenkel injizierte. Im Paraffinschnitt wurde dann das Eisen mit der *Turnbulls*chen Methode, zum Teil aber auch ohne jede Reaktion, also in seiner Eigenfarbe untersucht.

Im Gegensatz zu den Versuchen mit Eigenblut ist bei Anwendung des Ferrum citricum oxydatum eine wesentlich stärkere Ablagerung festzustellen. Besonders in späteren Speicherungsstadien haben die Lkn. schon makroskopisch eine ausgesprochen braune Farbe, vor allem im Bereich der Marksubstanz. Mikroskopisch macht sich der Unterschied zu den vorhergehenden Versuchen noch mehr bemerkbar. Bei Anwendung der Eisenreaktion ist über den ganzen Lkn. hin eine leuchtende Blaufärbung zu sehen, und in allen Schnitten, ganz gleich aus welcher Höhe, ist reichlich Eisen vorhanden. Durch die vermehrte Menge des Angebotes ist also eine quantitativ gesteigerte Eisenablagerung im Lkn. unzweifelhaft erzielt worden.

Wie steht es nun aber im einzelnen mit den *Orten* der Ablagerung bei einem solch verstärkten Angebot? Bereits 9 Stunden nach der

Injektion ist im zugehörigen Popliteal-Lkn. reichlich Eisen vorhanden. Da sind zunächst größere, vielleicht sogar etwas erweiterte Abschnitte des Randsinus mit derselben intensiv blauen, völlig homogenen und durchsichtigen Masse erfüllt, wie wir sie — allerdings in geringerem Maße — bereits bei den Eigenblutversuchen im Randsinus gesehen haben. Sie füllt alle Winkel des Sinus vollkommen aus und umspült die Reticulumzellen, welche nach so kurzer Zeit noch kaum etwas gespeichert haben. Es kann wohl mit Recht angenommen werden, daß es sich bei dem beschriebenen Inhalt der Randsinus um irgendwie gelöstes Eisen handelt, welches soeben in diese Räume eingeflossen ist und in die Marksinus weiterströmen würde, wenn nicht der Versuch jetzt schon abgebrochen worden wäre. Denn in späteren Stadien sieht man auch Intermediärsinus mit dieser homogen blauen Masse erfüllt. Ich spreche ausdrücklich von „Masse“ und nicht von „Flüssigkeit“, denn wir wissen über die Zusammensetzung nur, daß sicher Eisen vorhanden ist (eindeutige starke Blaufärbung bei der *Turnbulls*chen Reaktion!). Gegen die Auffassung einer einfachen wässrigen Eisenlösung spricht es doch, daß ausgiebiges Wässern vor der Paraffineinbettung der Lkn. es nicht vermocht hat, diese „Eisenlösung“ auszuspülen. Vielleicht handelt es sich um eine stärker eiweißhaltige Lymphe, die beim Fixieren gerinnt und dadurch das Eisen in sich festhält. In den weiten Marksinus habe ich eigentlich niemals eine solche homogene Blaufärbung gefunden, sei es, daß das Eisen bald resorbiert wird, oder daß es in den weiten und zahlreichen Sinus verändert abströmt und sich feiner verteilt, wodurch eine uns wahrnehmbare Bläuung nicht mehr zustande kommen kann.

Es wurde schon davon gesprochen, daß die Randsinusendothelien nach der kurzen Zeit von 9 Stunden kaum Eisen aufweisen, obwohl sie doch reichlich davon umflossen sind. Um so stärker haben zur gleichen Zeit die Marksinuszellen gearbeitet! Fast alle Reticulumzellen enthalten deutlich feinkörniges Eisen. Besonders die Sinusendothelien sind so stark damit angefüllt, daß sie nach Anwendung der Eisenreaktion wie ein blauer Rahmen das gesamte lymphatische Gewebe umspannen. Bei starker Vergrößerung vermag man jede einzelne, fein mit Eisenpigment getüpfelte Zelle abzugrenzen — ein eindrucksvolles Bild! Es möchte zunächst fast so scheinen, als wollten all diese Zellen das Eisen hindern, in das lymphatische Reticulum einzudringen; denn zwischen den vielen Lymphocyten ist nirgends eine Spur von Eisen vorhanden, weder in den Marksträngen noch in den Rindenknötchen. Es erinnert dieser Zustand an die ersten Stadien der Speicherung nach Eigenblutinjektion. Bei beiden Versuchsarten sind die Reticulumzellen der lymphatischen Gewebsteile bei Beginn der Resorption frei von Eisen, während die Sinuszellen sich schon stark damit beladen haben.

Doch nur allzubald ändern sich die Verhältnisse eingreifend! Schon nach weiteren 8 Stunden, also insgesamt 17 Stunden nach erfolgter

Einspritzung, ist ziemlich viel Eisen in das lymphatische Reticulum der Markstränge abgewandert, ohne daß dadurch etwa die Sinus eisenärmer geworden wären, denn dafür sorgt der nie stockende Nachschub aus dem angelegten Depot. Diese Verlagerung des Eisens aus den Sinus in das umgebende Gewebe nimmt im Verlauf der nächsten Stunden mengenmäßig immer mehr zu, so daß schon nach knapp 2 Tagen in vielen Gebieten der Markstränge ebensoviel Pigment wie in den benachbarten

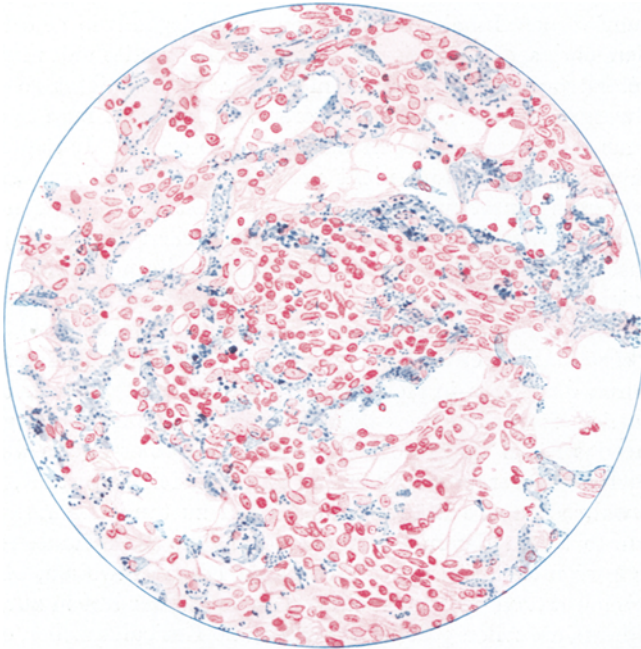


Abb. 2. Popliteallymphknoten vom Kaninchen. Turnbullsche Reaktion. Kernechtrotfärbung. Versuch 29 r. Leitz Obj. 7, Ok. 5mal. (Beschreibung im Text.)

Sinus vorhanden ist. Eine solche reichlich mit Eisen angefüllte Insel lymphatischen Gewebes im Lkn-Mark ist in der Abb. 2 gezeichnet. Es handelt sich um einen rechtsseitigen Popliteal-Lkn. vom Kaninchen, der 40 Stunden nach Injektion von 2 ccm einer 5%igen Lösung von Ferrum citricum oxydatum in den rechten Unterschenkel exstirpiert wurde. Der nichtvorbehandelte linksseitige Popliteal-Lkn. desselben Tieres wurde zur Kontrolle gleichzeitig entfernt; er enthält nirgends Eisen! Im einzelnen läßt sich aus der Abbildung ersehen, wie das Eisen feinkörnig von den dicht von Lymphocyten umdrängten Reticulumzellen aufgenommen ist. Die Lymphocyten selbst sind frei von Pigment.

Während in den Rindengebieten des Lkn. sich zunächst die ausgesprochen schwachen Resorptionsverhältnisse kaum ändern, nimmt die

Ablagerung im Mark mengenmäßig immer mehr zu, ohne daß sich das Speicherungsverhältnis zwischen den Zellen der Marksinus und denen des lymphatischen Reticulums noch wesentlich verschiebt. Wenn auch die Aufsaugung im Sinusgebiet in den ersten Wochen wohl immer um ein geringes stärker als im lymphatischen Gewebe der Markstränge bleibt, so ist sie doch in letzterem als ausgesprochen stark zu bezeichnen.

Etwa gegen den 7. Tag nach der Injektion scheint die Resorption im Lkn. ihren Höhepunkt zu erreichen; und zur gleichen Zeit tritt die Speicherung in ein neues Stadium ein. Bis dahin hatten die Reticuloendothelien das Eisen nur in feinkörniger Form phagocytiert, so daß es in dem schmalen Zellprotoplasma gleichmäßig feinpunktiert sichtbar war. Jetzt aber beginnen sich größere Eisenpigmenthaufen zu bilden, und zwar gerade in den Rindenknötchen, welche doch bisher so wenig aktiv erschienen. Wohl lagen in ihnen hie und da vereinzelt eisenhaltige Reticulumzellen zwischen den dichtgedrängten Lymphocyten, aber diese spärliche Resorption stand in gar keinem Verhältnis zu der ausgiebigen Speicherung in den Markbezirken. Gegen Ende der ersten Woche aber fallen schon bei schwacher Vergrößerung nach Anwendung der *Turnbullschen* Reaktion große rundlich oder oval gestaltete, intensiv blaufärbte Herde auf, welche innerhalb der Rindenknötchen, jedoch niemals in ihrem Zentrum liegen. Sie lagern in der Regel mehr in der Peripherie; oft an der Seite des Randsinus, fast ebenso häufig aber auch nach innen dem Marksinus benachbart. Bei starker Vergrößerung lösen sie sich in viele einzelne, ungleichförmige Bestandteile auf, die durch ihre dichte Zusammenlagerung einen größeren, scharf gegen die Umgebung abgesetzten Komplex bilden. Neben helleren, mehr lichtblau punktierten Bezirken, in denen einzelne größere, hellrot gefärbte Zellkerne verschwommen durchscheinen, liegen rundliche Scheiben, deren aufgehellte Mitte von einem dunklen, ganz scharfen Kreis umzogen wird. Eine besondere Unruhe wird dem ganzen Bilde durch tiefdunkelblauschwarze Punkte gegeben, so daß eine genaue Orientierung wegen der Undurchsichtigkeit nur schwer möglich wird. Es ist deshalb vorzuziehen, diese Pigmenthaufen in ihrer Eigenfarbe, also ohne Anwendung der *Turnbullschen* Reaktion, zu analysieren. Dabei erkennt man mehrere große, eng zusammengelagerte Reticulumzellen, deren Zelleiber mit feinsten hellgelben Körnchen und daneben mit Schollen und Klumpen strotzend gefüllt sind: Diese größeren Partikel haben eine scharf begrenzte, annähernd rundliche Form und erreichen fast die Größe der Zellkerne. Sie sind von einer homogenen, intensiv goldgelben, ein wenig ins Bräunliche spielenden Farbe. Irgendwelche Krystallisationserscheinungen habe ich niemals gesehen. Ein unbefangener Beobachter würde diese Gebilde bei Unkenntnis der Vorgeschichte für Blutpigment halten, und das mit einigem Recht: Denn unser Pigment ist unkrystallisiert, liegt in Form goldgelber Körner innerhalb von Zellen und gibt einwandfrei

die Eisenreaktion, Kriterien, die in ihrer Gesamtheit nach den Angaben *Huecks* im allgemeinen ausreichen würden, das Vorliegen von Hämosiderin zu beweisen. Es wäre ja auch denkbar, daß aus dem von uns injizierten Ferrum citricum oxydatum im Tierkörper durch Abspaltung der Citratgruppe und weitere Umwandlung eine dem Hämosiderin zum mindesten sehr ähnliche, wenn nicht vielleicht sogar identische Eisenhydroxydverbindung entsteht.

Pigmentanhäufungen der soeben beschriebenen Art treten fast zur gleichen Zeit auch inmitten des lymphatischen Gewebes der Markstränge auf. Sie unterscheiden sich in keiner Weise von den Eisenablagerungen in den Rindenknötchen; allerdings erreichen sie nicht ganz deren Ausdehnung. Was die Bedeutung dieser Herde anlangt, so wird man in ihnen die endgültigen Ablagerungsstätten des Eisens im Lkn. zu erblicken haben, ähnlich wie es bei der experimentellen Tuschespeicherung von *Wätjen* und *Eilers* gesehen wurde. Auch ich habe zu Vergleichszwecken in mehreren Fällen dem gleichen Tiere zur selben Zeit in den einen Unterschenkel Eisen, in den anderen Tusche gespritzt (1 ccm Pelikantusche). Es sollten damit etwa vorhandene Abweichungen in der Speicherung beider Stoffe erkannt werden. Zusammenfassend läßt sich darüber sagen, daß die Tuscheablagerung im wesentlichen gleichartig derjenigen beim Eisen verläuft. Wenn mir die Resorption des letzteren in den ersten Stunden etwas schneller zu erfolgen scheint, so liegt das vielleicht nur in der Variationsbreite tierischer Versuche begründet. Uns interessiert es hauptsächlich, daß im tuschespeichernden Lkn. im Verlaufe der 2. Woche Herde auftreten, die den oben beschriebenen Eisenpigmentanhäufungen wesentlich gleichen: Sie haben eine ähnliche Form und kennen die gleichen Ablagerungsstätten, wie das aus den von *Wätjen* und *Eilers* gezeigten Abb. 3 und 4 hervorgeht. Wenn ich weiter oben sagte, daß mit dem 7. Tage die Eisenspeicherung im Lkn. ihren Höhepunkt erreicht, so kann ich das deshalb behaupten, weil sich von dieser Zeit ab keine wesentlichen Änderungen mehr feststellen lassen. Nach Ablauf der 1. Woche sind nämlich sämtliche Marksinsuszellen in allen Lkn.-Anteilen schon so vollständig mit Eisen erfüllt, daß eine Steigerung in der Ablagerung in den nächsten Wochen nicht mehr möglich ist. Auch die Zellen des lymphatischen Reticulums scheinen in der zweiten Woche das Maximum an Speicherung erreicht zu haben. Immerhin läßt sich eine Zunahme der scholligen Eisenanhäufungen mitten in den Marksträngen noch feststellen, und die umfangreichsten Pigmenthaufen im lymphatischen Gewebe habe ich in einem Falle 20 Tage nach erfolgter Eiseninjektion gesehen.

In den Rindenknötchen ändert sich in den späteren Wochen ebenfalls nichts mehr, nur die Reticulumzellen der Randsinus machen eine Ausnahme. Schon bei den Eigenblutversuchen mußte ich es als auffallend bezeichnen, daß die Randsinsuszellen in den ersten Wochen kaum Eisen

resorbieren, obgleich sie es doch aus erster Hand empfangen und dauernd davon umspült werden. Ebenso lassen sie bei den Ferrumcitricum-Versuchen zunächst fast jegliche Speicherung vermissen. Erst etwa vom 10. Tage ab kann in vereinzelten Randsinusendothelien etwas Pigment gefunden werden, dessen Menge im Laufe der Zeit allmählich zunimmt. Nach 5 Wochen sind schließlich alle Randsinuszellen reichlich mit Eisen beladen, welches sich von da ab dauernd nachweisen läßt.

Nach 52 Tagen (mein längster Versuch!) sind die Verhältnisse kaum verändert: Es fließt — wenn auch spärlich — noch homogene „Eisenmasse“ in die Randsinus ein, die Sinuszellen in Mark und Rinde sind voll von Eisen, und im lymphatischen Gewebe liegen neben vielen feinkörnig mit Pigment gefüllten Reticulumzellen noch mehrere größere schollige Pigmenthaufen. Immerhin hat man den Eindruck, daß die Eisenmenge im Lkn. schon etwas geringer geworden ist, besonders beim Vergleich mit Tuschespeicherung beim selben Tier. Wäre die Verringerung durch Krankheiten, abweichende Ernährung oder andere nicht faßbare Faktoren beeinflußt, so müßte sich das ja an beiden Popliteal-Lkn. (also auch bei der Tuschespeicherung) gleichmäßig bemerkbar machen. Die gefundenen Unterschiede hängen also nur von der Art des zugeführten Stoffes ab. Es zeigt sich nun beim Vergleich, daß die Tuscheablagerung einen im Verlauf der Zeit immer größeren Umfang annimmt. Mitten im lymphatischen Gewebe von Mark und Rinde lagern zahlreiche tiefschwarze Tuschehaufen, die bis zum 52. Tage stetig zuzunehmen scheinen. Bei der Eisenspeicherung dagegen ändert sich Zahl und Größe der Pigmenthaufen von der 2. Woche ab kaum noch wesentlich; sie scheinen im Gegenteil späterhin wieder seltener zu werden. Es könnte dies dafür sprechen, daß das Eisen nach und nach wieder mobilisiert wird und den Lkn. verläßt, worauf auch *Fahr* hinweist. Um diese Vorgänge aber genauer zu verfolgen, sind außerordentlich langfristige, sich über mehrere Monate hin erstreckende Versuche notwendig.

Rückblickend stellen wir fest, daß nach Injektion einer wässrigen Lösung von Ferrum citricum oxydatum das Eisen in vollkommen der gleichen Weise vom Lkn. resorbiert wird wie bei den Kanincheneigenblutversuchen. In beiden Fällen strömt das Eisen in homogen gelöster Form dem Lkn. zu und wird zunächst von den Marksinsuszellen abgefangen, um schon bald danach in Reticulumzellen des lymphatischen Gewebes aufzutauchen. Dort wird es mitten in den Rindenknötchen und Marksträngen in grobscholliger Form endgültig deponiert. Legt man einen etwa 20%igen Eisengehalt des Ferrum citricum oxydatum (s. „*Mercks Index*“) zugrunde, so sind in unserer Dosis von 0,1 g etwa 0,02 g Eisen enthalten, in 2 ccm Kaninchenblut aber nur 0,00083 g. Trotz diesem um mehr als 24fach größeren und bedeutend massiveren Angebote lassen sich keine Unterschiede in der Art der Ablagerung feststellen. Es kommt zwar zu mengenmäßigen Differenzen; aber wir haben es nicht

in der Hand, eine bevorzugte Speicherung entweder nur in lymphatischen Gewebsteilen oder aber allein in Sinuszellen durch Variation der Gabengröße zu erzielen. Die Anschauungen *Nordmanns* über auffällige Unterschiede bei schwach bzw. stark aufsaugender Tätigkeit können also durch unsere bisherigen Versuche in keiner Weise bestätigt werden. Auch die Anwendung von Trypanblau bringt nichts wesentlich Neues:

Abweichend von unserer sonstigen Gepflogenheit wurden hierbei versuchsweise nicht die Popliteal-Lkn., sondern teils die axillaren, teils die inguinalen und para-aortalen Lkn. nach Injektion von meist 1 ccm (mehrfach auch 2 ccm) einer 1%igen Trypanblaulösung in die zugehörigen Lymphstromquellgebiete untersucht.

Nach 2 Tagen sind die Reticulumzellen der Marksinus schon außerordentlich stark mit Trypanblau beladen. Besonderes Aufsehen erregen zu diesem Zeitpunkte wieder die Marksinusendothelien, die — durch ihre intensive Blaufärbung auffallend aus dem übrigen Zellgewirr herausgehoben — die Follikel des lymphatischen Gewebes lückenlos umscheiden. Es bietet sich so genau das gleiche Bild wie bei den Ferrumcitricum-Versuchen, lediglich der Farbton ist dem Turnbull- bzw. Trypanblau entsprechend etwas verschiedenen. Die lymphatischen Follikel erscheinen bei schwacher Vergrößerung noch völlig leer: Es wirkt außerordentlich kontrastreich, wenn sie wie leuchtend rote Inseln von den tiefblauen Sinus umflossen werden, scharf begrenzt durch den Wall der stark speichernden „Uferzellen“. Bei starker Vergrößerung entdeckt man jedoch schon nicht mehr ganz vereinzelte Farbstoffpartikelchen im lymphatischen Reticulum. Nach 6 Tagen hat die Ablagerung in den Marksträngen nur unerheblich zugenommen, und erst nach 9 Tagen enthält das lymphatische Gewebe gleich große Mengen von Farbstoff wie die Sinus. Das Trypanblau liegt dann feinkörnig verteilt vorwiegend in den Zellen der Markstränge. Die Rindenknötchen dagegen zeigen die uns nun schon bekannten Zusammenballungen von ad maximum gefüllten Reticulumzellen, die bei schwacher Vergrößerung wie dunkle, homogene Farbstoffhaufen aussehen, die an den früher beschriebenen, bevorzugten Stellen liegen. Ihr feinerer Aufbau läßt sich jedoch bedeutend leichter feststellen als bei den Ferrumcitricum-Versuchen, weil das Trypanblau auch bei Massenspeicherungen stets feinkörnig die Zellen erfüllt, während das Eisen in Form sich überlagernder Schollen und Klumpen die Zelleiber und Zellkerne vollständig überdeckt, besonders nach Anwendung der *Turnbullschen* Reaktion. In den folgenden Wochen nimmt die Speicherung im lymphatischen Gewebe noch zu, auch die Sinuszellen bleiben gut farbstoffhaltig; alles Befunde, wie sie in gleicher Art bei der Eisenresorption zu erheben sind.

Die Ablagerung von Eisen, Tusche und Trypanblau im Lkn. geht also im wesentlichen gleichartig vor sich, wie wir es in den vorausgehenden Versuchen feststellen konnten. Aus den einzelnen, leicht zu deutenden Zustandsbildern läßt sich der übergeordnete, komplexe Speicherungs-

vorgang in seinem ganzen zeitlichen Verlauf unschwer zusammensetzen. Ganz erhebliche Schwierigkeiten aber bereitet die Erforschung der Frage nach dem Verhalten des Lkn. den Fettstoffen gegenüber. Neben vielen völlig negativen Versuchsergebnissen erhält man andere, deren Verwertung recht schwierig sein kann, und die sich zuweilen sogar widersprechen. Es liegt das teilweise an unseren unvollkommenen Hilfsmitteln; es fehlt ein idealer Fettfarbstoff, der sämtliches vorhandene Fett färbt (Sudan III und Scharlach-Rot kommen ihm immerhin recht nahe). Es stehen uns weiterhin nicht genügend Möglichkeiten zur Differenzierung der einzelnen Fettarten zur Verfügung: Die polarimetrische Untersuchung ermöglicht uns nur die Trennung in doppelbrechende und optisch nicht aktive Stoffe, wobei jede der beiden Gruppen dann wieder zahllose nicht zu trennende Einzelstoffe enthält, — andere Methoden zur Unterscheidung, wie die Nilblau- und die Fettseifenfärbung u. a., sind zu ungenau und launisch in ihrem Ausfall.

Besonders erschwerend fällt es aber bei Untersuchungen über die Beziehungen des Fettes zum lymphatischen Gewebe ins Gewicht, daß wir nicht einmal genau über den normalen Fettgehalt der Lkn. unterrichtet sind: Nach *Herxheimer* enthalten die normalen Lymphdrüsen wenigstens beim Menschen in der Regel gar kein Fett, und auch *Sternberg* spricht sich vorsichtig dahingehend aus, es sei „zunächst noch nicht mit Sicherheit entschieden, ob die Lkn. normalerweise Fett enthalten oder nicht“. Von anderen Untersuchern wird ein physiologischer Fettgehalt der Lkn. im großen und ganzen zugegeben (z. B. *Hueck*, *Jäger*), über die Orte des Vorkommens ist man sich aber bis heute noch nicht völlig einig. So betont *Jäger*, daß die „die sog. Keimzentren aufbauenden Elemente“ stets fettfrei wären, während im vollen Gegensatz hierzu *Sternberg* das Vorkommen von Fetttröpfchen „in den großen Zellen der Keimzentren“ anführt. Treffender kann wohl die Unklarheit, die heute noch über das Fettvorkommen im Lkn. besteht, nicht charakterisiert werden. Die Verhältnisse werden nun noch viel komplizierter, wenn man, auf diesen mangelhaften Kenntnissen fußend, jetzt weitergehend versucht, das Schicksal frisch zuströmenden Fettes im Lkn. genauer zu verfolgen und die Abhängigkeit der örtlich verschiedenen Ablagerung von Zeit- oder Mengenfaktoren abzuleiten. Beobachtungen an menschlichem Leichenmaterial (*Goßmann*, *Nordmann*) können bei dieser Fragestellung niemals einwandfreie Ergebnisse zeitigen, besonders dann nicht, wenn bei Untersuchungen z. B. an mesenterialen Lkn. jegliche Vergleichs- oder Kontrollmöglichkeit fehlt. Über die vergangene Zeit wie über die Art und Menge des zugeführten Fettes ist doch dann praktisch nur recht wenig bekannt. Experimentelle Untersuchungen am Tier haben bedeutend weiter geführt; leider wurden auch sie meist nur an den Gekröse-Lkn. ausgeführt, wobei sich die oben erwähnten Nachteile bemerkbar machen. Deshalb sind auch solche Versuchsergebnisse sehr widersprechend:

Poulain und *Stheemann* erblicken nämlich in den Lkn. „Assimilationsorgane sowohl für das Nahrungs- wie für das Gewebefett“, hingegen lehnen *Holthusen* und *Wuttig* eine Veränderung des Fettes im Lkn. strikte ab.

Ausgehend von der anfangs auseinandergesetzten Fragestellung nach Abhängigkeit des Ablagerungsortes im Lkn. von der verstrichenen Zeit oder der Menge des zugeführten Stoffes untersuchte ich die Speicherung von Ölen im Popliteal-Lkn. des Kaninchens. Es bieten sich dabei mehrere Vorteile: Aus den Versuchen mit Eisen, Tusche und Trypanblau ist uns die Art der Speicherung dieser Stoffe in diesem Lkn. bekannt, es lassen sich darum weitgehende Vergleiche ziehen. Außerdem steht uns in dem Lkn. des anderen Hinterlaufes ein ausgezeichnetes Vergleichsobjekt zur Verfügung. Wir sehen ihn in *dem* Zustande vor uns, in welchem sich der anderseitige Lkn. *vor* der künstlichen Fettzuführung sicherlich auch befunden hat. Denn allgemeine Einflüsse der verschiedensten Art, so etwa unterschiedliche Ernährung, Konstitution oder Krankheit, scheiden beim gleichen Tiere natürlich vollkommen aus. Außerdem sind die örtlichen Verhältnisse in den beiden Hinterläufen doch weitgehend gleichartig, so daß wirklich eine ideale Kontrollmöglichkeit gegeben ist.

Ich verwendete *Oleum olivarum purum*, ferner eine Emulsion von *Oleum olivarum* und eine Mischung von *Oleum Crotonis purum* mit *Oleum olivarum purum* im Verhältnis von 1: 100 und schließlich reinen Dorschlebertran. Diese Öle wurden meist in einer Dosis von 1,0 g wie bei den früheren Versuchen in den hinteren äußeren Bezirk des Unterschenkels eingespritzt.

Etwa 8 Stunden nach Injektion von 1,0 Ol. oliv. pur. sind fast alle Randsinus des Popliteal-Lkn. ganz außerordentlich stark mit Öl überschwemmt. Es drängt bei seinem Einströmen die Sinuswände auffallend stark auseinander und zerreißt dabei mehrfach auch die reticulären Maschen, so daß weite, vollkommen mit Öl ausgefüllte Räume gebildet werden. Im Gefrierschnitt bieten sich diese Bezirke aber nicht als homogene, durch Sudan III gleichmäßig gelbrot gefärbte Flächen dar, vielmehr sind zahlreiche unscharf begrenzte Vakuolen von oft beträchtlicher Größe mitten im Öl vorhanden. Den Sinuswänden aber ist ein überall gleichmäßig breiter, orangefarbener Saum angelagert. Es kann deshalb der Gedanke gar nicht aufkommen, es handle sich etwa um eine von den Zellwänden ausgehende Verseifungs- oder Emulgierungswirkung. Es liegt vielmehr eine rein physikalische Erscheinung vor: Bei der Herstellung der dünnen Gewebsschnitte kann sich das im flüssigen Aggregatzustande befindliche Öl eben einfach nicht als dünnes, homogenes „Scheibchen“ von überall gleicher Dicke erhalten; es bildet sich vielmehr entsprechend den Gesetzen der Kohäsion und Adhäsion eine in der Mitte verdünnte, zuweilen dort sogar einreißende Ölmembran, während an den Rändern eine Verdichtung stattfindet. In normalen,

also nicht erweiterten Sinuspartien findet man nämlich niemals solche Vakuolen, sondern nur gleichmäßig dichtes, intensiv gelbrotgefärbtes Fett.

Das einströmende Öl begnügt sich nun aber nicht damit, die Sinus stark zu erweitern, sondern es durchbricht auch die Endothelwandungen und wühlt sich in die den Sinus benachbarten Gebiete der Rindenknötchen ein. Man sieht dann zahlreiche gelbrot gefärbte, oft miteinander konfluierende, scharf gegen das umgebende Gewebe abgegrenzte Fetttropfen mitten zwischen den Lymphocyten lagern, ohne daß etwa irgend eine Fettaufnahme durch die Reticulumzellen stattfindet. (Auch diese in den lymphatischen Knötchen liegenden Öltropfen enthalten zuweilen größere Vakuolen.) Das Fett ist also durch den hohen Einstromungsdruck einfach rein mechanisch zwischen die Lymphzellen gepreßt worden, wo es zunächst unbeteiligt liegenbleibt. Die Marksinus dieses gleichen Lkn. enthalten ebenfalls reichlich flüssiges Fett. Sie sind aber nicht wie die Randsinus erweitert, sondern in den engen Lymphspalten drängt sich das Öl dicht um die Sinusreticulumzellen, so daß es bei schwacher Vergrößerung fast den Anschein hat, als ob sie reichlich mit Fett beladen wären. Aber die Untersuchung mit der Ölimmersion deckt alles Öl als einwandfrei extracellulär liegend auf. Schon *Holthusen* weist darauf hin, daß die feinen Fetttropfchen nur an den Reticulumzellen zu haften scheinen, aber nicht in ihnen liegen.

Nach etwa 2 Tagen findet man nur noch bedeutend kleinere Bezirke der Randsinus mit homogenem Fett erfüllt, auch in einigen Marksinus habe ich noch bis zum 3. Tage etwas Öl gefunden, aber im großen und ganzen bietet der Lkn. nach mehreren Tagen wieder ein fast völlig unverändertes Bild dar, als ob er niemals von den doch recht erheblichen Ölmengen durchströmt worden wäre.

Ein Befund verdient allerdings noch besondere Erwähnung: Es gibt mehrere große, in den Rindenknötchen und teilweise auch in den Marksträngen dicht in Haufenform zusammenliegende Zellen, deren Zelleib eine nur blaßgelbbraunliche Färbung hat und feingekörnt aussieht. Sie liegen an denselben Stellen, an denen wir früher die starken Anhäufungen von Eisen, Tusche und Trypanblau vorgefunden haben. Es liegt deshalb zunächst der Gedanke nahe, es könnte sich hierbei ebenfalls um Reticulumzellen handeln, die sich schon sehr bald mit dem zugeführten Öl beladen haben. Dem ist aber nicht so! Denn erstens ist es unwahrscheinlich, daß schon nach wenigen Stunden soviel Fett in diesen Zellen liegen sollte, während wir die leicht resorbierbaren Stoffe, wie Eisen, Tusche und Trypanblau erst nach Verlauf mehrerer Tage an diese endgültigen Ablagerungsstätten gelangen sehen. Außerdem müßte der in den beschriebenen Zellen liegende fettähnliche Stoff schon stark umgewandelt sein: Er zeigt keinerlei Tropfenform, sondern erfüllt die Zelle mehr diffus mit feiner Körnelung, auch seine Anfärbbarkeit mit Sudan III ist abweichend von der des Olivenöles. Dies alles spricht

schon sehr gegen die Herkunft der beschriebenen fettartigen Substanz aus dem frisch zuströmenden Öl. Den sicheren Beweis erhalten wir aber bei Untersuchung des anderseitigen, in keiner Weise vorbehandelten Lkn.: Wir finden in ihm die gleichen Zellen in derselben Menge und an denselben Orten im lymphatischen Reticulum. Auch ihre morphologische und färberische Beschaffenheit ist dieselbe, so daß ich nicht anstehe, für diese Veränderungen in beiden Lkn. die gleiche Entstehungsursache anzunehmen, die nichts mit unserer künstlichen Ölfuhr zu tun hat!

Die erwähnten Zellen sind im Schrifttum schon seit langem bekannt, ihre Bedeutung aber ist stark umstritten: *Stheemann* nennt sie „Fettphagocyten“ und nimmt in ihnen eine besonders intensive Fettspaltung an, während sie von *Holthusen* als pathologisch verfettete, degenerierte Zellen bezeichnet werden. Bei meinen Lebertranversuchen ergaben sich interessante, für die Frage ihrer Entstehung wichtige Befunde, so daß ich weiter unten eingehend darauf zu sprechen komme.

Ich fasse zusammen, daß sich bei den Versuchen mit *Oleum olivarum pur.* eine Resorption in Zellen des Popliteal-Lkn. nicht feststellen läßt. Dagegen kann das Durchströmen des Öles durch die Lymphsinus im einzelnen gut verfolgt werden: Das Fett füllt die Sinus — zum Teil unter starker Erweiterung derselben — vollkommen aus und lagert in ihnen in Form umfangreicher, durch Sudan III gelbrot gefärbter Lachen und Seen. Solche Bilder sind an den Mesenterial-Lkn. bei Mensch und Tier nach einer vorausgegangenen fettreichen Mahlzeit oft zu finden, wovon ich mich selbst überzeugen konnte. Auch *Goffmann* erwähnt die Überschwemmung der Sinus mit gelösten Lipoiden als häufiges Vorkommnis, wobei das lymphatische Gewebe oft völlig frei von Fett ist (wie bei meinen Versuchen!). Ferner geben *Holthusen*, *Stheemann* und *Wuttig* anschauliche Beschreibungen gleichartiger Bilder bei Fettresorption im Lkn.

Über die Ergebnisse bei Einspritzung einer Emulsion von *Oleum oliv.* und einer Mischung von *Oleum Crotonis* mit *Oleum olivarum* im Verhältnis von 1:100 kann kurz berichtet werden. Es handelt sich nur um einige wenige Versuche. Ich konnte nach Intervallen von 2—4 Tagen niemals irgendeine Fettresorption feststellen. Einzig Zellen der oben eingehend beschriebenen Art im lymphatischen Reticulum waren sowohl auf der Versuchs- wie auf der Kontrollseite gleichmäßig vorhanden. Trotz der starken Verdünnung des Crotonöls kam es zu einer aktiven Hyperämie des zugehörigen Lkn. und zu starker, entzündlicher Anschwellung des ganzen Unterschenkels. Es ist möglich, daß dadurch das angelegte Fettdepot abgekapselt wurde und nur wenig Öl in den Lkn. gelangen konnte, denn ich habe nicht einmal Spuren homogenen Fettes in den Randsinus gefunden.

Sehr aufschlußreich gestalteten sich dagegen die Versuche bei Anwendung von reinem Dorschlebertran. Auch hierbei kommt es zu einer, wenn auch nur mäßig entzündlichen Reaktion am Einspritzungsort, wodurch wohl auch eine Verzögerung im Abtransport des Lebertranes bedingt sein mag. Jedenfalls findet man die ersten Spuren davon im Randsinus frühestens nach 24 Stunden, während doch das *Ol. Oliv.* schon nach 8 Stunden in gewaltiger Menge in den Lkn. eingeströmt

war. Zunächst sind dann aber die Vorgänge bei Lebertranzufuhr die gleichen wie bei der von Olivenöl. Der Tran erfüllt als homogener, mit Sudan III leuchtend rot gefärbter Inhalt die nur mäßig erweiterten Randsinus, vereinzelt auch die Marksinus. Eindringen von Öl zwischen die Lymphocyten der Rindenknötchen und Vakuolenbildung kommen ebenfalls vor. Während ich nun aber in späteren Tagen in den meisten Lkn. nur noch wenig homogenes Fett in den Lymphsinus, nirgends jedoch zunächst eine Resorption in Zellen fand, war in einem Falle 3 Tage nach der Injektion eine deutliche Fettaufnahme in die Marksinuszellen und vereinzelt auch ins lymphatische Reticulum vorhanden. Fast alle Reticuloendothelien der Sinus waren dicht mit feinsten Fetttropfchen beladen, während kaum freies Fett in den Sinus lag. Solche Befunde werden von den meisten Untersuchern als häufig erwähnt (*Holthusen, Jäger, Kischensky, Nordmann und Stheemann*) und mehrfach abgebildet. Die Zeichnungen von *Kischensky* (Taf. IX, Abb. 9) und von *Stheemann* (Taf. IX, Abb. 4) gleichen meinem Befunde so bis in alle Einzelheiten, daß ich auf eine nochmalige Wiedergabe verzichten zu können glaube.

Eine Erklärung für die Einmaligkeit dieses Ergebnisses bei meinen Versuchen vermag ich nicht zu geben. Da die Reticulumzellen in diesem Falle außerdem reichlich doppelbrechende Lipide enthielten, während das bei meinen Versuchen sonst im Lkn. vorhandene Fett sich als optisch inaktiv erweist, dachte ich an eine längere Zeit zurückliegende Resorption von roten Blutkörperchen. Von irgendeiner traumatischen Blutung im Unterschenkel herrührend (vielleicht durch das „Schlagen“ der Kaninchen entstanden!?) hätten Erythrocyten in den Lkn. gelangen können, wo bei ihrem Abbau die bekanntlich in größerer Menge vorhandenen Lipide (s. *Hueck und Fahr*) dann von den Sinuszellen resorbiert worden wären. Nach einer von *Abderhalden* angegebenen Tabelle enthalten 1000 Gewichtsteile Kaninchenblutkörperchen 5,347 lipide Stoffe und nur 1,652 Eisenoxyd. Einige von mir in dieser Richtung unternommene Versuche mit Injektion von Kanincheneigenblut und nachfolgender Prüfung auf resorbierte Lipide im Lkn. verliefen jedoch ergebnislos!

Noch nach 10 Tagen ist in den Randsinus reichlich homogenes Fett vorhanden, also zu einer Zeit, wo das Olivenöl den Lkn. schon restlos verlassen haben würde. Auch in den Rindenknötchen findet man noch viele versprengte Fetttropfen mitten zwischen den Lymphocyten. Dieses Fett hat aber jetzt sein Verhalten teilweise geändert: Die Tropfen konfluieren nur noch selten und liegen zu mehreren zusammengelagert, aber in scharfer gegenseitiger Abgrenzung mehr in der Nähe der Follikelzentren, also an *den* Stellen, die wir als die endgültigen Ablagerungsstätten für Eisen, Tusche und Trypanblau kennengelernt haben, und an denen auch die merkwürdigen, mit „fettähnlicher Substanz“ gefüllten Zellen vorkommen, die *Stheemann* als „Fettphagocyten“ bezeichnet hat. In demselben Lkn. (also ebenfalls nach 10 Tagen) findet man auch mitten im lymphatischen Gewebe der Markstränge reichlich runde, mit Sudan III intensiv gelbrot gefärbte Öltropfen, die meist zu mehreren zusammenliegen, genau wie in den Rindenknötchen. Man könnte bei schwacher Vergrößerung fast annehmen, es handele sich um versprengte Fett-

partikelchen, die beim Gefrierschneiden aus dem umgebenden Fettgewebe mit dem Messer herausgerissen und über das lymphatische Gewebe hinübergewischt wurden, eine Fehlerquelle, auf die *Dunin-Karwicka*, *Holthausen* und *Jäger* aufmerksam machen. Derartig versprengtes Fett ist aber leicht als solches zu erkennen: Es liegt immer in einer anderen optischen Ebene, wovon man sich bei starker Vergrößerung durch Drehen der Mikrometerschraube leicht überzeugen kann. Außerdem ist es nur sehr verwaschen und blaßrosa angefärbt. Ich konnte es deshalb mit Sicherheit von vornherein ausschließen, daß es sich bei unseren Fällen etwa um Kunstprodukte handelte.

Wie die genaue Untersuchung lehrt, haben die Fetteilchen im lymphatischen Gewebe der Rindenknötchen und der Markstränge die gleiche Bedeutung. Nur zum kleineren Teil handelt es sich noch um völlig homogene, scharf begrenzte Ölkugeln, die ohne jede Beziehung zu irgendwelchen Zellelementen mitten zwischen den Lymphocyten liegen, wie wir das beim Olivenöl oft gesehen haben. Weitaus die meisten Fettpartikel aber besitzen nicht mehr die gleichmäßig durchsichtige Beschaffenheit eines klaren Öltropfens, sondern ihr Inneres ist inhomogen und sieht wie feingekörnt aus. Daneben finden sich nunmehr auch ganz kleine, feinstropfige Bestandteile, die sich mit Sudan III nur noch schwächer gelblich anfärben lassen und die von Reticulumzellen aufgenommen sind. Es handelt sich dann um ganz die gleichen Herde, wie wir sie von unseren Speicherversuchen mit Eisen, Tusche und Trypanblau her nun schon recht genau kennen: Mehrere Zellen mit großen, unregelmäßig begrenzten, blaßblau gefärbten Kernen liegen zu rundlichen Haufen zusammengeballt mitten im lymphatischen Gewebe. Jede einzelne dieser Zellen ist auffallend stark mit zahlreichen feinsten, gelblichen Körnchen und größeren, inhomogenen, leuchtend gelbrot gefärbten Tropfen erfüllt, so daß teilweise die Kerne von ihnen stark überlagert werden. Dagegen habe ich mich nicht regelmäßig davon überzeugen können, ob die ganz großen Fetttropfen ebenfalls innerhalb von Zellen liegen oder nicht. Auch manche Sinuszellen haben Fett resorbiert, jedoch ist ihre Zahl im Vergleich zu den zahlreichen phagocytierenden Zellen des lymphatischen Reticulums recht gering. Doppelbrechende Lipide ließen sich im Lkn. nicht nachweisen.

Aus diesen interessanten Befunden lassen sich einige bedeutsame Folgerungen ziehen: Es kann nicht zweifelhaft sein, daß die geschilderten Veränderungen auf die Lebertranzufuhr zu beziehen sind. Denn im Kontroll-Lkn. findet sich kein Fett, wenn man von ganz vereinzelter, blaßgelber Zellen der nun schon oft beschriebenen Art in den Lymphfollikeln der Rindensubstanz absieht. Aber gerade zwischen diesen merkwürdigen Gebilden und den im anderseitigen Lkn. gefundenen Veränderungen scheinen wichtige Beziehungen zu bestehen. Ich möchte nämlich behaupten, daß die durch eine fettähnliche Substanz blaßgelblichpigmentierten Zellen (die „Fettphagocyten“ *Stheemanns*) Reti-

culumzellen sind, welche früher einmal ebenso aktiv irgendein aus der Peripherie zuströmendes Fett gespeichert haben, wie es jetzt die Zellen auf der Versuchsseite mit Lebertran tun. Zuerst spricht für diese Annahme einmal ihre Lage. Sollte es wirklich ganz bedeutungslos sein, daß sie an genau den gleichen Stellen gefunden werden, an denen die lebhaft phagocytierenden Zellen bei künstlicher Zufuhr speicherfähiger Stoffe ebenfalls liegen? Und dann ihr Aussehen! Ebenso wie die im lymphatischen Gewebe liegenden, mit Lebertran gefüllten Zellen haben diese „Fettphagocyten“ eine rundliche Form und lagern meist zu mehreren zusammen. Auch die feinkörnige, teilweise mehr blaßgelbliche Beschaffenheit ist identisch.

Wägt man unter diesen Voraussetzungen die sich scheinbar völlig widersprechenden Angaben *Stheemanns* („Fettphagocyten“) und *Holtthusens* („Degenerierte, pigmentierte Zellen“) kritisch gegeneinander ab, so kommt man zu der Überzeugung, daß hier die Wahrheit — wie so oft — in der Mitte liegt. Beide haben im gewissen Sinne recht! Es scheint mir nämlich der Modus der Fettablagerung im Popliteal-Lkn. des Kaninchens folgender zu sein: Zunächst überschwemmt das Öl in ausgedehnter Weise die Randsinus, wobei es durch den hohen Einstromungsdruck (der sicherlich durch die relativ große Menge des eingespritzten Stoffes bedingt ist) zu Zerreißen der Sinusendothelien kommt, so daß freie Öltropfen ins lymphatische Gewebe der Rindenknötchen übertreten können. Bald darauf weisen auch die Marksinus eine stärkere Füllung auf. Je nach Beschaffenheit der zugeführten Substanz fließt diese nun entweder rasch durch den ganzen Lkn. hindurch, ohne irgendwelche sichtbaren Reaktionen zu hinterlassen (Olivenöl!), oder aber es kommt zu weiteren Veränderungen (Lebertran!). Es ist dann zunächst eine nur mäßige Speicherung feintropfigen Fettes im Marksinusreticulum zu sehen. Nach 7 Tagen kann man aber auch mitten im lymphatischen Gewebe der Marksubstanz freie Fetttröpfchen finden, an denen sich in den nächsten Tagen (etwa 10. Tag) bedeutsame Umwandlungen feststellen lassen. Es kommt zu einer feinkörnigen Veränderung und schließlich zu Aufspaltung des Öles in kleinste Tröpfchen, die man zu dieser Zeit im Inneren von Zellen des lymphatischen Reticulums liegen sehen kann. Ob dieses Fett schon vorher in den Zellen liegt und intracellulär umgewandelt wird oder nach extracellulärer Beeinflussung erst sekundär phagocytiert wird, kann ich nicht entscheiden. In diesen Reticulumzellen bleiben die Ölrreste wahrscheinlich längere Zeit liegen, wie das ja auch bei Eisen, Tusche und Trypanblau der Fall ist. Es ist nun ohne weiteres denkbar, daß das Fett in diesen Zellen fernerer Umwandlungen unterworfen wird, die schließlich zu einer „Fettpigment“-Bildung führen können. *Hueck* hält einen solchen Vorgang für durchaus nicht verwunderlich. Diese Deutung der Fettresorptionsvorgänge im Lkn. könnte dann den Anschauungen *Stheemanns* wie *Holtthusens* in gleicher Weise gerecht werden.

Für das wesentlich verschiedene Verhalten von Olivenöl und Lebertran sind zwei Erklärungen denkbar: Sicherlich ist die Natur des Fettes von ausschlaggebender Bedeutung, wobei der seiner ganzen Zusammensetzung nach den tierischen Geweben verwandte Lebertran wohl leichter resorbiert werden kann als das Olivenöl mit seiner pflanzlichen Herkunft. Außerdem spielt aber die Verweildauer im Lkn. eine wichtige Rolle. Der Lebertran reizt seine Umgebung; es kommt zu einer entzündlichen Reaktion und damit zur Behinderung des Lebertrantransportes (s. o.). Wegen der verlangsamten Strömungsgeschwindigkeit bleibt der Tran länger mit den speichernden Zellteilen in Berührung, und so kann es allmählich zur Resorption kommen. Das vollkommen reizlose Olivenöl dagegen fließt außerordentlich rasch durch die Sinus hindurch, eine Speicherung ist deshalb fast unmöglich.

Es wird immer ein gewagtes Unterfangen bedeuten, aus Tierversuchen gewonnene Erkenntnisse ohne weiteres auf die menschliche Pathologie übertragen zu wollen. Darum betone ich an dieser Stelle ausdrücklich, daß alle in meiner Arbeit angeführten Befunde und daraus abgeleiteten Anschauungen zunächst *allein* für den Popliteal-Lkn. des Kaninchens Bedeutung haben. Es lassen sich meine Ergebnisse jedoch sicherlich mit einer gewissen Vorsicht verallgemeinern; und es soll dem Ermessen des einzelnen überlassen bleiben, wie weit er in ihrer Deutung gehen will.

Wir konnten aus unseren mannigfaltigen Versuchen mehrere wichtige Befunde ableiten: So steht es zunächst fest, daß in die Lymphstrom- quellgebiete injizierte Stoffe sehr bald in den zugehörigen Lkn. gelangen (Blutkörperchen, Eisen, Tusche, Trypanblau und Olivenöl), sofern sie nicht wie Krotonöl oder Lebertran einen örtlich entzündungserregenden Reiz setzen, wodurch der Abtransport stark gehemmt werden kann.

Wir stellten ferner fest, daß die quantitative Ablagerung eines Stoffes im Lkn. bis zu einem gewissen Grade proportional der zugeführten Menge verläuft: Es liegen nach Injektion von 2 ccm Kaninchenblut (= 0,00083 g Eisen) nur sehr geringe Eisenmengen im Lkn., dagegen finden sich bei Zufuhr von 0,1 g Ferrum citricum oxydatum (= 0,02 g Eisen) starke Eisenpigmentablagerungen.

Hauptsächlich aber interessiert uns die Frage nach den verschiedenen Ablagerungsarten im Lkn. und der Abhängigkeit von der Menge des zugeführten Stoffes und der seit Speicherungsbeginn verflossenen Zeit. Unsere Versuche liefen deshalb unter anderem auch darauf hinaus, eine von Nordmann aufgestellte Behauptung nachzuprüfen: Er betont nämlich, daß bei starker Zufuhr speicherfähiger Stoffe durch den Lymphstrom die Resorption hauptsächlich in vermehrten Endothel- und Reticulumzellen der Sinus stattfindet, während bei schwach aufsaugender Tätigkeit die Speicherung im Reticulum des lymphatischen Gewebes ohne eine Beteiligung der Sinuszellen statthat. Die Behauptungen Nordmanns konnte ich durch meine Versuche nicht bestätigen. Trotz einem *äußerst geringen* und *nur ganz allmählich einsetzenden* Zustrom

von Eisen (das durch den Zerfall roter Blutkörperchen frei wurde) speicherten anfangs nur die Reticuloendothelien der Marksinus (s. Abb. 1), während man nach *Nordmanns* Ansicht doch gerade das Gegenteil erwarten sollte. Steigert man die Eisenmenge erheblich (auf das über 24fache, s. o.), so verschieben sich die Resorptionsverhältnisse trotzdem nicht. In etwas späteren Stadien setzt eine von der Größe der zugeführten Eisendosis weitgehend unabhängige Abwanderung von Eisenpigment in das lymphatische Reticulum der Markstränge und Rindenknötchen ein, ohne daß dabei die Sinuszellen zunächst eisenärmer werden. Anhäufungen von stark mit Pigment gefüllten Reticulumzellen mitten im lymphatischen Gewebe sind dann als die endgültigen Ablagerungsstätten anzusehen. Die gleichen Befunde ergeben sich bei Speicherung von Tusche und Trypanblau. Meine Versuchsergebnisse decken sich in allen Einzelheiten mit denen von *Wätjen* und *Eilers*; auch werden die aus Untersuchungen an menschlichem Leichenmaterial gezogenen Schlüsse *Kubos* über die Art der Eisenablagerung im Lkn. im wesentlichen bestätigt.

Nicht ganz so übersichtlich liegen die Verhältnisse bei der Fettresorption. Eine Speicherung von Olivenöl konnten wir nicht erzielen, wofür oben eine Erklärung zu geben versucht wurde. Dagegen kommt es bei einem relativ großen Angebot von Lebertran zunächst zu einer nur geringen Speicherung im Sinusreticulum, die nach einigen Tagen von einer recht erheblichen Resorption im lymphatischen Reticulum gefolgt ist. Auch hierbei ist also der Speicherungsmodus wesentlich verschieden von dem, wie er von *Nordmann* angenommen wird: Bei dem starken Angebot von Öl wäre nach seiner Ansicht — entgegen unserem augenscheinlichen Ergebnis — eine auffallende Bevorzugung der Sinuszellen bei der Speicherung zu erwarten gewesen! Dagegen finden die bisher nicht durch Tierversuche erhärteten, vielmehr nur aus Befunden an menschlichem Leichenmaterial abgeleiteten Schlüsse *Goffmanns* in meinen Untersuchungen eine wesentliche Stütze.

Schließlich kann ich auch ganz allgemein einen Beitrag zum Verhalten der Fettstoffe im Lkn. liefern: Soweit ich es aus meinen Versuchen mit Olivenöl und Lebertran entnehmen kann, ist meiner Meinung nach eine wesentliche Mitwirkung der *peripheren* Lkn. beim Fettstoffwechsel nicht anzunehmen. Dazu sind die den Lkn. völlig unverändert durchströmenden Ölmengen gewiß zu erheblich. *Poulain* und *Stheemann* gehen vielleicht etwas zu weit, wenn sie die Lkn. als „Assimilationsorgane ... sowohl für das Nahrungs- wie für das Gewebefett“ ansehen. Das soll nun aber nicht etwa heißen, daß der Lkn. überhaupt nichts mit dem Fett anzufangen weiß. Ganz im Gegenteil sehen wir eine oft rege Resorption in Reticulumzellen, in denen — entsprechend der Anschauung *Stheemanns* — eine weitere Verarbeitung des Fettes stattfinden kann. Dadurch wird es jedoch nicht ausgeschlossen, daß es schließlich nicht auch zu einer „Fettpigment“-Bildung im Sinne *Holthausens* und *Huecks* kommen kann.

Zusammenfassung.

1. Eisenspeicherungsversuche am Popliteal-Lkn. des Kaninchens bestätigen die von *Wätjen* und *Eilers* aufgestellte Behauptung, daß die Sinusspeicherung die primäre, die Speicherung im lymphatischen Reticulum dagegen die sekundäre und endgültige Ablagerungsstätte bedeutet.
2. Ein ganz geringer und nur allmählich einsetzender Zustrom von Eisen (das durch den Zerfall von Kaninchenerythrocyten frei wird) ruft anfangs eine reine Sinusspeicherung hervor, ein Befund, der im Widerspruch zur Annahme *Nordmanns* steht, daß die schwache Resorption ohne Mitwirkung der Reticulumzellen der Lymphsinus geleistet würde. Nach einiger Zeit kommt es dann zur Abwanderung von Eisenpigment in das lymphatische Reticulum.
3. Ein großes Eisenangebot bewirkt zwar eine quantitativ gesteigerte Resorption im Lkn.; die Verteilung auf Sinus- bzw. lymphatisches Reticulum ist jedoch die gleiche wie bei schwachem Angebot.
4. Trypanblauspeicherung, versuchsweise an Axillar- und Inguinal-Lkn. des Kaninchens ausgeführt, zeigt die gleichen Ergebnisse wie die Eisenspeicherung im Popliteal-Lkn.
5. Starke Zufuhr von Ölen ruft zu Anfang eine Überschwemmung der Randsinus und mechanischen Übertritt von Fetttropfen ins lymphatische Gewebe ohne Speicherungserscheinungen hervor. Der Lkn. läßt Olivenöl ohne jede Reaktion passieren.
6. Lebertran wird nach einigen Tagen in geringen Mengen von Sinuszellen, um wenig später in stärkerem Umfange von Reticulumzellen des lymphatischen Gewebes resorbiert. Dort kann er weiteren Umwandlungen unterliegen.
7. Die endgültigen Ablagerungsstätten im lymphatischen Reticulum des peripheren Lkn. sind für Eisen, Tusche, Trypanblau und Lebertran stets die gleichen.

Schrifttum.

- Abderhalden*: Lehrbuch der Physiologie, 2. Teil. 1925. — *Borst*: Pathologische Histologie 1922. — *Dunin-Karwicka*: Virchows Arch. 184 (1906). — *Fahr*: Virchows Arch. 246 (1923). — *Goßmann*: Virchows Arch. 272, H. 2. — *Herzheimer*: Lubarsch-Ostertags Ergebnisse 8 (1902). — Grundriß der pathologischen Anatomie. 13. und 14. Aufl. — *Hindenlang*: Virchows Arch. 79 (1880). — *Holthusen*: Beitr. path. Anat. 49 (1910). — *Hueck*: Beitr. path. Anat. 54 (1912). — *Jäger*: Beitr. path. Anat. 80 (1928). — *Kaufmann*: Lehrbuch der speziellen pathologischen Anatomie. 6. Aufl. *Kischensky*: Beitr. path. Anat. 32 (1902). — *Kubo*: Virchows Arch. 283 (1932). — *Müller, W.*: Inaug.-Diss. Göttingen 1879. — *Nordmann*: Virchows Arch. 267 (1928); 285 (1932). — *Orth*: Virchows Arch. 56 (1872). — *Poulain*: Zit. nach *Goßmann*, *Holthusen*, *Jäger* u. *Stheemann*. — *Pozzan*: Haematologica (Pavia) 13, H. 3 (1932). — *Schridde*: *Aschoffs* Lehrbuch der speziellen pathologischen Anatomie, 7. Aufl. — *Sternberg*: Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie und Histologie, *Henke-Lubarsch*, Bd. 1, S. 1. — *Stheemann*: Beitr. path. Anat. 48 (1910). — *Wätjen* u. *Eilers*: Virchows Arch. 280, H. 2. — *Wuttig*: Beitr. path. Anat. 37 (1905).