



Title	DIE ULTRASTRUKTUR DER BLUTLYMPHKNOTEN BEI ZIEGEN, INSBESONDERE DIE BEWEGUNG DER ERYTHROZYTEN IN DEN KNOTEN
Author(s)	KITAGAWA, Hiroshi; KUDO, Norio; SUGIMURA, Makoto
Citation	Japanese Journal of Veterinary Research, 27(3-4), 55-66
Issue Date	1979-12-27
DOI	https://doi.org/10.14943/jjvr.27.3-4.55
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/2176
Type	departmental bulletin paper
File Information	KJ00002373997.pdf



DIE ULTRASTRUKTUR DER BLUTLYMPHKNOTEN BEI ZIEGEN, INSBESONDERE DIE BEWEGUNG DER ERYTHROZYTEN IN DEN KNOTEN

Hiroshi KITAGAWA, Norio KUDO und Makoto SUGIMURA*

*Institut für Veterinär-Anatomie
Tierärztliche Fakultät
Hokkaido-Universität, Sapporo 060, Japan*

(Eingegangen am 23. März 1979)

Die Ultrastruktur der Blutlymphknoten und die Bewegung der Erythrozyten in den Knoten bei Ziegen wurde elektronenmikroskopisch in einer nicht-injizierten Gruppe und einer mit Phenylhydrazin-HCl injizierten Gruppe untersucht. Das Resultat ist wie folgt:

Bei den Blutlymphknoten der nicht-injizierten Gruppe wurden viele Erythrozyten im Endothel und direkt unter dem Basalmembran des Venolesystems im Parenchym festgestellt. Die Erythrozyten verbreiteten sich mehr um die Venen herum als um die Arterien. Im Sinus wurden öfter geschwollene Erythrozyten und auch Agglutinationen der Blutplättchen beobachtet. Eine direkte Verbindung mit dem Sinus oder dem Parenchym der Blutgefäße wurde gar nicht beobachtet. In der Basaloberfläche des Sinusendothels wurden öfter viele Fortsätze beobachtet und Vertäuungsfasern gefunden. Die meisten Endothelzellen waren durch schwache Verbindung mit einander verbunden, und sie hatten nur eine diskontinuierliche Basalmembran oder keine.

Bei der injizierten Gruppe überstieg der Retikulozytenwert des peripherischen Blutes 10%, aber im Blutlymphknoten wurde die Erythropoese kaum bemerkt. Um die Bewegung der Erythrozyten im Knoten zu untersuchen, wurden die Retikulozyten als Markierung gebraucht. Der Retikulozytenwert im Blutlymphknoten war niedriger als der in der Milz. Der Retikulozytenwert im Sinus der Blutlymphknoten war niedriger als im Parenchym.

Auf Grund des obigen Resultates glauben die Autoren, daß sich die Erythrozyten, die im extravaskulären Parenchym des Blutlymphknotens sind, hauptsächlich aus dem Venensystem durch seine Endothel ins Parenchym verlagern, und die Erythrozyten sich im Parenchym durch Sinusendothel in den Sinus verlagern. Wir behaupten, daß die Verlagerung der Erythrozyten in den Blutlymphknoten viel langsamer ist als die Verlagerung bei anderen Organen (z. B. Milz). Die Ultrastruktur des Sinusendothel im Blutlymphknoten war der des gewöhnlichen Lymphknotens ähnlich.

* Jetzige Adresse: Institut für Veterinär-Anatomie, Landwirtschaftliche Fakultät, Gifu-Universität, Kakamihara-Stadt, Gifu 504, Japan

Fine structure of hemal nodes in goats, with special reference
to the passage of intranodal migration of erythrocytes

Fine structure of the hemal nodes and the intranodal pathway of erythrocytes were electron microscopically investigated in the untreated or phenylhydrazin-HCl-treated goats. The results obtained in this study were as follows:

In the hemal nodes of the untreated goats, many erythrocytes were found in the endothelium and just under the basement membrane of the venules in the parenchyma. Erythrocytes appeared more frequently in the perivenous areas than in the artery's one. There were often erythrocytes in the sinus endothelium. In many cases swollen erythrocytes and agglutinated blood platelet were seen in the sinus. There was no direct connection between the blood vessels and the sinus or the parenchyma. Many cytoplasmic processes accompanied by elongated anchoring filaments were seen at the abluminal surfaces of the sinus endothelium. A loose connection between the adjacent sinus endothelial cells was found. The basement membrane of these endothelium was usually discontinuous or lacking.

In the phenylhydrazin-HCl-treated goats reticulocytes occurred in over 10 % of the blood, but erythropoiesis was found in the hemal nodes. Accordingly, reticulocytes were used as a marker for investigating the pathway of erythrocytes circulation in the hemal nodes. The frequency of the reticulocytes was less in the hemal nodes than in the spleen. And the frequency of reticulocytes was less in the sinus than in the parenchyma.

From these findings it was suggested that the erythrocytes of the parenchyma of goat hemal nodes mainly migrated through the endothelium of the venules into the extravascular area. In addition some of these erythrocytes migrated through the sinus endothelium from the parenchyma into the sinus. It seemed, however, this migration process was considerably slow. The fine structure of the sinus endothelium resembled those of the usual lymph nodes.

EINLEITUNG

Wie allgemein bekannt, unterscheiden sich die gewöhnlichen Lymphknoten von den Blutlymphknoten durch die rote Farbe der letzteren. Es liegen viele Berichte vor über die Existenz von Blutlymphknoten in 20 Arten von Säugetieren und 3 Arten von Vögeln. Aber in einigen dieser Berichte wird kein Unterschied gemacht zwischen den Blutlymphknoten des Blutgefäßsystems (KUDO, 1953), die nur in Verbindung mit Blutgefäßen stehen, und den Blutlymphknoten des Lymphgefäßsystems (KUDO, 1953), die Verbindung mit beiden, Blutgefäßen und Lymphgefäßen, stehen. Die Tiere, bei denen die Existenz der Blutlymphknoten des Blutgefäßsystems festgestellt wurden, waren Wiederkäuer, z. B. Rind, Schaf, Ziege, Sikawild, *Taurotragus oryx*, Giraffe usw. Es fragt sich

ob die Erythrozyten im Sinus und im extravaskulären Parenchym, von der Erythropoese im Knoten oder von dem Umlaufblut herkommt? Angenommen, das Umlaufblut ist die Ursache, wie verhält es sich dann mit den Passagewegen der Erythrozyten? Diese Fragen sind wichtig, um die Funktion des Blutlymphknotens zu erklären. Aber die Meinungen darüber stimmen nicht überein.

Um die obenerwähnten fundamentalen Fragen zu beantworten, wurden diesmal von uns licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen gemacht über die Knoten, vornehmlich deren Sinus- und Blutgefäßsystem und die Bewegung der Erythrozyten in den Knoten mittels der Retikulozyten als Markierung ohne Fremdstoffigkeit gemacht.

MATERIAL UND METHODE

Um die allgemeine Ultrastruktur der Blutlymphknoten zu untersuchen, wurden 11 Ziegen (♂:2, ♀:9) gebraucht. Unter Nembtalnarkose oder nach der Schröpfung, exstirpierten wir sofort die Milz und die Blutlymphknoten und die gewöhnlichen Lymphknoten um *Aorta abdominalis* herum. Nach der Fixierung mit 3%-Glutaraldehyde in 0.1 M-Phosphate-Puffer und 1 %-OsO₄ in 0.1 M-Phosphate-Puffer wurden elektronenmikroskopische Beobachtungen gemacht. Die 1 μ dicke Schnitte von Epon wurde nach Toluidin-Blau-Färbung oder nach basischer Fuchsin-Methylenblau-Färbung lichtmikroskopisch untersucht. Blutlymphknoten, Lymphknoten, das Knochenmark, die Milz und andere Eingeweide wurden nach der Fixierung mit 4%-Paraformaldehyde in 0.1 M-Phosphate-Puffer in Paraffin eingebettet; die 5 μ dicke Schnitte mit Hämatoxylin-Eosin-Färbung wurde lichtmikroskopisch untersucht.

Bei 5 Ziegen der Gruppe (♂:3, ♀:2), die die Retikulozyte als Markierung hatte, injizierten wir einmal bis dreimal subkutan neutralisiertes Phenylhydrazin-HCl (30 mg/kg) und ließen so die hämolytische Anämie entstehen. Jeden Tag nach der Injektion von Phenylhydrazin-HCl beobachteten wir den Retikulozytenwert im Umlaufblut mittels der Supervitalfärbung von Brilliantkresylblau. Außer einem sofort nach der Injektion an Schröpfung verendeten Experimentalkontrolltierre, nahmen wir, als der Retikulozytenwert über 10 % angewachsen war, unter Nembtal narkose Materialien und machten licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen auf die selbe Weise, wie bei der nicht-injizierten Gruppe. Bei diesen elektronenmikroskopischen Untersuchungen handelte es sich hauptsächlich darum, ob die Erythropoese im Blutlymphknoten vorhanden war oder nicht, und den Retikulozytenwert in der Milz und dem Blutlymphknoten.

Was die Klassifikation und Benennung der histologischen Stellung der Blutlymphknoten betrifft, folgten wir dem Referat von KUDO (1954).

RESULTAT

1 Die nicht-injizierte Gruppe

Die Blutlymphknoten der Ziegen teilten wir histologisch ein in Stützgewebe wie Kapsel und Trabekel, und Sinussystem und Parenchym.

1) Kapsel und Trabekel

Die Kapsel der Blutlymphknoten, deren Trabekel oft bis zum Parenchym reichte, war im allgemein dick. In dem Fall, daß diese pfeilerförmigen Strukturen sich stark entwickelten, verbanden sie sich und bildeten ein Netzwerk. Die Grundstruktur von Kapsel, Trabekel und Netzwerk bestand, von der Sinusseite ausgesehen, aus drei Schichten, nämlich, Endothelzelle, Basalmembran und der glatten Muskelschicht, die eine Anzahl Blutgefäße, Kollagenfasern und Fibrozyten enthielt. Diese drei Grundstrukturen von Kapsel, Trabekel und Netzwerk waren ganz gleich, abgesehen von dem quantitativen Unterschied der Zellen.

2) Sinussystem

Das Sinussystem der Blutlymphknoten besteht aus dem Randsinus und dem Marksinus, deren Position gleich der Struktur der gewöhnlichen Lymphknoten war, und dem kavernen Sinus, der von dem obenerwähnten Netzwerk gebildet wurde. Dieser Sinusendothel war eine glatte Zelle mit ovalem Kern, der verhältnismäßig reich war an Chromatin. Er verband sich mit der angrenzenden Endothelzelle hauptsächlich durch Ineinandergreifen, Übereinandergreifen oder leichten Kontakt. Es wurde nicht nur eine Verbindung mit *Zonula occludens* bemerkt, sondern auch eine leichte Verbindung ohne den speziellen Verbindungsapparat wie *Zonula occludens* bemerkt (Abb. 1, 2 u. 3). Im Endothel wurden manchmal kleine Zwischenräume, die einen Durchmesser von $0.6 \sim 1.5 \mu$ hatten, und mit dem Parenchym verkehrten, bemerkt (Abb. 4). Die Innerfläche der Endothelzelle war irregulär und marginale Falten wurden oft beobachtet. Außerdem hatte ihre Basisoberfläche irreguläre Figuren im Fortsatze wurden Vertäuungsfasern, die sich bis den benachbarten Kollagenfasern ausdehnten, bemerkt (Abb. 5). Im Zytoplasma wurden normalerweise Mitochondrien, ein wenig granuläres endoplasmatisches Retikulum, Ribosomen, unentwickelter Golgi-Apparat und einige Lysosomen bemerkt. Besonders in einem Teil des Sinus hatten die Sinusendothelzellen viele Lysosomen (Abb. 6). Außerdem war die Basalmembran im Sinusendothel diskontinuierlich, und in einem Teil fehlte sie. Keine Erythrophagie der Sinusendothelzelle wurde wahrgenommen, aber im Endothel wurden oft Erythrozyten festgestellt, besonders im Sinus, der sich verzweigt im Parenchym verbreitete (Abb. 7 u. 8). Der Befund zeigte, daß die Erythrozyten in Lumen des Sinus ein wenig mehr angeschwollen waren als die Erythrozyten im Blutgefäß (Abb. 9). Bei ersteren wurden nur wenig Erythrozyten mit herabsinkender Elektrodichte beobachtet. Im Sinus wurden auch oft die Agglutinationen der Blutplättchen festgestellt (Abb. 9). Die Zahl der Makrophagen im Sinus war sehr gering. Bei den

diesmaligen ultramikroskopischen Untersuchungen zeigte sich nicht, daß das Blutgefäß direkt zum Sinus floß, oder dieses auch nur vermuten läßt.

3) Parenchym

Verschiedene Formen, von den den Blutlymphknoten eigenen Strukturen bis zu den gewöhnlichen Lymphknoten ähnlichen Strukturen, wurden beobachtet. KUDO (1954) hatte Blutlymphknoten bei Ziegen nach dem Entwicklungsgrad der Trabekel mit Bindegewebe in vier Typen, A, B, C, D, klassifiziert. Wir haben diese vier Typen in zwei Hauptgruppen, nämlich Typus A-B und C-D eingeteilt, und das Parenchym beobachtet.

i) Parenchym der Blutlymphknoten vom Typus A-B

Innerhalb des Parenchym der gewöhnlichen Lymphknoten wurden Blutkapillaren, Arteriolen, Venolen, dazu noch Postkapillärevenolen beobachtet. Aber im Parenchym des Blutlymphknotens vom A-B Typus wurden keine normalen Postkapillärevenolen, und Untersinusvenolen im Parenchym direkt unter dem Randsinus beobachtet. Diese Endothelzellen waren hohe Zellen, deren Kerne lockeres Chromatin enthielten und unregelmäßige Formen hatten. Innerhalb ihres Zytoplasmas wurden kleine Mitochondrien, kugelförmige Lysosomen, vergrößertes granuläres endoplasmatisches Retikulum und unentwickelter Golgi-Apparat gefunden. Im Endothel und direkt unter der Basalmembran der Untersinusvenole und der Venole wurden sehr viele Erythrozyten beobachtet (Abb. 10). Außerdem wurden im Endothel der Untersinusvenole auch Lymphozyten bemerkt, während in Blutkapillären und Arterien solche Befunde gar nicht festgestellt wurden. Um die Venolen, die Untersinusvenolen und die Blutkapillären herum gab es relativ viele Erythrozyten, aber um die Arteriolen herum nur wenig.

ii) Parenchym der Blutlymphknoten vom Typus C-D

Innerhalb des Parenchyms wurden außer Arteriolen, Blutkapillären und Venolen oft Postkapillärevenolen beobachtet. Die Befunde ergaben, daß es im Endothel und direkt unter der Basalmembran der Postkapillärevenolen und der Venolen Erythrozyten gab (Abb. 11 u. 12), aber im Endothel der Blutkapillären und der Arteriolen und direkt unter der Basalmembran wurde dies kaum beobachtet. Es gab viele Erythrozyten um die Postkapillärevenolen und die Venolen herum, jedoch nur wenig um die Arteriolen und die Blutkapillären herum (Abb. 13 u. 14).

2 Die mit Phenylhydrazin-HCl injizierte Gruppe

Als der letzte Retikulozytenwert im Umlaufblut Supervitalfärbung lichtmikroskopisch untersucht wurde, war das Resultat wie in Tabelle 1. Außer dem experimentalen Kontrolltier Nr. 1 überstieg der Retikulozytenwert 10 %.

Ferner wurde licht- und elektronenmikroskopisch untersucht, ob die Erythropoese in den Blutlymphknoten von Nr. 2~5 vorhanden war oder nicht. Das Resultat ist in Tabelle 2 aufgezeigt. Die Erythropoese wurde aber in fast keinem Blutlymphknoten gefunden. Da die obigen Untersuchungen bewiesen hatten, daß die Retikulozyten im

TABELLE 1 *Retikulozytenwert im Umlaufblut*

TIER	HÄUFIGKEIT DER INJEKTION	TAGE NACH DER ERSTEN INJEKTION	WERT IM* UMLAUFBLUT
Nr. 1	1	0	0,0%
Nr. 2	1	3	10,0
Nr. 3	1	4	13,0
Nr. 4	3	10	16,0
Nr. 5	3	12	19,0

*: Der Prozentsatz zeigt den Retikulozytenwert in 2000 Erythrozyten

TABELLE 2 *Wert der Blutlymphknoten mit der Erythropoese*

TIER	LICHTMIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNG	ELEKTRONENMIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNG
Nr. 2	0,0%(0/ 7)	0,0%(0/14)
Nr. 3	0,0 (0/ 8)	0,0 (0/11)
Nr. 4	0,0 (0/15)	7,1 (1/14)
Nr. 5	0,0 (0/13)	0,0 (0/ 4)
Summe	0,0 (0/43)	2,3 (1/43)
Gesamtsumme	1,2% (1/86)	

(): Anzahl der Blutlymphknoten in den die Erythropoese festgestellt wurde/
Gesamtzahl der Blutlymphknoten, die betrachtet wurden

TABELLE 3 *Retikulozytenwert in der Milz und den Blutlymphknoten*

TIER	IN MILZ	IN BLUTLYMPHKNOTEN
Nr. 2	2,8%(16/ 565)	0,0%(0/ 612)
Nr. 3	4,6 (39/ 844)	0,1 (2/1437)
Summe	3,9 (55/1409)	0,05 (1/2049)

(): Anzahl der Retikulozyten elektronenmikroskopisch gemessen/Gesamtzahl der Erythrozyten

TABELLE 4 *Retikulozytenwert im Sinus und im Parenchym der Blutlymphknoten*

TYPUS	IM SINUS	IM PARENCHYM
A-B	1,0%(12/1229)	3,8%(6/157)
C-D	0,0 (0/ 111)	0,7 (2/278)
Summe	0,9 (12/1340)	1,8 (8/435)

(): Anzahl der Retidulozyten elektronenmikroskopisch gemessen/Gesamtzahl der Erythrozyten

Knoten vom Umlaufblut kommen, wurden folgende Untersuchungen gemacht.

Zunächst wurde der Retikulozytenwert im extravaskulärem Parenchym und im Sinus des Blutlymphknotens mit dem des Umlaufblutes (in Roter pulpa der Milz) verglichen. Das Resultat wird in Tabelle 3 gezeigt. Der Retikulozytenwert in den Blutlymphknoten war niedriger als in den Milzen.

Wir verglichen den Retikulozytenwert in dem extravaskulärem Parenchym mit dem im Sinus an zwei Typen der Blutlymphknoten. Der Retikulozytenwert in Typus A-B und Typus C-D wird in Tabelle 4 gezeigt. Weil im Blutlymphknoten von Nr. 2 u. 3 die Retikulozytenwerte kaum beobachtet wurden, wurden die Retikulozytenwerte von Nr. 4 u. 5 gebraucht. Die Retikulozytenwerte im Parenchym waren höher als die im Sinus (Abb. 15 u. 16).

DISKUSSION

Es gibt zwei Ansichten über den Ursprung der Erythrozyten, die vor allem im Sinus oder im extravaskulären Parenchym der Blutlymphknoten des Blutgefäßsystems von Wiederkäuern reichlich enthalten sind. Einige Forscher behaupten, daß die Erythrozyten durch die Erythropoese im Knoten gebildet werden (CLARKSON, 1891; ERENZIN, 1948, 1951). Andere sagen, daß irgendeine Beziehung zwischen dem Blutgefäßsystem und Sinussystem oder Parenchym im Knoten vorhanden ist und daß die Erythrozyten vom Umlaufblut in das extravaskuläre Parenchym oder das Parenchym im Knoten eingeführt werden (GIBBES, 1884; LEWIS, 1903; PILTZ, 1909; IMAI, 1940; KUDO, 1961; GOSHI u. a., 1970; FOLSE u. a., 1971).

Bei diesen Experimenten wurden Ziegen nach der Injektion von Phenylhydrazin-HCl unter hämolytischer Anämie gehalten und am ganzen Körper wurde die Funktion der Erythropoese aktiviert. Aber weil in den meisten Blutlymphknoten keine Erythropoese und in allen Blutlymphknoten viele Retikulozyten gefunden wurden, vermuteten wir, daß alle Erythrozyten in den Knoten vom Umlaufblut kommen. Aus welchem Blutgefäß und mit welchem Verlauf wurden die Erythrozyten in das Parenchym oder den Sinus des Blutlymphknotens eingeführt? GIBBES (1884), LEWIS (1903), WEIDENREICH (1905), PILTZ (1909) und IMAI (1940) nehmen einen direkten Verkehr zwischen Sinus und Blutgefäß an. Aus dem Befund der Injektion von Tusche in die Arterie setzte KUDO (1961) voraus, daß die Erythrozyten aus dem Blutgefäß in dem Lymphgewebe ins extravaskuläre Parenchym hineingingen. Die Resultate der obenerwähnten Referate beruhen auf lichtmikroskopischen Untersuchungen. GOSHI u. a. (1970) erkennen nach ultramikroskopischen Untersuchungen von Blutlymphknoten bei Ziegen an, daß die Erythrozyten im Endothel der Venole liegen. Daher glauben sie, daß Erythrozyten im Knoten aus der Venole ausgefloßen waren. Nach ultramikroskopischen Untersuchungen von Blutlymphknoten bei Rindern nahmen FOLSE u. a. (1971) an, daß die Arteriole sich zum Sinus öffnet.

Bei unserer Untersuchung lagen die Erythrozyten beim Typus (A-B) der Blutlymphknoten im Endothel und direkt unter der Basalmembran der Untersinusvenole und der folgenden Venole. Beim Typus C-D lagen die Erythrozyten im Endothel und direkt unter der Basalmembran der Postkapillärevenole und der folgenden Venole. Um diese Blutgefäße herum gab es im Vergleich mit der Umgebung der Arteriolen oder der Blutkapillaren verhältnismäßig viele Erythrozyten. Keine Verbindung der Blutgefäße in das extravaskuläre Parenchym wurde bemerkt. Daher dachten wir, daß sich die Erythrozyten im extravaskulären Parenchym der Blutlymphknoten, hauptsächlich aus dem Venolesystem, einschließlich der Postkapillärevenole und der Untersinusvenole durch ihre Endothel in das Parenchym verlagern.

Die Verlagerung aus dem vaskulären Lumen in das extravaskuläre Parenchym wird nicht verursacht durch Öffnung der Blutgefäße, wie in der Milz (WEISS, 1962, 1963), sondern durch langsame Verlagerung, vor allem auf dem Wege durch den vaskulären Endothel. Die Tatsache, daß die exakte Reifestunde der Retikulozyten, die bei Menschen etwa 48 Stunden und bei Hunden 19~43 Stunden dauert (SCHALM, 1965), und der Retikulozytenwert im Blutlymphknoten niedriger war als der in der Milz beweist, daß es äußerst lange dauert, bis die Retikulozyten sich aus dem vaskulären Lumen in das Parenchym verbreiten.

Eine direkte Verbindung des Blutgefäßsystems zum Sinus des Blutlymphknotens wurde bemerkt. Die Erythrozyten lagen im öfter im Sinusendothel. Bei der injizierten Gruppe war Retikulozytenwert noch im Sinus niedriger als in dem Parenchym der Blutlymphknoten. Aus den obenerwähnten Gründen denken wir, daß die Erythrozyten im Sinus sich hauptsächlich von dem Parenchym durch das Sinusendothel in den Sinus verlagern, und die Verlagerung im Sinus sehr langsam ist, wie im Parenchym. Im Sinus der Blutlymphknoten der nicht-injizierten Gruppe wurden die Agglutinationen der Blutplättchen, die auch in der langsamen Blutbewegung entsteht, oft beobachtet, und auch die Schwellung der Erythrozyten im Sinus. Es ist bekannt, daß alte Erythrozyten eine schwache Widerstandsfähigkeit gegen den osmotischen Druck haben und zur Bildung von Kugelformen neigen (SENOO, 1963). Aus den obenerwähnten Tatsachen kann man beweisen, daß sich die Erythrozyten im Sinus sehr langsam bewegen.

Nach CLARKSON (1891) ist die Funktion der Blutlymphknoten die Erythropoese, aber ERENZIN (1948, 1951) meint, daß die Funktion der Blutlymphknoten nicht nur die Erythropoese, sondern auch die Leukopoese sei. DRUMMOND (1900) und PILTZ (1909) behaupten, daß die Blutlymphknoten außer der Leukopoese auch die Erythrozytolyse bewirken. WEIDENREICH (1905), LEWIS (1903) und EPPINGER & HOFBAUER (1911) betrachten den Blutlymphknoten als das Organ, das die Erythrozyten destruiert, und WEIDENREICH beweist, daß sie auch Eosinophile destruiert. FOLSE u. a. (1971) sagen, daß nach elektronenmikroskopischen Untersuchungen der Blutlymphknoten bei Rindern keine extramedulläre Myelopoese festgestellt wurde, daß aber nach ihrer histologischen

Struktur und dem Befund der alten Erythrozyten die Blutlymphknoten die Isolierung oder Destruktion der Erythrozyten bewirken.

Bei unseren Untersuchungen der Blutlymphknoten bei Ziegen wurden öfter Leukozytenmassen beobachtet, aber Leukopoese und Erythropoese wurde kaum wahrgenommen. Ebenso wie bei dem Befund der Blutlymphknoten bei Rindern (FOLSE u. a., 1971) ist es also schwer anzunehmen, daß extramedulläre Myelopoese eine Funktion der Blutlymphknoten ist. Bei der mit Phenylhydrazin-HCl injizierten Gruppe wurde unter 86 Blutlymphknoten die Erythropoese nur bei einem festgestellt. Aber einige Forscher haben festgestellt, daß die Extramyelopoese im Anfangsstadium nach der Geburt auch in den Lymphknoten und Blutlymphknoten vorkommt (HASHI u. a., 1956, bei Ziegen; OSOGOE u. a., 1959, bei Kaninchen; SUGIMURA, 1962, bei Katzen; HWANG u. a., 1968, bei Mäusen). Man kann auch annehmen, daß die jungen Zellen (z. B. Erythroblasten) unter der Anämie aus dem Knochenmark ins periphere Blut einfloßen, den Blutlymphknoten erreichten und dort proliferiert hatten. Daher ist es bei diesen Beispielen schwer zu glauben, daß die Myelopoese im Blutlymphknoten immer beim normalen Zustand vorkommt.

Die Leukozytolyse und Erythrozytolyse wurden oft im Parenchym der Blutlymphknoten beobachtet, aber die Zahl der Phagozyten im Parenchym war gering, und im Sinus kaum bemerkbar. Es ist daher unmöglich, die Leukozytolyse und Erythrozytolyse für die Hauptfunktion dieses Organ zu halten. FOLSE u. a. (1971) hielten den Blutlymphknoten für ein eigenes Organ mit Milzstruktur, "Sui generis", weil die Struktur der Blutlymphknoten ähnlich der der gewöhnlichen Lymphknoten war und die Blutlymphknoten nur mit Blutgefäßen verkehrten und weil die Struktur der Sinuswand und des Trabekels des Blutlymphknotens ähnlich der der Milz war. IMAI (1940) hält den Blutlymphknoten für ein intermediäres Organ zwischen Milz und gewöhnlichem Lymphknoten.

Nach unseren licht- und elektronenmikroskopischen Untersuchungen unterliegt es keinem Zweifel, daß der Blutlymphknoten eine dem gewöhnlichen Lymphknoten ähnliche Struktur hat und ontogenetisch zum gewöhnlichen Lymphknoten in Bezug steht. HELLY (1902) hielt nach lichtmikroskopischen Untersuchungen Blutlymphknoten für entartete gewöhnliche Lymphknoten. EPPINGER & HOFBAUER (1911), SCHUMACHER (1912), IMAI (1940) und KUDO (1954^{16,17}, 1961) halten den Blutlymphknoten für eine junge Form des gewöhnlichen Lymphknoten.

Der Befund dieser ultrastrukturellen Untersuchungen des Blutsinusendothel des Blutlymphknotens war ähnlich dem des gewöhnlichen Lymphknotens (MORI, 1966; GOSHI u. OH, 1970) und dem Endothel der Lymphgefäße (MORI, 1970; UEMURA, 1976). OHTAISCHI u. a. (1965) Blutlymphknoten nur im Lymphzentrum der Lymphknoten befinden. Bei jungen Rindern findet man, daß ihre Blutlymphknoten eine den gewöhnlichen Lymphknoten ähnliche Struktur haben, bei erwachsenen Rindern gibt es viele,

deren Blutlymphknoten eine eigene Struktur haben (OJIMA u. a., 1963). SUGIMURA (1962) behauptet, daß es keine Entwicklung des gewöhnlichen Lymphknotens nach der Geburt gibt. BAUM (1907) und KUDO (1954^{16,17}, 1961) beobachteten konsequente Verlagerungsbild zwischen dem Blutlymphknoten und dem gewöhnlichen Lymphknoten. Auf Grund dieser Tatsachen kann man annehmen, daß der gewöhnliche Lymphknoten in der ersten Zeit seiner Ontogenese sich verändert, und daß die Blutzellen aus den Blutgefäßen in den Lymphsinus, dessen Verbindung mit den Lymphgefäßen abgeschnitten war, fließen. Wir glauben, von nun an bedarf es noch weiterer ontogenetischer Untersuchungen über die Blutlymphknoten.

LITERATUR

- 1) BAUM, O. (1907): *Dt. tierärztl. Wschr.*, **34**, 477 [KUDO, N. (1961)]
- 2) CLARKSON, M. B. (1891): *Br. med. J.*, **2**, 183 [KUDO, N. (1961)]
- 3) DRUMMOND, W. (1900): *J. Anat. Physiol., Lond.* **34**, 198 [KUDO, N. (1961)]
- 4) EPPINGER, H. & HOFBAUER, L. (1911): *Z. klin. Med.*, **72**, 154
- 5) ERENZIN, Z. (1948): *Am. J. vet. Res.*, **9**, 291
- 6) ERENZIN, Z. (1951): *Acta anat.*, **11**, 401
- 7) FOLSE, D. S., BEATHARD, A., MARSCHALL, R. B., FISH, J. C., SARLES, H. E., REMMERS, A. R. Jr. & RITZMANN, S. E. (1971): *J. reticuloendothel. Soc.*, **10**, 461
- 8) GIBBES, H. (1884): *Q. Jl. microsc. Sci.*, **24**, 186 [KUDO, N. (1961)]
- 9) GOSHI, N. & OH, M. (1970): *J. Kumamoto Med. Soc.*, **44**, 412 (auf japanisch mit englischen Auszug)
- 10) GOSHI, N., OH, M. & HABU, K. (1970): *Ibid.*, **44**, 422 (auf japanisch mit englischen Auszug)
- 11) HASHI, N., KITADE, F. & KAWAKAMI, K. (1956): *Acta anat. nippon.*, **31**, Suppl. 134 (auf japanisch)
- 12) HELLY, K. (1902): *Ergebn. Anat. Entw. Ges.*, **12**, 207 [KUDO, N. (1961)]
- 13) HWANG, Y. C., SUGIMURA, M., OHTAISCHI, N. & KUDO, N. (1968): *Jap. J. vet. Res.*, **16**, 49
- 14) IMAI, T. (1940): *Vehr. Jap. path. Ges.*, **30**, 34
- 15) KUDO, N. (1953): *Jap. J. vet. Res.*, **1**, 97 (auf japanisch mit englischen Auszug)
- 16) KUDO, N. (1954): *Ibid.*, **1**, 157 (auf japanisch mit englischen Auszug)
- 17) KUDO, N. (1954): *Ibid.*, **2**, 117
- 18) KUDO, N. (1961): *Inaug. Diss., Sapporo* (auf japanisch)
- 19) LEWIS, F. T. (1903): *Int. Monatschr. Anat. Phys.*, **20**, 1 [KUDO, N. (1961)]
- 20) MORI, K. (1970): *Jap. J. clin. Med.*, **28**, 2 (auf japanisch)
- 21) MORI, M. (1966): *Sapporo med. J.*, **30**, 65
- 22) OHTAISHI, N., SUGIMURA, M. & KUDO, N. (1965): *Acta anat. nippon.*, **40**, Suppl. 4 (auf japanisch)
- 23) OJIMA, K., SUGIMURA, M., YAMANO, S. & KUDO, N. (1963): *Jap. J. Vet. Sci.*, **25**, Suppl. 389 (auf japanisch)
- 24) OSOGOE, B., KIKUCHI, H. & OKADE, M. (1959): *Acta anat. nippon.* **34**, Suppl. 111 (auf japanisch)

- 25) PILTZ, H. (1909): *Berl. tierärztl. Wschr.*, **27**, 518 [KUDO, N. (1961)]
- 26) SCHALM, O. W. (1965): *Veterinary Hematology*, 2ed., 352, Philadelphia: Lea & Febiger
- 27) SCHUMACHER, S. (1912): *Arch. mikrosk. Anat. EntwMech.*, **81**, 92
- 28) SENO, S. (1963): *Nippon Ketsuekigakuzensho.*, 1, 487., The Japan Hematological Society, Japan
- 29) SUGIMURA, M. (1962): *Jap. J. vet. Res.*, **10**, 155
- 30) UEMURA, Y. (1976): *Acta anat. nippon.*, **51**, 17 (auf japanisch)
- 31) WEIDENREICH, F. (1905): *Arch mikrosk. Anat. EntwMech.*, **65**, 1
- 32) WEISS, L. (1962): *Am. J. Anat.*, **111**, 131
- 33) WEISS, L. (1963): *Ibid.*, **113**, 51

ERKLÄRUNG DER TAFEL

TAFEL I

- Abb. 1 Ineinandergreifen der Sinusendothelien der Blutlymphknoten
× 20 000
- Abb. 2 Übereinandergreifen der Sinusendothelien der Blutlymph-
knoten × 30 000
- Abb. 3 Leichter Kontakt der Sinusendothelien des Blutlymphknotens,
wobei Zonula occludens nicht bemerkt wird. × 37 500

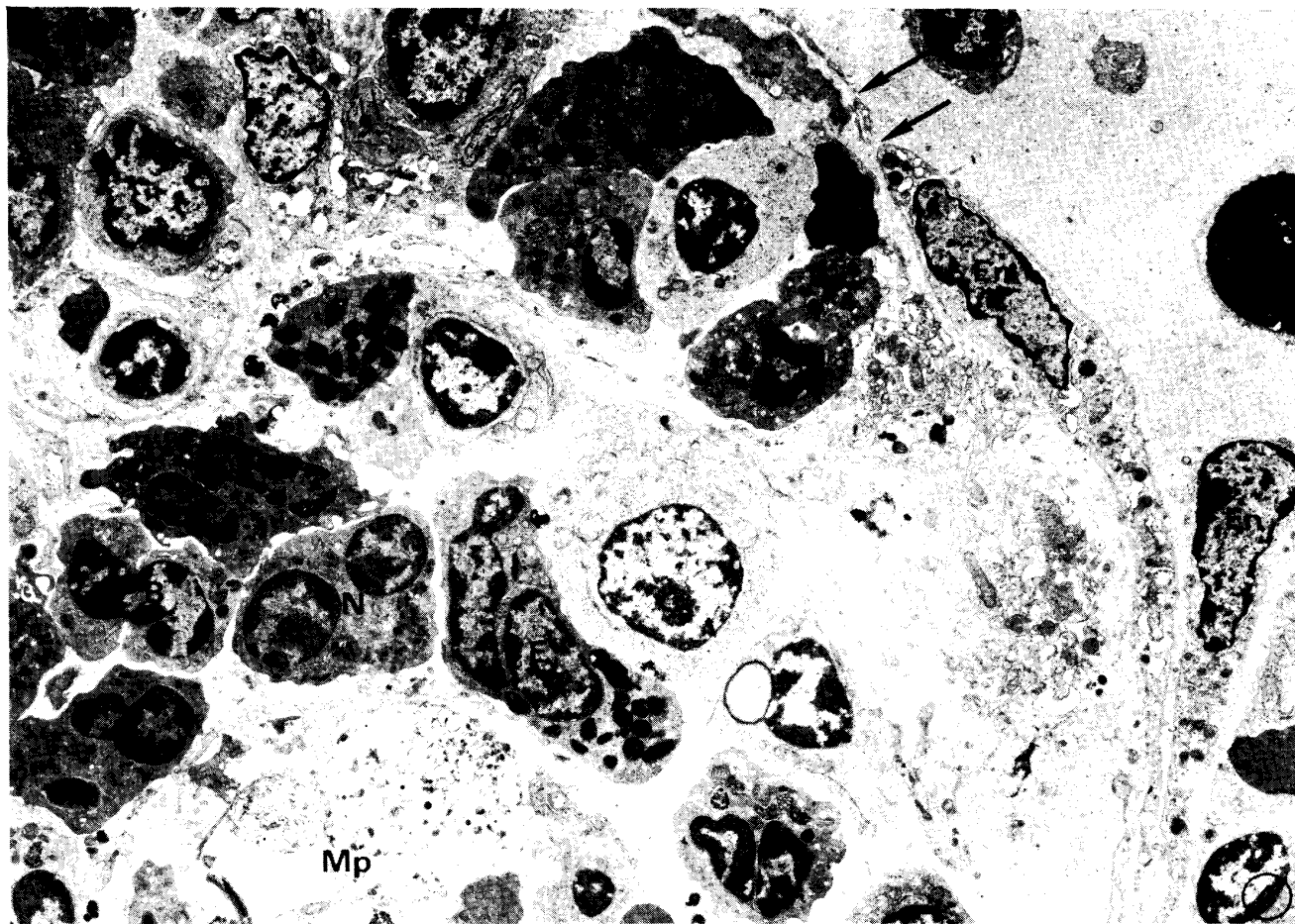


TAFEL II

Abb. 4 Zwischenraum ($\uparrow$) des Sinusendothel $\times 3\,500$

B: Basophil En: Sinusendothel
E: Eosinophil Mp: Makrophage
N: Neutrophil

Abb. 5 Vertäuungsfasern ($\uparrow$) ausgehend von der Basisoberfläche des
Sinusendothel $\times 24\,000$

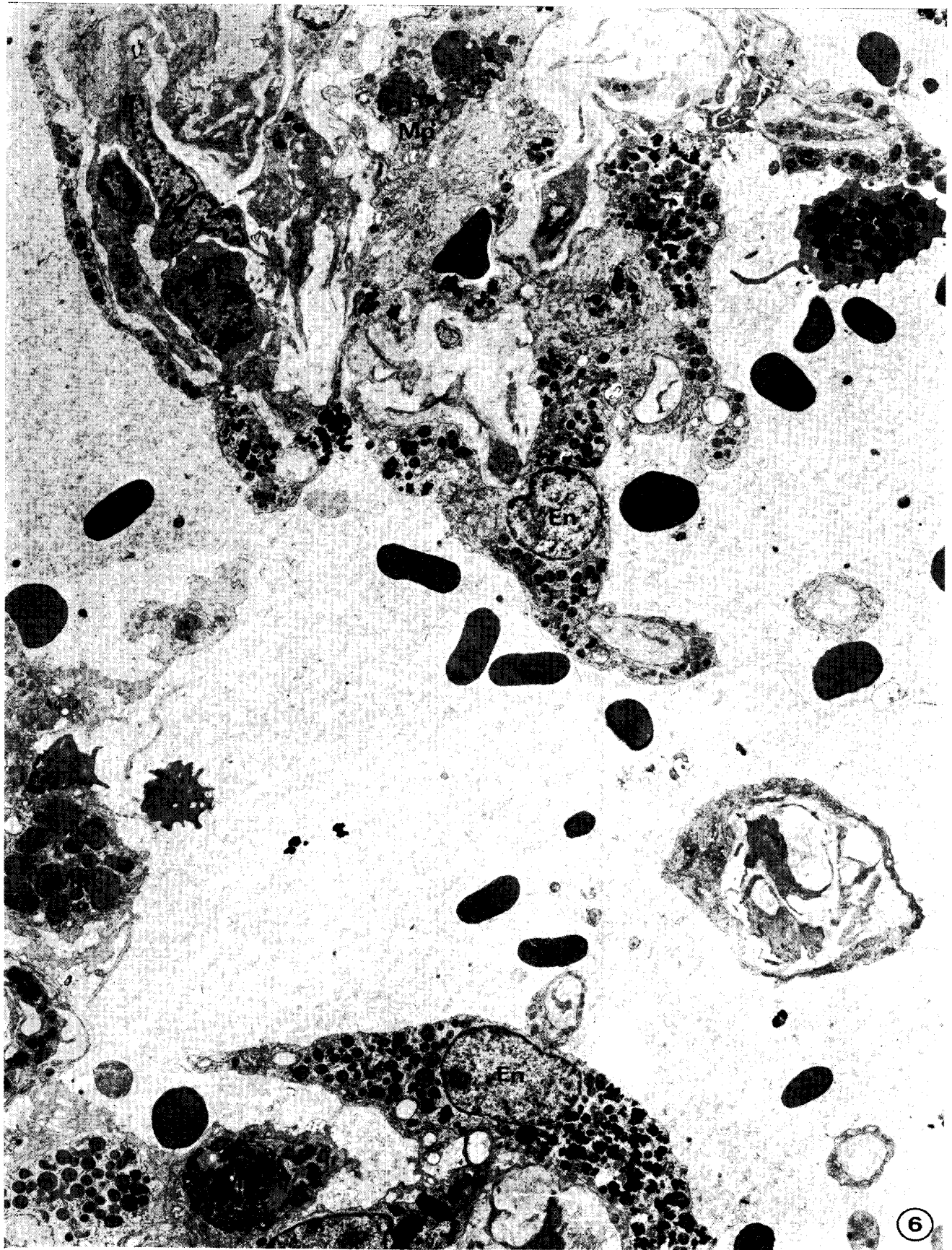


TAFEL III

Abb. 6 Marksinus des Blutlymphknotens

Die Endothelzellen haben rundliche, ovale Kerne, klare Körperchen und viele Lysosomen. $\times 3\,800$

E: Eosinophil En: Sinusendothel Mp: Makrophage



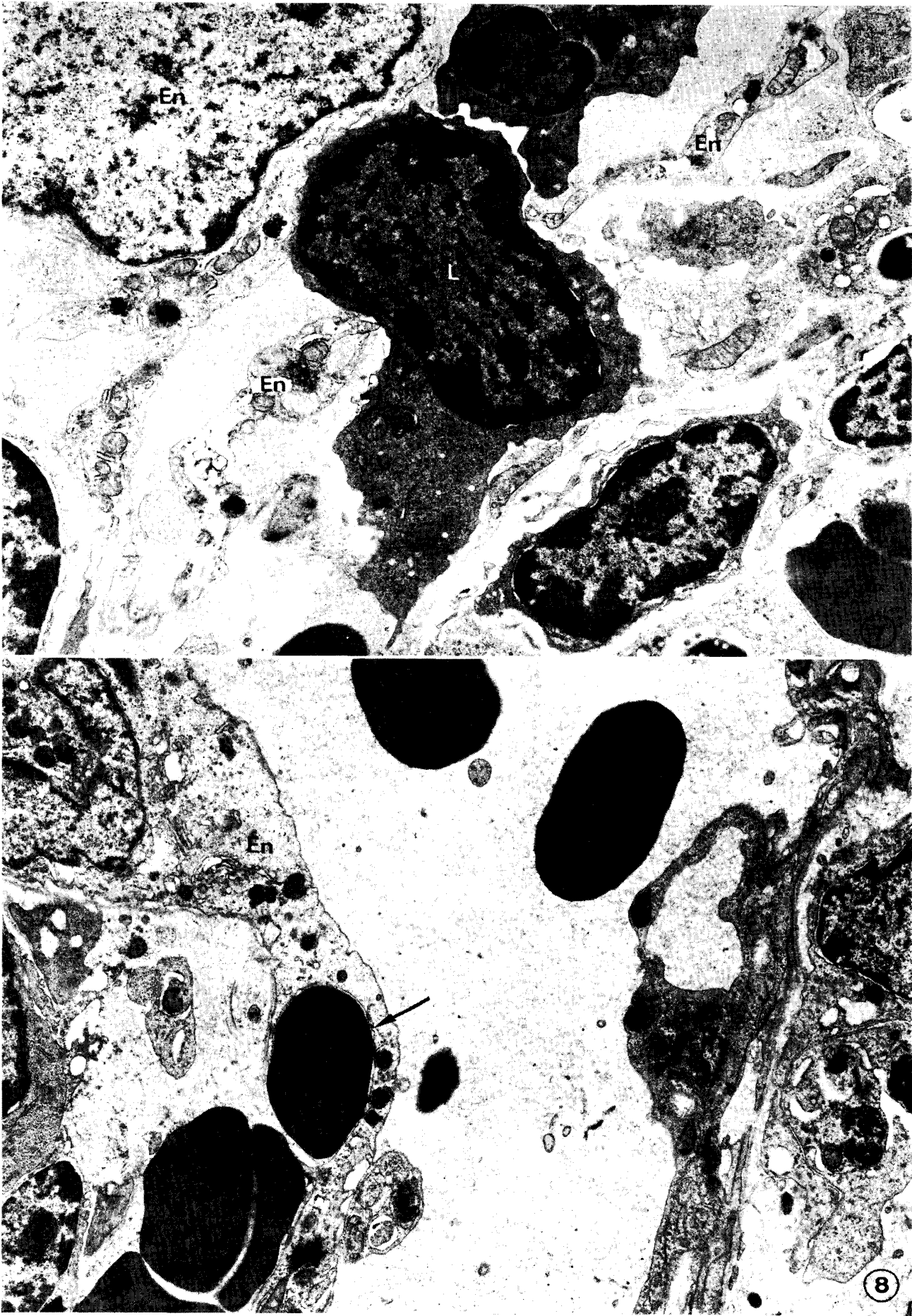
TAFEL IV

Abb. 7 Passage der Lymphozyte im Sinusendothel $\times 8\,800$

E: Eosinophil En: Sinusendothel L: Lymphozyte

Abb. 8 Passage der Erythrozyte ($\uparrow$) im Sinusendothel $\times 8\,000$

En: Sinusendothel



TAFEL V

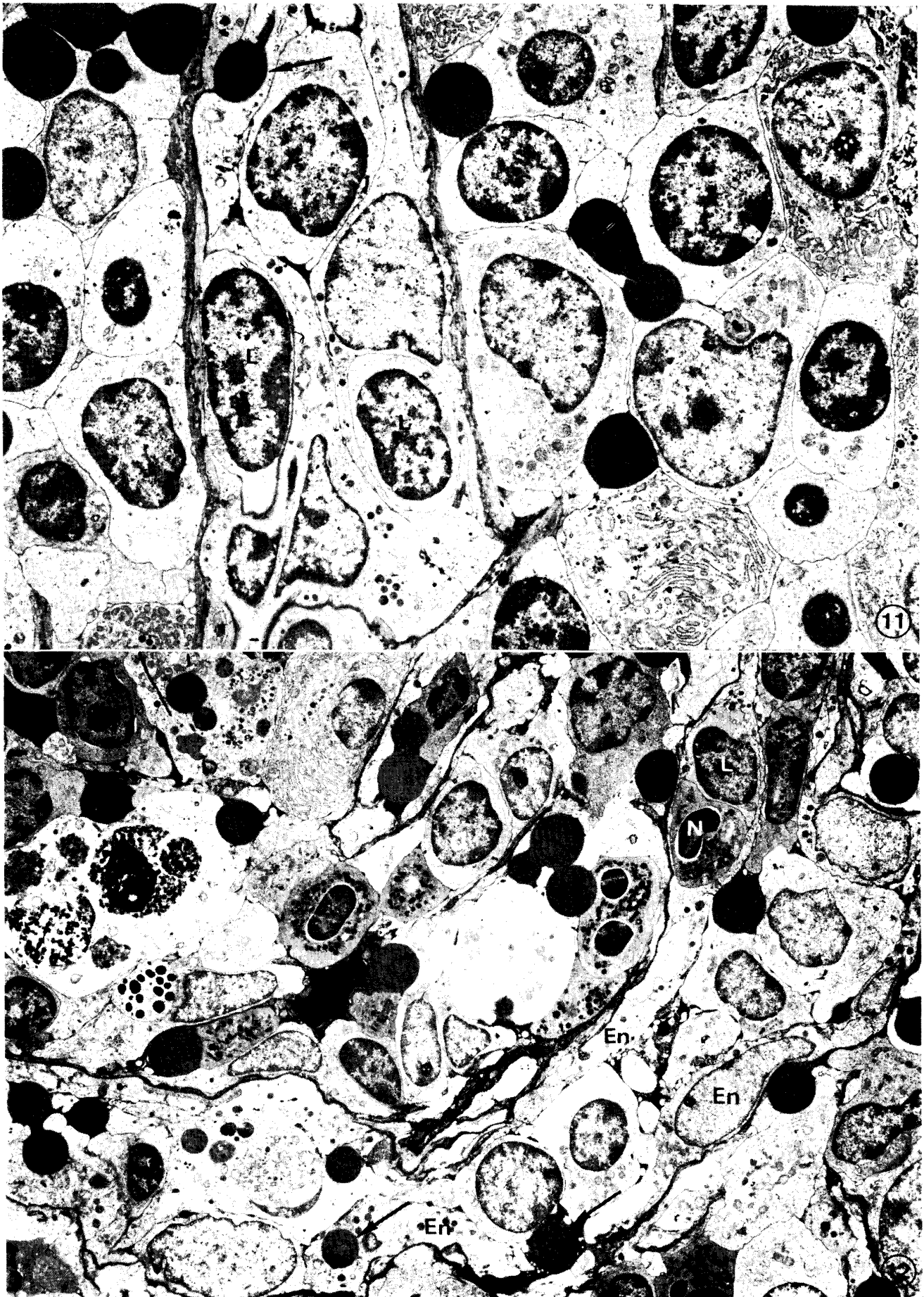
- Abb. 9 Die Erythrozyten im Sinuslumen schwellen etwas mehr als im Blutgefäß der Kapsel. Im Sinus wird die Agglutination der Blutplättchen (↑) bemerkt. $\times 2\,500$
- Abb. 10 Die Passage der Erythrozyten (↑) im Endothel der Subsinusvenole (↑↑) $\times 10\,000$



TAFEL VI

Abb. 11 Passage der Erythrozyte ($\uparrow$) und Lymphozyten (L) im Endothel der Postkapillärevenole $\times 4\,000$

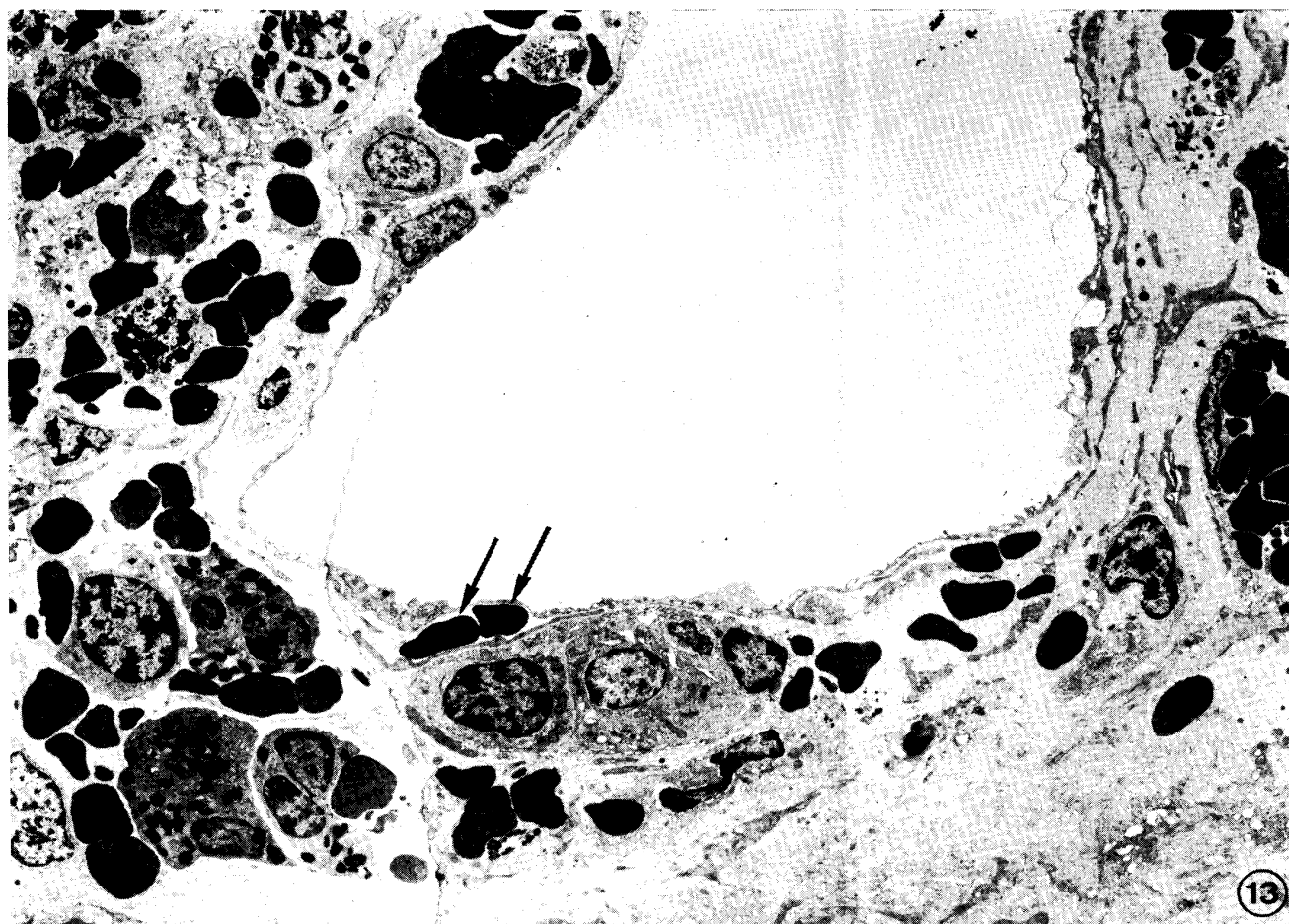
Abb. 12 Passage der Erythrozyten ($\uparrow$), Lymphozyte (L) und Neutrophil (N) im Endothel (En) der Postkapillärevenole $\times 3\,000$



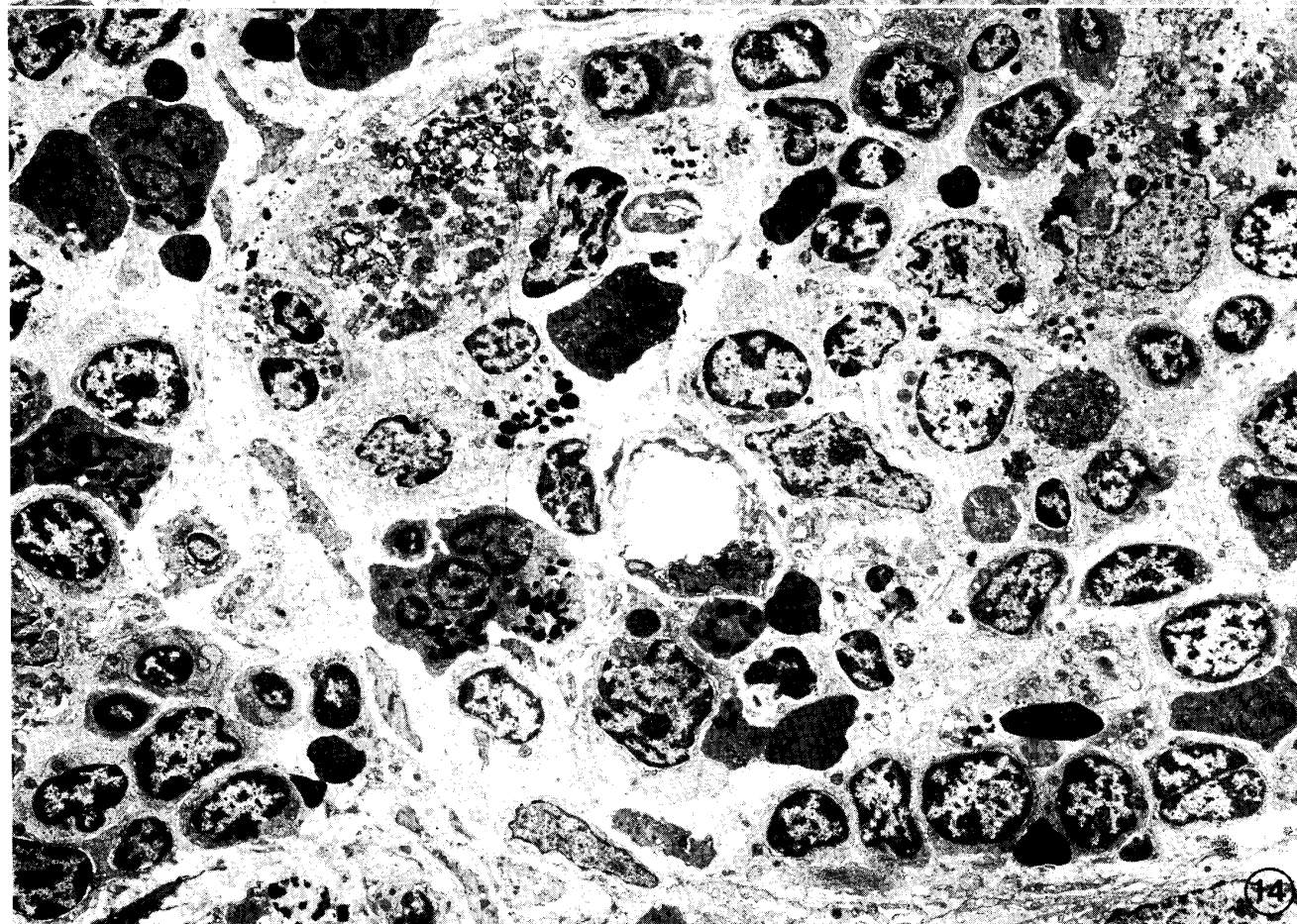
TAFEL VII

Abb. 31 u. 14

Direkt unter der Basalmembran der Venole, werden die Erythrozyten (↑) bemerkt. Es gibt relativ viele Erythrozyten um die Postkapillärevenole (Abb. 11 u. 12) und Venole (Abb. 13) herum, jedoch wenig um die Blutkapilläre (Abb. 14) herum. $\times 2200$



13



14

TAFEL VIII

Abb. 15 Die Retikulozyten ($\uparrow$) im Parenchym des Blutlymphknotens in der mit Phenylhydrazin-HCl injizierten Ziege $\times 4\,000$

Abb. 16 Die Retikulozyten ($\uparrow$) im Sinus des Blutlymphknotens in der mit Phenylhydrazin injizierten Ziege Im Zytoplasma der ungefärbten Retikulozyten werden zahlreiche Polyribosomen, Vakuolen und Mitochondrien bemerkt. $\times 4\,700$

