

führt. 1 Teil guten Pankreatins soll bei 35 bis 40° C 35 Teile mässig gekochten, in linsengrosse Stücke zerschnittenen Hühnereiweisses in Lösung bringen und einen aus 6—8 Teilen Stärke und 250 Wasser bereiteten Kleister in eine leicht filtrierbare Flüssigkeit verwandeln.

Die lösende Wirkung des Pepsins und Pankreatins auf an und für sich unlösliches koaguliertes Eiweiss beruht auf der Fähigkeit der genannten Stoffe, das Eiweiss und die eiweissartigen Körper in Pepton zu verwandeln oder dieselben zu peptonisieren. Die Peptone bilden weisse amorphe Massen, die sich leicht in Wasser lösen, durch Erhitzen nicht koaguliert und durch die meisten Reagentien, mit Ausnahme von Alkohol, nicht gefällt werden. Die Lösungen der Peptone sind leicht diffundierbar. Von den Eiweisskörpern unterscheiden sie sich ihrer Zusammensetzung nach nicht wesentlich und geben dieselben Reaktionen. (Siehe oben.) Charakteristisch für dieselben ist die Rosa- und hierauf die Violettfärbung, die eine Peptonlösung annimmt, wenn man sie mit etwas Natronlauge und dann tropfenweise mit Kupferlösung versetzt und umschüttelt.

Wegen ihrer leichten Verdaulichkeit finden eine Reihe von Peptonpräparaten arzneiliche Verwendung, so das *Peptonum carnicum*, Sanders Pepton, Kochs Fleischpepton, *Albumen peptonatum*, *Peptonum carnatum*, sind im wesentlichen entweder durch Pepsin oder (Chsenpankreas in Lösung gebrachtes Fleisch, Eiweiss oder Blutfibrin mit unwesentlichen Beimengungen, wie Fleischextrakt. Eine ähnliche Zusammensetzung hat die *Solutio carnis* von Leube und Rosenthal. Sie besteht aus Fleisch- und Fibrinpepton mit einem geschmacklosen löslichen Eisensalze.

Das *Peptonum hydrargyrotum*, Quecksilberpepton, wird durch Fällen einer Peptonlösung mit Mercurichloridlösung, durch Lösen des gesammelten und abgetropften Niederschlages in 6prozentiger Natriumchloridlösung erhalten. Die Lösung enthält 1 Proz. Quecksilberchlorid.

**Blut** heisst die bekannte rote Flüssigkeit, die im lebenden Organismus der Wirbeltiere in geschlossenen Behältern (Herz, Arterien, Venen, Kapillaren) zirkuliert und die den hauptsächlichsten Träger des Stoffwechsels repräsentiert. Das Blut der warmblütigen Tiere bildet im unveränderten Zustande eine gleichförmige, dickliche, klebrig anzufühlende, theils hell-, theils dunkelrote Flüssigkeit von schwachem, eigenartigem, für die einzelne Tierart besonderem Geruche, fadem, salzigem Geschmacke und vom spezifischen Gewicht 1,050 bis 1,075. Das Arterienblut ist hell scharlachrot, das der Venen dunkel- bis schwarzrot, während die Kapillargefässe ein karmoisinrotes Blut enthalten. Die Temperatur des Blutes beträgt im lebenden menschlichen Organismus unter normalen Verhältnissen etwa 37°; sie kann durch Krankheitsprozesse bis zu 42° gesteigert werden.

Das Blut besteht aus einer an sich farblosen resp. schwach gelb

gefärbten wässrigen Flüssigkeit — Plasma oder Blutflüssigkeit genannt — und unzähligen mikroskopisch kleinen Formelementen, die in derselben in Suspension erhalten werden. Die letzteren werden in a) rote Blutkörperchen oder Blutzellen, b) farblose oder weisse Blutkörperchen und c) Molekularkörnchen unterschieden.

In dem Momente, in welchem das Blut den Organismus verlässt, wird es dickflüssiger und nach Verlauf von 10—15 Minuten beobachtet man an seiner Oberfläche die Bildung gelblich weisser Tropfen, welche allmählich zunehmen, bis endlich eine grüngelbliche oder gelbe, alkalische Flüssigkeitsschicht, Blutserum, Blutwasser, über einer festen gelatinösen Masse, dem Blutkuchen (*Placenta, Cruor*) lagert. Dieser Vorgang, welchen man mit Gerinnung des Blutes bezeichnet, besteht in dem Unlöslichwerden oder der Abscheidung des Fibrins (Faserstoff), welches die Blutkörperchen einschliesst und mit sich reisst. Der Gerinnungsprozess (die Defibrinierung) wird durch Umrühren (wobei sich das Fibrin in Fadenform und klumpigen Massen an das Rührinstrument anhängt) und durch einen geringen Wasserzusatz beschleunigt, durch Kohlensäure und Zusatz von neutral reagierenden Salzen der Alkalimetalle verlangsamt, weshalb auch das Kohlensäure enthaltende venöse Blut langsamer gerinnt als arterielles.

Chemische Bestandteile des gesunden Blutes sind ausser Wasser vorzugsweise folgende organische Substanzen: Fibrin, Albumin, Haemoglobin, Lecithin, Cholesterin, Fette, fettsaure Alkalien, in sehr kleiner Menge Harnstoff, Dextrose, Kreatin, Kreatinin, in Spuren Harnsäure; anorganische Bestandteile sind: Phosphate, Sulfate, Karbonate der Alkalimetalle, Kalium und Natriumchlorid, Phosphate des Calciums und Magnesiums, Eisens und Spuren Kieselsäure; gasförmige Bestandteile sind: Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff.

Hauptsächliche Bestandteile der Blutkörperchen sind: Haemoglobin, Eisen in Verbindung mit Haemoglobin, Lecithin. In die übrigen Blutbestandteile teilen sich Blutkörperchen und Plasma.

Nach Dumas ist das Blut ungefähr in folgendem Verhältnis zusammengesetzt:

Blutkuchen	{	Fibrin . . . . .	3	}	130		
		Blutzellen {	Haemoglobin . . . . .			2	albuminöse Substanz 125
Blutserum	{	Wasser . . . . .	790	}	870		
		Albumin . . . . .	70				
		fette Materie	. . . . .			. . . . .	. . . . .
		extraktive Materie	. . . . .			. . . . .	. . . . .
		Salze	10		1000.		

Als abnorme Bestandteile des Blutes sind zu nennen: Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure und andere Fettsäuren, Milchsäure, Gallen-

säuren, Gallenfarbstoffe, Sarcin, Glutin, Leucin, Tyrosin, Ammoniumkarbonat, dann, infolge des Genusses oder nach Vergiftungen, Substanzen wie Alkaloide, Blausäure, Metalloxyde, nach Kohlendunstvergiftung Kohlenoxydgas.

Die Blutkörperchen oder Blutzellen sind bei jeder Tierklasse von verschiedener Form und Grösse. Im Menschenblut bilden sie bikonkave Scheiben mit farbloser Umhüllung.

Die Substanz, welche ihre rote Farbe, überhaupt die Farbe des Blutes bedingt, hat den Namen Haemoglobin (Haematoglobin, Blutfarbstoff) erhalten. Diese Substanz bildet die Hauptmasse der roten Blutkörperchen, findet sich aber auch in sehr geringer Menge im Muskelfleisch der Säugetiere, bisweilen gelöst im Blute einiger wirbelloser Tiere. Ihrer Zusammensetzung nach nähert sie sich den Albuminaten, von welchen sie aber durch einen Eisengehalt und durch die Fähigkeit, unter gewissen Umständen (unter  $0^{\circ}$  C) zu krystallisieren, verschieden ist. In dem Blute der Menschen und einiger Tiere ist das Haemoglobin amorph, in dem Blute anderer Tierarten krystallinisch. In seinem Spektrum hat es zwischen den Fraunhoferschen Linien *D* und *E* zwei Absorptionsstreifen (vergl. Fig. 200 Seite 576). Im getrockneten Blute geht das Haemoglobin meistens in Methaemoglobin über, welches jene Absorptionsstreifen nicht zeigt.

Zur Erlangung der Haemoglobinkrystalle mischt man (nach Hoppe-Seyler) defibriniertes Blut mit mindestens dem 10fachen Volum 2proz. Kochsalzlösung, lässt 1—2 Tage an einem kalten Orte stehen, sammelt den aus Blutkörperchen bestehenden Bodensatz durch Dekantieren der Flüssigkeit, giebt ihn mit wenig Wasser gemischt in ein Glaskölbchen, übergiesst mit Äther, schüttelt gut um, dekantiert den Äther und filtriert die rote wässrige Flüssigkeit. Das Filtrat wird bis auf  $0^{\circ}$  abgekühlt und, mit 0,25 Volum Weingeist von  $0^{\circ}$  gemischt, einige Tage bei  $-5$  bis  $10^{\circ}$  C stehen gelassen. Das Haemoglobin des Blutes der Ratte, des Meerschweinchens, Eichhörnchens, Hundes geht schon hier beim Schütteln mit Äther in mikroskopische Kryställchen über, so dass eine Filtration nicht angeht. In diesem Falle digeriert man die Masse in Wasser von  $40^{\circ}$ , filtriert schnell, lässt das Filtrat bis auf  $0^{\circ}$  erkalten, versetzt, wie oben angegeben, mit Äther etc. In der letztangegebenen Weise lässt sich das krystallisierte Haemoglobin mehrmals umkrystallisieren. Aus der wässrigen, bis auf  $0^{\circ}$  erkalteten Haemoglobininlösung wird das Haemoglobin beim Schütteln mit Weingeist und Luft von derselben Temperatur und 1—2 tägigem Beiseitstellen in der Kälte in Krystallen abgeschieden.

Die Haemoglobinkrystalle sind von mikroskopischer Grösse und bilden feucht eine teigige, zinnoberrote Masse, welche sich über Schwefelsäure unter  $0^{\circ}$  getrocknet bei Verlust von 3—4 Proz. Krystallwasser in ein ziegelrotes Pulver verwandelt, das bis auf  $100^{\circ}$  ohne Zersetzung erhitzt werden kann. Beim Austrocknen über  $0^{\circ}$  wird es dunkler an

Farbe, unter teilweiser Zersetzung. Die Krystalle des Haemoglobins zeigen je nach der Tierspezies eine verschiedene Form, einen verschiedenen Krystallwassergehalt und verschiedene Löslichkeit in Wasser. Sie enthalten lose gebundenen Sauerstoff, welcher beim Erwärmen oder mittelst der Luftpumpe ausgetrieben werden kann. Man hat daher das krystallisierte Haemoglobin mit Oxyhaemoglobin, das von dem lose gebundenen Sauerstoffe befreite einfach mit Haemoglobin bezeichnet.

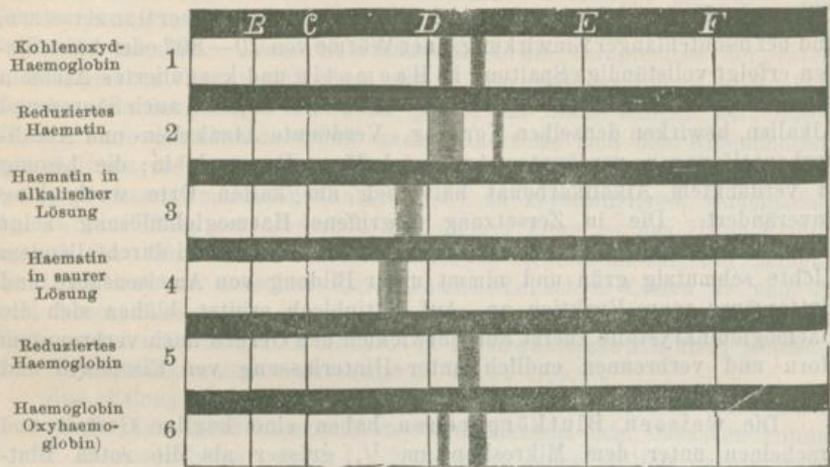
Wasser löst das Haemoglobin mit schönroter Farbe. Die wässrige Lösung des Haemoglobins beginnt sich schon wenige Grade über 0 zu zersetzen, und bei minutenlanger Einwirkung einer Wärme von 70—80° oder beim Sieden erfolgt vollständige Spaltung in Haematin und koaguliertes Albumin unter Abspaltung flüchtiger Fettsäuren. Heisser Weingeist, auch Säuren und Alkalien, bewirken denselben Vorgang. Verdünnte Ätzalkalien- und Alkalikarbonatlösungen, verdünntes Ammoniak lösen Haemoglobin; die Lösung in verdünntem Alkalikarbonat hält sich am kalten Orte wochenlang unverändert. Die in Zersetzung begriffene Haemoglobinlösung zeigt Dichroismus, erscheint bei auffallendem Lichte braun, bei durchfallendem Lichte schmutzig grün und nimmt unter Bildung von Ameisensäure und Buttersäure saure Reaktion an. Auf Platinblech erhitzt, blähen sich die Haemoglobinkrystalle zuerst auf, entwickeln den Geruch nach verbranntem Horn und verbrennen endlich unter Hinterlassung von Eisenoxyd und Ferriphosphat.

Die weissen Blutkörperchen haben eine kuglige Gestalt und erscheinen unter dem Mikroskop um  $\frac{1}{3}$  grösser als die roten Blutkörperchen, farblos, mit feingranulierter Oberfläche und feingezählter Kontur. Unter 1000 roten Blutkörperchen finden sich unter normalen Verhältnissen 3—4 weisse. Sie scheinen sich besser zu halten als die roten, wenigstens findet man sie in altem, eingetrocknetem Blute noch unversehrt, während die roten Körperchen bereits eine teilweise Zerstörung erlitten haben.

Haematin heisst, wie vorhin angegeben wurde, ein Zersetzungs- oder Spaltungsprodukt des Haemoglobins. Seine chemische Zusammensetzung scheint keine bestimmte zu sein. Es enthält durchschnittlich 12 Proz. Eisen. Das optische Verhalten der Haematinlösung ist zur Erkennung des zersetzten Haemoglobins, resp. alten Blutes, von Wichtigkeit. — Setzt man zu einer Haemoglobinlösung, welche deutlich zwischen den Fraunhoferschen Linien *D* und *E* im Gelb und Grün des Spektrums zwei Absorptionsstreifen (Spektralbänder) zeigt, von welchen der schmalere sich an Linie *D* anlehnt, etwas Essigsäure, so schwinden dieselben und dafür entsteht im Rot, zwischen den Fraunhoferschen Linien *C* und *D*, ein (einziger) Absorptionsstreifen. — Übersättigt man die Haemoglobinlösung mit Alkali, so verrückt sich der Absorptionsstreifen und nähert sich der Linie *D*. Diese Erscheinungen sollen sich nach Hoppe-Seyler noch bei einer Lösung von 1,0 g Haematin in 6667 cm Lösungsmittel und 1 cm Dicke der Flüssigkeitsschicht erzielen

lassen. — Behandelt man die Lösung mit reduzierenden Mitteln, wie Ferrotartrat, Schwefelammonium etc., so verschwindet der Absorptionsstreifen und dafür treten zwischen den Fraunhoferschen Linien *D* und *E* zwei Absorptionsstreifen auf, von welchen sich der breitere an die Linie *D* anlehnt. — Alkalische Haematinlösungen sind dichroitisch und erscheinen bei durchfallendem Lichte grünlich, bei reflektiertem rötlich.

Fig. 200.



Absorptionsstreifen des Haemoglobins und Haematins.

Haeminkrystalle, Teichmannsche Krystalle. Wird Haemoglobin, oder frisches, oder altes eingetrocknetes, selbst durch Wasser bereits gespültes Blut mit Essigsäurehydrat (Eisessig) und einer höchst geringen Menge Kochsalz oder Jodkalium erwärmt, oder mit Äther, welcher mit weingeistiger Essigsäure- oder Oxalsäurelösung versetzt ist, behandelt und das Filtrat bei gelinder Wärme konzentriert, so entstehen mikroskopische rhombische, braunrote bis schwarzbraune Krystalle in Täfelchen oder platten Nadeln, welche getrocknet und in Wasser oder Weingeist bewegt von schwärzlich-blauer Farbe, metallglänzend, bei durchfallendem Lichte braun erscheinen. Sie sind in Wasser, Weingeist, Äther, Chloroform etc. unlöslich, ebenso bei gewöhnlicher Temperatur in verdünnten Säuren. Konzentrierte Schwefelsäure löst sie dagegen mit violett-roter Farbe. Verdünnte Alkalikarbonatlösungen sind ohne Einwirkung,

Fig. 201.



Haemin- und Haematin-krystalle, circa 300 fache Vergr.

dagegen wirken Ätzalkalien und Ammoniak auflösend, jedoch nicht ohne teilweise Zersetzung und Erzeugung eines schmutzigen Grüns. — Haemin erleidet, bis zu 20° C erhitzt, keine Veränderung, beim Glühen auf Platinblech verglimmt es unter Hinterlassung von ca. 8,5 Proz. reinem Eisenoxyd.

Zur Darstellung der mikroskopischen Haeminkrystalle aus sehr kleinen Mengen Blut, wie sie bei gerichtlich-chemischen Untersuchungen vorkommt, wird das getrocknete Blutteilchen (z. B. von der Grösse eines Mohnsamenkorns) mit circa  $\frac{1}{3}$  seines Volums Chlornatrium auf ein Objektglas gebracht, mit einem Tropfen Essigsäurehydrat (Eisessig) und dann mit einem Deckgläschen lose bedeckt, das Objektglas über dem Cylinder einer Petroleumflamme langsam und vorsichtig erwärmt, bis in der Essigsäureschicht Bläschen entstehen und Verdampfung eintritt. Die Flüssigkeitsschicht hat sich hierbei zuerst braun, dann schwärzlich gefärbt. Man lässt erkalten und bringt nun das Objekt unter das Mikroskop bei circa 350 maliger Vergrößerung. Man findet hier in eine amorphe Masse eingelagert die Haeminkrystalle in kleinen Gruppen und Haufen. Nach Brücke verfährt man folgendermassen: Es wird die Lösung des Blutflecks in kaltem destilliertem Wasser mit einem Tropfen Kochsalzlösung in ein Uhrgläschen gegeben, entweder über konzentrierter Schwefelsäure (unter der Luftpumpe) oder bei einer gelinden Wärme von ca. 30° C eingetrocknet, hierauf mit dem Mikroskop durchmustert, ob sich nicht etwa Krystalle vorfinden, welche eine Verwechslung mit Haeminkrystallen zulassen. Dann übergiesst man den Trockenrückstand mit 2—5 Tropfen Essigsäurehydrat und trocknet in gelinder Wärme des Wasserbades wiederum langsam zur Trockne ein. Den Rückstand versetzt man nach dem Erkalten mit ein paar Tropfen destilliertem Wasser, rührt um, bringt einen Tropfen auf ein Objektglas und prüft mit dem Mikroskop. Der Kochsalzzusatz ist notwendig und dient, wie es scheint, als Ersatz der Alkalisalze, welche der Blutfleck durch Wasser, Regen, Bodenfeuchtigkeit verloren haben könnte. Murexid giebt ähnliche Krystallbildungen, aber auch ohne Einwirkung von Essigsäure. Eine murexidhaltige Flüssigkeit bildet eingetrocknet eine ziegelrote Masse, die Blutlösung dagegen eine braunrote. Mit verdünnter Atzkalilauge giebt Murexid eine blaue, Haemin eine schmutzigrün gefärbte Lösung. Die Indigokrystalle, welche aus mit Essigsäure eingedampftem Indigo entstehen, machen sich durch ihre blaue Farbe kenntlich und werden durch eine 25prozentige Salpetersäure bei 10—15° C entfärbt.

Blut verschiedener Tiere und Unterscheidung desselben. Gestalt der Blutkörperchen. Die Bestimmung des Blutes der verschiedenen Tiergattungen bietet unendliche Schwierigkeiten und ist nur dann in einigen Fällen mit einiger Sicherheit möglich, wenn die Blutkörperchen intakt und unter dem Mikroskop zu erkennen sind. Wie schon erwähnt, sind die Blutkörperchen der Säugetiere kernlos, die der Vögel, Amphibien und Fische enthalten dagegen einen Kern. Die

roten Blutkörperchen im Menschenblut sind bikonkave Scheiben, im Blute der Vögel oval oder elliptisch mit geschärftem Rande, im Blute der Amphibien und der Fische (mit Ausschluss der Neunaugen) oval und konvex, im Blute des Kamels, Dromedars und Lamas elliptisch und bikonkav. Die roten Blutkörperchen des Menschen und eines grossen Teiles vierfüssiger Säugetiere bilden mikroskopisch kleine, kreisrunde, bikonkave Scheiben und erscheinen daher, je nach Stellung des Mikroskops und der Beleuchtung, entweder in der Mitte dunkler gefärbt oder heller als am Rande, welcher sich bei sehr starker Vergrösserung farblos erweist. Das auf seiner Kante stehende Blutkörperchen zeigt daher auch die Form eines an den Enden verdickten Stabes.

Fig. 202.

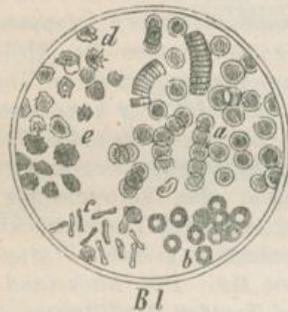
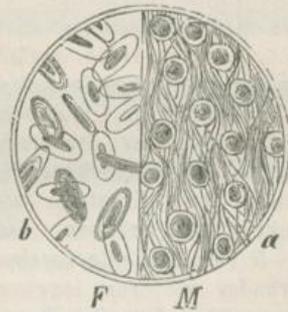


Fig. 203.



Blutkörperchen. 350–400fache Vergr.  
 a Blutkörperchen mit dunklem Centrum und hellem Rande, b mit lichtem Centrum, c im Profil, d nach der Behandlung mit Glaubersalzlösung, e nach dem langsamen Eintrocknen.

a Blutkörperchen im geronnenen Blute. 500fache Vergr.  
 b Blutkörperchen der Vögel. 300fache Vergr.

Infolge der Molekularattraktion legen sich die Blutkörperchen gewöhnlich so aneinander, dass sie Gruppen bilden, welche unter dem Mikroskop wie Geldrollen und auch wie Reihen aufgezählten Geldes erscheinen. Durch Einwirkung von Wasser und Reagentien, auch durch Eintrocknen büssen die Blutkörperchen meist die glattrandige Scheibenform ein und gleichen dann Pflastersteinen mit eingesprungenem, abgestossenem, zersplittertem Rande.

Nach Schmidt beträgt der Durchmesser der in dünner Schicht auf Glasplatten eingetrockneten Blutkörperchen:

	im Mittel	minim.	maxim.	
von Menschen	= 0,0077	(0,0074	0,0080)	mm
" Hunden	= 0,0070	(0,0066	0,0074)	"
" Kaninchen	= 0,0064	(0,0060	0,0070)	"
" Ratten	= 0,0064	(0,0060	0,0068)	"
" Schweinen	= 0,0062	(0,0060	0,0065)	"
" Mäusen	= 0,0061	(0,0058	0,0065)	"
" Ochsen	= 0,0058	(0,0054	0,0060)	"
" Katzen	= 0,0056	(0,0053	0,0060)	"
" Pferden	= 0,0057	(0,0053	0,0061)	"
" Schafen	= 0,0045	(0,0040	0,0048)	"
" Hühnern, Breite	= 0,0076	(0,0070	0,0081)	"
" " Länge	= 0,0127	(0,0120	0,0135)	"
" Fröschen, Breite	= 0,0154	(0,0142	0,0157)	"
" " Länge	= 0,0211	(0,0201	0,0220)	"

Unter den Säugetieren haben Elefant, Walfisch, Faultier und *Simia callithrix* die grössten Blutkörperchen, die kleinsten, wie es scheint, das Moschustier, und die Hausmaus hat wiederum grössere Blutkörperchen als das Pferd und das Rind.

Die volumetrische Bestimmung des Eisens im Blute geschieht nach J. Pelouze in folgender Weise:

Man trocknet in einer Platinschale von ungefähr 0,25 l Inhalt 100—130 g Blut bei sehr mässiger Wärme ein und erhitzt dann den getrockneten Rückstand während 2 Stunden bei dunkler Rotglut. Die kohlehaltige Asche wird nun mit verdünnter Salzsäure ausgezogen, die Flüssigkeit mittelst einer Pipette auf ein kleines Filter gebracht und in eine Literflasche filtriert. Der Rückstand wird abermals einige Minuten geglüht, wieder ausgezogen und dieses Verfahren so oft wiederholt, bis alle Kohle verbrannt ist. Zuletzt wird das getrocknete Filter in derselben Platinschale verbrannt und die Asche ebenso mit verdünnter Salzsäure behandelt. Zu allen diesen Auszügen werden in Summa 100—150 g Wasser und 10 g Salzsäure nötig sein. Die klare gelbe Eisenchloridlösung wird bis auf 0,5 l verdünnt, mit ungefähr 1 g aufgelöstem schwefligsauren Natron versetzt und während 3—4 Minuten im Sieden erhalten. Dabei geht alle überschüssige schweflige Säure weg und das Eisen ist nun als Chlorür vorhanden. Die erkaltete Lösung ergänzt man nun auf 1 l und bestimmt darin das Eisen mit übermangansaurem Kali. Das zu den Versuchen bestimmte Blut liess der Verfasser direkt aus einer Vene in weithalsigen, tarierten Gläsern sammeln und verwandte zu einer Bestimmung immer den ganzen Inhalt eines Glases, so dass also Serum und Blutkuchen gleichzeitig verarbeitet wurden. Im Blute der Säugetiere fand Pelouze 5—6 pro Mille, im Blute der Vögel 3—4 pro Mille Eisen.