

(Aus dem Physiologischen Institut der Universität Halle a. S.)

## **Weitere Forschungen über die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen bei gleichen und bei verschiedenen Tierarten und unter verschiedenen Bedingungen.**

II. Mitteilung<sup>1)</sup>.

Von

**Emil Abderhalden.**

(Ausgeführt mit Mitteln der Heinrich Lehmann-Stiftung.)

Mit 63 Textabbildungen.

(Eingegangen am 20. September 1921.)

Die quantitativ vergleichende Aschenanalyse des Blutes verschiedener Tierarten hat unter anderem ergeben <sup>2)</sup>, daß die Zusammensetzung des Serums bei den gleichen und bei verschiedenen Tierarten in engen Grenzen eine konstante ist. Dieselbe Feststellung ergaben physikalisch-chemische Methoden. Der osmotische Druck des Blutplasmas bzw. -serums ist ebenfalls in engen Grenzen konstant. Weitere Erfahrungen und vor allem biologische Methoden haben dann ergeben, daß trotz der scheinbaren Einheitlichkeit in der Zusammensetzung des Blutplasmas der verschiedensten Tierarten bedeutsame Unterschiede feststellbar sind, für deren Nachweis unsere bisherigen chemischen und vielfach auch physikalischen Methoden noch nicht fein genug sind. Es fehlt uns vor allen Dingen noch die Einsicht in die feineren Zustandsänderungen der im Blutplasma bei verschiedenen Tieren und bei ein und derselben Spezies bei verschiedenen Zuständen vorhandenen Stoffe. Die Aufmerksamkeit auf Besonderheiten im Verhalten des Blutplasmas zu den Blutkörperchen bei verschiedenen Tierarten und bei verschiedenen Zuständen ist neuerdings wieder durch die schon den alten Physiologen geläufige Feststellung, wonach die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen keine einheitliche Größe darstellt, sondern vielmehr, je nach der Blutart, eine verschiedene ist, gelenkt worden. Es ist das

---

<sup>1)</sup> I. Mitteilung: Fermentforschung **4**, 230. 1920.

<sup>2)</sup> Emil Abderhalden: Zeitschr. f. physiol. Chemie **25**, 65. 1898.

Verdienst von Fåhræus<sup>1)</sup>, wieder darauf aufmerksam gemacht zu haben, daß die Senkungsgeschwindigkeit bei ein und derselben Tierart verschieden sein kann. So stellte er während der Schwangerschaft des Menschen eine stark vermehrte Senkungsgeschwindigkeit fest<sup>2)</sup>. Bald zeigte es sich, daß auch bei entzündlichen Vorgängen im Organismus die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen im gleichen Sinne beeinflußt wird. Linzenmeier<sup>3)</sup> und eine Reihe anderer Forscher haben in neuerer Zeit sich bemüht, das Wesen der vermehrten oder verminderten Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen im Plasma aufzuklären. Ferner sind eine Reihe von klinischen Arbeiten erschienen, die sich das Ziel setzten, die veränderte Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen in diagnostischer Hinsicht zu verwerten.

Mich interessierte die Beeinflussung der Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen unter verschiedenen Bedingungen zunächst deshalb, weil bei den gleichen Zuständen, bei denen sich die sogenannte Abderhaldensche Reaktion feststellen läßt, auch eine veränderte Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen wahrgenommen worden ist. Dahinzielende Versuche haben denn auch ergeben, daß Zusatz von Peptonen in geeigneter Konzentration die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen erhöht<sup>4)</sup>. Ferner wird die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen im Plasma von Schwangeren verlangsamt, wenn dieses vor dem Zusatz von roten Blutkörperchen der Dialyse unterworfen wird. Wichtig war die Feststellung von Kürten<sup>5)</sup>, der zeigen konnte, daß Cholesterin die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen stark beschleunigen kann, während Lecithin sie verlangsamt<sup>6)</sup>. Da bei der Schwangerschaft eine Hypercholesterinämie wiederholt beobachtet werden konnte, kommt dem erwähnten Befunde von Kürten noch eine besondere Bedeutung zu.

<sup>1)</sup> Vgl. die Zusammenfassung: Robin Fåhræus, The suspension-stability of the blood. *Acta medica scandinavica* **55**, 1. 1921. — Vgl. ferner Alf Westergren: Ebenda **54**, 247. 1920. — Ferner findet sich eine sehr wertvolle Darstellung der ganzen Frage nebst der einschlägigen Literatur bei K. J. von Öttingen: *Biochemische Zeitschr.* **118**, 67. 1921.

<sup>2)</sup> Bei Tieren scheint die Schwangerschaft nicht allgemein den gleichen Einfluß auszuüben, wenigstens fanden wir bei Kühen und Stuten keine ausgesprochene Veränderung der Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen. Weitere Erfahrungen auf diesem Gebiete sind sehr erwünscht.

<sup>3)</sup> G. Linzenmeier: *Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol.* **118**, 69. 1920.

<sup>4)</sup> Emil Abderhalden: *Fermentforschung* **4**, 230. 1920.

<sup>5)</sup> Kürten: *Dieses Archiv* **185**, 248. 1920.

<sup>6)</sup> Nach eigenen Beobachtungen kann die erwähnte Wirkung des Cholesterins auch ausbleiben. Wahrscheinlich spielt der eigene Gehalt des Plasmas an Cholesterin und Lecithin eine Rolle.

Nun hat die Analyse des Gesamtblutes bzw. der roten Blutkörperchen verschiedener Tierarten zu bemerkenswerten Unterschieden in der Zusammensetzung geführt<sup>1)</sup>, und zwar ergab sich u. a., daß die roten Blutkörperchen vom Pferd, Schwein und Kaninchen frei von Natron sind, während diejenigen der übrigen untersuchten Tiere einen sehr ähnlichen Gehalt an diesem aufweisen. Es war von Interesse, festzustellen, ob derartige Unterschiede in irgendeinem Zusammenhang mit der verschiedenen Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen bei verschiedenen Tieren stehen. Ferner war es von Interesse, an einer möglichst großen Zahl verschiedener Tierarten zu prüfen, ob nahverwandte Tiere ein übereinstimmendes Verhalten in der Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen zeigen.

Leider ist die gegenwärtige Zeit derartigen Versuchen nicht günstig. Es hält schwer, die notwendige Anzahl verschiedener Tierarten zusammenzubringen. Ich hoffe die unten mitgeteilten Ergebnisse durch umfassendere Versuche vertiefen zu können.

Sie ergeben, daß ohne Zweifel nahverwandte Tiere unter gleichen Bedingungen ein ähnliches Verhalten in der Geschwindigkeit der Blutkörperchensenkung zeigen. Pferde und pferdeähnliche Tiere wie Maulesel usw. und ferner Rinderarten (Zebu usw.) bilden Gruppen. Beziehungen zur chemischen Zusammensetzung der roten Blutkörperchen sind nicht vorhanden, wie ein Blick auf das Verhalten der Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen beim Pferd, beim Schwein und beim Kaninchen zeigt (vgl. die in Kurvenform dargestellten Versuchsergebnisse bei den einzelnen Fragestellungen).

Die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen kann durch verschiedene Momente beeinflußt sein. Wir haben auf der einen Seite die suspendierten Teilchen: die roten Blutkörperchen und auf der anderen das Suspensionsmittel: das Plasma. Bei den roten Blutkörperchen können wir nicht ohne weiteres ihre Anzahl in Rechnung setzen, vielmehr spielt, wie bereits erkannt ist, der Umfang der Agglutination der einzelnen Zellen eine große Rolle. Es wird angenommen, daß im Plasma es in erster Linie die Eiweißstoffe und von diesen insbesondere die Globuline sind, die einen bestimmenden Einfluß auf die Suspensionsstabilität des Blutes haben. (Vergleiche hierzu insbesondere die Arbeiten von Fåhræus und von Oettingen [l. c.]). Es ist nahelegend, daran zu denken, daß andere Bestandteile des Plasmas wie Cholesterin, Phosphatide usw. ihren Einfluß auf die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen

<sup>1)</sup> Emil Abderhalden: Zeitschr. f. physiol. Chemie **25**, 65, 1898.

indirekt in der Weise geltend machen, daß sie Einfluß auf den Zustand der Plasmaeiweißkörper und insbesondere auf den der Globuline haben.

Von den verschiedensten Gesichtspunkten und Problemen aus wird zur Zeit dem physikalischen Zustand der Plasmabestandteile und insbesondere der im kolloiden Zustand befindlichen erhöhte Aufmerksamkeit zugewandt. Es sei u. a. an die Bemühungen erinnert, die Wassermannsche Reaktion in ihrem Wesen aufzuklären<sup>1)</sup>, und ferner besteht die größte Wahrscheinlichkeit, daß den Erscheinungen des Schoekes bei der Anaphylaxie u. a. Zustandsänderungen der Plasmaeiweißstoffe zugrunde liegen. Es ist eine der bedeutungsvollsten Aufgaben der Zukunft, den Zustand der Plasmakolloide unter den verschiedensten Bedingungen zu studieren. Ihr Hydratationsgrad, ihre elektrische Ladung, ihre Verteilung usw. muß für ihre Funktion in der mannigfachsten Weise bestimmend sein. Alle Zustandsformen in einer Lösung stehen in Wechselbeziehung. Es wird nicht vorkommen, daß nur eine Veränderung eines Bestandteils vorhanden ist, vielmehr wird jede Feststellung einer Veränderung an einem Stoff ein Reagens auf anderweitige Zustandsänderungen und der damit zusammenhängenden Eigenschaften sein. Mit dem Studium der Zustandsänderungen einer Klasse von Verbindungen des Plasmas wird der Hebel an einem Punkte angesetzt. Es werden sich unmittelbar weitere Ausblicke auftun. Der Begriff zustandsfremd und -eigen wird Inhalt erhalten. Man wird aus den Erscheinungen im Plasma auf solche in den Zellen, die schwerer zugänglich sind, schließen dürfen. Viele sogenannte pathologische Vorgänge werden einer Erklärung zugänglich werden. Mit besonders großem Erfolge wird es möglich sein, dem bisher so vernachlässigten Wasserstoffwechsel nachzugehen. Er liegt nicht so einfach, wie der Kohlensäureaustausch. Manche einseitige Vorstellung wird fallen und größeren Gesichtspunkten Platz machen.

Ohne Zweifel ist das Problem der Suspensionsstabilität des Blutes berufen, manche Aufklärung über Zustandsänderungen der Plasmabestandteile und insbesondere der Plasmaproteine zu bringen. Man wird die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen als Reagens benutzen können. Mich interessiert vor allem auch das Problem, die Funktionen der roten Blutkörperchen unter verschiedenen Zustandsformen der Plasmabestandteile festzustellen. Es sind zunächst Versuche über den Gaswechsel bzw. die Sauer-

---

<sup>1)</sup> Vgl. u. a. H. Sachs und K. J. von Öttingen, Münch. med. Wochenschr. 68, 351. 1921. — Weitere Literatur und neue Ergebnisse vgl. bei Walter Weisbach: Wassermannsche Reaktion und Ausflockungsreaktionen nach Sachs-Georgi und Meinicke im Lichte neuerer Forschungen. Gustav Fischer, Jena. 1921.

stoffaufnahme der roten Blutkörperchen bei verschiedener Suspensionsstabilität in Angriff genommen worden. Auf der einen Seite werden rote Blutkörperchen im eigenen Plasma unter verschiedenen Zuständen beobachtet, und auf der anderen soll der Einfluß von fremdem Plasma studiert werden. Über die Ergebnisse dieser Versuche, die naturgemäß eines großen Materiales bedürfen, soll später berichtet werden. Ich hoffe, daß auch von dieser Seite des ganzen Problems aus sich mannigfache neue Fragestellungen für die Pathologie ergeben werden und gewiß manche Erscheinung eine neue Beleuchtung erhalten wird. Wir müssen nach möglichst vielen funktionellen Proben suchen, um das Wesen der einzelnen, unter abgeänderten Bedingungen auftretenden Erscheinungen erkennen zu können. Je mehr wir die morphologischen Veränderungen durch solche in der Funktion der einzelnen Zellarten ergänzen und zum Teil auch ersetzen können, um so erfolgreicher wird die Aufklärung sog. pathologischer Erscheinungen sein.

Im Folgenden sei über eine Reihe von Fragestellungen berichtet, die als Vorarbeit für das erwähnte Ziel unserer Forschungen auf dem Gebiete der Abhängigkeit der Suspensionsstabilität der roten Blutkörperchen von bestimmten Bedingungen — seien sie nun im Plasma allein oder aber in den roten Blutkörperchen mit gelegen — ausgeführt worden sind.

1. Fragestellung: Wie verhalten sich die verschiedenen Schichten der sich absetzenden Blutkörperchensäule in bezug auf die Senkungsgeschwindigkeit im eigenen Plasma? Oder anders ausgedrückt: Ist die Suspensionsstabilität der roten Blutkörperchen ein und desselben Blutes einheitlich oder finden sich Unterschiede?

Die Beantwortung dieser Frage gibt zugleich eine Antwort auf eine weitere, nämlich die (2. Fragestellung), ob die Suspensionsstabilität der roten Blutkörperchen in der Tat, wie jetzt vielfach behauptet wird, nur abhängig von der Beschaffenheit des Plasmas bzw. dem Zustand der Plasmaeiweißstoffe und insbesondere der Plasmaglobuline ist, oder ob nicht vielmehr den roten Blutkörperchen in ihren Wechselbeziehungen zu dem Suspensionsmittel auch eine ausschlaggebende Bedeutung zukommt.

Die folgenden Versuche sind in der Weise durchgeführt worden, daß Oxalatblut zentrifugiert wurde. Von dem vom Plasma durch Abpipettieren befreiten Blutkörperchenbrei wurden nunmehr aus verschiedener Schichthöhe Blutkörperchen herauspipettiert und in gleichen Mengen dem gleichen Volumen des gleichen Plasmas zugefügt. Angewandt wurden bei allen Versuchen, wenn nichts besonderes erwähnt

ist, 2 ccm Plasma und 1 ccm Blutkörperchenbrei. Das Gemisch wurde gleichmäßig durchgeschüttelt, und zwar in engen 10 cm hohen Röhrchen. Alle Röhrchen waren genau gleich weit. Hinter ihnen wurde eine Skala aufgestellt, die gestattete, die Senkung der roten Blutkörperchen durch Verfolgen der obersten Schicht genau zu verfolgen. In neuerer Zeit haben wir den in Abb. 1 a und b dargestellten Apparat zu

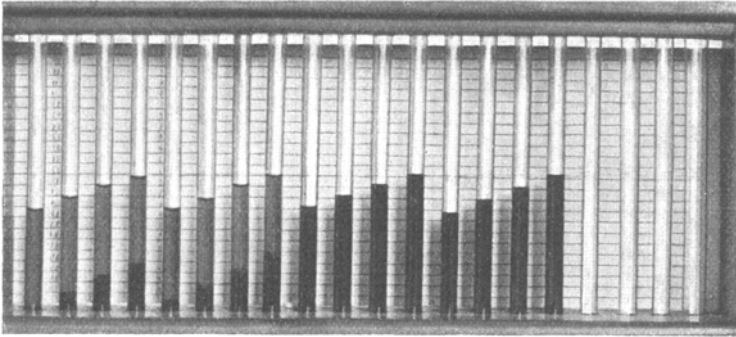


Abb. 1 a.

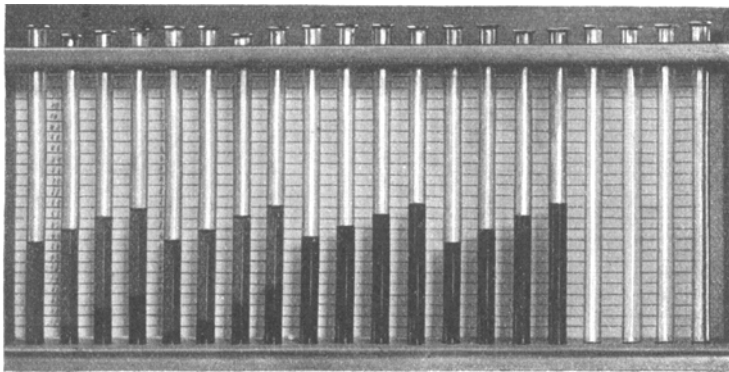


Abb. 1 b.

den Versuchen benutzt. Es handelt sich um ein aus Holz gefertigtes Gestell für die Röhrchen. Um Verdunstung und Verunreinigung zu vermeiden, ist ein Deckel angebracht, der die Öffnungen der Röhrchen während der Versuche verdeckt. Anstatt hinter den Röhrchen eine Skala aufzustellen, haben wir auch Röhrchen mit einer genauen Kalibrierung verwandt.<sup>1)</sup> (Vgl. Abb. 1 c und d.)

In den Abb. 2—10 sind in Kurvenform die Ergebnisse der Versuche mitgeteilt. Sie zeigen die Senkungsgeschwindigkeit des Gesamtblutes

<sup>1)</sup> Die Firma Rudolf Schoeps, Halle a. S., liefert den Apparat.

und ferner verschiedener Schichten der Blutkörperchensäule nach erfolgtem Abzentrifugieren des Plasmas. Ferner wurde zu 2 cem Plasma 1 cem durchgeschüttelter, d. h. gemischter Blutkörperchenbrei hinzugegeben. Dieser Versuch ist die eigentliche Kontrolle zu den Versuchen, bei denen zu 2 cem Plasma Blutkörperchen aus verschiedenen Schichten

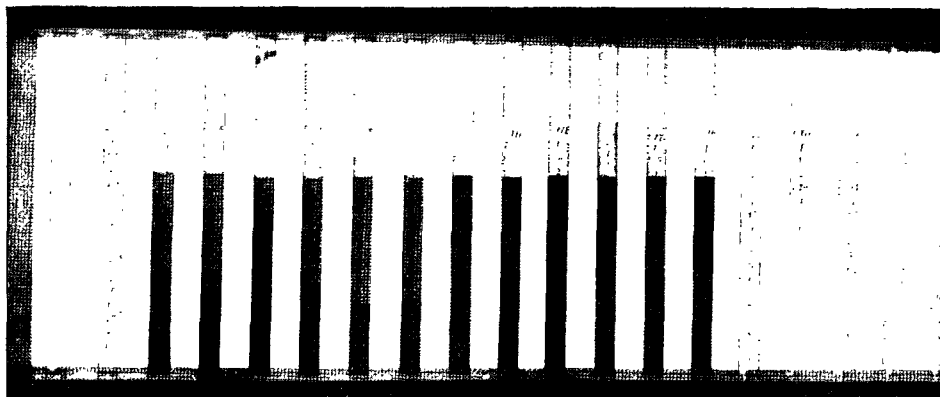


Abb. 1 c.

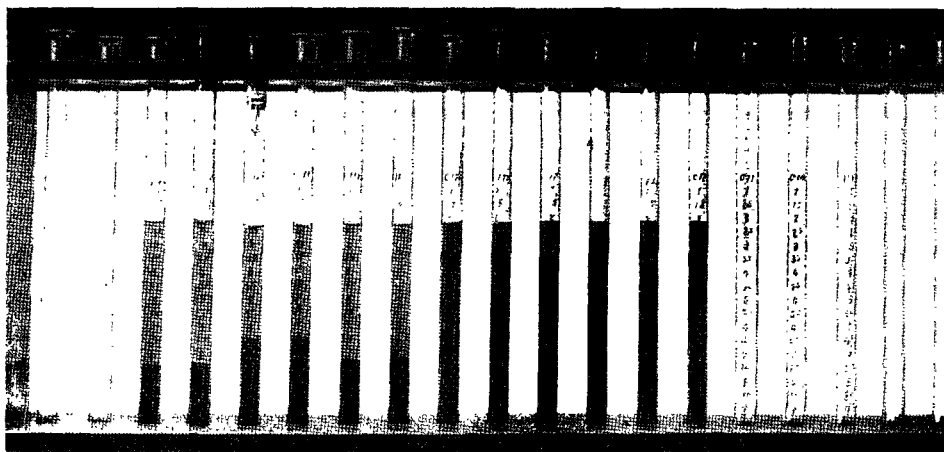


Abb. 1 d.

hinzugefügt wurden. Ein Blick auf die Befunde zeigt, daß die oberste Schicht sich langsamer senkte als die mittlere und diese wiederum langsamer als die unterste. Die Ergebnisse der an vielen Fällen durchgeführten Versuche waren stets die gleichen, sofern die Senkungsgeschwindigkeit im verwendeten Gemisch Plasma- und rote Blutkörperchen eine große war. Für langsam sich senkende Blut-

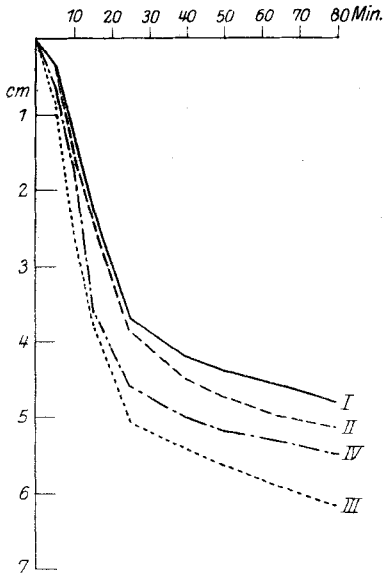


Abb. 2. Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen von Schwangerenblut im eigenen Plasma.  
I ——— Obere Schicht, II - - - - - Mittlere Schicht, III ..... Untere Schicht, IV ..... Gesamtblut.

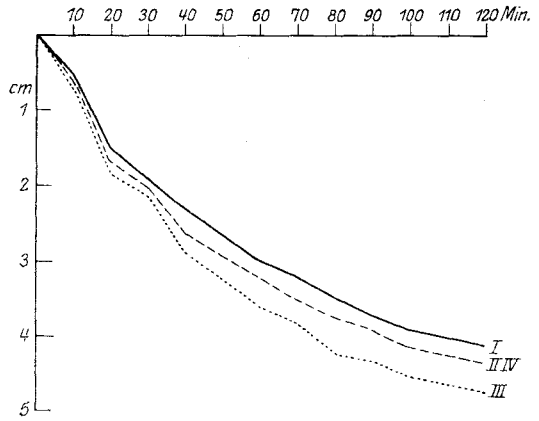


Abb. 3. Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen verschiedener Schichten im Schwangerenblut.  
I ——— Obere Schicht, II - - - - - Mittlere Schicht, III ..... Untere Schicht, IV Gesamtblut ist der Schicht II gleich.

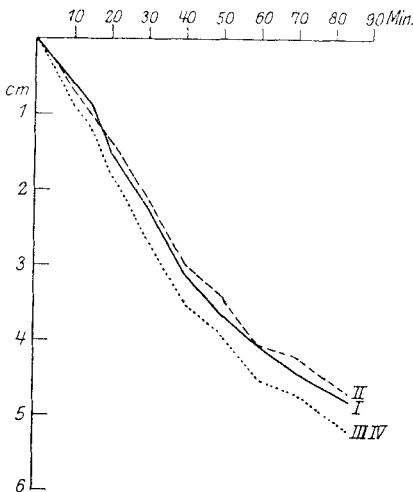


Abb. 4. Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen von Schwangerenblut im eigenen Plasma.  
I ——— Obere Schicht, II - - - - - Mittlere Schicht, III u. IV ..... Untere Schicht und Gesamtblut gleichlaufend.

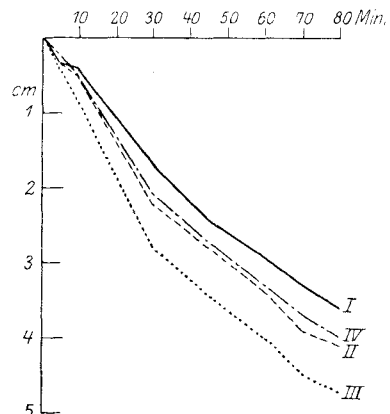


Abb. 5. Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen von Schwangerenblut im eigenem Plasma.  
I ——— Obere Schicht, II - - - - - Mittlere Schicht, III ..... Untere Schicht, IV ..... Gesamtblut.



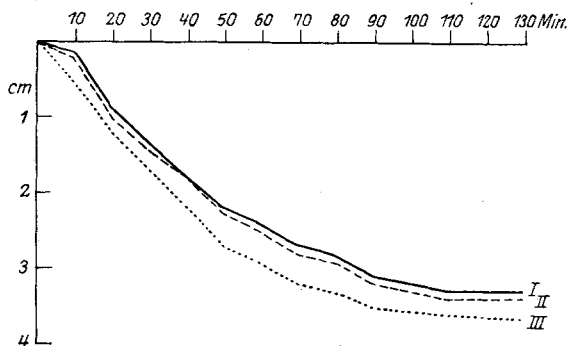


Abb. 6. Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen von Schwangerenblut im eigenen Plasma.

I — Obere Schicht. II — — — Mittlere Schicht.  
III ..... Untere Schicht.

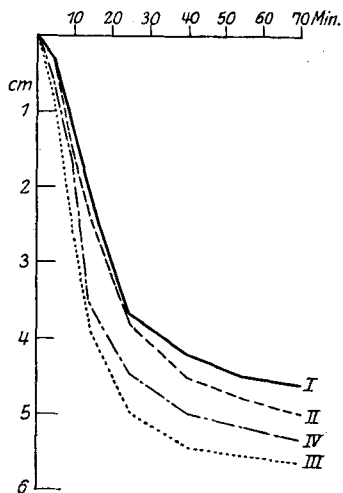


Abb. 7. Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen von Schwangerenblut im eigenen Plasma.

I — Obere Schicht. II — — — Mittlere Schicht.  
III ..... Untere Schicht.  
IV . . . Gesamtblut.

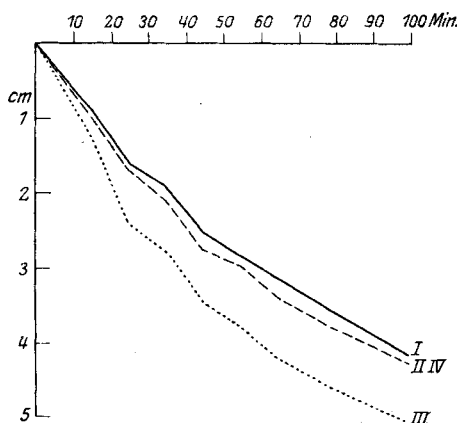


Abb. 8. Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen von Schwangerenblut im eigenen Plasma.

I — Obere Schicht. II u. IV — — — Mittlere Schicht und Gesamtblut. III ..... Untere Schicht.

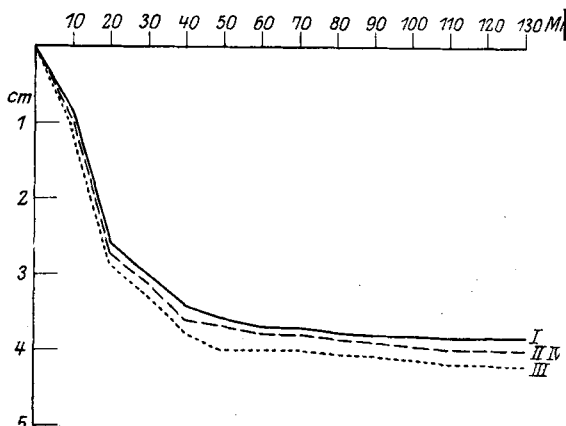


Abb. 9. Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen verschiedener Schichten im Schwangerenblut.

I — Obere Schicht. II — — — Mittlere Schicht und Gesamtblut IV. III ..... Untere Schicht.

körperchen sind die Unterschiede nicht mit genügender Sicherheit feststellbar.

Geht aus diesen Feststellungen ohne weiteres hervor, daß die untere Blutkörperchenschicht nicht von zufällig beim Umschütteln des Gemisches Plasma—rote Blutkörperchen in der Nähe des Bodens des Gefäßes, in dem die Mischung sich befindet, vorhandenen Blutkörperchen gebildet wird? Darf geschlossen werden, daß die roten Blutkörperchen im Blut des einzelnen Individuums nicht vollkommen gleichartig sind? Es ergeben sich ganz von selbst Einwände. Es gelingt nicht, mittels einer gewöhnlichen

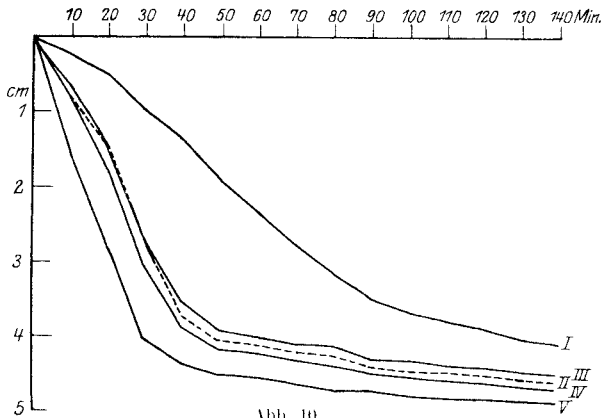


Abb. 10.

- I Pferdeblut.  
 II Pferdeblut, 1 Teil Blutkörperchen + 2 Teile Plasma.  
 III 1 cm Blutkörperchen der oberen Schicht + 2 cm Plasma.  
 IV 1 „ „ „ mittleren „ + 2 „ „  
 V 1 „ „ „ unteren „ + 2 „ „

Zentrifuge das Plasma quantitativ von den Formelementen zu entfernen. Wir haben selbstverständlich das abzentrifugierte Plasma mit der allerersten Blutkörperchenschicht entfernt und zu den Versuchen nur Blutkörperchenbrei verwendet, der ganz dickflüssig war. Es darf ohne weiteres angenommen werden, daß die tieferen Schichten der Blutkörperchensäule weniger Plasma zwischen den einzelnen Zellen enthielten als die oberen. Wir hätten somit bei den Versuchen mit den untersten Blutkörperchenschichten mehr rote Blutkörperchen in der Volumeneinheit zur Anwendung gebracht als in den mittleren und obersten Schichten. Es mußte geprüft werden, welchen Einfluß die Menge der roten Blutkörperchen bei gleichem Volumen des Plasmas auf die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen hat. (3. Fragestellung.) Zur Entscheidung dieses Problems wurden steigende Mengen von roten Blutkörper-



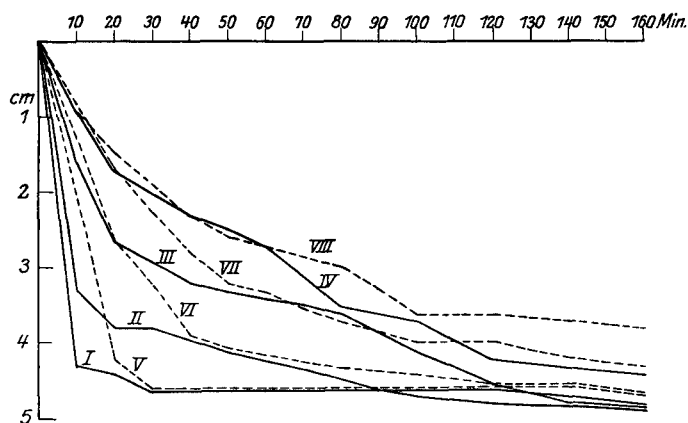


Abb. 12. Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen, die in steigenden Mengen dem gleichen Volumen eigenen und fremden Plasmas zugesetzt wurden.

I	0,25	cm Blutkörperchen aus Schwangerenblut	+ 2	cm Schwangeren-Plasma.
II	0,5	"	"	"
III	0,75	"	"	"
IV	1,0	"	"	"
V	0,25	"	"	"
VI	0,5	"	"	"
VII	0,75	"	"	"
VIII	1,0	"	"	"

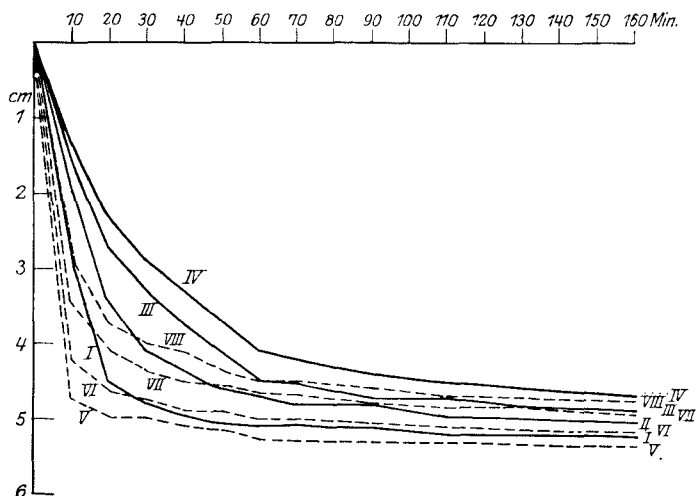


Abb. 14. Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen, die in steigenden Mengen dem gleichen Volumen eigenen und fremden Plasmas zugesetzt wurden.

I	0,25	cm Schweineblutkörperchen	+ 2	cm eigenes Plasma.
II	0,5	"	"	"
III	0,75	"	"	"
IV	1,0	"	"	"
V	0,25	"	"	"
VI	0,5	"	"	"
VII	0,75	"	"	"
VIII	1,0	"	"	"

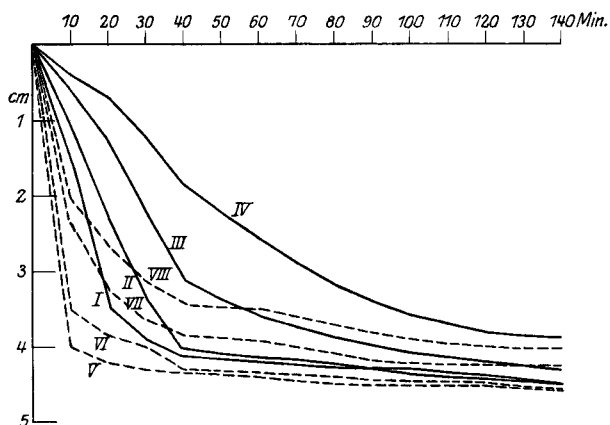


Abb. 15. Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen, die in steigenden Mengen zu dem gleichen Volumen eigenen und fremden Plasmas zugesetzt wurden.

I 0,25 ccm Schweineblutkörperchen + 2 ccm eigenes Plasma.				
II	0,5	"	"	+ 2 " " "
III	0,75	"	"	+ 2 " " "
IV	1,0	"	"	+ 2 " " "
V	0,25	"	"	+ 2 " Pferdeplasma.
VI	0,5	"	"	+ 2 " " "
VII	0,75	"	"	+ 2 " " "
VIII	1,0	"	"	+ 2 " " "

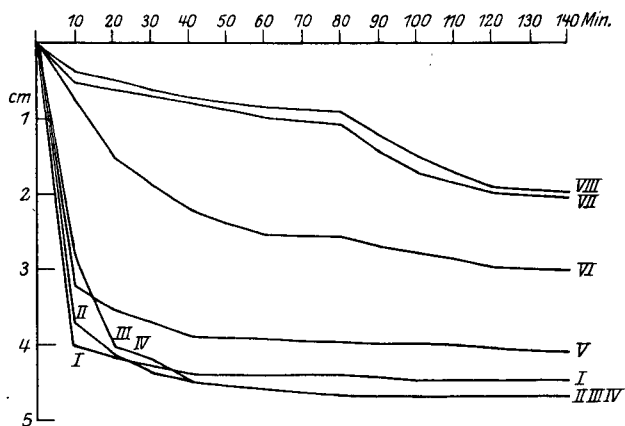


Abb. 16. Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen, die in steigenden Mengen zu dem gleichen Volumen eigenen und fremden Plasmas zugesetzt wurden.

I 0,25 ccm Pferdeblutkörperchen + 2 ccm eigenes Plasma.				
II	0,5	"	"	+ 2 " " "
III	0,75	"	"	+ 2 " " "
IV	1,0	"	"	+ 2 " " "
V	0,25	"	"	+ 2 " Schweineplasma.
VI	0,5	"	"	+ 2 " " "
VII	0,75	"	"	+ 2 " " "
VIII	1,0	"	"	+ 2 " " "

Menge ist. Besonders deutlich ist dieses Ergebnis, wenn die ersten Zeiten der Versuche verglichen werden. Die Versuche sind teils mit Plasma des gleichen Blutes ausgeführt worden, dem auch die Blutkörperchen entstammten, zum Teil ist Plasma einer fremden Blutart angewandt worden.

Der erhobene Befund zeigt, daß die schnellere Senkung der roten Blutkörperchen, die der tiefsten Schicht einer abzentrifugierten Blutkörperchensäule entnommen sind, nicht durch eine Anreicherung von Formelementen erklärt werden kann. Wir müßten vielmehr von diesem Gesichtspunkt aus eine langsamere Senkung erwarten.

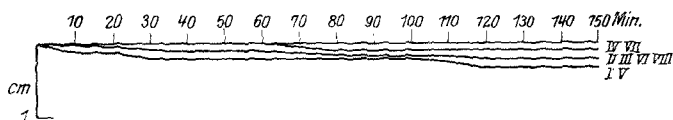


Abb. 17. Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen, die in steigenden Mengen dem gleichen Volumen eigenen und fremden Plasmas zugesetzt wurden.

I	0,25	cm	Hammelblutkörperchen	+ 2	cm	eigenes Plasma.
II	0,5	"	"	+ 2	"	"
III	0,75	"	"	+ 2	"	"
IV	1,0	"	"	+ 2	"	"
V	0,25	"	"	+ 2	"	Schweineplasma
VI	0,5	"	"	+ 2	"	"
VII	0,75	"	"	+ 2	"	"
VIII	1,0	"	"	+ 2	"	"

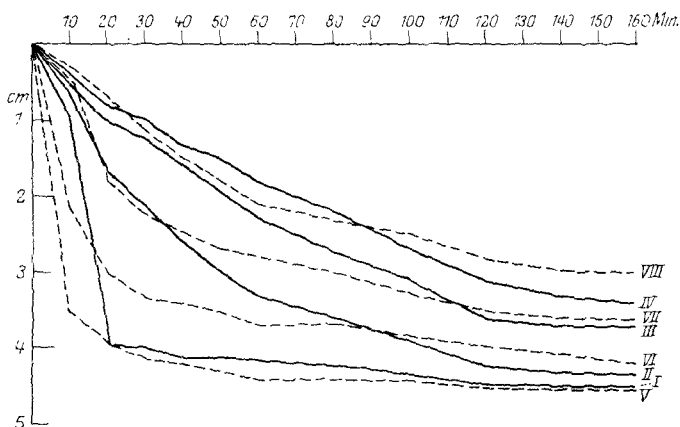


Abb. 18. Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen, die in steigenden Mengen dem gleichen Volumen eigenen und fremden Plasmas zugesetzt wurden.

I	0,25	cm	Schweineblutkörperchen	+ 2	cm	eigenes Plasma.
II	0,5	"	"	+ 2	"	"
III	0,75	"	"	+ 2	"	"
IV	1,0	"	"	+ 2	"	"
V	0,25	"	"	+ 2	"	Hammelplasma
VI	0,5	"	"	+ 2	"	"
VII	0,75	"	"	+ 2	"	"
VIII	1,0	"	"	+ 2	"	"

Wir haben auch versucht, anstatt mit einfach zentrifugierten roten Blutkörperchen mit gewaschenen zu arbeiten. Das Waschen sollte die letzten Spuren von Plasma entfernen. Es ergab sich jedoch, was übrigens

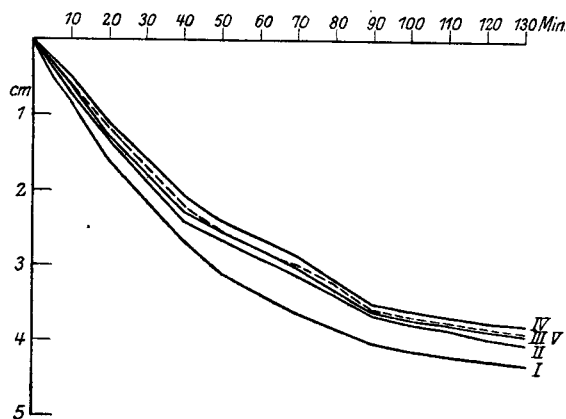


Abb. 19.

I	Blutkörperchen in 1% NaCl-Lösung gewaschen im eigenen Plasma.
II	" " 0,9% " " " " "
III	" " 0,8% " " " " "
IV	" " 0,7% " " " " "
V	" ungewaschen.

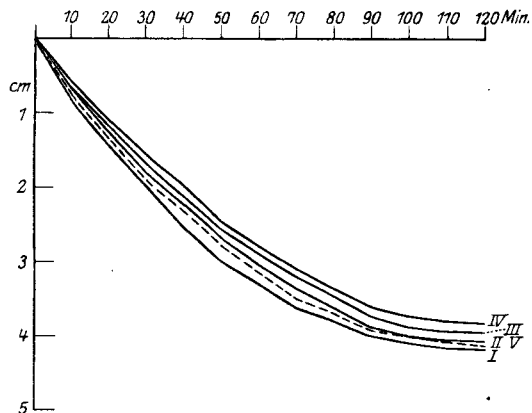


Abb. 20.

I	Blutkörperchen mit 1% NaCl-Lösung gewaschen im eigenen Plasma.
II	" " 0,9% " " " " "
III	" " 0,8% " " " " "
IV	" " 0,7% " " " " "
V	" ungewaschen.

unterdessen schon bekannt geworden ist, daß selbst das Waschen der roten Blutkörperchen mit isosmotischer Kochsalzlösung für diese nicht indifferent ist. Die angeführten Abbildungen (19—22) bestätigen diese Beobachtung und zeigen darüber hinaus, daß die gewasche-

nen roten Blutkörperchen um so schneller sich senkten, je konzentrierter die angewandte Kochsalzlösung war. Untersucht wurden 0,7–1 proz. Lösungen. (4. Fragestellung: Einfluß der Konzentration der Kochsalzlösung auf die Stabilität

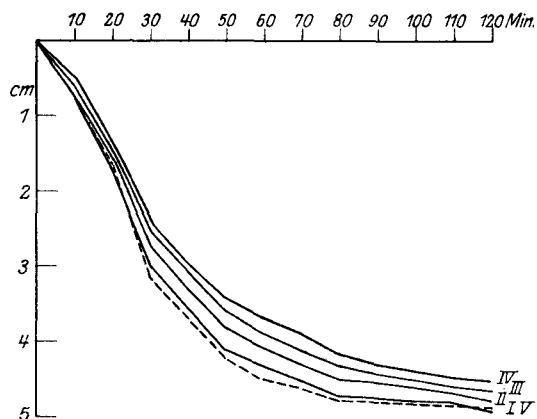


Abb. 21.

I	Blutkörperchen mit 1% NaCl-Lösung gewaschen im eigenen Plasma.
II	" " 0,9% " " " " "
III	" " 0,8% " " " " "
IV	" " 0,7% " " " " "
V	" ungewaschen.

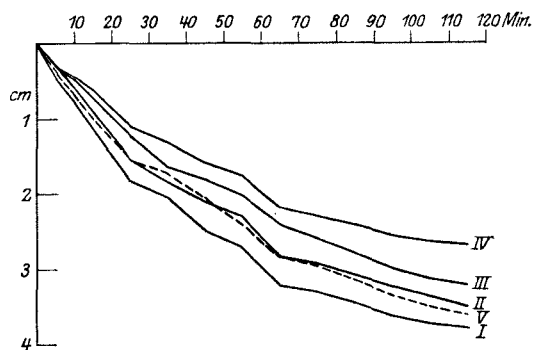


Abb. 22.

I	Blutkörperchen mit 1% NaCl-Lösung gewaschen im eigenen Plasma.
II	" " 0,9% " " " " "
III	" " 0,8% " " " " "
IV	" " 0,7% " " " " "
V	" ungewaschen.

der roten Blutkörperchen.) Die Menge der verwendeten roten Blutkörperchen war in allen Fällen die gleiche: 1 ccm Blutkörperchenbrei, 2 ccm Plasma. Da somit das Waschen der roten Blutkörperchen Einfluß auf ihre Senkungsgeschwindigkeit hat, konnte die oben gestellte Frage, ob der mehr oder weniger große Gehalt des Blutkörperchenbreies





die untere Schicht aus den einzelnen Schichthöhen sich langsamer senkte als die obere Schicht, doch waren die Unterschiede recht klein. Unsere Fragestellung, ob innerhalb desselben Blutes die roten Blutkörperchen alle ein gleiches Verhalten hinsichtlich der Senkungsgeschwindigkeit zeigen, läßt sich nicht ohne weiteres eindeutig beantworten. Das Zentrifugieren hat entschieden Einfluß auf die roten Blutkörperchen. Man könnte daran denken, daß die Formelemente durch den auf sie mehr oder weniger stark ausgeübten Druck untereinander verklebt werden, und daß dadurch verschieden große Komplexe zustande kommen, die sich dann verschieden rasch senken. Für diese Vermutung ließ sich allerdings aus dem mikroskopischen Bilde des Blutes keine sichere Stütze ableiten. Die roten Blutkörperchen wurden, nachdem sie nach erfolgtem Zentrifugieren in Plasma übertragen waren, in diesem sehr energisch geschüttelt und dann die Senkungsgeschwindigkeit beobachtet. Wenn auch das Zentrifugieren, wie aus unseren Beobachtungen hervorgeht, einen Einfluß auf die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen hat, so deutet doch der Umstand, daß verschiedene Schichten der Blutkörperchensäule beim wiederholten Zentrifugieren ein verschiedenes Verhalten beibehalten, darauf hin, daß die roten Blutkörperchen nach ihrem physikalischen Verhalten nicht einheitlich zu sein scheinen. Ich beabsichtige nach dieser Richtung weitere Untersuchungen anzustellen.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich ausdrücklich darauf hinweisen, daß die Durchführung von Versuchen über die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen ganz besonderer Sorgfalt bedarf, wenn es sich darum handelt, vergleichende Untersuchungen durchzuführen. Die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen in ein und demselben Plasma ändert sich mit der Zeit. Man kann z. B. nicht die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen, die an einem Tage bestimmt worden ist, mit Ergebnissen vergleichen, die an anderen Tage mit demselben Blute, bzw. Plasma zur Beobachtung kommen. Man muß in solchen Fällen, wenn die Versuche nicht an einem Tage beendet werden können, alle Kontrollversuche am nächsten Tage aufs neue vornehmen.

5. Fragestellung: Wie verhält sich die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen im eigenen und im fremden Plasma? Das gestellte Problem hat zum Ziel, die weitere Fragestellung (6) zu entscheiden, ob für die Stabilität der roten Blutkörperchen nur die Beschaffenheit des Plasmas in Frage kommt oder aber auch diejenige der roten Blutkörperchen.

Wir kennen Blutarten, die an sich eine große Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen aufweisen, während andere Blutarten umgekehrt eine stark verlangsamte Senkung derselben zeigen. Verhalten sich nun die roten Blutkörperchen im Plasma der genannten extremen Fälle immer gleich, d. h. sinken z. B. im Plasma des Pferdeblutes, in dem die roten Blutkörperchen des Pferdes sich sehr rasch senken, die entsprechenden Zellen aller Blutarten gleich schnell? Sinken ferner z. B. im Rinderblutplasma die roten Blutkörperchen aller Blutarten gleich langsam unter, wie das bei denjenigen des Rindes selbst der Fall ist?

Die Entscheidung dieser Fragestellung erschien uns von größtem Interesse zu sein. Wäre das Plasma allein für die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen maßgebend, dann lägen relativ einfache Verhältnisse vor. Haben jedoch die roten Blutkörperchen an sich auch einen Einfluß, dann muß bei allen Versuchen, die sich auf die Beeinflussung der Suspensionsstabilität des Blutes beziehen, Rücksicht auf Zustandsänderungen im Plasma und in den roten Blutkörperchen, insbesondere in ihrer Grenzschicht genommen werden.

Schon bei der Fragestellung nach dem Einfluß der Menge der Blutkörperchen auf ihre Senkungsgeschwindigkeit sind Versuche mitgeteilt worden, die mit aller Deutlichkeit zeigen, daß das Blutplasma für diese nicht allein maßgebend sein kann. Abb. 11 und 12 gehören zusammen. Es wird gezeigt, wie sich rote Blutkörperchen aus Blut einer Schwangeren im eigenen Plasma und in solchem einer nicht schwangeren Person in bezug auf ihre Senkungsgeschwindigkeit verhalten. Selbstverständlich wurden alle Versuche stets unter gleichen Bedingungen verglichen, d. h. im Vergleichsversuch war die Menge des Plasmas und der roten Blutkörperchen immer die gleiche. Ferner wurden stets Blutkörperchen aus der untersten Blutkörperchenschicht ausgewählt. Beim erwähnten Versuche wurden gleichzeitig die roten Blutkörperchen einer nicht schwangeren Person im eigenen Plasma und im Plasma einer Schwangeren auf ihre Senkungsgeschwindigkeit geprüft. Man erkennt, daß die roten Blutkörperchen der Schwangeren sich im Plasma der nicht schwangeren Person bedeutend rascher senkten als die Blutkörperchen der letzteren, während diese sich im Plasma der Schwangeren etwa so rasch senkten wie diejenigen der schwangeren Person. Abb. 14 zeigt, daß Blutkörperchen vom Schwein sich in Rinderplasma, in dem sich die roten Blutkörperchen des Rindes außerordentlich langsam senken, sehr rasch absetzen. Andererseits senkten sich die roten Blutkörperchen des Schweines in Rinderplasma sehr langsam. Ganz entsprechende Ergebnisse zeigen die übrigen Versuche.

In den Abb. 24—40 sind Versuche der folgenden Art mitgeteilt: Es wurden gleiche Mengen rote Blutkörperchen (stets der untersten Schicht entnommen) mit gleichen Mengen Plasma der gleichen Blutart und fremder Blutarten im Verhältnis von 1 : 2 zusammengebracht. In einigen Fällen wurde zum Vergleich das ursprüngliche Blut, d. h. ohne vorhergehende Trennung von Plasma und Blutkörperchen verwendet. Es ergeben sich alle Einzelheiten der Versuchsanordnung aus den Abbildungen und den ihnen beigegebenen Bemerkungen.

Überblickt man die erhaltenen Ergebnisse, dann erkennt man ohne weiteres, daß auch diese Versuche klar legen, daß dem Plasma als solchem bei der Suspensionsstabilität des Blutes eine große Bedeutung zukommt, daß jedoch die roten Blutkörperchen auch mitbestimmend sind. Bestimmte Blutkörperchenarten senken sich in jedem Plasma schnell. Dahin gehören die roten Blutkörperchen des Pferdes und des Maulesels – wahrscheinlich aller Verwandten des Pferdes. Andere Blutkörperchenarten senken sich im Gegensatz hierzu in jedem Plasma langsam. Dahin gehören die Rinderblutkörperchen. In einzelnen Versuchen kann man genau erkennen, daß das Plasma auch dann einen ausgesprochenen Einfluß hat, wenn eine Blutkörperchenart sich an und für sich rasch oder schnell senkt.

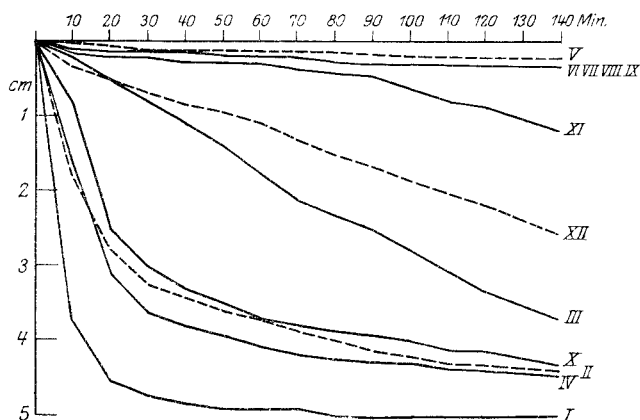


Abb. 24.

- I Pferdeblut.
- II Blutkörperchen vom Pferd + Plasma vom Kalb.
- III Blut vom Schwein.
- IV Blutkörperchen vom Schwein + Plasma vom Pferd.
- V Blut vom Kalb.
- VI Kaninchenblut.
- VII Blutkörperchen vom Pferd + Plasma vom Kaninchen.
- VIII Hammelblut.
- IX Blutkörperchen vom Hammel + Plasma vom Pferd.
- X Blutkörperchen vom Kaninchen + Plasma vom Pferd.
- XI Taubenblut.
- XII Blutkörperchen von Tauben + Plasma vom Pferd.

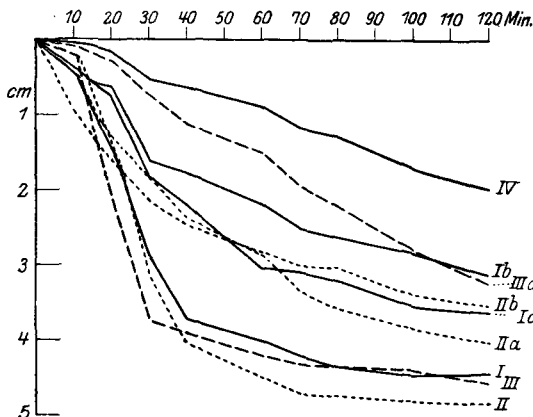


Abb. 25. Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen im Blut von Lueskranken, und in fremdem Plasma.

- I Luesblut Nr. 1 im 2. Stad.
- Ia Blutkörp. vom Luesblut Nr. 1 + Plasma v. Schwein.
- Ib Blutkörperchen v. Schwein + Plasma von Lues Nr. 1.
- II Luesblut Nr. 2 im 2. Stad.
- IIa Blutkörp. vom Luesblut Nr. 2 + Plasma v. Schwein.
- IIb Blutkörperchen v. Schwein + Plasma von Lues Nr. 2.
- III Luesblut Nr. 3 im II. Stad.
- IIIa Blutkörp. vom Luesblut Nr. 3 + Plasma v. Schwein.
- IV Gesamtblut vom Schwein.

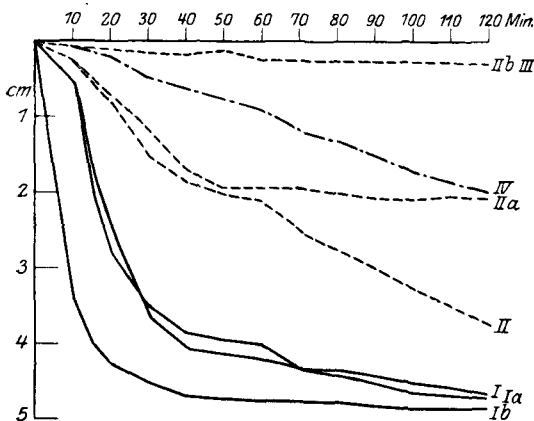


Abb. 26. Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen von Lueskranken im eigenen und fremden Plasma.

- I Luesblut Nr. 4 im II. Stad.
- Ia Blutkörp. von Luesblut Nr. 4 + Plasma v. Schwein.
- Ib Blutkörp. vom Schwein + Plasma von Lues Nr. 4.
- II Luesblut Nr. 5 im II. Stad.
- IIa Blutkörp. von Luesblut Nr. 5 + Plasma vom Kalb.
- IIb Blutkörperchen vom Kalb + Plasma v. Luesblut Nr. 5.
- III Gesamtblut v. Kalb (gleich Kurve II b).
- III Gesamtblut vom Schwein.

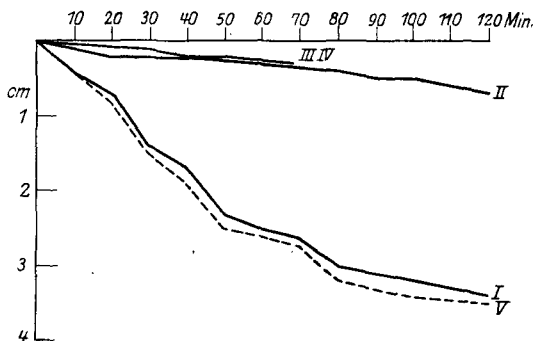


Abb. 27. Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen in Menschen- u. Taubenblut.

- I Menschenblut (nicht schwanger). II Taubenblut (Reistaube).
- III Blutkörperchen von Menschenblut + Plasma aus Taubenblut (nach 60 Min. Hämolyse).
- IV " " Taubenblut + " " Menschenblut " 60 " " "
- V Menschenblut + 0,02% Seidenpepton; ebenso verhielt sich VI und VII mit 0,04% u. 0,06% Seidenpepton. Taubenblut wurde mit den gleichen Mengen Pepton beobachtet, es zeigte sich kein Einfluß.

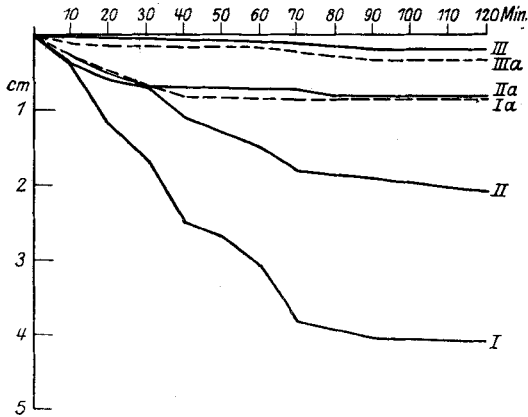


Abb. 28. Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen verschiedener Blutarten im eigenen und fremden Plasma.  
 I Schwangerenblut.  
 II Blut ein. Nichtschwangeren.  
 III Rinderblut.  
 Ia Blutkörperchen v. Schwangerenblut + Plasma aus Rinderblut.  
 IIa Blutkörperchen aus Blut einer Nichtschwangeren + Plasma aus Rinderblut.  
 IIIa Blutkörperchen aus Rinderblut + Plasma aus Schwangerenblut.

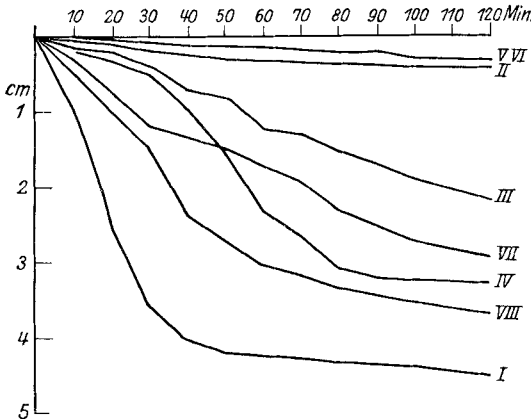


Abb. 29. Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen verschiedener Blutarten im eigenen und fremden Plasma.  
 I Pferdeblut.  
 II Blutkörperchen vom Pferd + Plasma vom Kalb.  
 III Blut vom Schwein.  
 IV Blutkörperchen v. Schwein + Plasma vom Pferd.  
 V Blut vom Kalb.  
 VI Blutkörperchen vom Kalb + Plasma vom Pferd = Kurve V.  
 VII Menschenblut (schwanger).  
 VIII Blutkörperchen aus Menschenblut + Plasma vom Pferd.

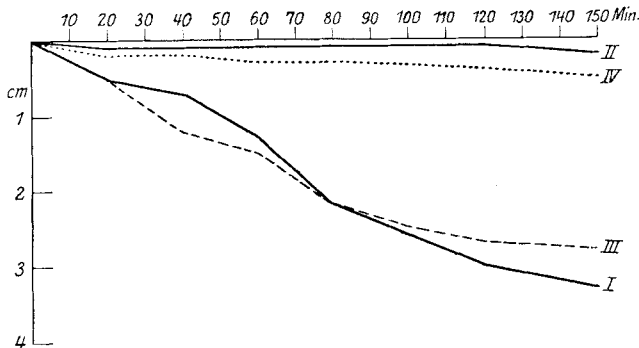


Abb. 30. Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen verschiedener Blutarten im eigenen und fremden Plasma.

- I Blut vom Schwein.  
 II Blut vom Hammel.  
 III Blutkörperchen vom Schwein + Plasma vom Hammel.  
 IV Blutkörperchen vom Hammel + Plasma vom Schwein.

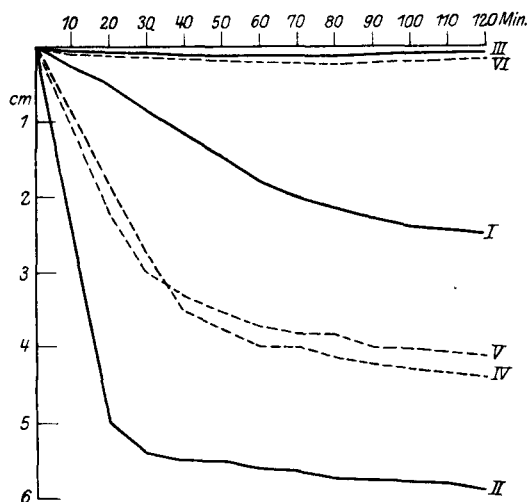


Abb. 31. Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen verschiedener Blutarten im eigenen und fremden Plasma.

- I Menschenblut (nicht schwanger).
- II Pferdeblut.
- III Rinderblut.
- IV Blutkörperchen von Menschenblut + Plasma von Pferdeblut.
- V Blutkörperchen aus Pferdeblut + Plasma von Rinderblut.
- VI Blutkörperchen aus Rinderblut + Plasma von Pferdeblut.

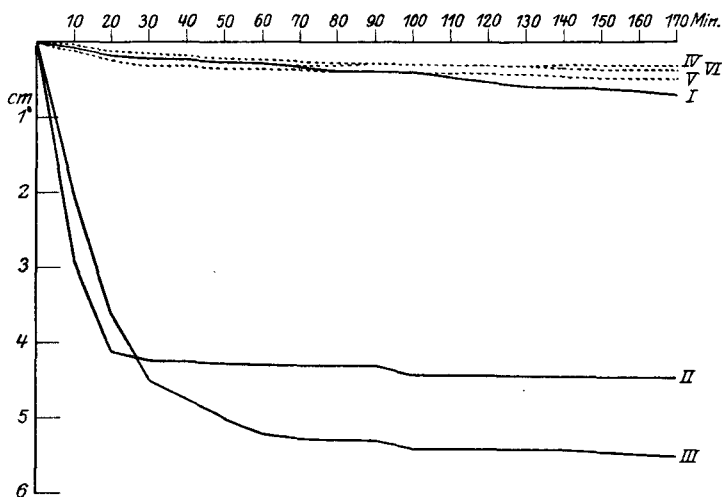


Abb. 32. 27. VII. 21. Senkung der Blutkörperchen im eigenen und fremden Plasma.

- I Menschenoxalatblut.
- II Menschenblutkörperchen + Schwangerenplasma.
- III Menschenblutkörperchen + Rinderplasma.
- IV Rinderoxalatblut.
- V Rinderblutkörperchen + Rinderplasma.
- VI Rinderblutkörperchen + Schwangerenplasma.

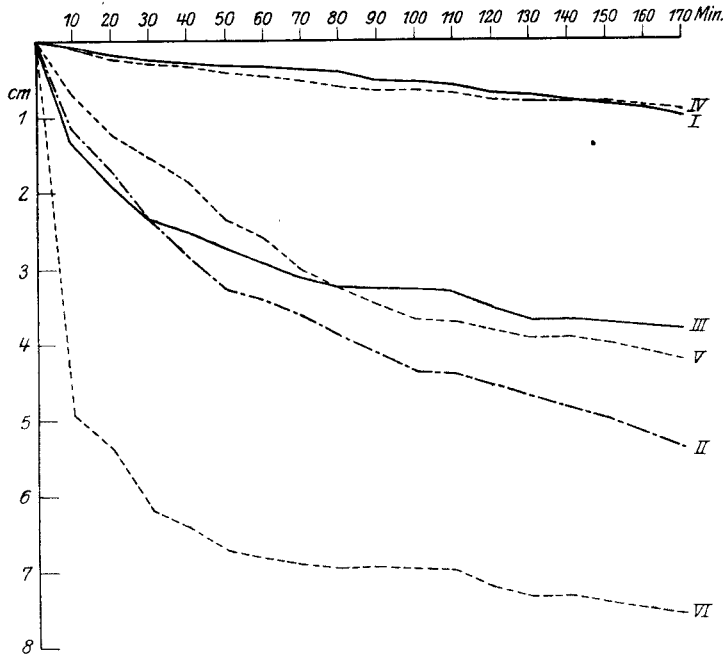


Abb. 33. 25. VII. 21. Blutkörperchen im eigenen und fremden Plasma gesenkt. I und IV unbeeinflusstes Oxalatblut 3 cem. II, III, V und VI je 1 cem Blutkörperchen auf 2 cem Plasma.  
 I Schweineoxalatblut. IV Menschenoxalatblut.  
 II Schweineblutkörperch. + Schweineplasma. V Menschenblutkörperch. + Menschenplasma.  
 III Schweineblutkörperch. + Menschenplasma. VI Menschenblutkörperch. + Schweineplasma.

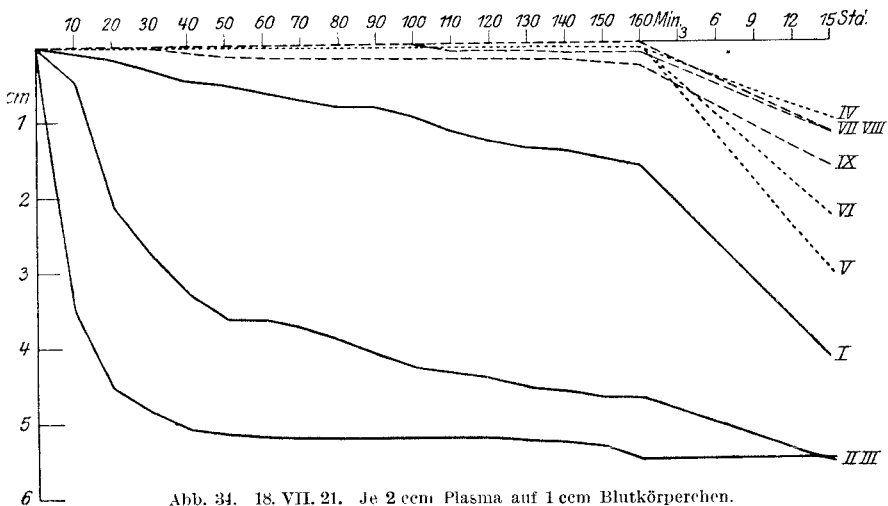


Abb. 34. 18. VII. 21. Je 2 cem Plasma auf 1 cem Blutkörperchen.  
 I Schweineblutkörperch. + Schweineplasma. VI Hammelblutkörperchen + Rinderplasma.  
 II Schweineblutkörperch. + Hammelplasma. VII Rinderblutkörperchen + Rinderplasma.  
 III Schweineblutkörperch. + Rinderplasma. VIII Rinderblutkörperchen + Hammelplasma.  
 IV Hammelblutkörperch. + Hammelplasma. IX Rinderblutkörperchen + Schweineplasma.  
 V Hammelblutkörperch. + Schweineplasma.



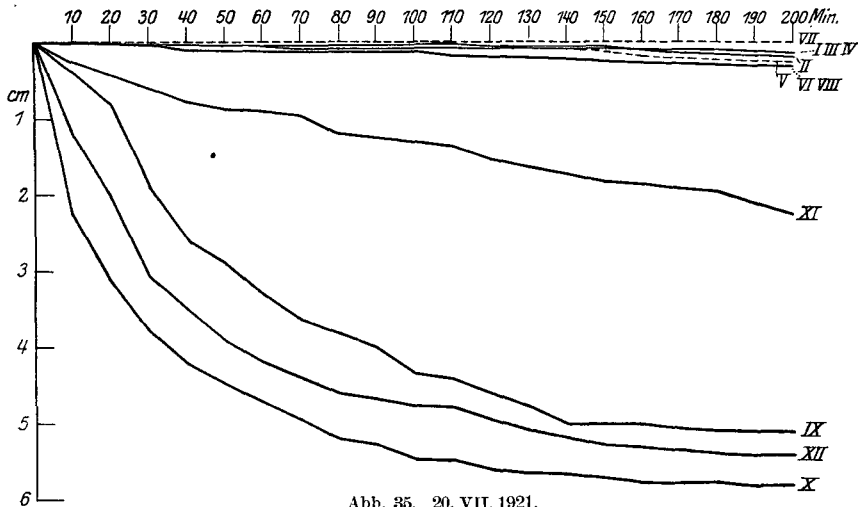


Abb. 35. 20. VII. 1921.

I, V u. XI = 3 ccm Oxalatblut, alle anderen Röhren = 1 ccm Blutkörperchen, 2 ccm Plasma.

- |   |  |
|---|--|
| I Kälberoxalatblut.                     | VII Hammelblutkörperchen + Kälberplasma. |
| II Kälberblutkörperchen + Kälberplasma. | VIII " " + Pferdeplasma.                 |
| III " " + Hammelplasma.                 | IX Pferdeoxalatblut.                     |
| IV " " + Pferdeplasma.                  | X Pferdeblutkörperchen + Pferdeplasma.   |
| V Hammeloxalatblut.                     | XI " " + Hammelplasma.                   |
| VI Hammelblutkörperch. + Hammelplasma.  | XII " " + Kälberplasma.                  |

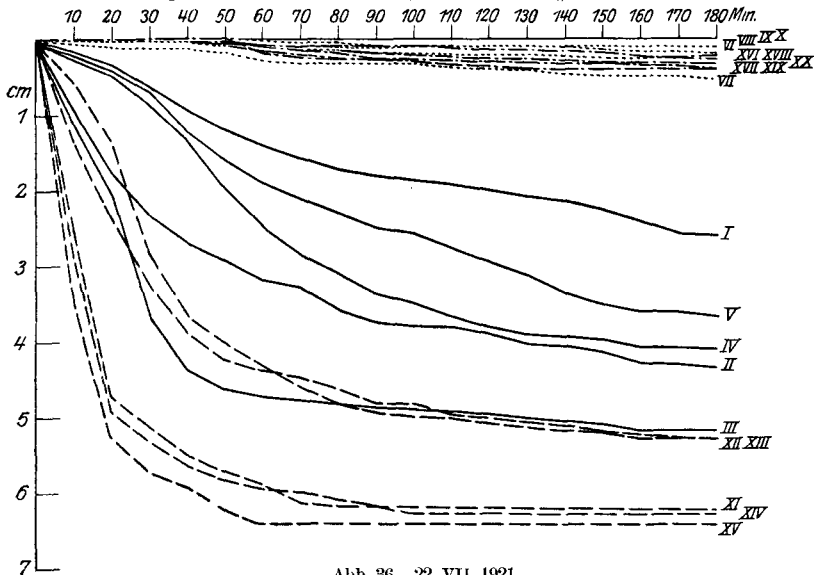
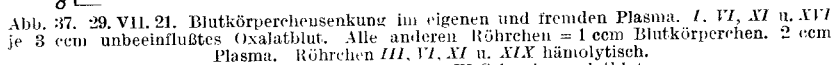


Abb. 36. 22. VII. 1921.

V, X, XV u. XX = 3 ccm Oxalatblut, alle anderen Röhren = 1 ccm Blutkörperchen, 2 ccm Plasma.

- |   |  |
|---|--|
| I Mauleselblutkörperch. + Mauleselplasma. | XI Wallachstuteblutkörperch. + Wallachstutepl. |
| II " " + Zebuplasma.                      | XII " " + Mauleselplasma.                      |
| III " " + Wallachstutepl.                 | XIII " " + Zebuplasma.                         |
| IV " " + Ostfriesenstutepl.               | XIV " " + Ostfriesenstutepl.                   |
| V Mauleseloxalatblut.                     | XV Wallachstuteoxalatblut.                     |
| VI Zebu-Blutkörperchen + Zebuplasma.      | XVI Ostfriesenstuteblut. + Ostfriesenstutepl.  |
| VII " " + Mauleselplasma.                 | XVII " " + Mauleselplasma.                     |
| VIII " " + Wallachstuteplasma             | XVIII " " + Zebuplasma.                        |
| IX " " + Ostfriesenstutepl.               | XIX " " + Wallachstutepl.                      |
| X Zebuoxalatblut.                         | XX Ostfriesenstuteoxalatblut.                  |



I	Maulseloxalat.		XII	Schweineoxalatblut.	
II	Maulselblutkörperchen	+ Maulsehlplasma.	XIII	Schweineblutkörperch.	+ Schweineplasma.
III	"	+ Kälberplasma.	XIV	"	+ Maulsehlplasma.
IV	"	+ Schweineplasma.	XV	"	+ Kälberplasma.
V	"	+ Pferdeplasma.	XVI	"	+ Pferdeplasma.
VI	Kälberoxalatblut.		XVII	Pferdeoxalatblut.	
VII	Kälberblutkörperchen	+ Kälberplasma.	XVIII	Pferdeblutkörperchen	+ Pferdeplasma.
VIII	"	+ Maulsehlplasma.	XIX	"	+ Maulsehlplasma.
IX	"	+ Schweineplasma.	XX	"	+ Kälberplasma.
X	"	+ Pferdeplasma.	XXI	"	+ Schweineplasma.



- I Blut von Coma diabeticum Nr. I.  
II " " " " I. 1 cem Blütkörperchen + 2 cem Plasma.  
III Blütörperchen (1 cem) von Coma diabeticum I + 2 cem Pferdeplasma.  
IV " " " vom Pferd + 2 cem Plasma von Coma diabeticum Nr. I.  
V Blut von Coma diabeticum Nr. II.  
VI " " " " II. 1 cem Blütkörperchen + 2 cem Plasma.  
VII 1 cem Blütkörperchen von Coma diabeticum Nr. II + 2 cem Pferdeplasma.  
VIII 1 cem " vom Pferd + 2 cem Plasma Coma diabeticum Nr. II.  
IX Pferdeblut.  
X " " " " I. 1 cem Blütkörperchen + 2 cem Plasma.

Aus Anlaß dieser Versuche wurde die Beobachtung gemacht, daß außer der Schwangerschaft beim Menschen die Lues eine sehr stark verminderte Suspensionsstabilität des Blutes bedingt. Stark verlangsamt ist die Senkung der roten Blutkörperchen beim Diabetes

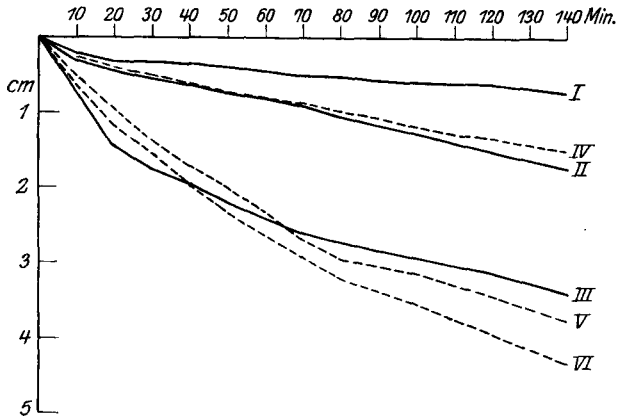


Abb. 39. Blut vom Diabetiker und Nichtdiabetiker. 16. IX. 21.

- I Diabetikerblut (Gesamtblut)
- II " 1 Teil Blutkörperchen + 2 Teile Plasma.
- III Diabetikerblutkörperchen + Nichtdiabetikerplasma (1:2).
- IV Nichtdiabetikerblut (Gesamtblut).
- V " 1 Teil Blutkörperchen + 2 Teile Plasma.
- VI Nichtdiabetikerblutkörperchen + Diabetikerplasma (1:2).

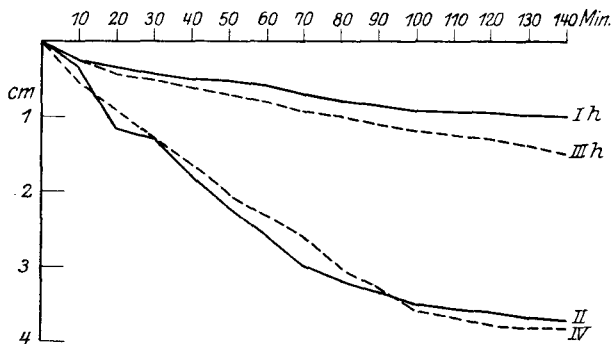


Abb. 40. Blut vom Diabetiker und Nichtdiabetiker (normal). 15. IX. 21.

- I Diabetikerblut (Gesamtblut).
  - II " 1 Teil Blutkörperchen + 2 Teile Plasma.
  - III Blut vom Nichtdiabetiker (Gesamtblut).
  - IV " " 1 Teil Blutkörperchen + 2 Teile Plasma.
- h bedeutet hämolytisch.

melitus (vgl. Abb. 38, 39, 40 [wenigstens gilt dies für die untersuchten schweren Fälle]). Auch bei Ikterus scheint eine Verlangsamung vorzuliegen. Bei akuter Nephritis wurde eine stark vermehrte Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen beobachtet.

Wir stellten uns nunmehr die weitere Frage (6. Fragestellung), ob die roten Blutkörperchen beim Verweilen im fremden Plasma andere Eigenschaften annehmen. Zur Entscheidung dieses Problems gingen wir so vor, daß die roten Blutkörperchen, nachdem ihre Senkungsgeschwindigkeit in fremdem Plasma bestimmt war, abzentrifugiert und wieder in eigenes Plasma zurückgebracht wurden. Wie die Abb. 41—46 zeigen, blieb die Senkungsgeschwindigkeit verändert.

Wir haben uns endlich die Frage (7. Fragestellung) vorgelegt, ob sich die durch Verweilen in fremdem Plasma veränderte

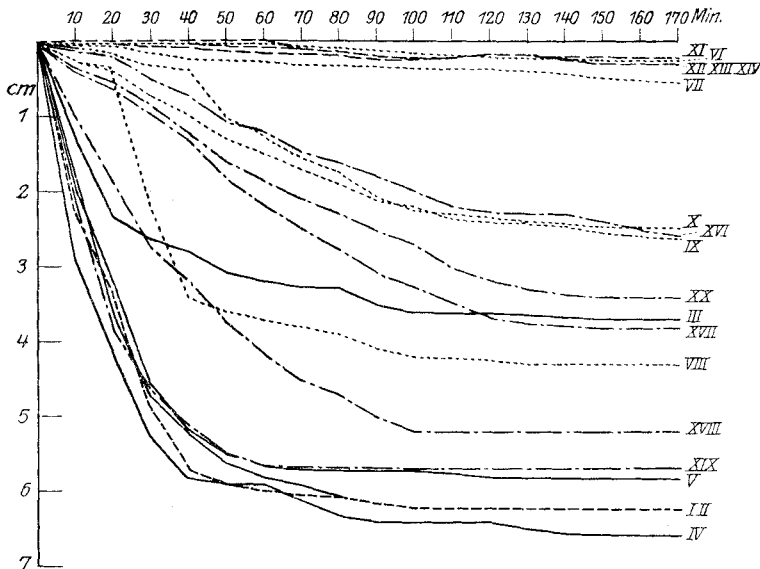
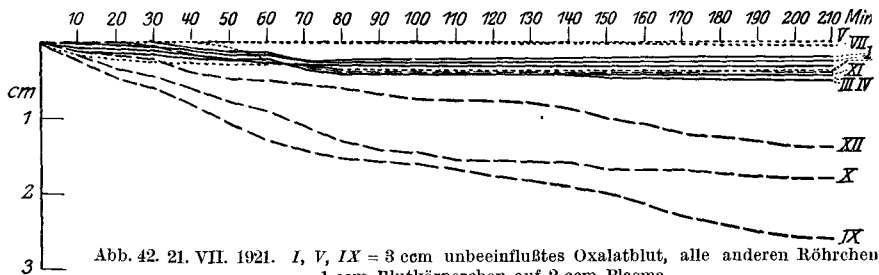
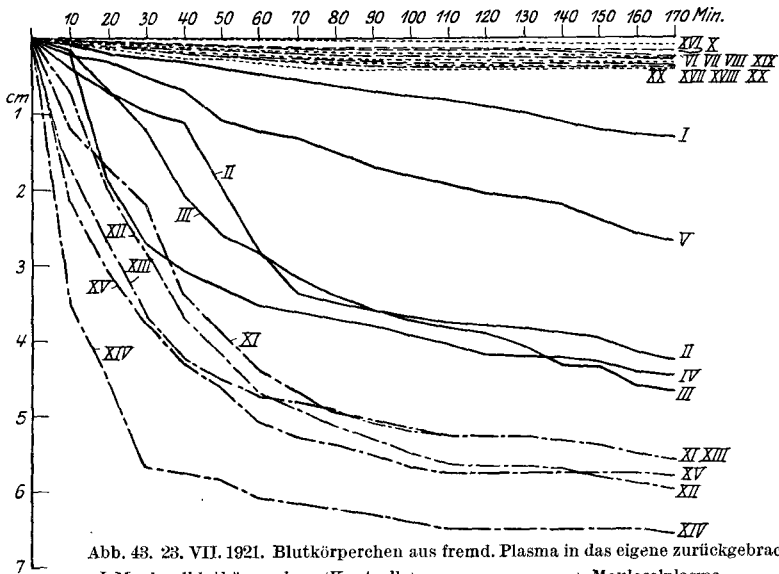


Abb. 41. 30. VII. 21. Beeinflusste Blutkörperchen in das eigene Plasma zurückgebracht, Röhrchen VI—XIV hämolytisch. Röhrchen XV fällt wegen Mangels an Plasma aus.

I	Mauleseloxalatblut.			
II	Mauleselblutkörperchen	(Kontrolle).	+	Mauleselplasma.
III	„	vorher +	Kälberplasma	+
IV	„	„ +	Schweineplasma	+
V	„	„ +	Pferdeplasma	+
VI	Kälberoxalatblut			
VII	Kälberblutkörperchen	(Kontrolle).	+	Kälberplasma.
VIII	„	vorher +	Mauleselplasma	+
IX	„	„ +	Schweineplasma	+
X	„	„ +	Pferdeplasma	+
XI	Schweinoxalatblut			
XII	Schweineblutkörperchen	(Kontrolle).	+	Schweineplasma.
XIII	„	vorher +	Mauleselplasma	+
XIV	„	„ +	Kälberplasma	+
XV	Pferdeoxalatblut.			
XVI	Pferdeblutkörperchen	(Kontrolle).	+	Pferdeplasma.
XVII	„	vorher +	Mauleselplasma	+
XVIII	„	„ +	Kälberplasma	+
XIX	„	„ +	Schweineplasma	+
XX	„	„ +	Schweineplasma	+



- |             |                               |                         |               |   |                              |
|-------------|-------------------------------|-------------------------|---------------|---|------------------------------|
| <i>I</i>    | Kälberoxalatblut.             |                         |               |   |                              |
| <i>II</i>   | Kälberblutkörper. (Kontrolle) | +                       | Kälberplasma. |   |                              |
| <i>III</i>  | "                             | (vorher + Hammelplasma) | +             | " | (Plasma vorh. + Hammelblut.) |
| <i>IV</i>   | "                             | " + Pferdeplasma)       | +             | " | " " + Pferdeblut.            |
| <i>V</i>    | Hammeloxalatblut.             |                         |               |   |                              |
| <i>VI</i>   | Hammelblutkörper. (Kontrolle) | +                       | Hammelplasma. |   |                              |
| <i>VII</i>  | "                             | (vorher + Kälberplasma) | +             | " | " " + Kälberblut.            |
| <i>VIII</i> | "                             | " + Pferdeplasma)       | +             | " | " " + Pferdeblut.            |
| <i>IX</i>   | Pferdeoxalatblut.             |                         |               |   |                              |
| <i>X</i>    | Pferdeblutkörper. (Kontrolle) | +                       | Pferdeplasma. |   |                              |
| <i>XI</i>   | "                             | (vorher + Hammelplasma) | +             | " | " " + Kälberblut.            |
| <i>XII</i>  | "                             | " + Kälberplasma)       | +             | " | " " + Hammelblut.            |



- |              |   |   |                        |
|--------------|---|---|------------------------|
| <i>I</i>     | Mauleselblutkörperchen (Kontrolle)          | + | Mauleselplasma.        |
| <i>II</i>    | „ (vorher + Zebuplasma)                     | + | „                      |
| <i>III</i>   | „ „ + Wallachplasma)                        | + | „                      |
| <i>IV</i>    | „ „ + Ostfriesenplasma)                     | + | „                      |
| <i>V</i>     | Mauleseloxalatblut.                         |   |                        |
| <i>VI</i>    | Zebu- und Wallachblutkörperchen (Kontrolle) | + | Zebuplasma.            |
| <i>VII</i>   | „ (vorher + Mauleselplasma)                 | + | „                      |
| <i>VIII</i>  | „ „ + Wallachstuteplasma)                   | + | „                      |
| <i>IX</i>    | „ „ + Ostfriesenstuteplasma)                | + | „                      |
| <i>X</i>     | Zebuoxalatblut.                             |   |                        |
| <i>XI</i>    | Wallachstuteblutkörperchen (Kontrolle)      | + | Wallachstuteplasma.    |
| <i>XII</i>   | „ (vorher + Mauleselplasma)                 | + | „                      |
| <i>XIII</i>  | „ „ + Zebuplasma)                           | + | „                      |
| <i>XIV</i>   | „ „ + Ostfriesenstuteplasma)                | + | „                      |
| <i>XV</i>    | Wallachstuteoxalatblut.                     |   |                        |
| <i>XVI</i>   | Ostfriesenstuteblutkörperchen (Kontrolle)   | + | Ostfriesenstuteplasma. |
| <i>XVII</i>  | „ (vorher + Mauleselplasma)                 | + | „                      |
| <i>XVIII</i> | „ „ + Zebuplasma)                           | + | „                      |
| <i>XIX</i>   | „ „ + Wallachstutepl.)                      | + | „                      |
| <i>XX</i>    | Ostfriesenstuteoxalatblut.                  |   |                        |

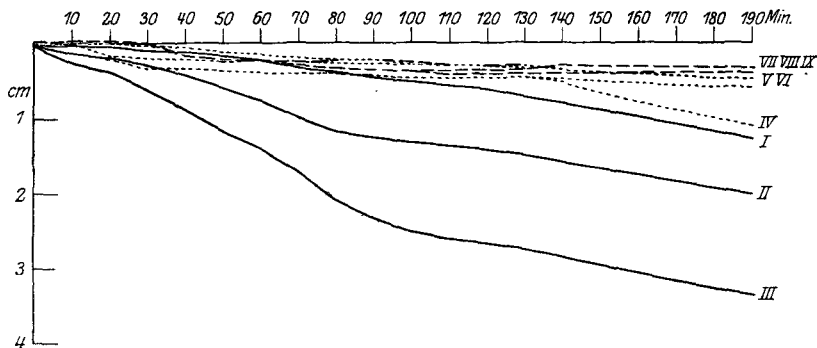


Abb. 44. 19. VII. 21. Blutkörperchen aus fremdem Plasma in das eigene zurückgebracht.

I	Schweineblutkörperch. (Kontrolle)	+	Schweineplasma (Plasma).	
II	„ (vorher + Hammelplasma)	+	„ (vorher + Hammelblut.)	
III	„ ( „ + Rinderplasma)	+	„ ( „ + Rinderblut.)	
IV	Hammelblutkörperch. (Kontrolle)	+	Hammelplasma	
V	„ (vorher + Schweineplasma)	+	„ (vorher + Schweinebl.)	
VI	„ ( „ + Rinderplasma)	+	„ ( „ + Rinderblut.)	
VII	Rinderblutkörperch. (Kontrolle)	+	Rinderplasma	
VIII	„ (vorher + Hammelplasma)	+	„ (vorher + Schweinebl.)	
IX	„ ( „ + Schweineplasma)	+	„ ( „ + Hammelblut.)	

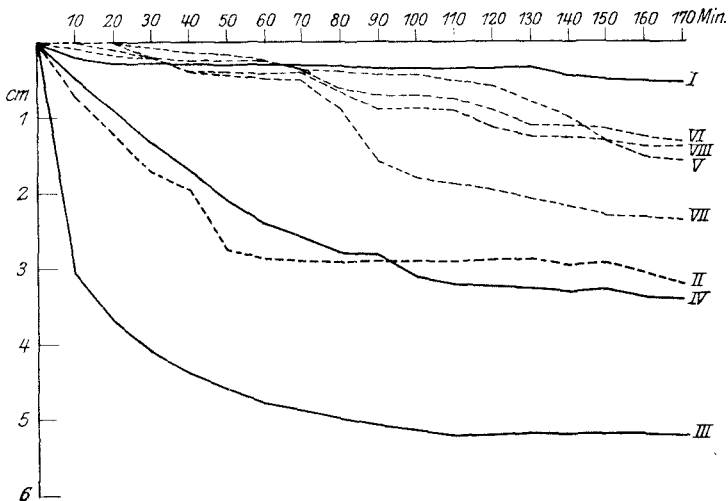


Abb. 45. 26. VII. 21. Blutkörperchen aus fremdem Plasma in eigenes gebracht. Das Blut wurde in allen Röhren während der Ablesung hämolytisch.

I	Schweineoxalatblut.	
II	Schweineblutkörperch. (Kontrolle)	+ Schweineplasma.
III	.. (vorh. + Menschenplasma)	+ ..
IV	..	+ .. Plasma vorher + Menschenblutkörperch.
V	Menschenoxalatblut.	
VI	Menschenblutkörperch. (Kontrolle)	+ Menschenplasma.
VII	.. (vorh. + Schweineplasma)	+ ..
VIII	..	+ .. Plasma vorh. + Schweineblutkörperch.

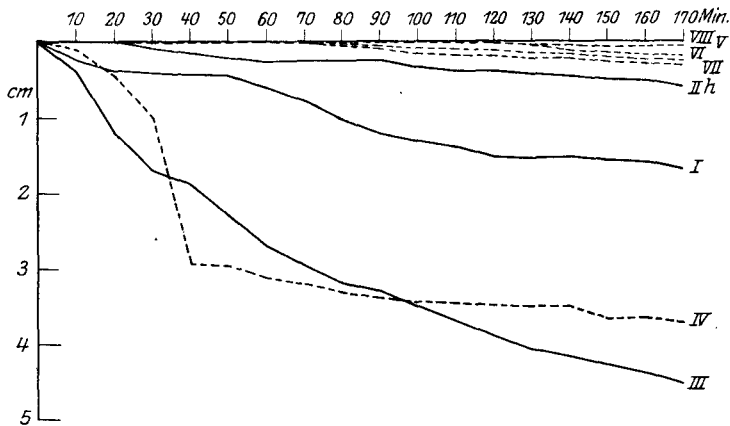


Abb. 46. 28. VII. 21. Senkung beeinflusster Blutkörperchen im eigenen unbeeinflussten Plasma = III u. VII bzw. unbeeinflusster Blutkörperchen im eigenen beeinflussten Plasma = IV u. VIII und Kontrollen I, II, V u. VI h. hämolytisch.

I	Schwangerenoxalatblut.			
II	Schwangerenblutkörperchen	(Kontrolle)	+	Schwangerenplasma. h.
III	"	vorher + Rinderplasma	+	"
IV	"		+	"
			vorher + Rinderblutkörperchen.	
V	Rinderoxalatblut.			
VI	Rinderblutkörperchen	(Kontrolle)	+	Rinderplasma.
VII	"	vorher + Schwangerenplasma	+	"
VIII	"		+	"
			vorher + Schwangerenblutkörper.	

Senkungsgeschwindigkeit im eigenen Plasma durch Waschen mit diesem „umstimmen“ läßt. Es ist dies, wie die Abb. 47 bis 55 zeigen, in der Tat der Fall. Der Einfluß des Waschens mit eigenem Plasma zeigt sich schon nach einmaligem Aufrühren in diesem. Wurde das Plasma nach erfolgtem Zentrifugieren erneuert und das Waschen wiederholt, dann näherte sich die Senkungsgeschwindigkeit im eigenen Plasma in vielen Fällen, jedoch nicht immer, wieder der ursprünglichen.

Es ist naheliegend, die veränderte Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen nach Verweilen in fremdem Plasma darauf zurückzuführen, daß die einzelnen Blutkörperchen auch nach erfolgtem Zentrifugieren mit einer Schicht fremden Plasmas überzogen bleiben. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit einer „Umstimmung“ der Teilchen der Grenzschichten der roten Blutkörperchen.

Wir nahmen ferner die Frage (8. Fragestellung) in Angriff, ob das Plasma durch das Verweilen von ihm fremden Blutkörperchen in ihm Veränderungen erleidet. Einerseits wurde Plasma, dem Blutkörperchen einer anderen Art zugesetzt worden waren, nach deren Entfernung auf das Verhalten den eigenen Blutkörperchen gegenüber geprüft. Es zeigte sich ein deutlicher Einfluß auf die Senkungsgeschwindigkeit.

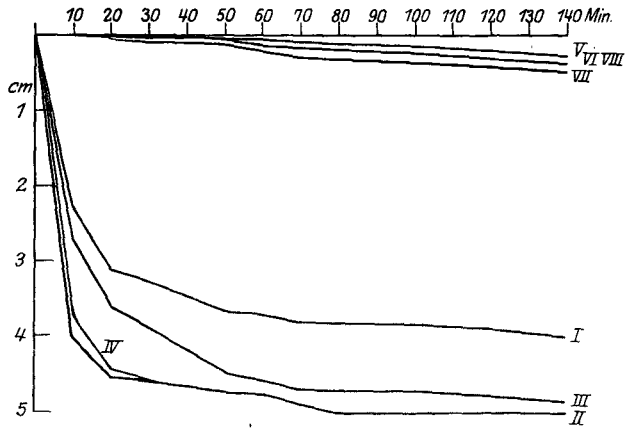


Abb. 47. Die in fremden Plasma gesenkten Blutkörperchen wurden 2 mal im eigenen Plasma gewaschen, bevor sie zur Senkung im eigenen Plasma angesetzt wurden.

- I Pferdeblut.
- II Pferdeblut, 1 Teil Blutkörperchen, 2 Teile Plasma.
- III Pferdeblutkörperchen + Kälberplasma.
- IV „ „ (vorher in Kälberplasma) + eigenes Plasma.
- V Kälberblut.
- VI Kälberblut, 1 Teil Blutkörperchen + 2 Teile Plasma.
- VII Kälberblutkörperchen + Pferdeplasma.
- VIII „ „ (vorher in Pferdeplasma) + eigenes Plasma.

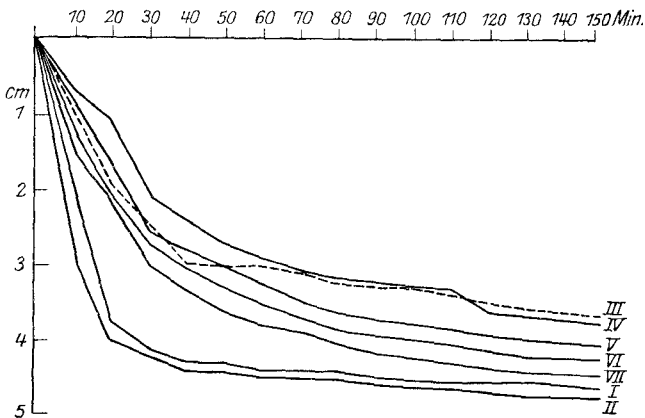


Abb. 48. Die in fremden Plasma gesenkten Blutkörperchen wurden z. T. 1-, 2- u. 3 mal mit eigenem Plasma gewaschen, bevor sie zur Senkung im eignen Plasma angesetzt wurden.

- I Pferdeblut.
- II Pferdeblut, 1 Teil Blutkörperchen + 2 Teile Plasma.
- III Pferdeblutkörperchen + Schweineplasma.
- IV „ „ (vorher in Schweineplasma) + eignes Plasma, nicht gewaschen.
- V „ „ „ „ „ 1 mal „ „
- VI „ „ „ „ „ 2 „ „
- VII „ „ „ „ „ 3 „ „



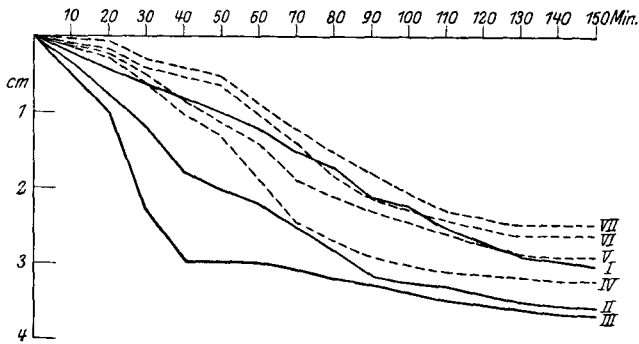


Abb. 49. Die im fremden Plasma gesenkten Blutkörperchen wurden zum Teil 1-, 2- und 3 mal im eigenen Plasma gewaschen, bevor sie zur Senkung im eigenen Plasma angesetzt wurden.

I	Schweineblut.								
II	Schweineblut, 1 Teil Blutkörperchen + 2 Teile Plasma.								
III	Schweineblutkörperchen + Pferdeplasma.								
IV	"	(vorher in Pferdeplasma)	+ eigenes Plasma, nicht gewaschen.						
V	"	" "	" "	+	"	"	1 mal	"	"
VI	"	" "	" "	+	"	"	2 "	"	"
VII	"	" "	" "	+	"	"	3 "	"	"

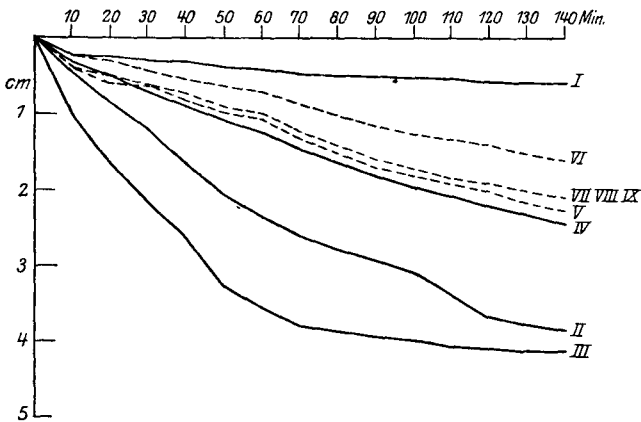


Abb. 50. Die im fremden Plasma gesenkten Blutkörperchen wurden zum Teil 1-, 2- und 3 mal im eigenen Plasma gewaschen, bevor sie zur Senkung im eigenen Plasma angesetzt wurden.

I	Schweineblut.							
II	Schweineblut, 1 Teil Blutkörperchen + 2 Teile Plasma.							
III	Schweineblutkörperchen + Rinderplasma. Am nächsten Morgen wurden beobachtet:							
IV	Schweineblut, 1 Teil Blutkörperchen + 2 Teile Plasma.							
V	Schweineblutkörperchen + Schweineplasma, in dem vorh. Rinderblutkörperchen gesenkt wurden.							
VI	"	(vorher in Rinderplasma)	nicht gewaschen.					
VII	"	" "	" "	1 mal	"			
VIII	"	" "	" "	2 "	"			
IX	"	" "	" "	3 "	"			

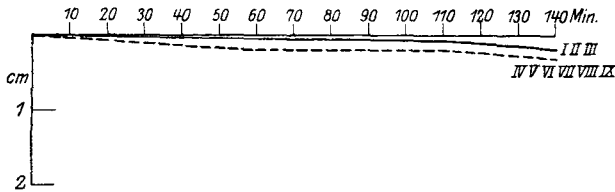


Abb. 51. Die im fremden Plasma gesenkten Blutkörperchen wurden zum Teil 1-, 2- und 3mal im eigenen Plasma gewaschen, bevor sie zur Senkung im eigenen Plasma angesetzt wurden.

*I* Rinderblut.

**II Rinderblut, 1 Teil Blutkörperchen + 2 Teile Plasma.**

### III Rinderblutkörperchen + Schweineplasma.

Am nächsten Morgen wurden beobachtet:

IV Rinderblut, 1 Teil Blutkörperchen + 2 Teile Plasma.

1\* Rinderblutkörperchen + Rinderplasma (in dem vorher Schweineblutkörperchen gesenkt wurden).

11	..	(vorher in Schweineplasma) + eigenes Plasma, nicht gewaschen.
----	----	---

VII	"	"	"	"	+	"	"	1 mal	"
VIII	"	"	"	"	+	"	"	2 "	"
IX	"	"	"	"	+	"	"	3 "	"

VIII	ss	ss	ss	ss	†	ss	ss	ss	ss	ss
------	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----

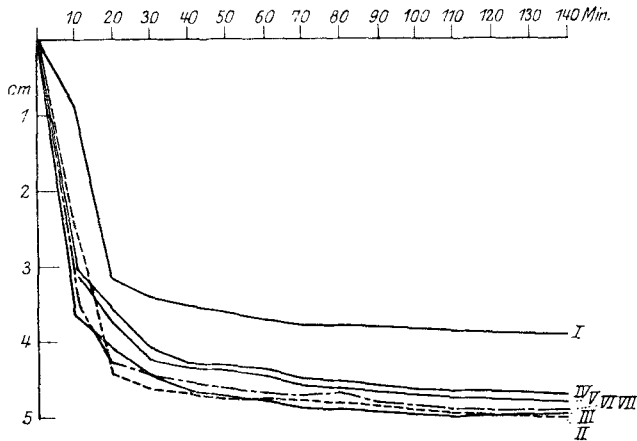
$$IX \qquad \text{,,} \qquad \text{,,} \qquad \text{,,} \qquad + \qquad \text{,,} \qquad \text{,,} \qquad \frac{7}{8} \qquad \text{,,} \qquad \text{,,}$$


Abb. 52. Im fremden Plasma gesenkte Blutkörperchen wurden zum Teil 1-, 2- und 3mal im eigenen Plasma gewaschen, bevor sie zur Senkung im eigenen Plasma angesetzt wurden.

*I* Pferdeblut.

II Pferdeblut, 1 Teil Blutkörperchen + 2 Teile Plasma.

III Pferdeblutkörperchen + Rinderplasma.

IV " (vorher in Rinderplasma) + eigenes Plasma, nicht gewaschen.

[illegible]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

III	„	„	„	„	+	„	„	3
-----	---	---	---	---	---	---	---	---

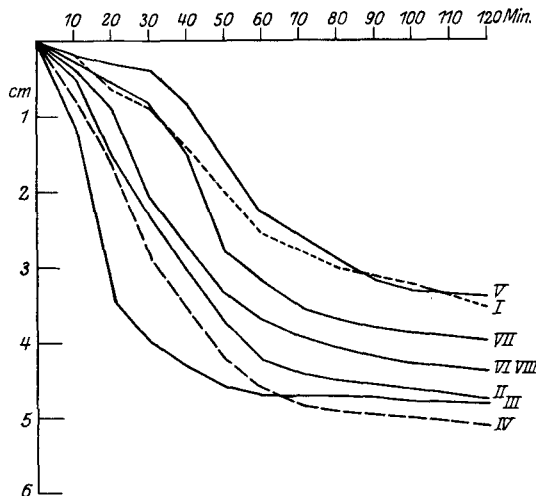


Abb. 53. 8. IX. 21. Die im fremden Plasma gesenkten Blutkörperchen z. T. 1-, 2- u. 3 mal im eigenen Plasma gewaschen, bevor sie zur Senkung in eigenem Plasma angesetzt wurden.

I	Pferdeblut (Gesamtblut).
II	" " " 1 ccm Blutkörperchen + 2 ccm Plasma.
III	1 ccm Pferdeblutkörperchen + 2 ccm Schweineplasma (hämol.)
IV	" " " + 2 ccm Pferdeplasma (in dem zuvor Schweinekörperchen gesenkt sind (schwach hämol.).
V	" " " (vorh. i. Schweineplasm.) nicht gewaschen. + 2 ccm eig. Plasma (stark hämol.)
VI	" " " " " 1 mal " + 2 " " " " "
VII	" " " " " 2 " " + 2 " " " " "
VIII	" " " " " 3 " " + 2 " " " " "

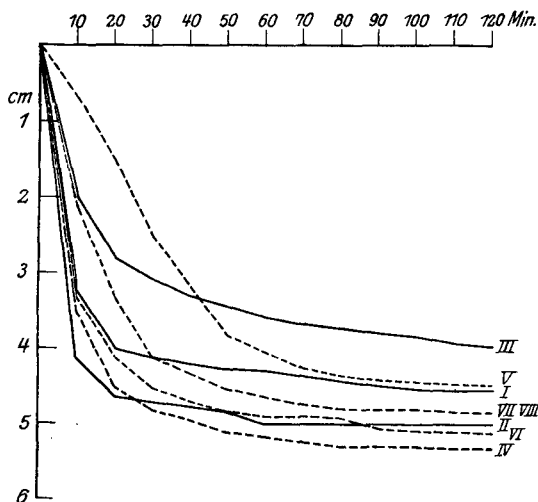


Abb. 54. 8. IX. 21. Die in fremden Plasma gesenkten Blutkörperchen wurden z. T. 1-, 2- und 3 mal im eigenen Plasma gewaschen, bevor sie zur Senkung in eigenem Plasma angesetzt wurden.

I	Schweineblut (Gesamtblut).
II	" " (1 Teil Blutkörperchen + 2 Teile Plasma).
III	1 ccm Schweineblutkörperchen + 2 ccm Pferdeplasma.
IV	" " " + 2 " Schweineplasma (vorher + Pferdeblutkörperchen).
V	" " " (vorher + Pferdeplasma) + eigenes Plasma, nicht gewaschen.
VI	" " " " + " " + " " 1 mal "
VII	" " " " + " " + " " 2 " "
VIII	" " " " + " " + " " 3 " "

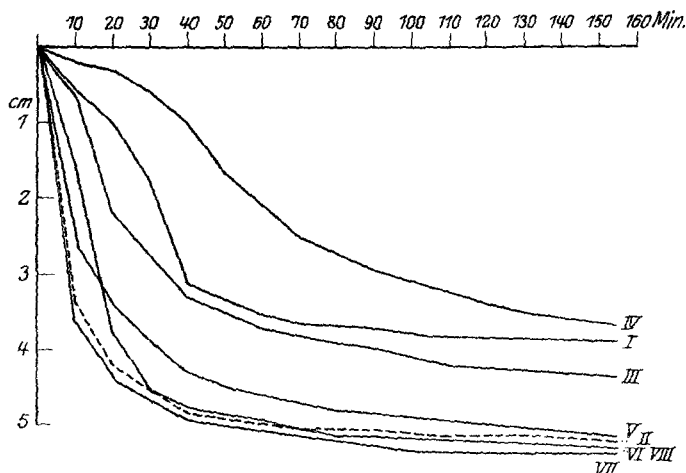


Abb. 55. 14. IX. 21. Die im fremden Plasma gesenkten Blutkörperchen wurden z. T. 1-, 2- u. 3 mal im eigenen Plasma gewaschen, ehe sie zur Senkung im eigenen Plasma angesetzt wurden.

I	Pferdeblut (Gesamtblut).
II	5 cem Blutkörperchen + 2 cem Plasma.
III	1 cem Pferdeblutkörperchen + 2 cem Rinderplasma.
IV	2 cem Pferdeplasma (in dem zuvor Rinderblutkörperchen gesenkt sind) + 1 cem eigene Blutk.
V	2 .. .. + eig. Blutk. (die zuvor in Rinderpl. gesenkt sind), nicht gewaschen.
VI	2 .. .. + .. .. + .. .. + .. .. 1 mal ..
VII	2 .. .. + .. .. + .. .. + .. .. 2 ..
VIII	2 .. .. + .. .. + .. .. + .. .. 3 ..

Da jedoch, wie schon erwähnt, die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen in ein und demselben Blute sich mit der Zeit ändert und trotz sorgfältig durchgeführter vergleichender Beobachtungen mittels Kontrollversuchen, bei denen die Bedingungen soweit als nur möglich gleich gestaltet werden, wie im eigentlichen Versuche, die Möglichkeit bestehen bleibt, daß Feinheiten im physikalischen Verhalten des Plasmas der Beobachtung entgehen, haben wir noch eine weitere besonders geeignete Methode zu den Untersuchungen herangezogen, und zwar die Beobachtung im Loeweschen Interferometer. Die Versuchsanordnung war die folgende. Es wurde z. B. Plasma vom Pferde mit solchem der gleichen Blutprobe verglichen, d. h. beide Kammern des Interferometers wurden mit ein und demselben Plasma gefüllt. Der verwendete Apparat war mit gütiger Vermittlung von Herrn Privatdozenten Dr. Paul Hirsch, Jena, geeicht worden. Die sich ergebende Kammerdifferenz von 23 Trommelteilen wurde bei jeder Ablesung in Rechnung gesetzt. Das gleiche Plasma ergab selbstverständlich keinen Ausschlag, d. h. es wurde die Nullstellung abgelesen. Wurden zu dem Plasma vom Pferde Blutkörperchen des gleichen Pferdes hinzugefügt, dann zeigte es keine Änderung, d. h. nach dem Abzentrifugieren blieb die Nullstellung gewahrt. Wir verwendeten in allen Fällen gleiche Blutkörperchenmengen und beließen diese auch

gleiche Zeiten beim Plasma. Wurden nun zu Plasma vom Pferde rote Blutkörperchen z. B. vom Rinde zugefügt, und wurde daraufhin das abzentrifugierte Plasma mit solchen verglichen, das nur mit Pferdeblutkörperchen in Berührung gewesen war, dann stimmten diese beiden Plasmaarten optisch nicht mehr überein! Das gleiche war der Fall, wenn rote Blutkörperchen vom Pferd zu Rinderplasma zugefügt

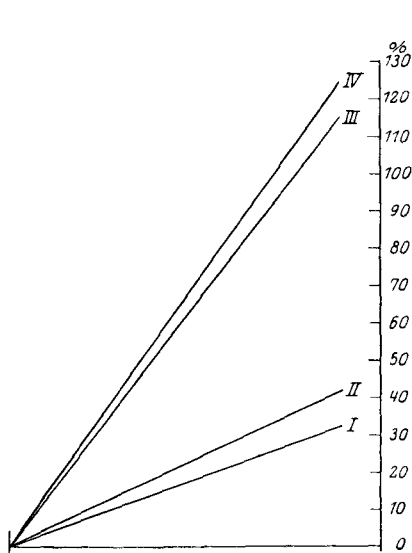


Abb. 56.

- I* Schweineplasma (mit Rinderblutkörperchen zentrifugiert) zu Schweineplasma.
- II* Rinderplasma (mit Schweineblutkörperchen zentrifugiert) zu Rinderplasma.
- III* Schweineplasma (mit Rinderblutkörperchen zentrifugiert) zu Rinderplasma (mit Schweineblutkörperchen zentrifugiert).
- IV* Schweineplasma zu Rinderplasma.

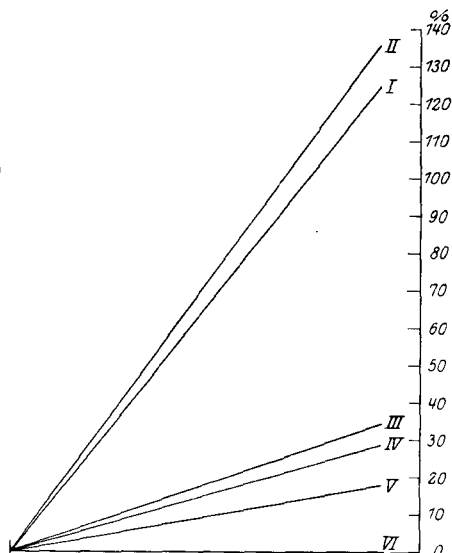


Abb. 57.

- I* Schweineplasma : Rinderplasma.
- II* Schweineplasma (m. Rinderblutkörperchen zentrifugiert) : Rinderplasma.
- III* Rinderplasma (mit Rinderblutkörperchen von *II* zentrifugiert) : Rinderplasma.
- IV* Rinderplasma (mit Rinderblutkörperchen von *II* zum 2. Mal zentrifugiert) : Rinderplasma.
- V* Rinderplasma (mit Rinderblutkörperchen von *II* zum 3. Mal zentrifugiert) : Rinderplasma.
- VI* Rinderplasma : Rinderplasma.

und dann wieder entfernt wurden. Plasma von Rinderblut, das nur mit Rinderblutkörperchen in Berührung gewesen war, zeigte sich als nicht identisch mit Plasma von Rinderblut, dem kurze Zeit Pferdeblutkörperchen beigemischt waren. Zu ganz entsprechenden Beobachtungen kamen wir, wenn wir bei anderen Blutarten die Blutkörperchen austauschten. Stets fanden wir, daß eine fremde Blutkörperchenart dem Plasma, dem sie zugefügt wird, besondere Eigenschaften verleiht.

Abb. 56 zeigt z. B. das Verhalten von Schweineplasma zu solchem, in dem Blutkörperchen vom Rind sich kurze Zeit aufgehalten hatten,

und umgekehrt dasjenige von Rinderplasma zu solchem, dem Schweineblutkörperchen zugesetzt gewesen waren. Gleichzeitig ist in der Abbildung dargestellt, daß Rinder- und Schweineplasma, interferometrisch gemessen, sich als sehr verschieden erweisen.

Abb. 57 zeigt einen gleichen Versuch nur mit der Besonderheit, daß Rinderplasma mit roten Blutkörperchen vom Rinde zusammengebracht wurde, die zuvor in Schweineblutplasma gewesen waren. Wie die Abbildung zeigt, war das optische Verhalten des Plasmas von diesen Blutkörperchen beeinflußt. Durch wiederholtes Zusammenbringen mit neuem Rinderplasma verminderte sich dieser Einfluß der Blutkörperchen auf das Plasma.

In Abb. 57a ist Schweineplasma mit Pferdeplasma verglichen mit und ohne vorherigen Zusatz fremder roter Blutkörperchen.

Es fragt sich nun, wie die Beeinflussung des Plasmas

durch die ihm fremde Blutkörperchenart zu erklären ist. Man könnte zunächst daran denken, daß die zugefügten roten Blutkörperchen nicht durch sich selbst wirken, sondern vielmehr durch die geringe Plasmaschicht, die sie von der ursprünglichen Blutart anhaften haben. Das

Interferometer ist einem sehr starken Vergrößerungsglase zu vergleichen. Es gibt ge-

ringfügigste Veränderungen im physikalischen Zustand eines Mediums stark vergrößert wieder. Diese außerordentliche Empfindlichkeit des Instrumentes bedingt, daß unter den allergrößten Kautelen gearbeitet werden muß. Jede Verdunstung, jede Infektion usw. führt zu Veränderungen. Man kann sich leicht durch besonders hierauf gerichtete

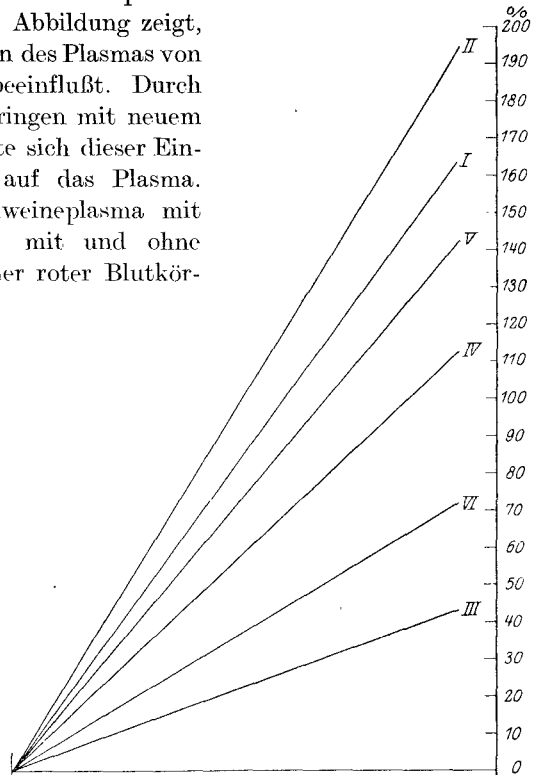


Abb. 57a. 5. IX. 21.

- I Schweineplasma: Pferdeplasma.
- II „ mit Pferdeblutk. zentrif.: Pferdeplasma.
- III „ „ Schweineplasma.
- IV „ Pferdeplasma mit Schweineblutk. zentrif.
- V „ mit Pferdeblutk. zentrif.: Pferdeplasma mit Schweineblutk. zentrif.
- VI Pferdeplasma mit Schweineblutk. zentrif. zu Pferdeplasma.

Versuche davon überzeugen, welch großen Einfluß auch die allergeringsten Konzentrations- und sonstigen Änderungen auf das optische Verhalten des Mediums bei der interferometrischen Beobachtung haben. Ohne genaue Kenntnis des Instrumentes führt die Verwendung des Interferometers leicht zu Trugschlüssen.

Um die Frage zu entscheiden, ob die sicher außerordentlich geringfügige Zugabe von fremdem Plasma die gemachten

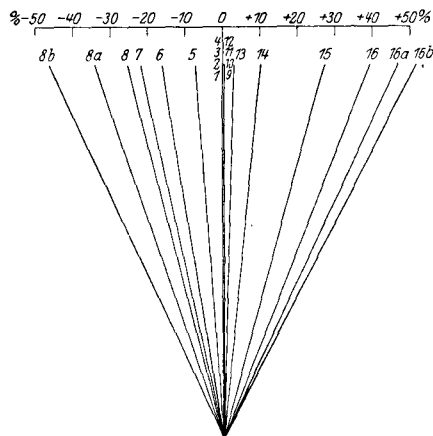


Abb. 58. Alle Röhrchen, außer 8 a, 8 b, 16 a u. 16 b wurden sofort zentrifugiert.

1	Rinderplasma	+ 0,1 ccm	Rinderblutkörperchen	gegen	unbeeinflusstes	Rinderplasma.
2	"	+ 0,3	"	"	"	"
3	"	+ 0,5	"	"	"	"
4	"	+ 1,0	"	"	"	"
5	"	+ 0,1	Pferdeblutkörperchen	"	"	"
6	"	+ 0,3	"	"	"	"
7	"	+ 0,5	"	"	"	"
8	"	+ 1,0	"	"	"	"
8 a	"	+ 1,0	"	"	"	"
8 b	"	+ 1,0	"	"	"	"
Nach $\frac{1}{2}$ Stunde zentrifugiert. Rinderplasma nach 1 Stunde zentrifugiert.						
9	Pferdeplasma	+ 0,1 ccm	Pferdeblutkörperchen	gegen	unbeeinflusstes	Pferdeplasma.
10	"	+ 0,3	"	"	"	"
11	"	+ 0,5	"	"	"	"
12	"	+ 1,0	"	"	"	"
13	"	+ 0,1	Rinderblutkörperchen	"	"	"
14	"	+ 0,3	"	"	"	"
15	"	+ 0,5	"	"	"	"
16	"	+ 1,0	"	"	"	"
16 a	"	+ 1,0	"	"	"	"
16 b	"	+ 1,0	"	"	"	"

Nach  $\frac{1}{2}$  Stunde zentrifugiert. Pferdeplasma nach 1 Stunde zentrifugiert.

Beobachtungen zu erklären vermag, haben wir folgende Gruppen von Versuchen ausgeführt. Die fremden roten Blutkörperchen wurden verschieden lange Zeit bei dem Plasma belassen. Die feststellbaren Änderungen wurden mit der Dauer des Verweilens der fremden roten Blutkörperchen im Plasma größer (vgl. Abb. 58 und 59). Diese Beobachtung spricht für die Annahme, daß die zugefügten

Formelemente selbst es sind, die das ihnen fremde Plasma beeinflussen. Gleichzeitig wurde der Einfluß der Menge der fremden roten Blutkörperchen auf das Plasma studiert. Er äußerte sich um so stärker, je mehr rote Blutkörperchen zum Plasma hinzugefügt wurden.

Wir haben ferner festgestellt, wieviel fremdes Plasma zu einer bestimmten Plasmaart zugefügt werden muß, um

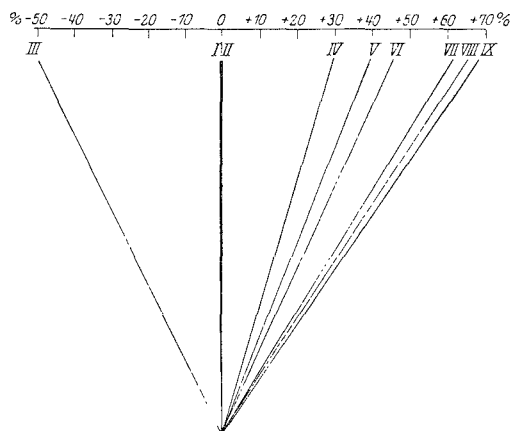


Abb. 59. S. IX. 21. Schweineoxalatblut zu Pferdeoxalatblut.

I Schweineplasma mit eigenen Blutkörperchen zentrifugiert: Schweineplasma.				Pferdeplasma.	
II	Pferdeplasma	"	"	"	"
III	2 cem Schweineplasma + 1,0 cem Pferdeblut, sofort zentrifugiert:	Schweineplasma.			
IV	2 "	"	+ 0,1 "	"	"
V	2 "	"	+ 0,3 "	"	"
VI	2 "	"	+ 0,5 "	"	"
VII	2 "	"	+ 1,0 "	"	"
VIII	2 "	"	+ 1,0 "	nach $\frac{1}{2}$ Std.	"
IX	2 "	"	+ 1,0 "	1 "	"

Änderungen hervorzurufen. Die Abb. 60–62 zeigen die Ergebnisse solcher Versuche. Es zeigt sich, daß schon ganz geringe Mengen von fremdem Plasma sich deutlich bemerkbar machen, und ebenso äußert sich schon ein sehr geringfügiger Zusatz von 0,9proz. Kochsalzlösung. Vgl. hierzu Abb. 60 und 61. Ein Blick auf die Abb. 58, in der ein Versuch dargestellt ist, bei dem in steigenden Mengen scharf abzentrifugierte rote Blutkörperchen zu fremdem Plasma zugefügt wurden, zeigt jedoch mit aller Deutlichkeit, daß der Zusatz der Blutzellen nicht allein durch das anhaftende Plasma gewirkt haben kann. Der Zusatz von 0,1 g Rinderblutkörperchen zu Pferdeplasma äußerte einen größeren Einfluß als die Zugabe von 0,1 cem Rinderplasma.

Wir haben schließlich rote Blutkörperchen mit 0,9proz. Kochsalzlösung gewaschen und sie dann zum Plasma zu-



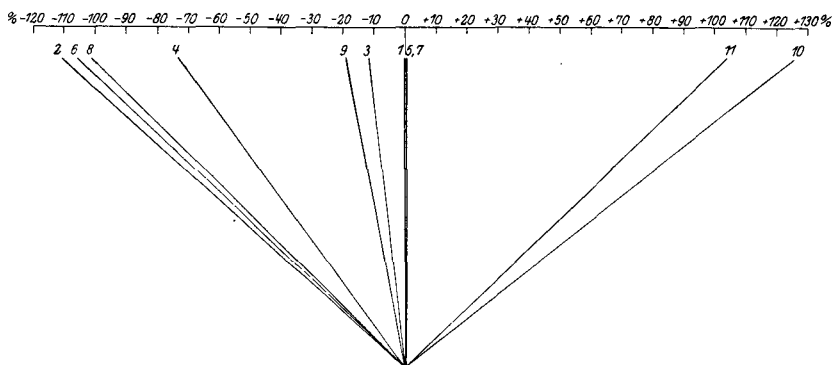


Abb. 60. 21. IX. 21. Zweierlei Rinderblut (bezeichnet mit I u. II). Versuch mit Plasma, welches mit eigenen und fremden, z. T. in 0,9% NaCl-Lösung gewaschenen, Blutkörperchen zentrifugiert wurde.

- 1 Plasma I + eigene Blutkörperchen zentrifugiert: unbeeinflusstes Plasma I.
- 2 " I + " " (d. i. NaCl gewaschen sind): " " I.
- 3 " I + Blutkörperchen von Nr. II zentrifugiert: unbeeinflusstes Plasma I.
- 4 " I + " " " " II (die in NaCl gewaschen sind): unbeeinfl. Plasma I.
- 5 " II + eigene Blutkörperchen zentrifugiert: unbeeinflusstes Plasma II.
- 6 " II + " " " (in NaCl gewaschen) " " II.
- 7 " II + Blutkörperchen von Nr. I zentrifugiert: unbeeinflusstes Plasma II.
- 8 " II + " " " " I (in NaCl gewaschen): unbeeinflusstes Plasma II.
- 9 Plasma Nr. I: Plasma Nr. II.

Blutkörperchen und Plasma wurden immer im Verhältnis 1 : 2 zentrifugiert.

- 10 NaCl-Lösung (vorher + Blutkörperchen Nr. I) zentrifugiert: reine NaCl-Lösung.
- 11 " ( " + " " II) " " " "

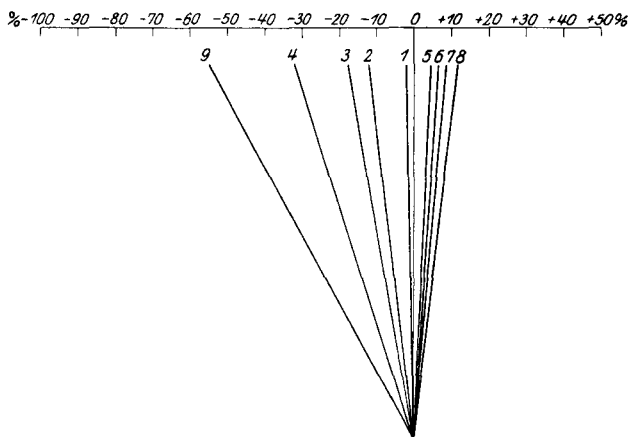


Abb. 61. 20. IX. 21. Versuch mit Pferdeplasma, dem steigende Mengen Rinderplasma zugesetzt wurden, und mit Rinderplasma, welchem in steigenden Mengen Pferdeplasma zugesetzt wurde.

- 1 1 ccm Pferdeplasma + 0,1 ccm Rinderplasma gegen reines Pferdeplasma.
- 2 1 " " + 0,2 " " " " "
- 3 1 " " + 0,3 " " " " "
- 4 1 " " + 0,4 " " " " "
- 5 1 " Rinderplasma + 0,1 " Pferdeplasma " " "
- 6 1 " " + 0,2 " " " " "
- 7 1 " " + 0,3 " " " " "
- 8 1 " " + 0,4 " " " " "
- 9 Unbeeinflusstes Rinderplasma gegen unbeeinflusstes Pferdeplasma.

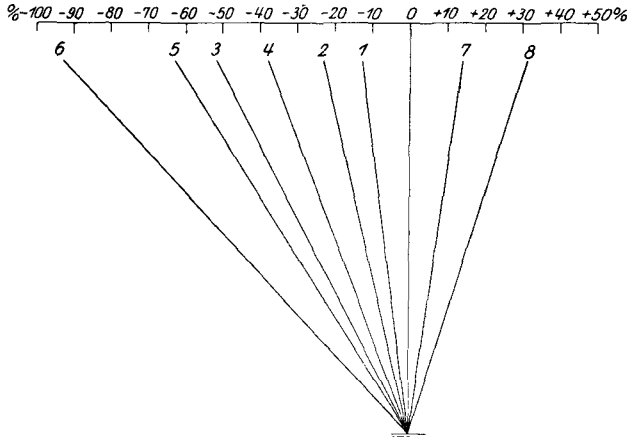


Abb. 61 a. 20. IX. 21. Pferde- und Rinderplasma unter Zusatz von steigenden Mengen NaCl-Lösung.

1	1 cem	Pferdeplasma	+ 0,03 cem	NaCl-Lösung	gegen	reines	Pferdeplasma.
2	1	..	..	+ 0,05	..	..	..
3	1	..	..	+ 0,1	..	..	..
4	1	..	Rinderplasma	+ 0,03	..	..	Rinderplasma
5	1	..	..	+ 0,05	..	..	..
6	1	..	..	+ 0,01	..	..	..
7	1	NaCl-Lösung	(vorher + Pferdeblutkörperchen)	gegen	reine	NaCl-Lösung.	
8	..	..	(vorher + Rinderblutkörperchen)	..	..	..	

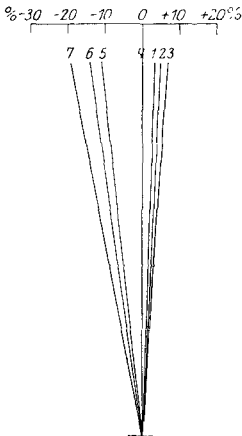


Abb. 62. 21. IX. 21. Zweierlei Rinderblut. Zusatz von Spuren fremden Plasmas.

1	1 cem	Plasma I	+ 0,2 cem	Plasma II	:	Plasma I
2	1	..	..	I + 0,4	..	II: „ I
3	1	..	..	I + 0,6	..	II: „ I
4	1	..	..	II + 0,2	..	I: „ II
5	1	..	..	II + 0,4	..	I: „ II
6	1	..	..	II + 0,6	..	I: „ II
7	Plasma I	:	Plasma II.			

gesetzt, und zwar teils zum eigenen, teils zum fremden. Dann wurden die Blutkörperchen nach einiger Zeit abzentrifugiert und das Plasma mit solchem verglichen, dem keine gewaschenen Blutkörperchen zugesetzt gewesen waren. Abb. 60 und 63 zeigen sehr deutlich den außerordentlich starken Einfluß des Waschens der roten Blutkörperchen mit der Kochsalzlösung. Es spricht auch hier alles dafür, daß nicht nur die mit den Blutkörperchen über-

tragene Kochsalzlösung, die trotz scharfen Zentrifugierens sicher jedem Blutkörperchen noch anhaftet, wirksam war, sondern die roten Blutkörperchen selbst einen Einfluß ausübten, und zwar offenbar einen verstärkten. Sie waren in gewissem Sinne für das Plasma noch fremder geworden. Die zum Waschen der roten Blutkörperchen benutzte Kochsalzlösung zeigte gegenüber reiner Kochsalzlösung ein verschiedenes optisches Verhalten. Es geht daraus hervor, daß die Waschflüssigkeit Substanzen aufgenommen hat, und zwar Plasmareste und vielleicht auch Bestandteile aus den roten Blutkörperchen selbst. Auch die

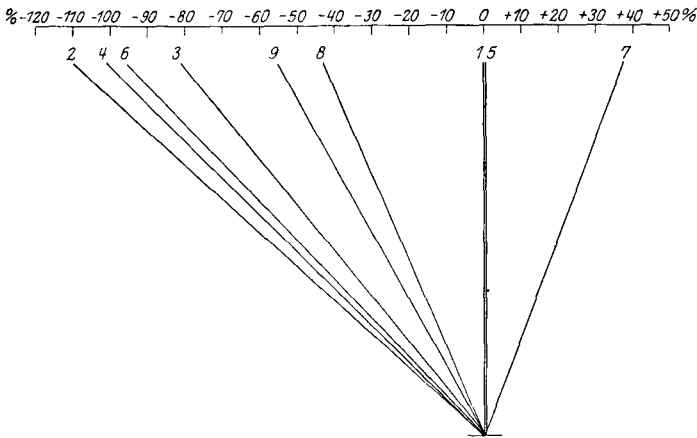


Abb. 68. 20. IX. 1921. Versuch mit Pferde- und Rinderplasma, in dem gewöhnliche, und in 0,9% NaCl-Lösung gewaschene Blutkörperchen zentrifugiert werden.

- |   |                |   |
|---|----------------|---|
| 1 | Pferdeplasma + | Pferdeblutkörperchen zentrifugiert: unbeeinflusstes Pferdeplasma. |
| 2 | " +            | " (vorher in NaCl-Lös. gewaschen): unbeeinfl. Pferdepl.           |
| 3 | " +            | Rinderblutkörperchen zentrifugiert: unbeeinflusstes Pferdeplasma. |
| 4 | " +            | " (vorher in NaCl-Lös. gewaschen): unbeeinfl. Pferdepl.           |
| 5 | Rinderplasma + | " zentrifugiert: unbeeinflusstes Rinderplasma.                    |
| 6 | " +            | " (vorher in NaCl-Lös. gewaschen): unbeeinfl. Rinderpl.           |
| 7 | " +            | Pferdeblutkörperchen zentrifugiert: unbeeinflusstes Rinderplasma. |
| 8 | " +            | " (vorher in NaCl-Lös. gewaschen): unbeeinfl. Rinderpl.           |
| 9 | " :            | Pferdeplasma.   |
- (Es wurden immer je 2 ccm Plasma + 1 ccm Blutkörperchen zentrifugiert.)

Ringerlösung bewirkt ein verändertes Verhalten des Plasmas. Auch sie ist diesem nicht äquivalent. Ein „künstliches Plasma“ mit allen seinen physikalischen und chemischen Eigenschaften gilt es erst noch herzustellen. Man wird mit Hilfe des Interferometers verfolgen können, inwieweit es möglich ist, dieses Problem zu lösen. Da schon das Plasma verschiedener Individuen sich optisch verschieden verhält, wird es nur möglich sein, von Fall zu Fall zu einem wirklichen „Plasmaersatz“ zu kommen.

Diese Beobachtungen zeigen, daß die interferometrische Methode, die ganz außerordentlich empfindlich ist, wie wohl keine zweite, geeignet

ist, die geringfügigsten Konzentrationsänderungen nachzuweisen. Man wird mit dieser Methode eine große Fülle von biologischen Fragestellungen in Angriff nehmen können. Es hat bereits Paul Hirsch<sup>1)</sup> das Interferometer zu immunochemischen Untersuchungen benützt. Da das Interferometer ganz außerordentlich empfindlich ist, muß jede Art von Untersuchungen durch möglichst viele Kontrollen in ihren Ergebnissen gesichert werden. Das von mir in den vorliegenden Studien in Angriff genommene Forschungsgebiet eröffnet weite Perspektiven.

Es wird von besonderem Interesse sein, das Plasma derselben Tierart bei verschiedenen Individuen zu verfolgen und festzustellen, ob sich Unterschiede zeigen, und vor allem, ob sich auf dem eingeschlagenen Wege feststellen läßt, daß die roten Blutkörperchen verschiedener Individuen individuelle Eigenschaften haben. Die Fragestellung ist gegeben: Hat das Verweilen der roten Blutkörperchen von Tier 1 im Plasma von Tier 2 der gleichen Art einen Einfluß auf dieses? Ferner wird es von größtem Interesse sein, das Verhalten von Plasma ein und derselben Tierart zu einer Standardlösung (z. B. Kochsalzlösung) zu prüfen und festzustellen, ob sich Beobachtungen ergeben, die für die einzelne Tierart im Vergleich zur anderen charakteristisch sind. Endlich sollen die Versuche über den Einfluß des Zusatzes von artfremdem Plasma zu arteigenem und von Plasma verschiedener Individuen der gleichen Art weitergeführt werden.

Vielleicht läßt sich auf diesen Wegen ein Beitrag zur Verwandtschaftsfrage verschiedener Tierarten erbringen. Endlich eröffnet sich vielleicht ein erfolgreicher Weg zu Studien über das Verhalten von Plasma und Blutkörperchen unter verschiedenen pathologischen Zuständen. Es wird von Interesse sein, zu verfolgen, ob charakteristische Beeinflussungen des Plasmas durch rote Blutkörperchen aus dem Blute bestimmter Krankheitsfälle feststellbar sind. Der Weg ist durch die vorliegenden Beobachtungen ein gegebener. Ich hoffe in Bälde über das Ergebnis der in Angriff genommenen Untersuchungen berichten zu können. Sie sind sehr mühsam, weil es gilt, alle Fehlerquellen aufzusuchen und sie vermeiden zu lernen. So dürfte die Art der Ernährung Einfluß auf das Verhalten des Plasmas und damit der roten Blutkörperchen haben. Man wird versuchen müssen, die zu vergleichenden Fälle unter möglichst gleiche Bedingungen zu bringen. So verlockend ein rasches Vordringen auf dem vorgeschlagenen und durch die mitgeteilten Untersuchungen vorbereiteten Wege auch ist, so muß im Interesse eindeutiger und sicherer Ergebnisse doch abgewartet werden,

<sup>1)</sup> P. Hirsch, Fermentforschung 2, 269, 290. 1919.

bis an einem großen Material Erfahrungen gesammelt sind. Ich bitte, mir das von mir hier erschlossene Gebiet einige Zeit zu überlassen.

Mir scheinen die gemachten Beobachtungen von verschiedenen Gesichtspunkten aus von besonderer Bedeutung zu sein. Es ist bekannt, daß manche Plasmaarten beim Zusatz bestimmter fremder Blutkörperchen Hämolyse zeigen. So erhält man regelmäßig Hämolyse, wenn man in Plasma von Pferden rote Blutkörperchen vom Schwein und umgekehrt bringt, ferner Menschen- und Taubenblut mischt. In anderen Fällen bleibt die Hämolyse aus (z. B. vertragen sich gut Hammel- und Schweineblut, Schweine- und Rinderblut). Offenbar findet trotzdem eine Wechselbeziehung zwischen Plasma und roten Blutkörperchen statt. Sie gibt sich in der Änderung des optischen Verhaltens des Plasmas kund, dem die betreffenden Blutkörperchen zugesetzt waren. Ob sich auch mittels des Polarisationsapparates und des Refraktometers Veränderungen feststellen lassen, muß noch geprüft werden. Jedenfalls sind sie mit dem Interferometer einwandfrei feststellbar. Es ist nahelegend, an quantitative Unterschiede zu denken. Im einen Fall ist die Einwirkung von Plasma und roten Blutkörperchen so eingreifend, daß Hämolyse eintritt, im anderen ist sie geringfügiger. Man erkennt mittels des Interferometers, daß die fremde Blutkörperchenart im fremden Plasma Veränderungen hervorruft, während die eigenen Blutkörperchen das nicht tun. Umgekehrt darf man schließen, daß in jedem Fall das fremde Plasma die fremden roten Blutkörperchen verändert — wenigstens ist dieser Schluß sehr wahrscheinlich.

Es bedarf noch vieler Untersuchungen, um die Art des Einflusses der roten Blutkörperchen auf das Plasma und umgekehrt denjenigen des Plasmas auf die roten Blutkörperchen festzustellen. Man wird in erster Linie an eine Beeinflussung von Eiweißstoffen oder allgemein von Kolloiden zu denken haben. Ferner besteht die Möglichkeit, daß die roten Blutkörperchen Stoffe abgeben, die die Konzentration des Plasmas an dispersen Teilchen vermehren. Umgekehrt können sie auch Stoffe aufnehmen.

Bei diesen Untersuchungen erfreute ich mich der Unterstützung von Frl. Krebs und Frl. Hagemann.

---