[Aus dem staatlichen hygienischen Institut zu Hamburg.]
(Director: Prof. Dr. Dunbar.)

Zur Anwendbarkeit des serodiagnostischen Blutprüfungsverfahrens.

Von

Dr. J. Kister und Dr. H. Wolff,
Assistenten am Institute.

Als wir eines Tages bei unseren Arbeiten mit dem zur Differenzirung verschiedener Blutarten dienenden serodiagnostischen Verfahren ein frisch gewonnenes, hochwerthiges Serum eines mit Pferdeblut vorbehandelten Kaninchens auf seine präcipitirende Wirksamkeit prüften, waren wir überrascht, dass in einer Anzahl heterologer Blutlösungen eine so deutliche prompte Trübung und des Weiteren Flockenbildung und Bodensatz zu Gesicht trat, wie man sie nach dem augenblicklichen Stande der Litteratur nicht erwarten durfte. Wohl ist verschiedentlich darauf hingewiesen worden, dass das Blut verwandter Thiere, z. B. Hammel und Ochse, Pferd und Esel, Mensch und Affe u. s. w. und in sehr geringem Maasse auch Blut nicht sehr verwandter Thiere sich bei der serodiagnostischen Prüfung ähnlich verhält, aber nach allen bisher über diesen Gegenstand erschienenen Arbeiten musste man im Allgemeinen annehmen, dass, abgesehen von Blutarten der Thiergattungen, die als verwandt zu bezeichnen sind, die Reaction als eine unbedingt specifische anzusehen sei.¹ Die erwähnte auffällige Erscheinung gab uns Anlass, in einer grösseren Versuchsreihe der Frage näher nachzuforschen, ob nicht den in heterologen Blutarten beobachteten Reactionen eine gewisse Regelmässigkeit und Gesetzmässigkeit zu Grunde liege und ob die Reaction in der That eine unbedingt speci-

¹ Diese Arbeit wurde Ende März dieses Jahres abgeschlossen.

fische sei, oder ob sie gewisser Einschränkungen bedürfe und bei Deutung und Verwerthung der bei ihr erhobenen Befunde eine gewisse Vorsicht geboten erscheine.

Zunächst seien Angaben über die Herstellung der von uns verwendeten Sera und über die Versuchsanordnung vorausgeschickt. Das Thierblut verschafften wir uns aus dem hiesigen städtischen Schlachthof, indem wir es beim Schlachten in sterilen Kolben auffangen liessen. Nach dem Absetzen wurde das mehr oder weniger klare Serum abgossen und das gewonnene Quantum zu mehreren Injectionen verwandt.

Das Menschenblut gewannen wir Anfangs durch Entnahme aus der Armvene, letzthin nach dem sehr praktischen Vorschlag von Uhlenhuth mittels Heurteloup'schen Schröpfkopfes; man erhält zwar damit etwas weniger leicht und schnell Blut, aber diejenigen, welche ihr Blut zu unseren Versuchen hergaben, waren mit dem letztgenannten Verfahren weit mehr einverstanden. Bei den geringeren Quantitäten, welche uns von Menschenblut zur Verfügung standen, verwandten wir die ganze erzielte Blutmenge, nicht nur das Serum.

Die Versuchsthiere, kräftige Kaninchen im Gewicht von ca. 2500 ^{grm} und im Alter von 1 bis 2 Jahren, erhielten mittels sorgfältigst gereinigter Lüer'scher Spritze, je in zweitägigen Intervallen, 10 ^{ccm} dieses Blutes bzw. Serums intraperitoneal¹ einverleibt. Die Zahl der Injectionen betrug 8 bis 20. Die Versuchsthiere vertrugen im Allgemeinen den Eingriff recht gut, nur ganz vereinzelt ging uns ein oder das andere Kaninchen an Peritonitis zu Grunde. Selbstverständlich sind wir sowohl bei der Beschaffung des Blutes als auch bei den Injectionen mit den denkbar grössten Cautelen verfahren: Zu Beginn unserer Versuche haben wir das Blut vom Schlachthofe durch einen auch sonst mit diesen Entnahmen betrauten Diener holen lassen; um aber jeder Möglichkeit einer Verwechselung der Blutarten vorzubeugen, hat bei denjenigen Versuchen, auf deren Ergebnisse wir unsere nachstehenden Ausführungen stützen, stets einer von uns der Blutentnahme beigewohnt. Eine Verwechselung der Versuchsthiere im Laboratorium schlossen wir von vornherein mit Sicherheit dadurch aus, dass wir erstens die Thiere in deutlichster Weise kennzeichneten, dass ferner jedes Thier seinen eigenen Käfig erhielt, und dass wir endlich stets zu zweien die Thiere controlirten. Es kann daher niemals ein Thier eine andere Blutsorte erhalten haben, als diejenige, welche ihm zugeordnet war.

¹ Die intraperitoneale Injection wurde im Anschluss an die Versuche Uhlenhuth's und Anderer gewählt, bei späteren noch nicht abgeschlossenen Versuchen wurde, um ein hochwerthiges Serum zu gewinnen, die intravenöse Injection vorgezogen.

Zur Feststellung der präcipitirenden Wirkung der Thiersera wurden im Laufe der Behandlung kleinere Proben von ca. 5^{cem} aus der bei Kaninchen oberflächlich an der Innenseite des Oberschenkels verlaufenden Arterie entnommen, aus der wir in der Regel reichlicher und bequemer Blut erhielten als aus der Ohrvene. Hatten wir uns von der genügenden Wirksamkeit des Serums überzeugt, so entnahmen wir zu den Versuchen eine grössere Probe von ca. 40 bis 50^{cem} aus einer Carotis. Hierzu diente uns entweder ein Glasrohr, dessen eines Ende fast rechtwinkelig umgebogen und zu einer Capillare ausgezogen war, oder aber wir durchschnitten die mit einem Häkchen fixirte Carotis und liessen das Blut in ein Kölbchen spritzen. Diese kleine Operation, die auch für grössere Versuchsreihen reichlich Serum liefert, führt zu keiner offenkundigen Schädigung der Thiere und lässt die Möglichkeit sowohl einer späteren Blutentnahme wie einer weiteren Serumbehandlung zu. Unser aus dem entnommenen Blut gewonnenes Serum, das wir regelmässig centrifugirten, war fast stets hellgelb und klar. Entsprach dasselbe nicht diesen Anforderungen, so wurde es zu den Versuchen nicht verwandt. Die Klarheit des specifischen Serums ist nämlich unseres Erachtens absolute Vorbedingung für eine einwandfreie Beobachtung der eintretenden Reactionen. Auch ohne Zusatz von Desinficienten hält sich das Serum bislang im Eisschrank unverändert.

Auch bei den zu prüfenden Blutsorten haben wir in unseren Versuchen möglichst vermieden, mit zu röthlich gefärbten Blutlösungen zu arbeiten, weil sich die ersten Anzeichen der beginnenden Reaction in mehr farbloser Lösung ungleich deutlicher erkennen lassen als in stärker gefärbten. Aus diesem Grunde und auch, weil es uns darum zu thun war, über die Grenzen und die Leistungsfähigkeit des Verfahrens nach einer ganz bestimmten Richtung hin Aufschluss zu erhalten, haben wir davon vor der Hand Abstand genommen, den praktisch so wichtigen Untersuchungen an eingetrocknetem, faulem Blut u. s. w. näher zu treten. Zur Verdünnung der Blutlösungen diente 0.6 procentige Kochsalzlösung. Die Lösungen wurden ebenfalls centrifugirt und nur, wenn sie ganz klar waren, verwendet.

Bei den Arbeiten mit nur klaren Lösungen vermag man auch die feinsten Trübungen mit Sicherheit zu erkennen. Zur Verzeichnung in unseren Tabellen gelangte nur dann eine Trübung, wenn auch der Vergleich mit den Controlröhrchen, die wir sowohl von den Blutlösungen als auch von den angewandten Seris anlegten, jeden Zweifel ausschloss.

In der Versuchsanordnung gingen wir in folgender Weise vor:

Zunächst stellten wir den ungefähren Titer des auf seine präcipitirende Wirkung verschiedener Blutarten gegenüber zu prüfenden Serums fest, d. h. wir stellten fest, wann und in welcher Verdünnung das Serum

in einer homologen Blutlösung bekannter Concentration eine deutliche Trübung hervorrief. Sodann maassen wir mittelst genau graduirter Pipetten in sauber gereinigten und sterilisirten Reagensröhrchen von jeder Blutart, die wir prüfen wollten, eine Lösung in der Concentration von 1:10 ab. Da wir annehmen konnten, dass der Ausfall der Reaction in einem bestimmten Abhängigkeitsverhältnisse von dem Concentrationsgrade der Blutlösung steht, so legten wir von der Lösung 1:10 in gleichmässiger Abstufung bis 1:320 Verdünnungen an. Das geschah wieder mit genau graduirten sterilen Pipetten und zwar brauchten wir selbstverständlich zu jeder neuen Verdünnung eine frische Pipette. Die Blutlösungen wurden des Weiteren in kleine Reagensröhrchen von 0,8^{cm} lichter Weite gebracht und der Serumzusatz im Verhältniss von 1:1 bis 1:100 darauf so gewählt, dass wir in den letztgenannten Röhrchen stets 1^{cm} Flüssigkeit hatten. Dieses Quantum stellte in den Röhrchen eine Flüssigkeitssäule von nahezu 2½^{cm} Höhe dar. Das zugesetzte Serum wurde in den Röhrchen durch Umschütteln gleichmässig vertheilt.

Im Ganzen prüften wir vor der Hand 5 Blutarten: Hammel-, Menschen-, Ochsen-, Pferde- und Schweineblut. Serum kam zur Verwendung von Kaninchen, die mit Pferdeblut (Serie I), mit Hammelblut (Serie II), Ochsenblut (Serie III) und Schweineblut (Serie IV) behandelt waren. Unser Serum von Menschenblutkaninchen war noch nicht so hochwerthig, wie unsere anderen Séra und wurde einstweilen für Serienversuche nicht benutzt. Den Ablauf der Reaction haben wir sowohl bei Zimmertemperatur wie bei 37° C. beobachtet. Da wir uns jedoch von wesentlichen Unterschieden in der Reaction bei der verschiedenen Aufbewahrung der Versuchsröhrchen nicht überzeugen konnten, so haben wir uns darauf beschränkt, in der letzten Zeit nur noch bei Zimmertemperatur die Versuche auszuführen und haben auch nur bei Serie I die Prüfungsergebnisse nach Aufbewahrung der Röhrchen bei 37° C. mitgetheilt.

Unsere Eingangs erwähnte Beobachtung legte uns nahe, unsere Versuche mit dem Serum des Pferdeblutkaninchens zu beginnen, die in den folgenden 6 Tabellen niedergelegt sind.

Das zu dieser Versuchsserie verwendete Pferdeblutkaninchenserum brachte, einer einprocentigen homologen Blutlösung hinzugesetzt, in einer Concentration von 1:200 nach 15 Minuten eine deutliche Trübung hervor, die weiterhin zur Flocken- und Bodensatzbildung führte.

Zur Erklärung der Tabellen sei gesagt, dass ein Strich einen negativen Befund, d. h. Klarbleiben der Blutlösung bedeutet, T bezeichnet das Auftreten einer Trübung, F das einer Flockenbildung. Das erste Auftreten der Flocken wurde mit Hülfe einer Lupe festgestellt. B bedeutet das Auftreten von Bodensatz.

Wie Tabelle I zeigt, trat bei einem Serumzusatz im Verhältniss 1:5 in allen Blutlösungen, mit Ausnahme der Hammelblutlösung, in sämtlichen Verdünnungen, sowie auch der Schweineblutlösung im Verhältniss von 1:320 nach 5 Minuten eine Trübung auf. Nach weiteren 5 Minuten war auch die Schweineblutlösung 1:320 getrübt, desgleichen die stärkeren Concentrationen der Hammelblutlösung 1:10 — 1:80 incl. 20 Minuten nach Ansetzen des Versuches waren auch die schwächeren Hammelblutlösungen getrübt. Somit war in sämtlichen geprüften Blutarten nach Ablauf von 20 Minuten auf Zusatz von Pferdeblutkaninchenserum im Verhältniss 1:5 eine positive Reaction eingetreten. Die Trübung in dem homologen Blut war von Anfang an wesentlich stärker und deutlicher ausgesprochen als bei den anderen Blutarten, am nächsten kam ihm das Menschenblut. Aber auch in den übrigen Lösungen war die Trübung eine unverkennbare. Waren wir in einem oder dem anderen Falle — und das gilt auch für die späteren Versuche — zweifelhaft darüber, ob wir eine Trübung registriren sollten oder nicht, so gaben wir unser Urtheil im negativen Sinne ab; in solchem Falle konnten wir aber bei der nächsten oder übernächsten Ablesungsphase stets eine Trübung verzeichnen. In manchen Fällen haben wir bei schwach getrühten Lösungen die mikroskopische Untersuchung im hängenden Tropfen mit Erfolg angewandt, indem man dabei die präcipitirten Massen als kleine Häufchen erkennen kann. In weiter fortgeschrittenen Trübungen hat man ein Bild vor sich, das einer Bakterienagglutination sehr ähnlich sieht.

Eine Flockenbildung machte sich im weiteren Verlaufe des Versuches bei sämtlichen Blutarten bemerkbar, allerdings nicht in allen Concentrationen. Entsprechend der stärkeren Trübung in dem homologen Blut trat diese eher und stärker auf, als in den anderen Blutarten; dasselbe gilt von der Bodensatzbildung. Zeigte sich die letztere noch nicht nach Ablauf von 2 Stunden, so war doch stets, wie ohne Weiteres verständlich, in sämtlichen Röhrchen, in denen überhaupt nur eine Trübung aufgetreten war, nach 24 Stunden ein mehr oder weniger massiger Bodensatz vorhanden. Dass es sich hierbei etwa um Bakterienentwickelungen handeln könnte, ist ausgeschlossen, schon deshalb, weil wir in möglichst steriler Weise die Versuchsröhrchen ansetzten und in denjenigen Röhrchen, die überhaupt keine Trübung aufgewiesen hatten, auch nach längerer Zeit kein Bodensatz auftrat. Gelegentlich wurde auch das Nichtvorhandensein von Bakterien mikroskopisch nachgewiesen.

Hinsichtlich der Frage, ob die Intensität der Trübung abhängig ist von dem Concentrationsgrade der Blutlösungen, können wir bemerken, dass die Trübung zuerst in stärker concentrirten Lösungen bemerkbar

wurde; die Flockenbildung dagegen manchmal gerade in den verdünnteren Blutlösungen frühzeitiger sich einstellte. Noch deutlicher geht dieses aus den nächsten Versuchen hervor. Insbesondere zeigen diese Erscheinung die Tabellen II und III der Serie I. Es macht sich also in den concentrirten Lösungen ein hemmender Einfluss geltend.

Bei den weiteren Versuchen dieser Serie (Tabellen II bis VI) mit immer geringer werdendem Serumzusatz zeigt sich mit grösster Prägnanz die Erscheinung, dass allerdings Schweineblut und auch Ochsenblut in ihrem positiven Verhalten immer mehr zurücktreten, aber immer noch deutliche Reaction zeigen. Bei einem Serumzusatz 1:50 tritt schliesslich in der Schweineblutlösung überhaupt keine Trübung mehr auf. Beim Ochsenblut ist bei 1:75 immer noch in der stärksten Concentration nach 2 Stunden eine Trübung wahrnehmbar, bei stärkeren Verdünnungen trat keine Trübung mehr ein. Noch ähnlicher dem Pferdeblut reagirt in dieser Serumverdünnung Menschenblut und Hammelblut. Bei der Verdünnung 1:100 indess versagen sämmtliche anderen Blutarten so gut wie ganz, nur noch beim Hammelblut ist nach 1 bis 2 Stunden bei einer Verdünnung von 1:100 in den stärksten Concentrationen eine Trübung aufgetreten. Das Pferdeblut zeigt auch bei diesem Serumsatz eine schon nach 5 Minuten deutliche Trübung.

Unter der Voraussetzung, dass man unter einem positiven Ausfall der Reaction eine Trübung versteht und absieht von dem Intensitätsgrade der Trübung, so müsste also nach den mitgetheilten Ergebnissen in unserem Falle, um mit aller Sicherheit in einer Lösung Pferdeblut von den angeführten anderen Blutarten zu unterscheiden, höchstens Serum im Verhältniss 1:75, besser im Verhältniss 1:100 zugesetzt werden. Bei einem grösseren Zusatz von Serum, etwa 1:10 bis 1:50 müsste man auf die Zeit, zu der die Reaction auftritt, besonderes Gewicht legen. Bei einem Serumzusatz von 1:5 kann höchstens noch der Intensitätsgrad der Trübung den Ausschlag geben. Besondere Vorsicht bei der Beurtheilung einer fraglichen Blutlösung dürfte aber bei Blutgemischen geboten sein. Auf diese Verhältnisse, denen bei der praktischen Verwerthung der präcipitirenden Wirkung der Sera die grösste Bedeutung zukommen muss, werden wir weiter unten ausführlicher eingehen.

Um uns nun mit aller Sicherheit von der Constanz dieser Ergebnisse zu überzeugen, haben wir uns nochmals durch entsprechende Behandlung eines Kaninchens ein neues Pferdeblutkaninchenserum verschafft und mit diesem die obigen Versuche wiederholt. Wir bringen in Tabelle VII das Ergebniss eines Versuches mit dem Serumzusatz 1:10. Dieser Versuch ist ganz analog der Tabelle II verlaufen; hier zeigte sich eher noch aus-

Tabelle VII.
ferde-Kaninchenserum C. (2 Tage alt). I. Reihe. Serumzusatz 1:10.

	Hammelblutlösung					Menschenblutlösung					Ochsenblutlösung					Pferdeblutlösung					Schweineblutlösung										
	1:10	1:20	1:40	1:80	1:160	1:320	1:10	1:20	1:40	1:80	1:160	1:320	1:10	1:20	1:40	1:80	1:160	1:320	1:10	1:20	1:40	1:80	1:160	1:320	1:10	1:20	1:40	1:80	1:160	1:320	
Nach 5 Minuten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 10 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 20 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 30 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 60 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 2 Stunden	F	F	F	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	

Tabelle VIII.
Hammel-Kaninchenserum (1 Tag alt). II. Reihe. Serumzusatz 1:5.

	Hammelblutlösung					Menschenblutlösung					Ochsenblutlösung					Pferdeblutlösung					Schweineblutlösung									
	1:10	1:20	1:40	1:80	1:160	1:320	1:10	1:20	1:40	1:80	1:160	1:320	1:10	1:20	1:40	1:80	1:160	1:320	1:10	1:20	1:40	1:80	1:160	1:320	1:10	1:20	1:40	1:80	1:160	1:320
Nach 5 Minuten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 10 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 20 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 30 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 60 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" 2 Stunden	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

gesprochener das Auftreten der Reaction in den heterologen Blutarten, das Menschenblut war wieder nächst dem Pferdeblut am stärksten getrübt.

Nach diesen Erfahrungen, die wir an dem Pferdeblutkaninchen serum gemacht haben, war von vornherein als wahrscheinlich anzunehmen, dass wir zu ähnlichen Befunden bei der Prüfung anderer Sera gelangen würden. In der That traf dieses auch bei dem Serum des Hammelblutkaninchens (Serie II) bis zu einem gewissen Grade zu, andererseits aber bot diese Versuchsserie eine Reihe weiterer bemerkenswerther Momente.

Das zu der Serie II verwendete Hammelblutkaninchen serum hatte eine solche Werthigkeit, dass es im Verhältniss von 1:100 homologem Blut hinzugesetzt, dasselbe in einer Verdünnung von 1:15 in 5 Minuten, in einer Verdünnung von 1:240 in 20 Minuten trübte.

Ueber die Versuchsergebnisse dieser Serie geben die Tabellen VIII bis XI Aufschluss.

Zunächst sei hervorzuheben, dass beim Ochsenblut (siehe Tabelle X) die Reaction selbst noch bei einem Serumzusatz von 1:50 in allen Concentrationen der Blutlösungen nahezu in derselben Zeit wie beim homologen Hammelblut eintrat; auch die Deutlichkeit der Reaction, d. h. der Grad der Trübung, war im Ochsenblut nur um ein wenig geringer, als in der Hammelblutlösung. Erheblich weniger als die beiden genannten Blutarten reagirten jedoch Schweine- und Pferdeblut. Selbst bei einem Serumzusatz von 1:10 (siehe Tabelle IX) waren in diesen beiden Blutarten erst nach Ablauf von 2 Stunden Trübungen nachweisbar. Ganz auffallend für uns aber verhielt sich das Menschenblut. Bei diesem war sogar bei dem äusserst hohen Serumzusatz von 1 Theil Serum zu 1 Theil Blutlösung keinerlei Trübung zu constatieren (Tabelle XI). Dieses ablehnende Verhalten der Menschenblutlösung gegenüber dem Serum des Hammelblutkaninchens musste uns um so mehr stutzig machen, als wir inzwischen gesehen hatten, dass Serum eines Ochsenblutkaninchens (siehe Serie III, Tabelle XII) in einer Menschenblutlösung die Reaction recht prompt und deutlich auslöste und das Ochsenblut, wie die Tabellen VIII bis XI zeigen, dem Hammelblut sehr nahe stand. Welche Verhältnisse dieser Erscheinung zu Grunde liegen, wollen wir einstweilen nicht weiter erörtern, unsere Ueberlegungen darüber sind über das Stadium der Vermuthung noch nicht hinaus. Mit Versuchen, die auf eine Klärung dieser Frage hinzielen, sind wir zur Zeit beschäftigt.

Zu der Serie III sei noch erwähnt, dass das verwendete Ochsenblutkaninchen serum im Verhältniss 1:200 in einer Ochsenblutlösung von 1:160 nach 10 Minuten langer Einwirkungsdauer eine Trübung auslöste.

Abweichend von unseren bei Serie I besprochenen Beobachtungen trat hier bei der Pferdeblut- und Schweineblutlösung, wie Tabelle XII

zeigt, die Trübung zuerst in den schwächeren Concentrationen der Blutlösung auf; ferner wurde bei Ochsenblut- und Hammelblutlösung die Flockenbildung zuerst in den concentrirteren Blutlösungen sichtbar.

Um Wiederholungen zu vermeiden, müssen wir es uns versagen, über die drei bisher besprochenen Sera weitere Tabellen zu bringen.

Es mögen nur noch die vorstehenden beiden Tabellen XIII und XIV, welche die Versuchsergebnisse der Serie IV mit dem Serum von Schweineblutkaninchen enthalten, hier Platz finden. Das verwendete Serum trübte eine 1 procent. homologe Blutlösung, im Verhältniss 1:100 zugesetzt, in 5 Minuten, im Verhältniss 1:200 in 10 Minuten. Das Schweineblut nimmt, wie sich auch schon aus den anderen Tabellen andeutungsweise erkennen lässt, eine gewisse Sonderstellung den vier anderen Blutarten gegenüber ein. Wir konnten unsere Versuchsreihe schon nach einem Serumzusatz im Verhältniss von 1:10 abbrechen, da bei einem solchen Zusatz trotz des hohen Titors eine Reaction in den heterologen Blutarten so gut wie ganz ausblieb. (Siehe Tabelle XIII und XIV.)

Nur das Hammelblut und Ochsenblut reagirten bei verhältnissmässig erheblichem Serumzusatz geringfügig, Spuren einer Reaction wies noch das Pferdeblut auf, das Menschenblut verhielt sich wiederum absolut reactionslos.

Verweilen wir noch einen Augenblick bei den Tabellen, so ersehen wir aus denselben, dass das Menschenblut, während es mit dem Serum des Hammelblutkaninchens und Schweineblutkaninchens keinerlei Reaction giebt, dem Serum des Ochsenblutkaninchens und besonders auffallend dem Serum des Pferdeblutkaninchens gegenüber recht deutlich reagirt.

Das Hammel- und Ochsenblut steht sich, wie das bereits von anderer Seite ausgesprochen ist, sehr nahe; in unseren Versuchen war der Ablauf der Reactionen bei diesen Blutarten ein so ähnlicher, dass der Unterschied hinsichtlich Intensität der Reaction nur für ein geübtes Auge sinnfällig war. Das Schweineblut differenzirt sich am besten von den vier anderen Blutarten, sowohl in Bezug auf Bildung von Präcipitinen, als auch hinsichtlich seines Verhaltens gegen fremde Präcipitine.

Können nun aus unseren Versuchen Schlüsse für die Anwendung dieses serodiagnostischen Verfahrens in der Praxis gezogen werden? Wir wollen zunächst hervorheben, dass wir weit davon entfernt sind, die mit unserem Material angestellten Versuche nach irgend einer Richtung hin als erschöpfend zu bezeichnen, immerhin bieten sie uns aber unserer Ansicht nach Handhaben genug, um gewisse Vorsichtsmaassregeln anzurathen,

die bei der Beurtheilung und Verwerthung der Reactionen erforderlich erscheinen.

Um die subjective Beurtheilung der Reaction nach Möglichkeit auszuschliessen, muss man sich in erster Linie klar darüber werden, dass eine Reaction als positiv oder negativ nur dann zu bezeichnen ist, wenn entweder eine Trübung vorhanden ist oder eine solche eben nicht besteht. Auf Grund von Nuancirungen einer Trübung sein Urtheil abgeben zu wollen, ist und bleibt etwas Subjectives. Wir geben selbstverständlich gern zu, dass die durch die Sera hervorgerufenen Trübungen in homologen Blutarten ungleich intensiver in die Erscheinung treten, man sollte aber in entscheidenden Fällen, eventuell dem Richter gegenüber mit solchen Compromissausdrücken, wie stärkere oder schwächere Trübung sein Urtheil nicht begründen. Wir wollen dieses an einem Beispiel erläutern. Angenommen, es ist ein Mensch in den Verdacht gerathen, ein Pferd widerrechtlich getödtet zu haben. Man findet an seinen Kleidern Blutspuren. Das Vorhandensein derselben erklärt der Beschuldigte damit, dass er wohl einen Hammel geschlachtet und sich dabei die Hand verletzt habe. Es könne daher wohl an seinen Kleidern Menschen- und Hammelblut haften, Pferdeblut dagegen nicht. Die Angelegenheit soll serodiagnostisch klar gestellt werden. Wir setzen also zu der aus den Blutflecken hergestellten Lösung erstens, um die Angaben des Beschuldigten auf ihre Richtigkeit zu prüfen, Serum von Hammelblutkaninchen, dann solches von einem Menschenblutkaninchen zu. Der Ausfall ist positiv. Also ist nach den jetzigen Anschauungen Hammelblut und Menschenblut an den Kleidern vorhanden. Zur Bestätigung oder Entkräftung der gegen den Betreffenden erhobenen Beschuldigung setzen wir nunmehr Serum eines Pferdeblutkaninchens zu. Nun wird, wie das nach unseren bereits mitgetheilten Tabellen durchaus nicht unmöglich erscheinen kann, wieder eine Trübung, wenn auch eine schwächere, in der Blutlösung auftreten, d. h. die Reaction wäre wieder positiv. Daraus müsste man folgern, dass der Beschuldigte allerdings Hammel- und Menschenblut an seinen Kleidern hat, in etwas geringerem Maasse sich aber auch mit Pferdeblut beschmutzt hat. Diese Folgerung kann aber ein Trugschluss sein. Das zeigt folgender Versuch: Wir haben Menschen- und Hammelblut, beides in einer Lösung 1:40, zu gleichen Theilen gemischt, dieses in drei Röhrchen vertheilt und denen im Verhältniss von 1:10 zugesetzt: erstens Menschenkaninchenserum, zweitens Hammelkaninchenserum, drittens Pferdekaninchenserum. Bei allen drei Röhrchen war die Reaction positiv, bei dem mit Serum des Pferdeblutkaninchens versetzten Röhrchen trat nach 10 Minuten deutliche Trübung, nach 30 Minuten Flockenbildung auf, obgleich in der Blutmischung Pferdeblut nicht enthalten war. (Siehe Tabelle XV.) Dasselbe Resultat

erhielten wir bei einer Mischung von Menschenblut und Schweineblut, der ausser den homologen Seris das Serum eines Pferdeblutkaninchens hinzugefügt war.

Tabelle XV.

Gemisch von Menschen- und Hammelblut. Serumzusatz 1:10.

	Röhrchen I mit Zusatz von Serum von Hammelblut- kaninchen	Röhrchen II mit Zusatz von Serum von Menschenblut- kaninchen	Röhrchen III mit Zusatz von Serum von Pferdeblutkaninchen
Nach 5 Minuten	T	T	—
„ 10 „	F	T	T
„ 20 „	F	F	T
„ 30 „	F	F	F
„ 60 „	B	F	F

Einen ganz anderen Entscheid wird man aber erwarten können, wenn man einen Blick in unsere, die Versuche mit Serum von Pferdeblutkaninchen betreffenden Tabellen (I bis VI) wirft, nämlich wählt man den Serumzusatz schwächer — bei unserem Serum etwa im Verhältniss 1:100 —, so bringt das Serum eines Pferdeblutkaninchens im Hammel- und Menschenblut oder auch Schweineblut keine Trübung mehr hervor. Die praktische Nutzanwendung aus diesen Ausführungen dürfte nun dahin lauten, dass man sich über die Wirksamkeit seiner Sera auf andere Blutsorten vorher orientirt und nach dem Ausfall dieser Prüfung die Menge des Zusatzes der Sera im einzelnen Falle wählt. Dieses erscheint weiterhin aus dem Grunde erforderlich, als man aus einer solchen Vorprüfung über die zeitlichen Verhältnisse der Reaction Aufschluss erhält. Man muss für das homologe Blut eine zeitliche Reactionsgrenze in der Weise festlegen können, dass nach Ablauf dieser Zeit die Reaction nur in dem homologen Blut, nicht aber in den Controlröhrchen aufgetreten sein kann. Die Grenzen hierfür dürfen aber nicht zu eng abgesteckt werden, wollte man dabei mit Minuten rechnen, so würde man sich vor verhängnissvollen Irrthümern nicht schützen können. Das gilt nicht nur für die Laboratoriumsversuche mit Blutlösungen bekannter Concentrationen, sondern höchstwahrscheinlich in erhöhtem Maasse für die Fälle, in denen es sich um die Identifizirung eingetrockneter Blutspuren handelt, bei deren Auflösung bezüglich der Concentration ziemlich uncontrolirbare Verhältnisse bestehen. Um festzustellen, inwieweit Beziehungen ähnlich den in unseren Versuchen gefundenen, zwischen anderen Blutarten bestehen, ist es nothwendig, eingehende Versuchsserien auch für diese zu gewinnen. Wir können nicht umhin, gegen uneingeschränkte Nutzbarmachung der Methode für foren-

sische Zwecke Bedenken zu äussern, bevor nicht diese Beziehungen in exaktester Weise weiterhin klargestellt sind. In der Zeitschrift für Medicinalbeamte hat Schwabe jüngst einen forensischen Fall veröffentlicht. Es handelte sich dabei um die Identificirung von Menschenblut in einer eingetrockneten Blutspur. Der Nachweis galt für erbracht, als in der Lösung derselben das Serum eines Menschenblutkaninchens im Verhältniss 1:10 hinzugesetzt nach 2 Stunden und 10 Minuten eine beginnende leichte Trübung hervorrief, welche erst nach weiteren 55 Minuten ausgesprochen war, während in den angesetzten Controlröhrchen, die nur Rinder-, Hasen- und Schweineblut enthielten, keine Trübung auftrat. Dieser Ausfall der Reaction beweist für uns noch nicht mit aller Sicherheit das Vorhandensein von Menschenblut in der fraglichen Blutspur.

Wie bei der Verwendung der agglutinirenden Eigenschaft specifischer Sera in diagnostischer Hinsicht gewisse Einschränkungen am Platze sind und gerade in neueren Arbeiten immer wieder betont wird, dass beispielsweise Typhusbacillen durch nicht specifische Sera in gewisser Concentration agglutiniert werden oder umgekehrt hochwerthiges Typhusserum andere Bakterien agglutiniert, so wird es sich unseres Erachtens auch mit der präcipitirenden Eigenschaft specifischer Sera verhalten.

Wenn auch mit der Deutung der Reactionsbefunde allerlei Schwierigkeiten verknüpft sind und wir dabei nach unseren bisherigen Versuchen eine gewisse Vorsicht anzurathen für erforderlich halten, so liegt es uns doch, wie wir besonders betonen, fern, die hohe Bedeutung der Methode für die Praxis in irgend einer Weise anzuzweifeln.