

Aus dem Tierärztlichen Institut der Universität Göttingen.  
Direktor: Professor Dr, Schernmer

---

# Über die Technik der Bluttransfusion beim Pferde unter Berücksichtigung der Verträglichkeit des Spenderblutes.

---

## Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Würde eines Doktors der Veterinärmedizin  
an der  
Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin

vorgelegt von

**Johannes Koch**

Tierarzt aus Werxhausen (Eichsfeld)

---

Berlin 1938.

Nr. 1921

Aus dem Tierärztlichen Institut der Universität Göttingen.  
Direktor: Professor Dr. Schermer

---

---

# Über die Technik der Bluttransfusion beim Pferde unter Berücksichtigung der Verträglichkeit des Spenderblutes.

---

## Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Würde eines Doktors der Veterinärmedizin  
an der  
Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin

vorgelegt von

**Johannes Koch**

Tierarzt aus Werxhausen (Eichsfeld)

---

Berlin 1938.

Nr. 1921

Gedruckt mit Genehmigung der Veterinärmedizinischen Fakultät  
der Universität Berlin.

Dekan: Prof. Dr. Bierbaum

Berichterstatter: Prof. Dr. Schermer

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Neumann-Kleinpaul

Tag der mündlichen Prüfung: 23. April 1938

ISBN 978-3-662-31317-6      ISBN 978-3-662-31522-4 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-31522-4

Sonderdruck aus „Archiv für wissenschaftliche und praktische Tierheilkunde“  
73. Bd. Heft 4.

**Meinen lieben Eltern!**

(Aus dem Tierärztlichen Institut der Universität Göttingen.  
Direktor: Prof. Dr. *Schermer*.)

## Über die Technik der Bluttransfusion beim Pferde unter Berücksichtigung der Verträglichkeit des Spenderblutes.

Von  
**Johannes Koch.**

Mit 2 Textabbildungen.

(Eingegangen am 12. Juni 1938.)

### *Einleitung.*

Die Übertragung großer Blutmengen von Mensch zu Mensch konnte trotz mancher Versuche in früheren Jahrhunderten erst in den letzten Jahrzehnten zur allgemein zugänglichen therapeutischen Methode werden. Als solche nimmt sie heute in den verschiedenen Zweigen der Humanmedizin eine überragende Stellung ein. Eine Vorbedingung dafür war einerseits die Auffindung der Blutgruppen durch *Landsteiner*, deren Berücksichtigung es ermöglichte, die mit der Transfusion verbundenen Gefahren zu vermeiden, andererseits die stetige Verbesserung der Transfusionstechnik.

Wesentlich anders liegen die Verhältnisse in der Veterinärmedizin. Hier hat die Transfusionstherapie bisher kaum eine Rolle gespielt. Die Hauptgründe für die noch geringe Verbreitung sind wohl die Schwierigkeit der Technik, namentlich das Fehlen einer brauchbaren Apparatur, und die zunächst noch bestehende Unsicherheit bezüglich der Blutgruppen. Nachdem über letztere Frage, insbesondere beim Pferd, durch die umfassenden Arbeiten von *Schermer* und seinen Mitarbeitern volle Klarheit geschaffen wurde, besteht jetzt die Möglichkeit, die Auswahl des Spenderblutes unter Berücksichtigung seiner Verträglichkeit vorzunehmen.

Im hiesigen Institut wurden bereits von *Hallwachs* Transfusionsversuche vorgenommen. Er benutzte dazu den *Kuhnschen* Apparat und ermittelte den für die Transfusion geeigneten Spender mit Hilfe der Blutgruppenbestimmung. Bei diesen Versuchen wurden einige Mängel an der Apparatur festgestellt, auf die im folgenden noch einzugehen sein wird. Außerdem erwies sich die Feststellung der Blutgruppen in eiligen Fällen als zu umständlich und zeitraubend. Herr Prof. Dr. *Schermer* stellte mir daher die Aufgabe, einen neuen Apparat auf seine Brauchbarkeit für Transfusionen beim Pferde zu untersuchen, eine einfachere, schnellere und auch für die Bedürfnisse der Praxis geeignete Methode der Feststellung verträglichen Spenderblutes ausfindig zu machen, sowie die physiologische Wirkung des übergeleiteten Blutes beim Empfänger zu beobachten.

### *Schrifttum.*

Im Gegensatz zur Humanmedizin finden wir hinsichtlich der Indikationen für Bluttransfusionen bei Tieren noch keine festliegenden Richtlinien vor, wurden doch

die Blutübertragungen meist nur als Reiztherapie in kleinen Dosen angewandt. In neuerer Zeit hat sich besonders *Kuhn* mit der Bluttransfusion und ihren Indikationen beschäftigt. Nach ihm bewährt sie sich bei akuten Blutverlusten, Anämien, Sepsis, schlecht heilenden Wunden, z. B. Widerristfisteln, vor allen aber bei der puerperalen Erkrankung des Rindes. Umfangreich (nach *Kuhn*) ist das Gebiet der relativen Indikationen, d. h. dort, wo durch die Bluttransfusionen dasselbe zu erreichen ist, wie mit anderen Heilmitteln. *Kuhn* ist der Ansicht, daß bei allen Indikationen am Erfolge selten eine einzelne Wirkung des transfundierten Blutes, wie Blutersatz oder Zellenreiz oder Entgiftung usw., für sich allein beteiligt ist, sondern daß es sich um das Ergebnis vielfältigsten Zusammenspiels von Einzelwirkungen handelt.

Hinsichtlich der Technik der Bluttransfusion in der Veterinärmedizin finden wir nicht die Fülle von Apparaten und Methoden wie bei Menschen. Hier liegen nur einfachere Versuche vor. In der Mehrzahl der Fälle wurden bei Pferden Citratbluttransfusionen vorgenommen, und hierzu Rekordspritzen, Salvvarsaninfusionsapparate usw. verwandt. Die direkten Transfusionen größerer Blutmengen sind seltener vorgekommen. Die Versuche scheiterten zum größten Teil an der schnellen Gerinnbarkeit des Blutes, gefördert durch ungeeignete Gefäße. In der Neuzeit versuchte *Kuhn* diesen Mangel durch Konstruktion eines neuen Apparates mit gerinnungshemmenden Eigenschaften zu beseitigen. Die Apparatur besteht aus einem Blutbehälter von 3 Liter Inhalt aus Chromstahl — innen poliert — mit einem luftdichtschließenden Glasdeckel. Ein Saug- und Gebläseschlauch sind an einem Zweiwegehahn angeschlossen. Der Ein- und Auslauf des Blutes geschieht durch eine Öffnung (Stutzen) an der Bodenkante der Apparatur. Nadel und Apparatur sind durch 40 cm lange Gummischläuche miteinander verbunden. Der Apparat soll brauchbar sein (*Kuhn, Neumann-Kleinpaul*).

Wie bereits erwähnt, wurden auch von *Hallwachs* mit dem *Kuhnschen* Apparat Bluttransfusionen beim Pferde ausgeführt. Auf Grund seiner Erfahrungen hält er bei Kälte Transfusionen mit der Apparatur für nicht ausführbar. Der Chromstahl bewirkt wegen seiner guten wärmeleitenden Eigenschaft eine schnelle Abkühlung und dadurch eine beschleunigte Gerinnung des Blutes. Um diesen Fehler zu beseitigen, brachte er bei seinen Versuchen die Apparatur in ein Gefäß mit warmem Wasser. Erst dann war die Ausführung der Transfusion möglich. Er macht daher den Vorschlag, eine Umhüllung zu konstruieren, die die gute wärmeleitende Eigenschaft des Metalles schwächen bzw. unterbinden soll. — Einen weiteren Nachteil sieht er in den weiten Kanülen, die trotz Hautschnitt schwierig in die Venen einzuführen sind.

Über Komplikationen nach Bluttransfusionen bei Tieren finden sich nur bei einigen Autoren Angaben. Man führte sie zum größten Teil auf Anaphylaxie oder — nach Transfusionen mit Citratblut — auf Toxizität des Natriumcitrats zurück (*Ritzenthaler, Panisset und Verge, Rosca*). Nach *Neumann-Kleinpaul* lassen sich alle Shockerscheinungen, auch bedrohliche, durch Nebennierenpräparate rasch beseitigen.

Inwieweit die von den genannten Autoren beobachteten Komplikationen als Folge des Vorhandenseins der verschiedenen Blutgruppen innerhalb der einzelnen Tierart aufzufassen sind, läßt sich nicht entscheiden. Daß aber tatsächlich auch Blutgruppeneigenschaften für Komplikationen bei Tierbluttransfusionen verantwortlich sind, geht aus Veröffentlichungen neueren Datums hervor. — Bei der Immunisierung von Pferden gegen die afrikanische Pferdesterbe beobachteten *Edigton, Theiler, Rickmann* und *Leipziger* häufig Shockerscheinungen mit teilweise tödlichem Ausgang. *Fourie* untersuchte die Frage, ob bzw. wieweit die Blutgruppeneigenschaften für diese Erscheinungen verantwortlich zu machen sind. In einem Kreuzversuch mit 47 Pferden stellte er zunächst die Blutgruppenreaktionen jedes einzelnen Pferdes fest. Im Laufe der anschließenden Transfusionsversuche wird als verträglicher Spender ein Pferd bezeichnet, welches mit dem Blut des Empfängers im Kreuzversuch keine Reaktionen gegeben hat. Als unverträglicher

Spender gilt ein Pferd, welches mit dem Blut des Empfängers im Kreuzversuch eine Agglutinationsreaktion ergibt.

Wenn die Blutgruppenreaktionen tatsächlich für die Shockerscheinungen bei der Bluttransfusion verantwortlich sind, so muß es möglich sein, je nach Verwendung eines geeigneten bzw. ungeeigneten Spenders einen Shock zu vermeiden bzw. hervorzurufen. Diese Annahme hat sich tatsächlich bestätigt. Von *Fourie* wurden insgesamt 27 Bluttransfusionen vorgenommen. Bei passenden Blutgruppen wurden keine auffälligen Erscheinungen festgestellt. Bei den Reaktionen, die *Fourie* als „milde“ bezeichnet, treten meistens eine halbe bis eine Stunde nach der Transfusion vorübergehende Temperatursteigerungen, Starrheit, Erscheinungen von Unbehagen und häufig eine Urticaria auf, die auf Einverleibung fremder Proteine zurückgeführt wird. Die an sich harmlosen Erscheinungen treten in 5% aller Transfusionen auf. Eine Steigerung der Häufigkeit dieser Reaktionen soll jedoch auftreten, je länger man mit der Infusion des Spenderblutes nach seiner Entnahme wartet.

„Schwere“ Reaktionserscheinungen können schon während der Transfusion, d. h. bereits nach Injektion von 50—100 ccm nicht passenden Spenderblutes auftreten. Sie wurden von *Fourie* in 10 Fällen beobachtet und bestehen in Shockerscheinungen, Benommenheit, Ikterus, Unruhe, Atembeschleunigung, aufgerissenen Nüstern, schwachem, schlaffem Puls, Flankenschlagen, Muskelzittern, Schweißausbruch, Schwanken und schließlich Zusammenbrechen. Ferner bemerkt man oft Flämen, schwaches Wiehern, häufigen Kotabsatz, bisweilen unfreiwilligen Harnabfluß. Häufig tritt Urticaria auf, bei der die Schwellungen zu größeren Bezirken verschmelzen können. Es wurde beobachtet, daß sich manche Pferde auch von diesen schweren Erscheinungen wieder erholten. In der Mehrzahl der Fälle jedoch trat der Tod nach verschieden langer Zeit ein.

Prüfungen der jeweiligen Spender- und Empfängerblute *in vitro* haben ergeben, daß die „milden“ Reaktionen auf Agglutinationserscheinungen beruhen, während in Fällen der „schweren“ Schädigungen die Hämolyse verantwortlich zu machen ist.

*Fourie* fand weiter, daß der den Shock auslösende Stoff nicht an das Vorhandensein der intakten Blutkörperchen gebunden ist, da unverträgliche gelöste, d. h. hämolysierte Blutkörperchen, sowie eine von den Blutkörperchen — Stromata befreite Hämoglobinlösung eines unverträglichen Spenders in der gleichen Weise wie Vollblut starke Shocks auslösten. Zur Kontrolle wurde eigenes oder verträgliches Blut als Vollblut oder hämolytisches Blut bzw. reine Hämoglobinlösung transfundiert. Shocks traten hierbei nicht auf. *Fourie* kommt zu der Annahme, daß der gruppenspezifisch wirksame Bestandteil im Blut an den Globinanteil des Hämoglobins gebunden ist. Dieser ist bei den einzelnen Receptoren verschieden aufgebaut und wirkt bei einem ungeeigneten Empfänger toxisch. Die beobachteten „schweren“ Shockerscheinungen sind auf diese toxische Wirkung des unverträglichen Globins zurückzuführen, welches jedoch erst nach Auflösung der Blutkörperchen (Hämolyse) zur Wirkung gelangen kann.

Während *Fourie* bei seinen Prüfungen der Verträglichkeit oder Unverträglichkeit der Blute sich darauf beschränkte, festzustellen, ob die verwendeten Blute sich gegenseitig beeinflussten oder nicht, nahm *Hallwachs* bei seinen Transfusionsversuchen in jedem Falle eine genaue Bestimmung der vorliegenden Blutgruppeneigenschaften nach der im Tierärztlichen Institut Göttingen gebräuchlichen Technik vor. *Hallwachs* sah bei seinen 10 Transfusionsversuchen in zwei Fällen Shockerscheinungen. Diese waren, wie die Blutgruppenbestimmung ergab, auf Unverträglichkeit des Spenderblutes zurückzuführen.

Eine noch nicht völlig geklärte Frage ist die, ob sich natives Blut oder mit Natriumcitrat versetztes Blut besser zu Transfusionen eignet. Unzweifelhaft ist die Citratbluttransfusion am einfachsten und sichersten in der Ausführung. Der große Vorteil liegt im Zeitgewinn, der sich aus der Ungerinnbarkeit des Blutes ergibt. Das Citratblut kann unter Umständen auch einige Zeit kühl aufbewahrt

und dann erst infundiert werden. Der leichten technischen Durchführung stehen die Bedenken gegenüber, daß das Blut durch den Zusatz von Natriumcitrat vitale Eigenschaften verliert, daß insbesondere der Kolloidzustand des Plasmas eine Veränderung erfährt (*Pauchet*), die Resistenz der Erythrocyten, der Opsoningehalt und die phagocytäre Kraft der Leukocyten herabgesetzt werden (*Unger nach Nather*). Eine deutliche Toxizität des Natriumcitrats beim Pferde beobachteten *Panisset* und *Verge* bei Mengen von 25 g in 250 ccm physiologischen Serums gelöst und ohne Blut intravenös gegeben. Nach *Neumann-Kleinpaul* sollen Pferde jedoch weit höhere Dosen bis zu 70 g Natriumcitrat vertragen.

Darüber kann jedenfalls kein Zweifel sein, daß der Citratzusatz das Blut nicht unbedeutlich denaturiert, und daß daher auch keineswegs vom Citratblut die gleiche Wirkung erwartet werden kann wie vom nativen Blut. Für die Anwendung von Citratblut liegt meines Erachtens ein Bedürfnis nur dann vor, wenn die Verwendung nativen Blutes zu großen technischen Schwierigkeiten begegnet.

#### *Eigene Versuche.*

Zu den von mir ausgeführten Bluttransfusionen standen Kaltblutpferde zur Verfügung, die größtenteils wegen geringgradiger, meistens chirurgischer Leiden in die Klinik des Tierärztlichen Institutes der Universität Göttingen eingeliefert waren. Für die Übertragung des Blutes benutzte ich zwei Neo-Athrombit-Apparate B (Saugmethode) nach *Bürkle de la Camp* der Firma Lautenschläger, München, die sich in der Humanmedizin gut bewährt haben.

„Athrombit“ ist ein Kondensationsprodukt aus Phenol und Formaldehyd, das sich in seiner Benetzbarkeit wie Bernstein verhält, daher die Blutgerinnung stark verzögert und in seiner gerinnungshemmenden Wirkung fast die Stufe des Paraffins erreicht. Es wurde von *Lampert* und *Neubauer* auf Grund eingehender Benetzbarkeitsstudien gefunden und zeichnet sich außerdem durch seine Sterilisierbarkeit und Durchsichtigkeit aus.

Jeder Apparat besteht aus einem zylindrischen Behälter aus Neo-Athrombit — 600 ccm Inhalt — mit seitlichem unterem Schraubansatz, der den Ein- und Ausfluß des Blutes ermöglicht; oben ist der Behälter mit einem luftdichten Schraubdeckel verschlossen. Der Verschußdeckel besitzt eine Durchbohrung mit einem Zweivegehahn für Ansaugen bei der Entnahme und für Gebläsedruck bei der Überleitung. Der Hahngriff weist jeweils in die Richtung des offenen Weges. Zur Apparatur gehören 2 scharfe Metallhohlnadeln — 2,75 mm Lumen — aus „Ainit“, einem Edelstahl, welcher innen poliert ist und so durch Vermeidung des Anhaftens von Blutbestandteilen die Blutgerinnungsmöglichkeit weitgehend herabsetzt, ferner ein feines Gummisaugrohr mit Glasmundstück, ein Ballongebläse mit zwischengeschaltetem Wattefilter und ein 15 cm langer konischer Schlauch mit Stiftansatz als Verbindung zwischen Schraubenansatz bzw. Apparat und Nadel.

#### *Technik der Transfusion.*

Vor jeder Transfusion werden die einzelnen Teile des Apparates außer Gummisaugrohr und Ballongebläse durch 10 Min. langes Auskochen in destilliertem Wasser ohne jeden Zusatz sterilisiert, und die konischen

Schlauchstücke 2—3 Min. lang in ein steriles Ätherparaffinölgemisch (1 cem Paraff. liquidum in 80 cem Äther) gelegt.



Abb. 1. Blutentnahme.



Abb. 2. Blutübertragung.

Die Ausführung der Transfusion gestaltet sich folgendermaßen: Spender und Empfänger werden von je einer Person gehalten und die

Einstichstellen beim Spender und Empfänger mit Alkohol desinfiziert. Nun wird eine scharfe Ainitohnadel in die gestaute Vena jugularis des Spenders eingeführt. Sobald kräftiger Blutabfluß erfolgt, wird der Transfusionsapparat angeschlossen. Der Zweivegehahn läßt den Saugweg offen. Unter leichtem Ansaugen füllt sich das Athrombitgefäß schnell mit Blut (Abb. 1). Schon während der Blutentnahme beim Spender wird beim Empfänger die zweite Ainitnadel möglichst tief eingeführt. Auch hier ist auf guten Blutabfluß zu achten. Ist der erste Behälter mit dem Spenderblut gefüllt, dann wird der Zweivegehahn auf Mittelstellung gebracht, so daß kein Blut mehr ausfließen kann. Jetzt wird der erste gefüllte Behälter an die in der Empfängervene liegende Nadel angesetzt, der Zweivegehahn auf Druckweg gestellt und unter leichtem Überdruck mit Hilfe des Gebläses das Blut auf den Empfänger übertragen (Abb. 2). Wenn das Blut bis auf einen kleinen Rest aus dem Gefäß übergeleitet ist, wird für einen Augenblick der Überdruck aus dem Behälter durch Drehen des Hahnes auf Saugstellung entfernt, der Zweivegehahn wieder auf Druckweg gestellt und nun ganz langsam der letzte Rest gegeben. Während der Infusion aus dem ersten Behälter wird bereits der zweite mit Spenderblut gefüllt. Die Zeitdauer für die Füllung eines Behälters mit Blut des Spenders beträgt  $1\frac{1}{2}$ —2 Min., für die Entleerung des Gefäßes in die Blutbahn des Empfängers ebensoviel. Derselbe Behälter kann 3—4mal hintereinander gefüllt und entleert werden, ohne daß eine Blutgerinnung eintritt. *So konnten z. B. innerhalb 15 Min. 4,2 Liter Blut übertragen werden.*

#### *Die Feststellung der Verträglichkeit des Blutes.*

Folgende Methoden geben Aufschluß über das gegenseitige Verhalten von Spender- und Empfängerblut:

1. Die Blutgruppenbestimmung. Gerade die Blutgruppen des Pferdes zeigen interessante Verhältnisse, die durch jahrelange systematische Untersuchungen von *Schermer* und seinen Mitarbeitern ausreichend geklärt wurden. Es gibt beim Pferde außer der 0-Gruppe, 6 Blutkörperchen- und 6 ihnen entgegengerichtete Serumeigenschaften, die die Bezeichnungen A, B, C, D, E, F und Anti-A oder  $\alpha$ , Anti-B oder  $\beta$ , Anti-C oder  $\gamma$ , Anti-D oder  $\delta$ , Anti-E oder  $\epsilon$  und Anti-F oder  $\varphi$  erhielten.

Auf Grund dieser Ergebnisse ist man in der Lage, die Blutgruppenstruktur jedes Pferdes eindeutig festzustellen. Allerdings ist die Technik nicht so einfach wie beim Menschen. Das Vorhandensein von 6 Blutkörperchen und 6 Serumeigenschaften, erfordert zur Blutgruppenfeststellung 12 Testblute, mit 0-Kontrollen sogar 14. Als Testblute sind nur solche geeignet, die nur eine Blutkörperchen- bzw. eine Serumeigenschaft besitzen. Eine einzige Eigenschaft besitzen aber nur wenige Pferde. Ein weiterer Nachteil ist die begrenzte Haltbarkeit der Testsera (2 bis 3 Monate) und der Testblutkörperchen ( $1\frac{1}{2}$  Monate), sowie die umständliche

und zeitraubende Untersuchungstechnik. Vom Zeitpunkt der Blutentnahme bis zur endgültigen Bestimmung der Blutgruppen beim Spender und Empfänger vergehen mindestens 5—6 Tage. Diese Vorbedingungen können auch nur von Instituten, die sich dauernd mit der Blutgruppenforschung befassen und denen eingearbeitete und erfahrene Kräfte zur Verfügung stehen, erfüllt werden. Von *Hofe* und *Hallwachs* ist daher vorgeschlagen, auch beim Pferde Blutkarteikarten, wie sie bei Menschen in Krankenhäusern schon seit einiger Zeit geführt werden, einzuführen. Solange diese nicht vorhanden, solange also über die Blutgruppeneigenschaften beim Spender und Empfänger nichts bekannt ist, wird man sich in konkreten Fällen im Hinblick auf die meist gebotene Eile nicht erst mit der Feststellung der Blutgruppen befassen können.

2. Die biologische Vorprobe (*Schermer, Kuhn*). Sie besteht in intra-venöser Injektion von 100—200 ccm Spenderblut beim Empfänger. Tritt dabei Unruhe, Atembeschleunigung, mitunter auch Husten, Kotabsatz und in den ersten 4 Stunden Temperaturanstieg ein, so spricht dieses für eine Unverträglichkeit des Blutes und eine Transfusion wäre kontraindiziert. Mit Hinblick auf die möglicherweise dabei eintretende Gesundheitsstörung scheint diese Methode nicht ganz unbedenklich.

3. Die indirekte Kreuzprobe. Diese Methode hat auch *Fourie* angewandt. Man verzichtet dabei auf die genaue Bestimmung der vorliegenden Blutgruppeneigenschaft und begnügt sich mit der Feststellung, ob zwischen Blutkörperchen und Serum von Spender und Empfänger eine Isoagglutination eintritt oder nicht. Ich benutzte diese Methode unter Anwendung der im Göttinger Institut üblichen und von *Schermer* und *Kuhn* beschriebenen Arbeitsweise.

#### *Technik der Kreuzprobe.*

Aus der Vena jugularis werden mittels steriler Hohnadel 15—20 ccm Blut entnommen und in einer sauberen Flasche aufgefangen. Dem frisch entnommenen Blut wird eine Messerspitze Natriumcitrat zur Verhinderung der Gerinnung zugesetzt, anschließend wird es 3 Min. bei 1500 bis 2000 Umdrehungen zentrifugiert. Hierauf wird das Plasma von den Blutkörperchen getrennt. In Agglutinationsröhrchen von etwa 8 mm lichter Weite und 80 mm Länge werden zu 2 Tropfen (0,2 ccm) unverdünntem Plasma bzw. Serum die gleiche Menge einer etwa  $\frac{1}{2}$  % Erythrocytenaufschwemmung gesetzt (im durchfallenden Licht rosafarben). Die Mischung wird kräftig geschüttelt, dann 2 Min. bei 1500—2000 Umdrehungen zentrifugiert und anschließend die Reaktion makroskopisch abgelesen.

Bei negativem Ausfall der Agglutination zerteilen sich die am Boden des Röhrchens angesammelten Blutkörperchen beim Aufschütteln gleichmäßig im Plasma und es entsteht eine homogene rötlich gefärbte Flüssigkeit (Schleierbildung). Der positive Ausfall äußert sich in Zusammenballung der Blutkörperchen zu mehr oder weniger großen Klümpchen, die

auch bei festem Schütteln nicht zerfallen und beim Stehen sich wieder am Boden der Agglutinationsröhrchen ansammeln. In Zweifelsfällen prüft man die Reaktionen unter dem Mikroskop.

Steht eine Zentrifuge nicht zur Verfügung, so kann man Citratblut oder auch ohne Zusatz aufgefangesenes Blut für  $\frac{1}{2}$ —4 Stunden bei Zimmertemperatur aufstellen. Es hat sich dann genügend Plasma bzw. Serum abgesetzt. Nach Beschickung der Agglutinationsröhrchen in der beschriebenen Weise, werden diese für weitere 4 Stunden bei Zimmertemperatur aufbewahrt und die Reaktion dann abgelesen. Man erhält die Ergebnisse dann 4 bzw. 8 Stunden nach Entnahme der Blutproben. Ich habe eine Reihe von vergleichenden Untersuchungen mit zentrifugiertem Citratblut und geronnenem, nicht zentrifugiertem Blut durchgeführt und in allen Fällen die gleichen Reaktionen erhalten.

*Somit gibt uns die Zitratblutmethode die Möglichkeit, innerhalb 15 Min. nach der Blutentnahme mit größtmöglicher Sicherheit den geeigneten Spender für eine Transfusion ausfindig zu machen, während ohne Benutzung einer Zentrifuge die Zeitdauer 4—8 Stunden beträgt.*

*Klinische Untersuchungen über die Wirkung der Blutübertragung.*

Bei den von mir vorgenommenen Blutübertragungen kam es zunächst weniger darauf an, eigentliche Heilversuche anzustellen, als erst einmal Aufschluß über die physiologische Wirkung des körperfremden Blutes bei dem Empfänger zu erhalten, und zwar sowohl von verträglichem als auch unverträglichem Blute. Es wurden deshalb zum Teil gesunde Pferde für die Versuche benutzt bzw. solche, bei denen keineswegs das Ziel einer günstigen Beeinflussung irgendeines Leidens in Frage kam.

Die klinische Untersuchung des Empfängers erfolgte vor und in mehreren Zeitabständen nach der Transfusion. Sie erstreckte sich auf die Kontrolle der Atmung, des Pulses und der Körpertemperatur sowie auf das Allgemeinbefinden. Besonders beachtet wurde weiter die Farbe der Lidbindehäute und der Blutdruck. Zur Messung des Blutdruckes bediente ich mich des Tonometers von *Riva-Rocci*.

Die Blutuntersuchung gestaltete sich folgendermaßen: Mit der *Behring*-schen Citratvenüle wurde das Blut unter Vermeidung unnötiger Aufregung des Empfängers aus der Vena jugularis entnommen. Die erste Probeentnahme erfolgte unmittelbar vor jeder Transfusion, um das nicht beeinflusste Blutbild zum Vergleich zu haben. Die weiteren Entnahmen erfolgten bei den meisten Versuchen  $\frac{1}{2}$ , 6, 24 und 72 Stunden nach der Blutübertragung. Bei der Untersuchung des Blutbildes wurden die zahlenmäßigen Veränderungen der Erythrocyten und Leukocyten, die Höhe des Hämoglobingehaltes, sowie die zahlenmäßige Verschiebung der einzelnen Leukocytenarten berücksichtigt. Ferner wurden die Sedimentierung und der Färbeindex bestimmt. Die Auszählung der Erythrocyten erfolgte ebenso wie die der Leukocyten in der Zählkammer nach *Thomas-Zeiß*. Der Hämoglobingehalt wurde mittels des *Sahlischen* Hämometers

bestimmt. Die Bestimmung des Färbeindex geschah in der Form, daß der Hämoglobinquotient (Hb:E) mit 8:60 multipliziert wurde. Die Sedimentierung wurde in der *Behringschen* Venüle nach Verlauf einer Viertelstunde abgelesen, indem die Höhe des Plasma in Verhältnis zum Gesamthalt der Venüle gesetzt und in Prozent ausgedrückt wurde.

Ich habe die Ergebnisse der insgesamt 25 von mir vorgenommenen Blutübertragungen in Tabellenform dargestellt. Sie lassen sich in vier Gruppen zusammenfassen, innerhalb deren die einzelnen Versuche sich durchaus gleichartig verhielten und die deshalb der Einfachheit halber auch nur durch je ein typisches Beispiel (Tabelle 1—4) aufgeführt werden sollen. Bei der Beschreibung der Versuche wurden in den einzelnen Tabellen folgende Abkürzungen gebraucht: A. = Atmung, P. = Puls, T. = Körpertemperatur in C-Grad, Hb. = Hämoglobingehalt in Prozenten, E. = Zahl der Erythrocyten in Millionen, L. = Zahl der Leucocyten, Fi. = Färbeindex, Sed. = Sedimentierung, My. = Myelocyten, Jgd. = Jugendliche, St. = Stabkernige, Seg. = Segmentkernige, Ly. = Lymphocyten, Mon. = Monocyten, Mas. = Mastzellen. Der Blutdruck wurde in mm Hg gemessen.

In das Schema der direkten Kreuzprobe sind in die einzelnen Quadrate die Ergebnisse der Reaktionen eingezeichnet. Agglutination = +, keine Reaktion = —. S<sub>1</sub> bedeutet Serum bzw. Plasma des Empfängers. S<sub>2</sub> Serum bzw. Plasma vom Spender. E<sub>1</sub> = Erythrocyten vom Empfänger. E<sub>2</sub> = Erythrocyten vom Spender. Zum Serum bzw. Plasma — horizontale Richtung — werden die Erythrocyten — vertikale Richtung — hinzugegeben. Man ist auf Grund obigen Schemas in der Lage, festzustellen, nicht nur, wie sich die Spenderblutkörperchen im Empfängerserum verhalten, was allerdings das Wichtigste ist, sondern auch wie sich die Empfängerblutkörperchen mit dem Spenderserum vertragen. Jedes Serum wird auch mit den eigenen Blutkörperchen geprüft, um das Vorhandensein von Pseudo- und Autoagglutinationen auszuschließen.

### I. Versuchsreihe.

#### Transfusion verträglichen Blutes.

Tabelle 1 (Beispiel aus 15 Versuchen): Spender- und Empfängerblut ergeben keinerlei Reaktionen.

Tabelle 2 (Beispiel aus 6 Versuchen): das Spenderserum agglutiniert die Empfängerblutkörperchen.

### II. Versuchsreihe.

#### Transfusion unverträglichen Blutes.

Tabelle 3 (Beispiel aus 3 Versuchen): das Empfängerserum agglutiniert die Spenderblutkörperchen.

Tabelle 4 (ein Versuch): Spender- und Empfängerblut agglutinieren sich gegenseitig.



Tabelle 2. Beispiel von 6 gleichartig verlaufenen Versuchen.

Empfänger: Rappstute mit Stern, etwa 15 Jahre alt. Kreuzversuch: E<sub>1</sub> E<sub>2</sub>  
 Spender: Fuchswallach mit Blesse, 5 Jahre alt. S<sub>1</sub>

—	—
+	—

 S<sub>2</sub>

—	—
+	—

  
 Transf. Blutmenge: 2,4 Liter.

Zeit	A. P.		T.		Blutbild										Blutdruck	Lidbindehäute	Allgemeiner Befund beim Empfänger				
					Hb	E.	L.	Fi.	Gd.	My.	Jgd.	St.	Se <sup>g</sup>	Ly.				Co.	Mon.	Mas.	
10 <sup>00</sup>	14	38	37,7		66	6,64	8570	1,38	55	—	—	—	—	76	20	4	—	—	90	blaß-rosa-rot	A. gleichmäßig und regelmäßig. P. kräftig. Guter Nährzustand. Diagnose: Hufknorpelfistel v. r.
<i>Vor der Transfusion.</i>																					
10 Min.	22	44	37,7		62	8,23	6330	1,08	25	—	1	—	—	69	23	7	—	—	118	blaß-rosa-rot	Empfänger zeigt während der Transfusion leichte Unruhe. Nach der Transfusion wurden keinerlei Störungen im Allgemeinbefinden beobachtet. Transfusionsdauer: 9 Min.
20 "	20	48	38		67	8,23	6330	1,08	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30 "	20	46	38,1		62	7,68	10600	1,07	67	—	—	—	—	90	7	2	—	1	—	—	—
1 Std.	3	22	44	38,3	62	7,68	10600	1,07	67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 "	20	52	39,3		55	6,58	5200	1,11	45	—	—	—	—	64	18	18	—	—	—	—	—
6 "	18	48	38,4		62	7,68	10600	1,07	67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12 "	16	42	38,2		55	6,58	5200	1,11	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24 "	14	40	38		62	7,01	8740	1,09	39	—	—	—	—	72	16	12	—	—	—	—	—
48 "	16	40	37,9		62	7,01	8740	1,09	39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
72 "	16	40	37,9		62	7,01	8740	1,09	39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Nach der Transfusion.</i>																					

Tabelle 3. Beispiel von 3 gleichartig verlaufenen Versuchen.

Empfänger: brauner Wallach, 6 Jahre alt.  
 Spender: brauner Wallach mit Flocke, 5 Jahre alt.  
 Transf. Blutmenge: 0,6 Liter.

Kreuzversuch:  $E_1 E_2$   
 $S_1$   $S_2$

$E_1$	$E_2$
—	+
—	—

Zeit	A.	P.	T.	Blutbild										Blutdruck	Lidbindehäute	Allgemeiner Befund beim Empfänger				
				H	E.	L.	Fl.	Ged.	My.	Jgd.	St.	sg	Ly.				Eo.	Mon.	Mas.	
10 <sup>00</sup>	20	56	38	83	7,75	12400	1,16	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	95	blaß-rosa-rot	A. gleichmäßig. P. kräftig. Guter Nährzustand. Diagnose: verätzter Strahl h. l.
<i>Vor der Transfusion.</i>																				
10 Min.	38	72	38,7	68	7,63	13900	1,28	59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	135	diffus gerötet u. Stich ins Gelbe	Nach Übertragung von 600 ccm Blut beginnt Empfänger heftig zu zittern. Hochgradige Dyspnoe, schnelle Folge von Hustenstößen, Schweißausbruch, weit aufgerissene Nüstern, Harn- und Kotabsatz und schwankender Gang sind beim Empfänger zu beobachten. Die Transfusion wurde deshalb abgebrochen. — Nach 1 Stunde hat sich Empfänger wieder beruhigt, ist munter und frisst.
20 "	36	68	38,4	73	7,56	11450	1,29	53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
30 "	32	64	38,2	69	8,03	9820	1,14	47	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1 Std.	28	60	38,1	72	7,84	10320	1,16	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3 "	26	56	38	72	7,84	10320	1,16	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
6 "	20	48	38	72	7,84	10320	1,16	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12 "	18	48	37,9	72	7,84	10320	1,16	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
24 "	16	52	38	72	7,84	10320	1,16	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
48 "	16	48	37,9	72	7,84	10320	1,16	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
72 "	18	52	37,9	72	7,84	10320	1,16	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Nach der Transfusion.</i>																				

Tabelle 4. (Ein Versuch.)

Empfänger: brauner Wallach, etwa 20 Jahre alt. Kreuzversuch:  $E_1 E_2$   
 Spender: Fuchsstute mit Blesse, 8 Jahre alt.  $S_1$   $S_2$   
 Transf. Blutmenge: 1,8 Liter.

$E_1$	$E_2$
-	+
+	-

Zeit	A.	P.	T.	Blutbild										Blutdruck	Lidbindehäute	Allgemeiner Befund beim Empfänger				
				Hb	E.	L.	Fi.	ged.	My.	Jgd.	St.	S <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>				Ly.	Co.	Mon.	Mas.
<i>Vor der Transfusion.</i>																				
12 <sup>00</sup>	12	36	37,8	62	6,94	6920	1,06	64	—	—	—	—	—	—	—	—	85	blaß-rosa-rot	A. gleichmäßig. P. mittelkräftig. Guter Nährzustand. (Schlacht Pferd.)	
<i>Nach der Transfusion.</i>																				
10 Min.	36	64	38,6																Nach Übertragung von 1,8 Liter Blut wird die Transfusion abgebrochen, da Empfänger plötzlich Dyspnoe zeigt. Nüstern sind weit aufgerissen, Schweißausbruch, schwankender Gang sowie Muskelzittern und Kotabsatz. Nach 30 Min. hatte sich Empfänger fast vollkommen wieder beruhigt. 1 Stunde nach der Transfusion wurde Empfänger geschlachtet.	
20 "	30	58	38,4																	
30 "	24	52	38,2	52	6,86	7480	1,14	56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	130		feucht u. Stich ins Gelbe
1 Std.	20	44	38,4	Anschließend Schlachtung																

*Ergebnisse.*

Die Versuche haben gezeigt, daß die technische Durchführung von Bluttransfusionen mit den Neo-Athrombit-Apparaten B keine Schwierigkeiten bereitet. Die Vorzüge dieses Verfahrens bestehen in schneller Übertragungsmöglichkeit bei geringster mechanischer Schädigung des Blutes, in der Meßbarkeit der übertragenen Blutmenge, in der einfachen Vorbereitung der Transfusion, sowie in der gerinnungshemmenden Eigenschaft des Neo-Athrombits. Selbst bei einer Transfusionsdauer von 15 Min. zeigt das Blut im Neo-Athrombit-Apparat keinerlei Gerinnselfbildung. Letztere konnte bei einigen Versuchen, wo ein Behälter Blut mehr entnommen, als übergeleitet wurde, erst nach 24—28 Min. beobachtet werden. Das Lumen der Ainitzhohlnadeln ist einerseits so klein, daß die Nadeln sich ohne vorherigen Hautschnitt leicht in die Vene einführen ließen, andererseits groß genug, um eine Überleitung größerer Blutmengen in einer Zeit zu ermöglichen, die wesentlich unter der Gerinnungszeit liegt.

Insgesamt wurden 25 Bluttransfusionen ausgeführt. Bei den 15 Blutübertragungen der I. Versuchsreihe (Beispiel Tabelle 1), wo Empfänger und Spenderblut in der direkten Kreuzprobe keine Reaktionen zeigten, wurden auch nach der Transfusion keinerlei Störungen im Allgemeinbefinden des Empfängers beobachtet. Bei diesen Versuchen betrug die transfundierte Blutmenge 1,2—3,6 Liter. Gleichfalls ohne klinische Schädigungen verliefen die 6 Transfusionen, in denen das Spenderserum die Empfängerblutkörperchen agglutinierte (I. Versuchsreihe, Beispiel Tabelle 2). Dieser störungsfreie Verlauf ist darauf zurückzuführen, daß die Agglutinine des Spenders durch die Vermischung mit dem Blut des Empfängers bis zur Unwirksamkeit verdünnt werden, eine bekannte Erfahrungstatsache aus der Humanmedizin.

Bei den 3 Versuchen der II. Versuchsreihe (Beispiel Tabelle 3), wo in der direkten Kreuzprobe das Serum des Empfängers die Blutkörperchen des Spenders agglutinierte, sowie in dem Versuch der II. Versuchsreihe Tabelle 4, bei dem sich in der direkten Kreuzprobe Empfänger- und Spenderblut gegenseitig agglutinierten, wurden die Transfusionen infolge erheblicher Störungen im Allgemeinbefinden des Empfängers abgebrochen. In diesen vier Fällen waren bereits nach der Infusion von 600 bzw. 1800 ccm Blut starke Unruhe, Puls- und Atembeschleunigung, Muskelzittern, Schweißausbruch, Harn- und Kotabsatz, Schwanken sowie Einknicken in der Nachhand zu beobachten. Bereits 1 Stunde nach der vorzeitig abgebrochenen Transfusion war bei den Empfängern das Allgemeinbefinden nicht mehr gestört. Bei Fortsetzung der Transfusion, also bei Übertragung größerer Blutmengen, wäre es vermutlich zum völligen Zusammenbruch des Empfängers gekommen.

In einem Versuch der I. Versuchsreihe wurde dem Empfänger 3 Tage nach der ersten Transfusion ein zweites Mal Blut vom selben Spender

übertragen. Die Kreuzprobe wies auch im Wiederholungsfalle ein negatives Ergebnis auf, und die anschließende Transfusion wurde gut vertragen. Man wird allerdings ein solches Ergebnis nicht als allgemein gültig ansehen dürfen, denn es ist aus der Humanmedizin bekannt, daß nach wiederholter Transfusion mit demselben Spenderblut häufig Komplikationen aufgetreten sind. Auch *Kuhn* hält das Auftreten von Störungen nach wiederholten Transfusionen bei ein und demselben Pferde mit demselben Spenderblut für durchaus möglich, obwohl auch er bei derartigen Versuchen keine anaphylaktischen Erscheinungen beobachtet hat.

In diesem Zusammenhang erscheint mir noch folgender Fall erwähnenswert. In einem Versuch der II. Versuchsreihe beabsichtigte ich beim Empfänger, der unverträgliches Blut erhalten hatte, nach 3 Tagen eine zweite Transfusion mit verträglichem Blut vorzunehmen. Obwohl mir 10 Pferde zur Verfügung standen, ergab die direkte Kreuzprobe in jedem Falle ein stark positives Ergebnis, was darauf schließen läßt, daß sich beim Empfänger in der Zwischenzeit Immunoagglutinine gebildet haben. Dies hielt mich von der Ausführung einer zweiten Transfusion ab.

Die Versuche ergaben weiter, daß man mit Hilfe der direkten Kreuzprobe in der Lage ist, die bei Transfusionen vorkommenden Störungen bzw. Schädigungen weitgehendst zu vermeiden. Die Kreuzprobe mit zentrifugiertem Citratblut hat den großen Vorzug, daß man mit ihr innerhalb weniger Minuten nach der Blutentnahme Aufschluß über Verträglichkeit bzw. Unverträglichkeit bekommen kann.

Die klinischen Beobachtungen nach der Transfusion lieferten folgende Ergebnisse: Puls und Atmung zeigten in der Mehrzahl der Fälle in den ersten 6 Stunden geringgradige Erhöhungen, die im Verlauf weiterer 3—6 Stunden zur Norm zurückkehrten. In den Versuchen, in denen die Empfänger unverträgliches Blut erhielten, war ein beschleunigter Atmungs- und Pulsanstieg bereits in der ersten Stunde zu verzeichnen, dem ein ebenso schneller Abfall folgte.

Nach der Transfusion stieg bei allen Versuchen der Blutdruck, außer in 2 Versuchen der I. Versuchsreihe, wo vor der Transfusion infolge hochgradiger Aufregung des Empfängers der Blutdruck 140 mm Hg betrug und nach der Transfusion auf 125 mm Hg herabsank. Ob der Blutdruckanstieg auf die infundierte Blutmenge oder auf psychische Einflüsse zurückzuführen ist, bleibt dahingestellt. Bei 3 Versuchen scheiterte die Aufnahme des Blutdruckes an der mangelhaften Fühlbarkeit des Pulses bzw. an der Widersetzlichkeit der Pferde.

Die Körpertemperatur stieg regelmäßig um einige Zehntel Grade (0,2 bis 1,8°). Während bei den Transfusionen mit unverträglichem Blut die Temperaturen bereits nach 10 Min. ihren höchsten Stand erreichten, war dieses in den übrigen Versuchen erst nach 6 Stunden der Fall. Die Temperatur ging in allen Fällen nach weiteren 3—6 Stunden auf die Ausgangswerte vor der Transfusion zurück.

Die Lidbindehäute zeigten nach der Transfusion von unverträglichem Blut einen leichten Stich ins Gelbe, bei den übrigen Versuchen behielten sie ihre blaß-rosa-rote Farbe bei.

Ein Vergleich des Blutbildes vor und nach der Transfusion führte zu folgenden Ergebnissen: Die Erythrocytenzahl sowie der Hämoglobingehalt stiegen in allen Versuchen, wo verträgliches Blut transfundiert wurde,  $\frac{1}{2}$  Stunde nach der Transfusion an und gingen nach 6 Stunden wieder auf ihre Ausgangswerte zurück. — In den Versuchen, in denen unverträgliches Blut übertragen wurde, war eine halbe Stunde nach der Transfusion eine geringgradige Verminderung der Zahl der Erythrocyten und des Hämoglobingehaltes zu beobachten. Erst nach 24 Stunden erfolgte in diesen Fällen ein langsamer Wiederanstieg. — Umgekehrt wie der Hämoglobingehalt verhielt sich der Färbeindex. Er stieg an nach Transfusion von unverträglichem Blut und nahm ab nach Transfusion von verträglichem Blut. Auch im leukocytären Blutbild waren Schwankungen vorhanden. Eine halbe Stunde nach der Transfusion von verträglichem Blut war eine Verringerung der Leukocytenzahl zu finden; nach 6 Stunden folgte ein Anstieg, der in den meisten Fällen die Zahl der Leukocyten vor der Transfusion weit übertraf. Nach 24 Stunden waren die Ausgangswerte wieder erreicht. Dagegen nahm nach der Transfusion von unverträglichem Blut nach einer halben Stunde die Leukocytenzahl zu. Die einzelnen Leukocytenarten wurden durch die Transfusion kaum beeinflußt; sie waren nur ganz geringen Schwankungen unterworfen. Eine gewisse Gesetzmäßigkeit in der Verschiebung ihres Prozentverhältnisses zueinander konnte ich nicht feststellen. Die Sedimentierung verlief in allen Fällen fast ebenso wie vor der Transfusion.

Anschließend möchte ich nun noch auf 4 Versuche aus der I. Versuchsreihe hinweisen, die im Hinblick auf die therapeutische Wirkung von Interesse sind. In diesen vier Fällen zeigte die medikamentöse Behandlung nicht den gewünschten Erfolg. Da erst nach erfolgter Bluttransfusion eine Besserung des Allgemeinbefindens bezüglich der Krankheit eintrat, bin ich der Ansicht, daß diese Besserung der Bluttransfusion zuzuschreiben ist. Im I. Versuch handelt es sich um ein Pferd, das sich vor 10 Tagen infolge eines Sturzes eine partielle Radialislähmung der linken Vorderextremität zugezogen hatte, wobei insbesondere der *Musc. extensor carpi radialis* in Mitleidenschaft gezogen war. Der Patient war nicht in der Lage, das Karpal- und Ellenbogengelenk zu strecken. Trotz Massage, Einreibungen sowie nach Anlegen eines Streckverbandes trat keine Besserung des Leidens ein. 24 Stunden nach der Transfusion war plötzlich der Patient wieder in der Lage das Karpalgelenk zu strecken und die Gliedmaße zu belasten. Von einer Lahmheit war nichts mehr zu sehen. Ob diese so plötzliche Heilung auf die Bluttransfusion zurückzuführen ist, ist zwar schwer zu beweisen, doch vermag ich dafür keine andere Erklärung zu finden.

Im II. Versuch handelt es sich um ein Pferd, das 5 Tage vor der Transfusion wegen einer Samenstrangfistel operiert war. Der Patient war sehr apathisch, verweigerte seit 2 Tagen jegliches Futter und hatte 39,8° Fieber. Bereits 6 Stunden nach der Transfusion war bei ihm eine Besserung im Allgemeinbefinden zu beobachten, er achtete mehr auf seine Umgebung und war lebhafter. Die Temperatur betrug 39°. Nach weiteren 3 Stunden nahm Patient Futter und Getränk auf und zeigte guten Appetit. Auch in den folgenden Stunden war eine weitere Besserung zu beobachten. Nach 48 Stunden war das Pferd fieberfrei und wurde nach weiteren 2 Tagen als geheilt entlassen. Innerhalb 72 Stunden nach der Transfusion war die Zahl der Erythrocyten von 5,02 Mill. auf 6,94 Mill. gestiegen. Das zeitlich nahe Zusammenliegen der Bluttransfusion mit der Fiebersenkung sowie der Besserung im Allgemeinbefinden, sprechen für den Erfolg der Übertragung.

Im III. Versuch handelt es sich um ein Pferd, das wegen Warzenmauke seit 14 Tagen mit Chromsäure behandelt wurde. Im Laufe der Behandlung wurde der Patient sehr teilnahmslos, lag viel und stöhnte beim Auftreiben, lahnte mit allen Gliedmaßen und zeigte steile Fesselstellung. Der Gang war ähnlich wie bei Hufrehe, jedoch ohne daß die Hinterbeine unter den Leib geschoben wurden. Die Körpertemperatur betrug 39,1°, jegliches Futter wurde verweigert. Auf Grund obigen Befundes wurde die Diagnose „Gelenkrheumatismus infolge Resorption geätzter Gewebsteile“ gestellt. Dem Patienten wurden 3 Liter verträglichen Blutes übertragen. Bereits 1 Stunde nach der Transfusion war Patient lebhafter und zeigte Appetit. Nach 12 Stunden betrug die Körpertemperatur 38,3°. Die Zahl der Erythrocyten war nach 24 Stunden um 1,2 Mill. gestiegen. Die Lahmheit ging in den nächsten 8 Tagen rapide zurück, so daß Patient 14 Tage nach der Transfusion geheilt entlassen werden konnte. Gerade in diesem Falle war die Besserung so offensichtlich, daß an der günstigen Wirkung der Transfusion nicht gezweifelt werden kann.

Schließlich sei noch der IV. Versuch erwähnt. Hier handelt es sich um ein Pferd, das seit 3 Tagen an einer Blinddarmschoppung litt. Trotz medikamentöser Behandlung war eine Besserung im Befinden bisher nicht eingetreten. 24 Stunden nach der Transfusion machte der Patient einen munteren Eindruck und nahm Futter und Getränk auf. Rektal war keine Anschoppung mehr festzustellen. Nach 24 Stunden konnte der Patient als geheilt entlassen werden. Auch in diesem Falle scheint die Bluttransfusion die Heilung günstig beeinflußt zu haben.

Schon die ersten tastenden Vorversuche deuten demnach darauf hin, daß die Blutübertragung zu einem wichtigen therapeutischen Hilfsmittel werden kann, sobald erst einmal ihre Indikationen genau festgelegt werden, eine wichtige Aufgabe künftiger Forschung.

### Zusammenfassung.

1. Es wurden 25 Bluttransfusionen von Pferd zu Pferd mit dem Neo-Athrombit-Apparat B. der Firma Lautenschläger, München, ausgeführt. Die übertragenen Blutmengen schwankten zwischen 0,6 und 4,2 Litern.

2. Der Neo-Athrombit-Apparat B ist für Bluttransfusionen beim Pferde gut geeignet. Die Vorzüge dieser Apparatur bestehen in der gerinnungshemmenden Eigenschaft des Neo-Athrombits, in schneller Übertragungsmöglichkeit bei geringster mechanischer Schädigung des Blutes, in der Meßbarkeit der übertragenen Blutmenge, sowie in der einfachen Vorbereitung für die Transfusion. Durch wiederholte Füllung beider Behälter lassen sich in 15 Min. 4 Liter Blut übertragen. Die Ainitihohnadeln (2,75 mm Lumen) lassen sich ohne Hautschnitt leicht in die Venen einführen und ermöglichen trotz ihres geringen Lumens eine verhältnismäßig schnelle Übertragung des Blutes.

3. Mit Hilfe der direkten Kreuzprobe zwischen Empfänger- und Spenderblut ist man in der Lage, den geeigneten Spender für eine Transfusion ausfindig zu machen. Dieses ist unter Zuhilfenahme einer Zentrifuge und von Natriumcitrat schon innerhalb 15 Min., ohne Zentrifuge mit oder ohne Natriumcitrat innerhalb 4—8 Stunden möglich.

4. 21 Transfusionen wurden von den Empfängern reaktionslos vertragen. In 4 Versuchen traten während bzw. nach der Transfusion erhebliche Störungen im Allgemeinbefinden auf, die sich in starker Unruhe, Puls- und Atembeschleunigung, Muskelzittern, Schweißausbruch, Kot- und Harnabsatz, Schwanken sowie Einknicken in der Nachhand äußerten. In diesen vier Fällen wurden in der direkten Kreuzprobe die Spendererythrocyten vom Empfängerserum agglutiniert. *Für die Vornahme einer Blutübertragung ist es deshalb unerlässlich, die Verträglichkeit des Blutes vorher in der Kreuzprobe zu prüfen und alle Spender auszuschließen, deren Blutkörperchen von dem Serum des Empfängers agglutiniert werden.*

5. Das klinische Bild zeigte nach der Transfusion verträgliches Blut beim Empfänger geringgradige Veränderungen. Der Puls- und Blutdruck sowie die Atmung waren in der Mehrzahl geringgradig erhöht und gingen 3—6 Stunden nach der Transfusion auf die Ausgangswerte zurück. Die Körpertemperatur stieg nach der Transfusion regelmäßig einige Zehntel Grade (0,2—1,8) an. Bei den Transfusionen mit unverträglichem Blut war der Höchststand nach 10 Min., bei den übrigen Versuchen nach 6 Stunden zu beobachten. Die Lidbindehäute zeigten nach der Transfusion von unverträglichem Blut einen leichten Stich ins Gelbe, während nach der Übertragung von verträglichem Blut keinerlei Veränderung eintrat.

6. Auch das Blutbild des Empfängers unterlag nach der Transfusion geringgradigen Veränderungen. Die Erythrocytenzahl sowie der Hämoglobingehalt stiegen bei verträglichem Blut nach  $\frac{1}{2}$  Stunde an, während bei unverträglichem Blut nach derselben Zeit eine geringgradige

Verminderung zu beobachten war. Umgekehrt verhielt sich die Zahl der Leukocyten. Sie nahm  $\frac{1}{2}$  Stunde nach der Transfusion von verträglichem Blut ab und nach der Transfusion von unverträglichem Blut zu. Die Leukocytenzahl hatte in jedem Falle 6 Stunden nach der Transfusion ihren Höchststand erreicht und ging nach 24 Stunden auf die Ausgangswerte zurück.

7. Eine günstige Beeinflussung des Heilungsverlaufes scheint die Blutübertragung in vier Fällen (partielle Radialislähmung, Blinddarmanschoppung, Sepsis und Gelenkrheumatismus) bewirkt zu haben.

8. Nachdem nunmehr die Schwierigkeiten der Technik der Blutübertragungen einschließlich der Bestimmung des verträglichen Blutes als beseitigt gelten können, wird Aufgabe der weiteren Forschung sein, die Indikationen für die Bluttransfusionen festzulegen. Alles deutet darauf hin, daß die Blutübertragung in der Veterinärmedizin zu einem wichtigen, vielleicht unentbehrlichen therapeutischen Hilfsmittel werden wird.

Am Schlusse meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. *Schermer* für die mir erteilten Ratschläge und das stete Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte, meinen ergebensten Dank auszusprechen.

---

#### Schrifttum.

*Bürkle de la Camp*: Zbl. Chir. **1931**, Nr 14, 854—857. — Dtsch. Z. Chir. **239**, 33—37 (1933). — *Clairmont* u. *Müller*: Dtsch. med. Wschr. **1926 I**, 914. — *Claverie, Armand*: Iber. Vet.med. **49 I**, 467 (1930). — *Fourie, P. I. I.*: Onderstepoort J. of Vet. Sci. and Animal Industry **4**, Nr 1 (Jan. 1935). — *Guoth, G. A.*: Iber. Vet.med. **57**, 131 (1935). — *Hallwachs*: Diss. Berlin 1938 (im Druck). — *Hanf-Dressler*: Münch. med. Wschr. **1931 I**. — *Hofe, W.*: Arch. Tierheilk. **68**, 371—385 (1935). — *Hörschelmann, S.*: Tierärztl. Hochschule. Diss. Hannover 1931. — *Jungmann*: Tierärztl. Rdsch. **1929**, 173—175. — *Kuhn, W. R.*: Berl. tierärztl. Wschr. **1933 I**, 373—377. — Arch. Tierheilk. **65**, 480—489 (1933). — Dtsch. tierärztl. Wschr. **1934 I**, 797—801. — Berl. tierärztl. Wschr. **1937 I**, 661—667. — *Lampert*: Leipzig: Georg Thieme 1931. — *Nather*: Wien. klin. Wschr. **1924 I**, 203. — *Neubauer, Otto* u. *Heinrich Lampert*: Münch. med. Wschr. **1930 I**, 582—586. — *Ostreff, P.*: Iber. Vet.med. **58**, 275 (1936). — *Panisset* u. *Verge*: Rev. gén. Méd. vét. **31**, 441 (1922). — *Pauchet, V.*: Ref. Zbl. Chir. **52**, Nr 21, 1154 (1925). — *Ritzenthaler*: Schweiz. Arch. Tierheilk. **67**, H. 15, 370 (1925). — *Schermer, S.*: Tierheilkunde und Tierzucht 1936, S. 98. — *Schermer, S.* u. *A. Kaempffer*: Berl. tierärztl. Wschr. **1936 I**, 145.

---

## Lebenslauf.

Am 6. Oktober 1911 wurde ich, Johannes Josef Koch, in Werxhausen, Kr. Duderstadt geboren. Ich besuchte die Volksschule in Werxhausen und später das humanistische Gymnasium in Duderstadt, das ich Ostern 1932 mit dem Reifezeugnis verließ. Alsdann begann ich mit dem Studium der Tierheilkunde an der Tierärztlichen Hochschule in Hannover. Die tierärztliche Vorprüfung bestand ich 1934, das tierärztliche Staatsexamen 1936, beide in Hannover. Nach einer dreimonatigen Ausbildung in der Schlachtvieh- und Fleischbeschau sowie in der Lebensmittelüberwachung am Schlachthof in Kassel, erhielt ich am 1. März 1937 die Bestallungsurkunde. Seit dieser Zeit bin ich Assistent am Tierärztlichen Institut der Universität Göttingen.

---