Blutspender : Blutgruppen - Blutübertragungen - Blutkonserven

Autor(en): **Nemec, Helmut**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik**

Band (Jahr): **6 (1951)**

Heft 2

PDF erstellt am: **29.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-653491

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Blutspender

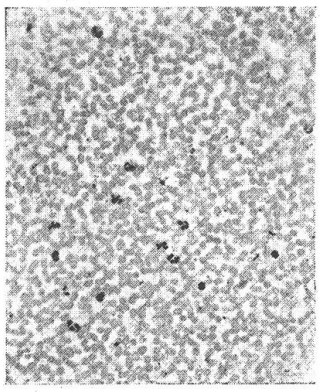
Blutgruppen — Blutübertragung — Blutkonserven

Von Helmut Nemec

DK 615.38

Im Lebensgeschehen des menschlichen und tierischen Körpers kommt dem im Gefäßsystem ständig kreisenden Blut eine Reihe von wichtigen Aufgaben zu, als deren vordringlichste seine Funktion als Transportmittel zu nennen wäre. Indem es einerseits Aufbaustoffe, die der Nahrung im Darm entnommen werden, sowie den Sauerstoff aus den Lungen zu den Milliarden Zellen des Körpers führt, bringt es andrerseits Abfallstoffe aus den Zellen zu den Orten ihrer Ausscheidung, als welche Lunge, Niere und Haut funktionieren. Dadurch, daß das Blut auch Wirkstoffe — Hormone, Vitamine, Fermente — befördert, besorgt es die sogenannte „humorale" Regulation der Organe, die dieser Steuerung, neben einer nervösen Lenkung, zur Synchronisation der Vorgänge in ihnen, bedürfen. Auch für die Konstanterhaltung des Wärme- und Wasserhaushaltes sowie für das Aufrechtbleiben der chemo-physikalischen Gleichgewichte in den Geweben ist das Blut von entscheidender Bedeutung. Außerdem vermag es durch die Bildung der Anti- und Immunkörper, aber auch noch infolge anderer Mechanismen den Organismus vor eingedrungenen, schädlichen Stoffen zu schützen und verleiht ihm dadurch eine gewisse Resistenz gegen äußere Einflüsse.

Ehe wir nun näher auf die Rolle des Blutes im Ablauf des Lebensgeschehens eingehen können, sollen die Bestandteile des Blutes kurz charakterisiert werden. Das auf den ersten Blick vollkommen einheitlich erscheinende Blut läßt bei mikroskopischer Untersuchung nämlich erkennen, daß es aus einer Unzahl von kleinen Teilchen, den Blutkörperchen, besteht, welche in einer fast farblosen Flüssigkeit, dem Blutplasma (Serum), verteilt sind (Abb. 1). Die Blutkörperchen unterteilt man wieder in rote, die in ihrer Gesamtheit dem Blut seine Farbe verleihen, und in weiße, genauer farblose. Während die Gesamtmenge des Blutes beim Menschen etwa 6% seines Körpergewichtes beträgt, finden sich in einem Kubikmillimeter Blut normalerweise 5,000.000 rote und nur 8000 weiße Blutkörperchen. Das zahlenmäßige Verhältnis der roten und weißen Blutelemente ist im gesunden Organismus ziemlich konstant. Im Falle einer Krankheit aber kann es infolge der nunmehr gezwungenermaßen forcierten Tätigkeit einzelner Blutzellen zu oft sehr typischen Verschiebungen kommen (Abb. 1). Eines der ersten Verfahren, die der Arzt bei einer durchgreifenden Untersuchung vornimmt, ist daher die Kontrolle des Blutbildes im Mikroskop. Allein durch diese Methode kann der erfahrene Fachmann oft schon genaue Aussagen über die Art einer Krankheit machen. Diesem Verfahren gesellt sich weiters als diagnostisches Hilfsmittel die Prüfung der chemo-physikalischen Veränderungen hinzu, wie sie bei manchen Leiden im Blute auftreten. Es sei in diesem Zusammen-



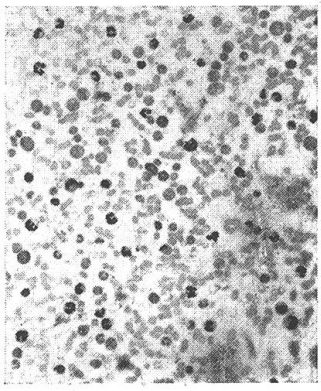


Abb. 1. Links: Normaler Blutausstrich. Die kleinen grauen Kreise sind die roten, die schwarzen Punkte die Kerne der weißen Blutkörperchen. Sie erscheinen deswegen so dunkel, weil sie mit bestimmten Farbstoffen gefärbt sind. — Rechts: Blutbild bei einer Bluterkrankung (myeloische Leukämie). Die roten Blutkörperchen sind zahlenmäßig stark verringert, die weißen dagegen vermehrt
(Mikroaufnahmen des Verfassers – 200 fache Vergrößerung)

hang nur die Fundamentalmethode der Blutkörperchensenkung angeführt.

Obwohl die Heilkunst des Altertums und des Mittelalters längst nicht die volle Bedeutung des Blutes zu erkennen imstande war, hat man doch seit altersher den Begriff des gesunden Lebens eng mit dem des Blutes verknüpft. Schon auf den Schlachtfeldern der Antike mußte es dem einzelnen klar werden, daß mit dem strömenden Blut auch das Leben versiegt. Es ist daher nicht verwunderlich, daß es seit eh und je ein Bemühen der Ärzte war, gefährlich hohe Blutverluste eines Menschen durch Zuführung des Blutes eines anderen Individuums zu ersetzen. Wir wissen heute, daß diese Versuche bis in die Zeit der ägyptischen Könige zurückreichen. Schon damals wollte man Blut von Tieren auf Menschen übertragen. Natürlicherweise mußten diese Unternehmungen fehlschlagen, da es sich ja um das Blut artfremder Lebewesen handelte. Ein weiterer Schritt führte dann die Ärzte des 18. und 19. Jahrhunderts zur Blutübertragung von Mensch zu Mensch, wobei es sich zeigte, daß einmal einer solchen Manipulation Erfolg beschieden war, ein andermal nicht. Dieser offensichtliche Widerspruch brachte, wie man sich leicht vorstellen kann, keine Klarheit in das Wesen der Blutübertragung oder Bluttransfusion. So mußten noch Jahrzehnte vergehen, ehe es, auf mühsamer Forschung aufbauend,

Blutkörperchen der Blutgruppe	Plasma der Blutgruppe mit den Agglutininen			
	0	A	B	AB
	α, β	β	α	0
0	—	—	—	—
A	+	—	+	—
B	+	+	—	—
AB	+	+	+	—

+ = Agglutination — = keine Agglutination

Abb. 3. Das Verhalten der vier Blutgruppen beim Zusammenbringen ihrer Blutplasmen und der roten Blutkörperchen

im Jahre 1901 dem Wiener Arzt Karl Landsteiner gelang, in der Feststellung der Blutgruppen der Heilkunst ein Mittel in die Hand zu geben, welches fast schlagartig die Bluttransfusion zu dem machte, was sie heute ist: Ein leicht durchzuführender Eingriff von oft lebensentscheidender Wirkung. In Anerkennung dieses Verdienstes wurde Landsteiner im Jahre 1930 der Nobel-

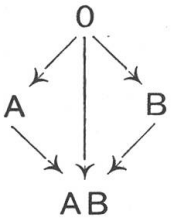
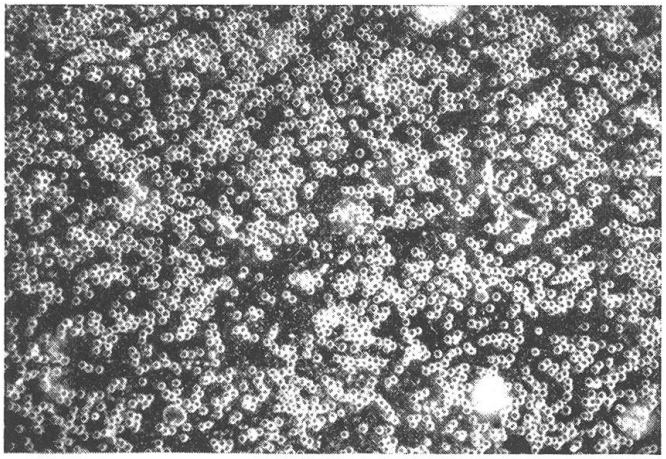


Abb. 4. Schema der gruppenungleichen Spendemöglichkeiten

preis für Medizin verliehen. Nach Landsteiner lassen sich alle Menschen — gleichgültig welcher Rasse — in vier Blutgruppen einteilen, nämlich 0, A, B und AB, wobei 0 und A mit je 40% am häufigsten vorkommen, B bei 15% und AB bei nur 5% der Menschen angetroffen wird. Als für das Zustandekommen dieser Blutgruppen verantwortlich konnten zwei Stoffkomplexe erkannt werden, von denen



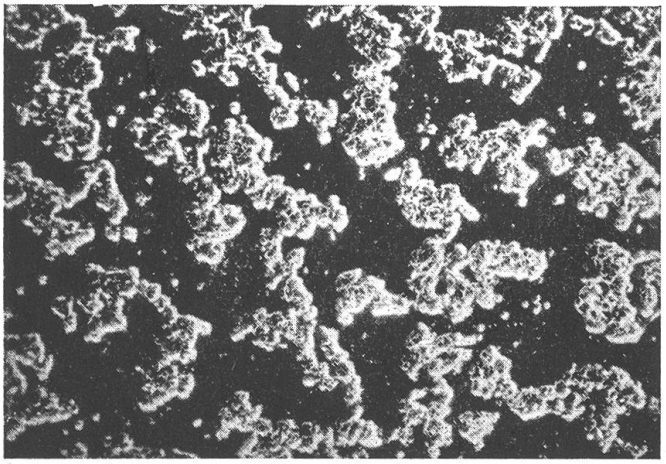
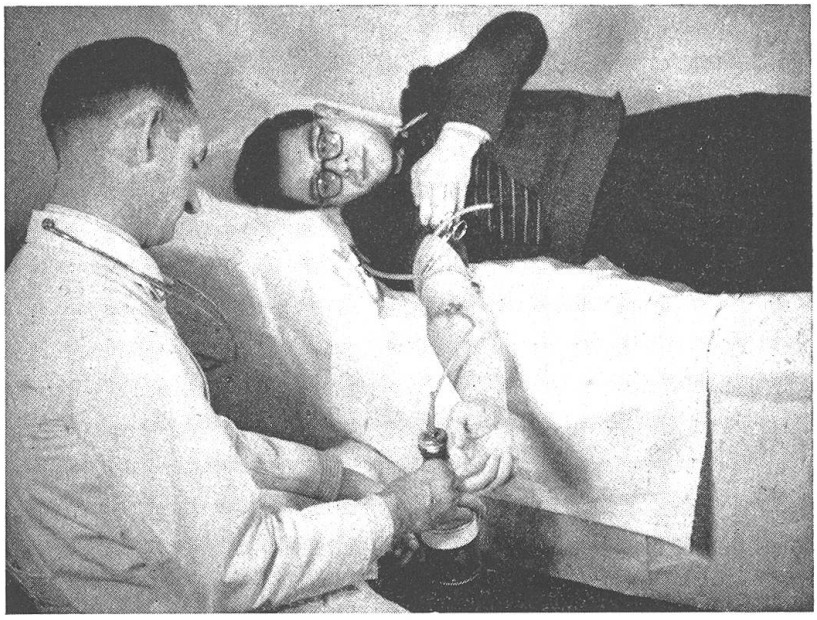


Abb. 2. Oben: Normales Blut im Dunkelfeld. Die einzelnen Blutkörperchen erscheinen als weiße Kreise. — Unten: Agglutiniertes Blut (Blut der Gruppe A + Serum der Gruppe B). Die Blutelemente sind zu Klümpchen geballt

Abb. 5. Blutentnahme für die Herstellung von Blutkonserven



sich einer im Plasma des Blutes vorfindet, während der andere an die roten Blutkörperchen gebunden ist.

Bringt man Blut von Vertretern verschiedener Gruppen zusammen, so tritt eine Zusammenballung der einzelnen Blutelemente, die sogenannte Agglutination auf (Abb. 2). Nach ihr nennt man jenen im Blutplasma vorhandenen Komplex, der diese Zusammenballung bewirkt, Agglutinin, genauer noch Isoagglutinin, und stellt ihm die Substanz gegenüber, die in den roten Blutkörperchen wirksam ist und dort agglutinable Wirkung hat. Landsteiners Experimente und in der Fortsetzung auch die Arbeiten seiner Schüler führten zur Annahme von zwei solchen agglutinablen Substanzen, die als A und B bezeichnet werden, sowie von zwei Agglutininen, die man gemäß ihrer Wirkung als Anti-A (α) und Anti-B (β) symbolisierte. Je nach dem Auftreten des agglutinablen Komplexes und dem Vorkommen bezwecks Fehlen der Agglutinine wurde die Einteilung in die schon erwähnten vier Blutgruppen getroffen. Man unterscheidet demnach die Gruppe 0 mit keiner agglutinablen Substanz der roten Blutkörperchen, während sie im Serum beide Agglutinine, Anti-A und Anti-B aufweist; die Blutgruppe A, mit der agglutinablen Substanz A und dem Agglutinin Anti-B im Serum; die Gruppe B mit der agglutinablen Substanz B und Anti-A im Serum; sowie schließlich die Gruppe AB, deren Blutkörperchen sowohl die agglutinable Substanz A als auch B aufweisen, während im Serum die Agglutinine fehlen. Es muß hier ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß diese Blutgruppeneinteilung (Abb. 3) einzig und allein durch das chemo-physikalische Verhalten gegeben wird und es daher vollständig unmöglich ist, durch noch so genaue mikroskopische Untersuchung die Zugehörigkeit zu einer der Gruppen bestimmen zu können.

Bringt man z. B. Blut eines Menschen der Gruppe A mit solchem eines der Gruppe B zur Vermischung, so bewirkt das Agglutinin Anti-A aus dem Serum der letzteren eine Zusammenballung der Blutkörperchen. Das vorstehende Schema zeigt die Ergebnisse bei Mischungen der Blutgruppen untereinander.

Die Kenntnis dieser Blutgruppen ist eine not-

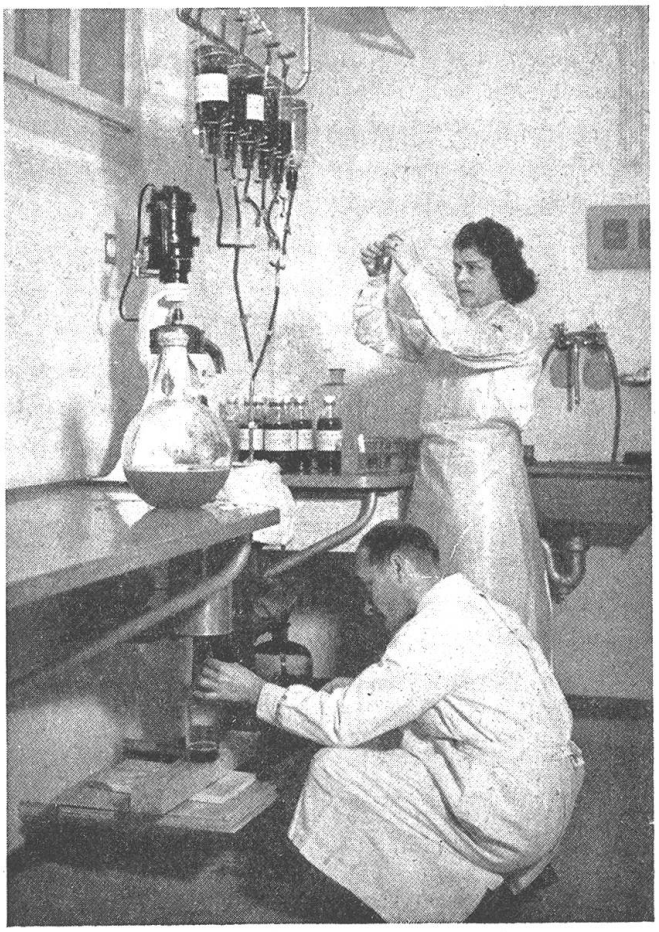


Abb. 6. Das entnommene Blut wird sofort zentrifugiert, wobei die roten und weißen Blutkörperchen von dem eigentlichen Blutplasma getrennt werden

wendige Voraussetzung zur Durchführung einer Bluttransfusion, da nur gruppengleiches Blut übertragen werden darf. In der Praxis wird aber auch gruppenungleiches Blut übertragen, natürlicherweise nicht Blut einer beliebigen Gruppe, sondern die Wahl derselben erfolgt nach dem Gesichtspunkt, daß die Agglutinine des Spenders im Blut des Empfängers bis zur Unwirksamkeit verdünnt werden, während die Spenderblutkörperchen von den Agglutininen des Empfängers zusammengeballt werden würden.

Die beigegebene Skizze (Abb. 4) läßt dies deutlicher hervortreten. Aus ihr ist ersichtlich, daß ein Spender der Gruppe 0 Vertretern aller Blutgruppen notfalls Blut spenden kann, weswegen diese Gruppe auch als Universalspender bezeichnet wird, während sowohl ein Spender der Gruppe A als auch einer der Gruppe B einem AB-Empfänger Blut spenden kann. Bevor die näheren Details der Bluttransfusion zur Sprache kommen, muß darauf verwiesen werden, daß über ihre Bedeutung bei der Blutübertragung hinaus die Blutgruppen auch noch auf anderen Gebieten eine Rolle spielen. Jeder Laie weiß ja heute schon, daß sich die Gerichtsmedizin ihrer beim Vaterschaftsnachweis bedient, welchem Verfahren die Tatsache zugrunde liegt, daß sich die Blutgruppen nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten vererben. Solange die besprochenen Gruppen allein bekannt waren, ergaben sich gerade auf diesem Gebiet Grenzfälle, die allein auf dem Weg der Blutgruppenbestimmung nicht eindeutig geklärt werden konnten. Hier bedeutete die Entdeckung weiterer Blutfaktoren einen großen Fortschritt. Es gelang nämlich, in den Blutkörperchen agglutinable Eigenschaften festzustellen, die nicht durch die bisher bekanntgewordenen Isoagglutinine nachweisbar waren, sondern nur auf sogenannte Heteroagglutinine ansprachen. Letztere stammen aus dem Blut von Tieren, welchen in der Vorbehandlung Blut verschiedener Menschen injiziert wurde. Diese neu gefundenen agglutinablen Eigenschaften hat man als M, N und P bezeichnet. Da auch sie den Gesetzmäßigkeiten der Vererbung unterliegen, bedient sich auch ihrer in vielen Fällen die Gerichtsmedizin. Als Ergänzung sei noch der sogenannte Rh-Faktor erwähnt, der in neuerer Zeit viel genannt wurde. Er wird mit Hilfe von Blut des Rhesusaffen bestimmt, dem vorher Menschenblut zugeführt wurde. Aus jüngster Vergangenheit stammen die Angaben über neue Blutkörpercheneigenschaften, die als Le, X, S beschrieben worden sind.

Das vornehmste Anwendungsgebiet der Blutgruppenforschung ist aber doch in der Bluttransfusion gelegen. Seitdem ihr vor nunmehr 50 Jahren durch Landsteiners Entdeckung große Sicherheit gegeben war, wurde die Bluttransfusion in immer steigendem Maße im Spitalsbetrieb als therapeutische Maßnahme herangezogen. Der damit parallel immer mehr zunehmende Spenderbedarf machte in fast allen Ländern die Schaffung eigener Organisationen notwendig, die durch Aufklärung und sonstige Mittel ein ständiges Spenderkontingent zu sichern hatten. Während schon zu Beginn der „Transfusionsepoche" in Amerika z. B. jedem Spender ein bestimmter Betrag für eine gewisse Blutmenge bezahlt wurde, erfolgte auf dem Kontinent zunächst die Spendeanerkennung auf charitativer Basis. Heute wird in fast allen Kulturstaaten der Erde für eine Blutspende ein fixes Entgelt aus öffentlichen Mitteln bezahlt.

Man unterscheidet zwei Transfusionsverfahren, ein direktes und ein indirektes und zwar spricht man von ersterem dann, wenn unbehandeltes, lebendwarmes Blut von Mensch

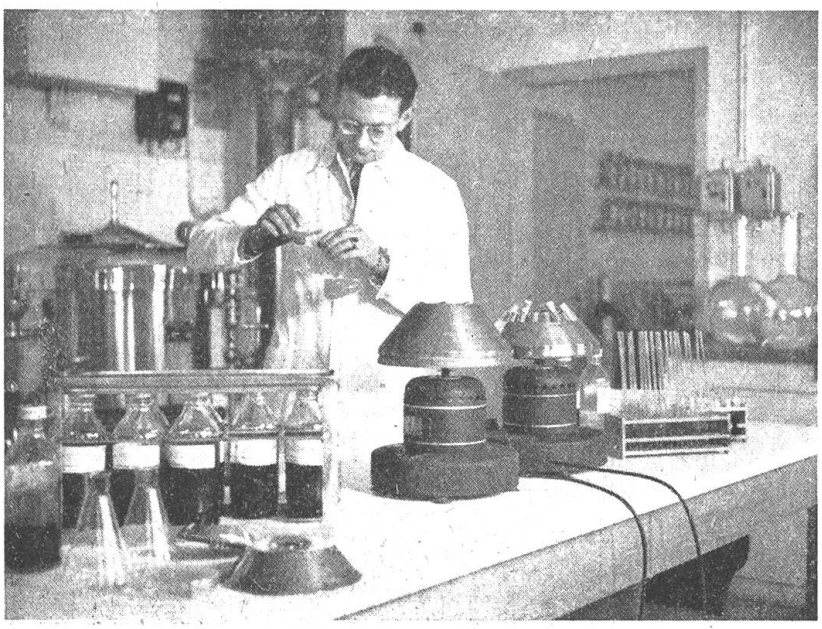


Abb. 7. Zur Herstellung von Testseren wird dem gelblichen Blutserum ein Desinfektonsmittel beigefügt und dann wird es keimfrei filtriert. Nach einer Lagerung von drei Wochen im Eisschrank muß es noch die gewünschten Eigenschaften zeigen, um zum Gebrauch genommen werden zu können.

Abb. 8. Speicherraum für Blutkonserven

(Photos vom Verfasser [2] und vom Schweizerischen Roten Kreuz [4])

Mensch direkt übergeleitet wird. Die Vornahme dieser Blutübertragung hat im Laufe der Zeit ständige Verbesserungen erfahren, und während ursprünglich eine Transfusion einer kleinen Operation gleichkam, die für Spender und Empfänger gleich unangenehm war, bedient man sich heute diesbezüglich einer Technik, welche an beide kaum mehr Anforderungen stellt als das Ertragen eines Nadelstiches. Man geht heute so vor, daß man eine etwas stärkere Injektionskanüle in die oberflächliche Armvene sowohl des Spenders als auch des Empfängers einführt und beide Blutkreisläufe mit Hilfe eines Schlauchsystems und einer mit einem Ventil versehenen Pumpe verbindet. Diese Vorrichtung muß dafür sorgen, daß das Blut während der Überleitung auf keinen Fall gerinnen darf und daß ferner keine Luftbläschen in den Kreislauf des Empfängers gelangen dürfen, da sonst schwere Komplikationen eintreten könnten. Die übergeleitete Blutmenge kann an einem Meßinstrument abgelesen werden und beträgt pro Spender ungefähr 500 bis 700 cm³.

Schon die Erfahrungen des ersten Weltkrieges ließen das Bedürfnis wach werden, Blutübertragungen auch in Situationen vornehmen zu können, welche die Maßnahmen zu einer direkten Transfusion nicht erlaubten. Am Behelfsverbandsplatz der Kampflinie etwa war es kaum möglich, so rasch Spender der entsprechenden Blutgruppe zu organisieren, und wenn schon dies gelang, so war doch auf solchem Posten kaum die notwendige Ruhe und Asepsis sowie das entsprechende Hilfspersonal vorhanden. Schon 1914 bis 1918 griff man daher auf Seite der Entente zu der indirekten Transfusion, bei der sogenanntes „Zitratblut" in „Blutkonserven" verwendet wurde. Im Spitalsbetrieb des Hinterlandes nahm man zu diesem Zweck Spendern Blut ab und machte es durch Zusatz eines Salzes der Zitronensäure (Acidum citricum) ungerinnbar. Diese Blutkonserven, die freilich nur beschränkte Zeit haltbar waren, enthielten Blutkörperchen und Plasma und wurden den verschiedenen Frontlazaretten zugestellt, wo sie der Arzt nur zu öffnen und ihren Inhalt ohne umständliche Apparate in die Vene des Empfängers einzuführen brauchte. Als man erkannt hatte, daß es bei Blutverlusten weniger auf den Ersatz der Blutkörperchen, als vielmehr auf den der Blutmenge, des Plasmas ankam und bei Transfusionen zunächst der rasch gesunkene Blutdruck annähernd wieder hergestellt werden müsse, da entwickelte man die Plasmakonserve, welche nur das Plasma von zentrifugiertem Zitratblut enthält und infolge des Fehlens der sich zersetzenden Blutkörperchen auf viel längere Zeit als die Vollblutkonserve haltbar war und auch noch andere Erleichterungen mit sich brachte. In neuerer Zeit hat man in der Bluttrockenkonserve das Idealmittel zum Blutersatz gefunden. Trockenkonserven werden dadurch gewonnen, daß mit Natriumzitrat versetztes Spenderblut in Zentrifugen kommt, welche die Trennung von Plasma und Blutkörperchen bewirken. Die Plasmaportionen der Spender verschiedener Gruppen werden dabei vermischt und auf diese Art die Agglutinine derselben durch die zunächst dreifache Verdünnung unwirksam gemacht. Solches Plasma kann demzufolge ohne Berücksichtigung der Blutgruppe des Empfängers infundiert werden. Das Mischplasma wird dann im Vakuum auf —20 bis 25° abgekühlt, wobei es gefriert und verdampft und schließlich in Form eines grobkörnigen gelben Pulvers anfällt. Dieses Trockenplasma wird aseptisch verpackt und kommt in Packungen, welche auch gleich die Flüssigkeit enthalten, mit der der Arzt das Trockenplasma vor der Infusion aufzulösen hat. Dadurch, daß die Trockenkonserven nahezu unbeschränkt haltbar sind und überdies keinerlei Pflege bedürfen sowie durch die einfache Art ihrer Einbringung in den Kreislauf des Kranken, hat man die Arbeit, die eine Bluttransfusion erfordert, auf ein Minimum herabgesetzt.

Zur Gewinnung der erforderlichen großen Mengen von Spenderblut ist man darangegangen, in größeren Städten sogenannte „Blutbanken" zu errichten, in denen durch

Spezialeinrichtungen und ein geschultes Personal für die einwandfreie Abnahme und Verwertung des Blutes gesorgt ist (Abb. 5). Die Spender, die sich hier melden, werden zunächst von Fachärzten auf Krankheiten untersucht, welche durch das Blut übertragen werden könnten. Nicht unerwähnt darf bleiben, daß die Einrichtung einer derartigen Blutbank, wie ja die indirekte Transfusion überhaupt, den nicht zu unterschätzenden Vorteil für sich hat, Blutspende und -empfang vollkommen unpersönlich zu vermitteln und demzufolge Hemmungen, die bei Spender und Empfänger einer direkten Transfusion auftreten können, vermeidet. Der Spenderaum — das Zentrum der Blutbank — ist meist vollkommen aseptisch gegen die Umwelt abgeschlossen und darf vom Personal nur nach entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen betreten werden. Arzt und Spender sehen sich nur durch Glasfenster, und die Blutabnahme erfolgt dermaßen, daß der vorbereitete, desinfizierte Arm des Spenders durch eine Öffnung in den Abnahmeraum gestreckt wird. Während der Abnahme sitzt der Spender in bequemen Fauteuils und kann sich durch Lesen oder Unterhaltung die Zeit vertreiben. Von dieser Zentralstelle aus wird das in der geschilderten Weise behandelte Blut — als Trockenkonserve, Plasma- oder Vollblutkonserve — an die verschiedenen Verbrauchsstationen weitergeleitet oder in besonders eingerichteten Räumen gespeichert (Abb. 8). Nach Berichten zu schließen, soll sich ein neues, synthetisch hergestelltes Präparat, das Periston, als Blutersatzmittel ausgezeichnet bewährt haben. Das könnte in Zukunft die Blutspende und die damit verbundenen Einrichtungen in einem Teil der Fälle überflüssig machen, wenn künstliche Mittel denselben Zweck erfüllen.

Erwähnenswert ist auch noch ein Verfahren, das erst vor kurzem an einer Wiener Universitätsklinik ausgearbeitet wurde und den Zweck hat, bei Menschen, die an bestimmten akuten Blutkrankheiten leiden, einen totalen Blutersatz durchzuführen. Dabei wird in einem Arm Blut von wechselnden Spendern eingeführt, während aus dem anderen das Eigenblut des Patienten abgeleitet wird. Bei einzelnen Fällen wurden auf diese Weise bis zu 7 Liter umgesetzt, und erst kürzlich ist durch die Presse die Mitteilung gegangen, daß ein italienischer Arzt in einer 32 Stunden dauernden Transfusion 9 Liter Blut überführte. Die steile Kurve, die von der Entdeckung der Blutgruppen bis zur Bluttrockenkonserve und zum künstlichen Blutersatz führt, ist ein getreuliches Spiegelbild des pausenlosen ärztlichen Bemühens um Wissen und Fortschritt der Heilkunst. Zehntausende von Menschen verdanken ihm bis jetzt allein auf dem Gebiete der Blutübertragung ihr Leben.

Messung von Ozeanströmungen

DK 551.465.018.

Auf Grund der technischen Fortschritte der letzten 10 Jahre hat ein amerikanischer Wissenschaftler ein Gerät entwickelt, mit dem die Geschwindigkeit von Meeresströmungen gemessen werden kann. Es führt die Bezeichnung „Geomagnetischer Elektrokinetograph" und verwendet das Erdmagnetfeld als Grundlage der Messungen. Die Arbeit mit diesem Instrument ist rascher und genauer als die herkömmlichen Meßverfahren, bei denen der Meeresboden als Bezugs- und Orientierungsbasis verwendet wird.

Das neue Meßverfahren beruht auf dem Prinzip, daß eine elektrische Spannung in einem leitenden Medium entsteht, wenn es sich durch ein magnetisches Feld bewegt. Das Ozeanwasser ist ein solches Medium und da es sich in Strömungen durch das magnetische Feld der Erde bewegt, wird in ihm eine Spannung induziert. Aus praktischen Schwierigkeiten war es aber bisher nicht gelungen, die Stärke des elektrischen Feldes zu messen, aus der man dann die Geschwindigkeit der Meeresströmung hätte bestimmen können.

Der geomagnetische Elektrokinetograph arbeitet von Bord eines Schiffes aus. Er „erfühlt" das elektrische Feld im Ozean zwischen zwei Detektor-Elektroden, die an einem langen Leitungskabel hinter dem Schiff nachgezogen werden. Die von den Elektroden gelieferten Signale werden auf dem Schiff registriert, wobei sich aus den Resultaten die Strömungsrichtung senkrecht zum Schiff ermitteln läßt.

Um einwandfreie Daten über Richtung und Geschwindigkeit der Gesamtströmung zu erhalten, werden die Ablesungen in zwei Fahrtkursen im rechten Winkel zueinander durchgeführt. Die auf diese Weise ermittelten Geschwindigkeitskomponenten lassen sich nun derart kombinieren, daß die Strömungsgeschwindigkeit eindeutig hervorgeht.