

## Bau und Funktionen der Blutbestandteile

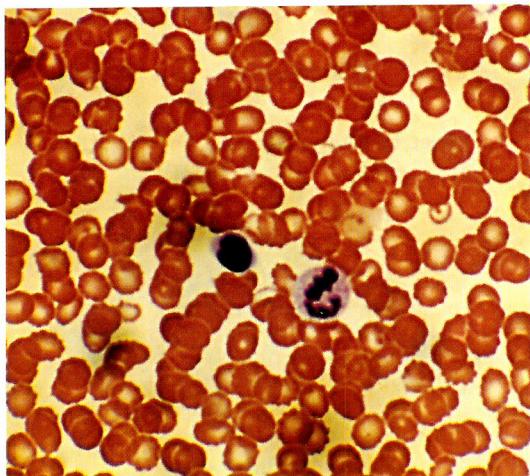
Durch den Körper eines erwachsenen Menschen fließen etwa 5 bis 6 Liter Blut. Wissenschaftler bezeichnen Blut als flüssiges Organ. Mithilfe eines Mikroskops kannst du einige Bestandteile des Blutes erkunden.

Betrachtest du beispielsweise mithilfe des Mikroskops einen Blutausstrich (Abb. 1), siehst du in einer klaren Flüssigkeit zahlreiche rötliche scheibenförmige Gebilde und vereinzelt größere farblose und unterschiedlich geformte Gebilde schwimmen.

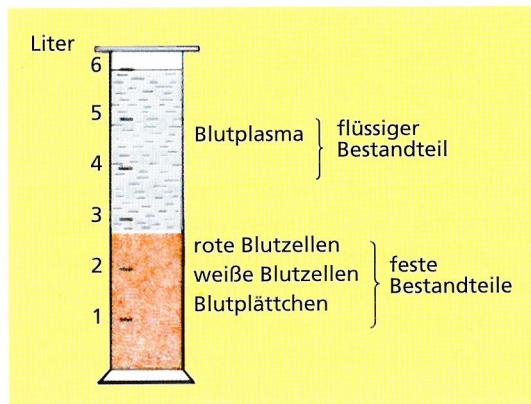
Das Blut besteht nämlich aus einem flüssigen Bestandteil, dem **Blutplasma**, und festen **Bestandteilen**.

Zu den festen Bestandteilen gehören die *roten Blutzellen*, die *weißen Blutzellen* und die *Blutplättchen* (Abb. 2, 3).

Durch ein **einfaches Experiment** kann man die Bestandteile des Blutes erkunden. Man holt beispielsweise frisches Blut vom Schlachthof, gibt es in einen Messzylinder, setzt ein Salz zur Verhinderung der Gerinnung hinzu und lässt das Blut stehen.



1 Im Blutausstrich sind die verschiedenen Blutzellen des Menschen zu erkennen.

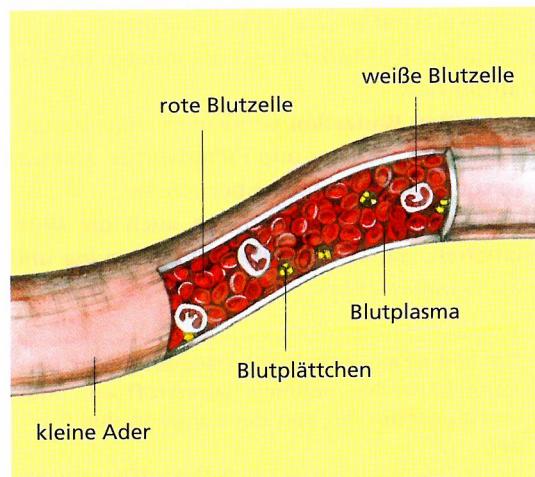


### 2 Blutsenkung – Anteil der Bestandteile

Nach einiger Zeit setzt sich ein dunkelroter Niederschlag ab, darüber steht eine helle, trübe Flüssigkeit (Abb. 2). Dieser Vorgang wird **Blutsenkung** genannt

Betrachtest du mikroskopisch den Niederschlag, so findest du *rote Blutzellen*, *weiße Blutzellen* und *Blutplättchen*. Der Niederschlag wird also von den festen Bestandteilen gebildet. Er umfasst etwa 45 % des Blutes (Abb. 2).

Die helle Flüssigkeit, die ca. 55 % des Blutes ausmacht, ist das **Blutplasma**. Es besteht etwa zu 90 % aus Wasser (Blutserum), in dem ca. 10 % ge-



3 Die Bestandteile des Blutes in einer Ader haben unterschiedliche Aufgaben.

löste Stoffe, z.B. Eiweiße, Traubenzucker, Harnstoff, Kochsalz, enthalten sind.

Im Blutplasma wird beispielsweise – im Gegenzug zum Sauerstoff – der größte Teil des im Körper entstehenden *Kohlenstoffdioxids* zur Lunge transportiert und über die Lungenbläschen ausgeschieden. Die bei der Verdauung der Kohlenhydrate und Eiweiße entstandenen *Nährstoffbausteine* (Traubenzucker und Aminosäuren) gelangen durch die Darmwand ins Blut. Sie werden im Blutplasma zu allen Zellen des Körpers gebracht, von denen sie als Aufbaustoff und Energielieferant genutzt werden. Im Gegenzug dazu werden die in den Zellen entstehenden *Stoffwechselendprodukte*, z.B. Kohlenstoffdioxid, Harnstoff, im Blutplasma zu den Ausscheidungsorganen, wie Lunge, Nieren und Haut (s.S. 59, 70, 76), gebracht und ausgeschieden.

Das Blutplasma transportiert auch *Mineralstoffe* und *Vitamine* vom Darm sowie Botenstoffe, *Hormone* genannt, die von Hormondrüsen (s.S. 141) gebildet werden, in den Körper.

Die **roten Blutzellen** enthalten den roten Blutfarbstoff *Hämoglobin*. In der Lunge gelangt der *Sauerstoff* aus den Lungenbläschen ins Blut. Der Blutfarbstoff Hämoglobin bindet den Sauerstoff. Mit den roten Blutzellen wird der lebensnotwendige Sauerstoff in alle Teile des Körpers, z.B. zu den Zellen der Muskeln und der inneren Organe, transportiert.

Die **weißen Blutzellen** vernichten eingedrungene Krankheitserreger und Fremdkörper und tragen zur Antikörperbildung bei (s.S. 49).

Eine wesentliche Rolle spielen auch die **Blutplättchen**, nämlich bei der *Blutgerinnung* und dem *Wundverschluss*.

**Das Blut ist ein vielseitiges Transportmittel. Die roten Blutzellen nehmen Sauerstoff auf und transportieren ihn von der Lunge in den Körper.**

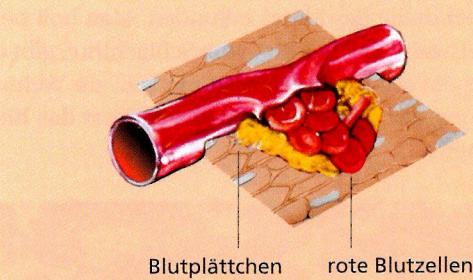
**Im Blutplasma werden z.B. Nährstoffbausteine vom Darm in den Körper und Kohlenstoffdioxid aus dem Körper zur Lunge gebracht.**

### Blutgerinnung und Wundverschluss

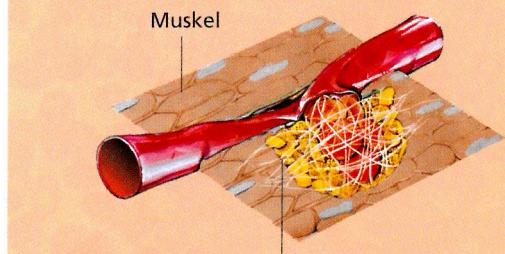
Wird ein Blutgefäß verletzt (Abb. 1), sind die **Blutplättchen** zur Stelle und bewirken eine Verengung des Blutgefäßes, damit langsamer Blut austritt. Die Blutplättchen bilden einen Ppropfen und verschließen das Gefäß.

Bei größeren Verletzungen setzen die Blutplättchen einen Stoff frei, einen Gerinnungsfaktor, der die Bildung von *Fibrin* bewirkt. Fibrin ist nicht löslich, besteht aus sehr langen, dünnen Fäden, die sich zu einem feinen Netz verdichten. In diesem *Fibrinnetz* verfangen sich Blutplättchen und Blutzellen. Die Blutplättchen geben einen Stoff ab, der das Fibrinnetz festigt. Auf diese Weise entsteht ein Gerinnsel, das die Wunde verschließt. Dieser Vorgang heißt **Blutgerinnung** (Abb. 2).

Das Blutgerinnsel trocknet zu einer Kruste. Diese Kruste verhindert als **Wundschorf** das Eindringen verschiedener Fremdkörper, z.B. Bakterien und Schadstoffe.



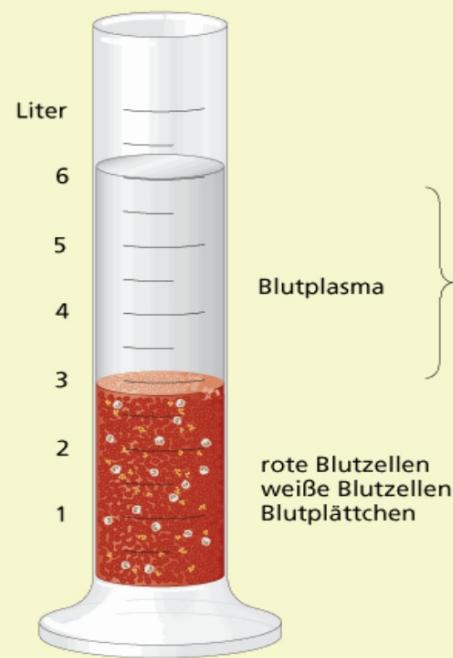
1 Verletztes Blutgefäß



2 Blutgerinnung

### 1.2.2. Bestandteile des Blutes und deren Funktion

**BLUT** ist lebensnotwendig. Es transportiert Atemgase, Nährstoffe, Stoffwechselprodukte, Bestandteile zur Abwehr von Krankheitserregern sowie Botenstoffe(Hormone) zur Körperregulation. Außerdem ist es wichtig für die Wärmeverteilung im Körper.

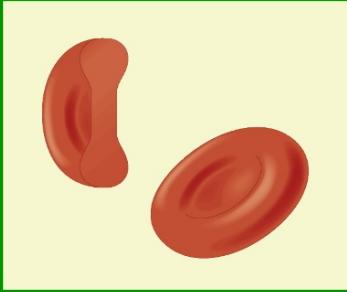


flüssiger Bestandteil  
(ca. 55%)

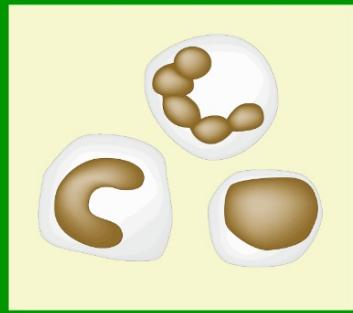
10% gelöste Stoffe:  $\text{CO}_2$ , Eiweiße, Salze, Glukose, Harnstoff, Vitamine, Hormone

90% Wasser

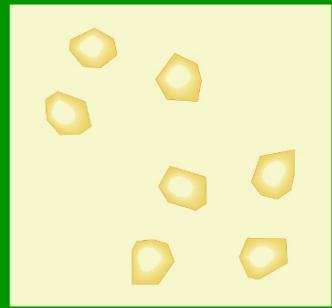
feste Bestandteile  
(ca. 45%)



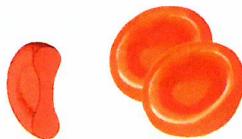
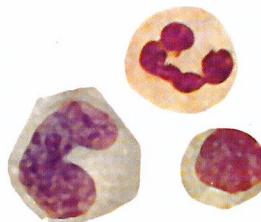
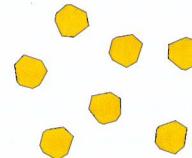
1ml Blut enthält ca. 4,5 bis 5 Millionen **rote Blutzellen**.  
**Aufgabe:** Transport von Sauerstoff ohne Zellkern  
Lebensdauer ca. 120 Tage



1ml Blut enthält ca. 5000 bis 9000 weiße Blutzellen.  
**Aufgabe:** Vernichtung eingedrungener Krankheitserreger und Fremdkörper, Antikörperbildung mit Zellkern  
Lebensdauer ca. 10 Tage



1ml Blut enthält ca. 250000 Blutplättchen.  
**Aufgabe:** Gerinnung des Blutes und Wundverschluss ohne Zellkern  
Lebensdauer ca. 4-10 Tage

rote Blutzellen  
(Erythrozyten)weiße Blutzellen  
(Leukozyten)Blutplättchen  
(Thrombozyten)

Sie sind kernlos und außen umgrenzt durch eine Zellmembran. Sie enthalten den roten Farbstoff Hämoglobin. Sie sind kreisrund, scheibenförmig und auf beiden Seiten in der Mitte eingedellt (7  $\mu\text{m}$  bis 8  $\mu\text{m}$  Durchmesser). Ihr **Bildungsort** ist das rote Knochenmark, z.B. in den Wirbeln, im Brustbein. Da sie nur eine **Lebensdauer** von etwa 120 Tagen haben, müssen sie laufend neu gebildet werden. 1  $\text{mm}^3$  Blut enthält ca. 4,5 bis 5 Mio. rote Blutzellen.  
**Aufgabe:**  
Transport von Sauerstoff

Sie besitzen einen Kern und bewegen sich amöboid vorwärts. Sie können ihre Form laufend ändern (bis 0,02 mm Durchmesser). Ihr **Bildungsort** ist das Knochenmark. Ihre **Lebensdauer** beträgt etwa 10 Tage. 1  $\text{mm}^3$  Blut enthält ca. 5 000 bis 9 000 weiße Blutzellen.  
**Aufgabe:** Vernichtung eingedrungener Krankheitserreger und Fremdkörper, Antikörperbildung (s. S.49)

Sie sind kernlose, sehr kleine, verschieden geformte Gebilde (0,5  $\mu\text{m}$  bis 2,5  $\mu\text{m}$  Durchmesser). Sie zerfallen sehr leicht an der Luft.  
**Ihr Bildungsort** ist das Knochenmark. Ihre **Lebensdauer** beträgt etwa 4 bis 10 Tage. 1  $\text{mm}^3$  Blut enthält ca. 250 000 Blutplättchen.  
**Aufgabe:** Gerinnung des Blutes und Wundverschluss (s. S.39)

## Blutgruppen und Blutübertragung

Nach Operationen oder großen Blutverlusten wird oftmals eine **Blutübertragung (Bluttransfusion)** notwendig. Wird wahllos das Blut eines Spenders übertragen, kann es passieren, dass sich die roten Blutzellen des Empfängers zusammenballen. Diese Blutpfropfen würden die Blutgefäße verstopfen. Der Empfänger würde sterben. Durch Untersuchungen wurde festgestellt, dass das Blut jedes Menschen bestimmte Stoffe enthält, die unterschiedliche Eigenschaften hervorrufen. Aufgrund des Vorhandenseins oder Fehlens dieser Stoffe wird das Blut den **Blutgruppen A, B, AB oder 0 (Null)** zugeordnet.

Die eine Stoffgruppe bilden Eiweiß-Zucker-Verbindungen. Diese befinden sich auf der Oberfläche (Zellmembran) der roten Blutzellen. Diese

Stoffe werden **Antigene** genannt. Es gibt zwei Antigene, das Antigen A und das Antigen B. Erblich ist festgelegt, ob die roten Blutzellen das Antigen A **oder** B, die Antigene A **und** B oder gar kein Antigen besitzen. Danach wird das Blut in die Blutgruppen A, B, AB oder 0 eingeteilt (Abb. 1, S. 42).

Besitzen die roten Blutzellen das Antigen A, bilden sie die Blutgruppe A; besitzen sie das Antigen B, bilden sie die Blutgruppe B. Befinden sich die Antigene A und B auf den roten Blutzellen, gehört das Blut zur Blutgruppe AB. Sind keine Antigene auf den roten Blutzellen, hat das Blut die Blutgruppe 0 (Null).

Die zweite Stoffgruppe sind Eiweiße. Diese Stoffe werden **Antikörper** genannt. Sie sind im Blutplasma enthalten. Man unterscheidet auch 2 Antikörper, den *A-Antikörper* und den *B-Antikörper*.

Das Blutplasma der Blutgruppe A enthält den B-Antikörper, das Blut der Blutgruppe B den A-Antikörper. Das Blut der Blutgruppe AB hat keine Antikörper. Im Blut der Blutgruppe 0 kommen beide Antikörper (A- und B-Antikörper) vor (Abb. 1).

Die **Verklumpung** des Blutes wird durch diese Antikörper im Blutplasma ausgelöst.

Bei einer **Blutübertragung sollte immer Blut der gleichen Blutgruppe verwendet werden**. Es gibt aber **Notsituationen**, z.B. Konservenmangel bei den seltenen Blutgruppen B und AB, operative Eingriffe oder schwere Unfälle, die blutgruppen-ungleiche Transfusionen notwendig machen. Bei solchem AB0-ungleichen Spenderblut sollten grundsätzlich Konzentrate von roten Blutzellen verwendet werden. Bei diesen Konzentraten sind mit dem Blutplasma auch die Antikörper weitgehend entfernt worden. Bei der Blutübertragung von roten Blutzellenkonzentraten gelten folgende Regeln:

1. 0-rote Blutzellenkonzentrate können auf Empfänger der Blutgruppe 0 und dürfen auf Empfänger der Blutgruppen A, B und AB übertragen werden.
2. A- und B-rote Blutzellenkonzentrate dürfen nur blutgruppengleich und können auf Empfänger der Blutgruppe AB übertragen werden.
3. AB-rote Blutzellenkonzentrate dürfen nur auf Empfänger der Blutgruppe AB übertragen werden.

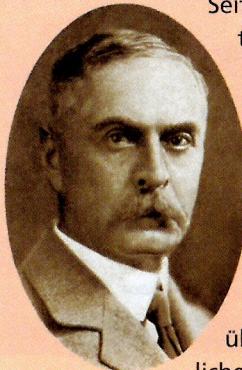
Bei der Transfusion von roten Blutzellenkonzentraten sind die Spender der Blutgruppe 0 **Universalspender**, die Empfänger der Blutgruppe AB **Universalempfänger** (Abb. 1).

Vor einer **Blutübertragung** muss das Blut auf Vorhandensein der Antigene und Antikörper untersucht werden, um eine Verklumpung zu vermeiden. Deshalb wird das Blut der Spender und Empfänger im Labor untersucht und eine **Blutgruppenbestimmung** vorgenommen.

Blutplasma mit Antikörpern der Empfänger mit der Blutgruppe	Konzentrate von roten Blutzellen mit Antigenen als Spenderblut				
	rote Blutzellen der Blutgruppe				
	A haben	B haben	AB haben	0 haben	
A hat Antikörper B	█	●	●	●	●
B hat Antikörper A	█	●	●	●	●
AB hat keine Antikörper	█	●	●	●	●
0 hat Antikörper A und B	█	●	●	●	●

1 Bluttransfusionsschema für das AB0-System bei Verwendung der Konzentrate von roten Blutzellen als Spenderblut (● nicht verklumpt; ● verklumpt)

## Leistungen von KARL LANDSTEINER



Seit mehreren Jahrhunderten haben Wissenschaftler versucht, Menschen durch Blutübertragungen zu helfen. Aber nur wenige waren erfolgreich. Meistens war das Ergebnis der Tod des Patienten. Erst ab 1901 wurde die Blutübertragung eine verlässliche Hilfe für den Arzt.

Der Wiener Arzt **DR. KARL LANDSTEINER** hatte nämlich 1901 die Ursachen für den Nickerfolg der Blutübertragungen gefunden. Durch intensive Untersuchungen stellte er Folgendes fest: Wenn man Blut verschiedener Menschen mischt, dann verklumpen einige Blutmischungen, andere aber nicht. In weiteren Untersuchungen trennte er das Blut verschiedener Testpersonen in die roten Blutzellen und das Blutserum (Blutplasma mit Fibrin). Anschließend vermischt er jeweils das Serum und die roten Blutzellen der verschiedenen Testpersonen untereinander. Wieder traten bei einigen Testpersonen in den Blutmischungen Verklumpungen auf. Bei anderen Testpersonen wurden hingegen die roten Blutzellen von

keinem der Blutseren aller Testpersonen verklumpt. Nach seiner Meinung musste es also drei verschiedene Blutgruppen geben. Er nannte die beiden zur Verklumpung führenden Blutgruppen A und B und die nicht zur Verklumpung führende Blutgruppe C. Diese Blutgruppe wurde erst acht Jahre später als Blutgruppe 0 (Null) bezeichnet.

Im Jahre 1902 wurde die vierte Blutgruppe von LANDSTEINERS Mitarbeitern entdeckt. Später erhielten die vier Blutgruppen die Bezeichnung A, B, 0 (Null) und AB.

Mit der Entdeckung der vier Blutgruppen und der Feststellung von LANDSTEINER, dass im Serum eines Menschen der Antikörper fehlt, der gegen die eigene Blutgruppe gerichtet ist (A hat nicht Antikörper A), wurde die Blutübertragung von Mensch zu Mensch ermöglicht und ihre Gefahr reduziert.

Für seine Entdeckungen der Blutgruppen bekam LANDSTEINER im Jahre 1930 den Nobelpreis. Neben der Erforschung der Blutgruppen gelang es LANDSTEINER herauszufinden, dass an den roten Blutzellen weitere Substanzen vorhanden sind, die bei einer Blutübertragung ebenfalls beachtet werden müssen, z.B. Rh-Faktor (Rhesus-Faktor). Das Blutmerkmal Rh kommt etwa bei 85 % der Mitteleuropäer vor (Rh-positives Blut). Es fehlt bei etwa 15 % (Rh-negatives Blut).



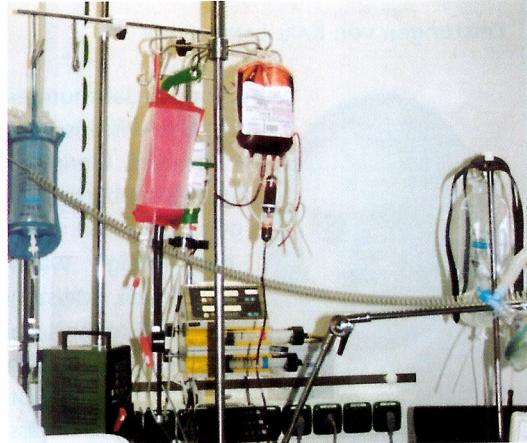
1 KARL LANDSTEINER (1868–1943)



2 Blutübertragung im 17. Jahrhundert



1 Blutkonserven



2 Blutübertragungsapparaturen

Oftmals hängt das Leben von Verunglückten oder Kranken von einer schnellen Blutübertragung (Abb. 2) ab. Deshalb wird u.a. vom Roten Kreuz zu **Blutspenden** (Abb. 3) aufgerufen. Unter medizinischer Aufsicht und Kontrolle können gesunde Menschen Blut spenden.

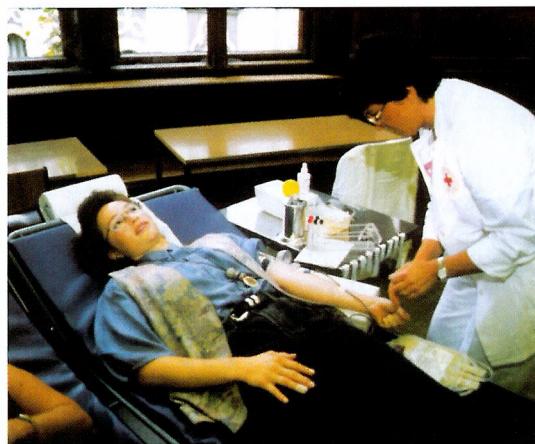
Das gespendete Blut wird gründlich untersucht, u.a. auf HIV (s. a. S. 50) und Gelbsucht. Nur wenn diese Tests ohne Befund bleiben, werden die Blutkonserven (Abb. 1) zur Verwendung freigegeben. Die Blutpräparate werden auf Abruf durch die Krankenhäuser in speziellen Kühlräumen

(Abb. 4) für einen begrenzten Zeitraum aufbewahrt.

Nach dem Vorhandensein oder Fehlen von Stoffen an den roten Blutzellen – Antigene genannt – wird das Blut den Blutgruppen A, B, AB und 0 (Null) zugeordnet.

Im Blutplasma befinden sich ebenfalls Stoffe – Antikörper genannt –, die eine Verklumpung des Blutplasmas auslösen können.

Bei einer Blutübertragung sollte immer Blut der gleichen Blutgruppe verwendet werden.



3 Blutspender sind Lebensretter.



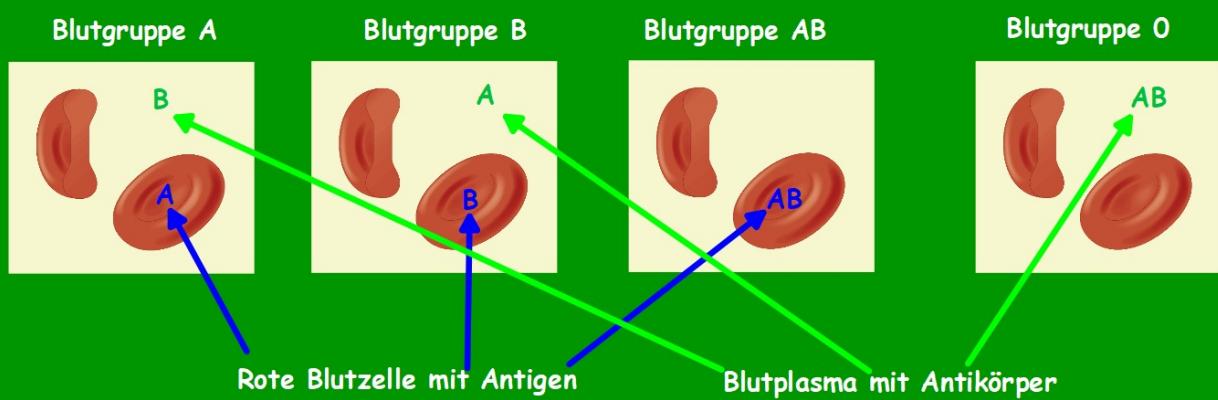
4 Blutkonserven werden im Kührraum aufbewahrt.

### 1.2.3. Blutgruppen

Das Blut der Menschen wird in vier verschiedene Blutgruppen unterteilt:

A      B      AB      0

Da sich im Blutplasma Abwehrstoffe(Antikörper) gegen andere Blutgruppen befinden, darf man bei einer Bluttransfusion nur bestimmte Blutgruppen mischen.



Durch die Antikörper im Blutplasma wird bei einer Vermischung verschiedener Blutgruppen eine Verklumpung des Blutes ausgelöst, wenn z.B. Antikörper A auf Antigene A treffen.

#### **1.2.4. Maßnahmen zur Verhinderung von Erkrankungen der Herz-Kreislauf-Organe**

**Herzinfarkt, Bluthochdruck, Arterienverkalkung  
Schlaganfall, Krampfadern**

**gesunde Ernährung+Lebensweise, Sport, kein Alkohol+Nikotin**