

# Das Blut

## Digitales Lehrmittel



Impressum

Herausgeberin: Blutspende SRK Schweiz AG, 3097 Liebefeld

Pädagogische Bearbeitung: kiknet.ch / kik AG, 5430 Wettingen

Gestaltung / Grafik: kikcom AG, 5430 Wettingen

Bildnachweis: GlaxoSmithKline, fotolia.de, Fotosearch, Michael Stahl, pixabay

Copyright 2020 Blutspende SRK Schweiz

Für weiterführende Informationen zum Thema «Blut» und «Blutstammzellen»: [www.blutspende.ch](http://www.blutspende.ch), [www.das-blut.ch](http://www.das-blut.ch)

# Inhaltsverzeichnis

## DER MYTHOS BLUT

## DAS BLUT – DIGITALES LEHRMITTEL

## BLUTIGES WISSEN – WAS WEISST DU?

### 1. DIE ZUSAMMENSETZUNG DES BLUTES

Blutzellen	7
Blutplasma	7
1.1 Rote Blutkörperchen	8
Aussehen und Eigenschaften der Erythrozyten	8
Hämoglobin	8
1.2 Weiße Blutkörperchen	9
1.3 Blutplättchen	10
Thrombose	10
Arteriosklerose	10
1.4 Blutplasma	11
Albumin, Immunglobuline, Komplementsystem und Lipoproteine	11
Verbrennungen	11

### 2. DIE AUFGABEN DES BLUTES

2.1 Der Stofftransport	12
Die Zellatmung	13
Chemische Reaktion der Zellatmung	13
2.2 Unser Abwehrsystem	14
Impfungen	16
2.3 Der Wundverschluss	17
Krustenbildung	17
Gerinnungskaskade und Bluterkrankheit	18

### 3. DIE BLUTGRUPPEN

3.1 Das AB0-System	19
Merkmale der Blutgruppen	19
Wer passt zu wem?	20
Vererblichkeit	21
3.2 Der Rhesusfaktor	22
Schwangerschaft	22

### 4. DIE BLUTSPENDE

Warum Blut spenden?	23
Ablauf der Blutspende	23
Komplikationen bei der Geburt	24
Die Blutkonservierung und -untersuchung	25
Spendearten	25
Das Komponentensystem	26
Die wichtigsten Komponenten	26
Die Fraktionierung des Plasmas	26

### 5. BLUTSPENDE SRK SCHWEIZ

### MEHR INFORMATIONEN ZUM THEMA BLUT

28

#### Weiterführende Materialien

Ergänzend zum Lehrmittel bestehen weitere Unterrichtsmaterialien und Unterrichtshilfen. Diese können kostenlos von der Plattform [www.das-blut.ch](http://www.das-blut.ch) heruntergeladen werden.

# Der Mythos Blut

Das Blut hat den Menschen seit Jahrtausenden fasziniert. Schon der vorgeschichtliche Mensch wusste, dass ein Tier bald sterben würde, wenn es eine bestimmte Menge Blut verloren hatte. Blut bedeutete also Leben. In manchen Kulturen trank man beispielsweise Tierblut in der Hoffnung, dadurch die Kraft und den Mut eines Löwen zu erhalten. Ja, es wurden sogar Menschen getötet, um mit solchen «Blutopfern» die Götter günstig zu stimmen.

Der Versuch, einem Menschen das Blut eines anderen zu übertragen, wurde bereits im Altertum unternommen. Blut diente damals vor allem als Heil- und Verjüngungsmittel. Reiche Römer tranken das Blut getöteter Gladiatoren, dem sterbenden Papst Innozenz III (13. Jh.) gab der Arzt das Blut von drei jungen Knaben zu trinken. Jedoch ohne Erfolg, alle vier starben.



Erst verschiedene Erkenntnisse, wie die Entdeckung des Blutkreislaufes 1628, ebneten schrittweise den Weg zu erfolgreichen Blutübertragungen. Richard Lower wagte in England, nach einem Test zwischen Hunden, tierisches Blut auf den Menschen zu übertragen. Meist misslangen solche Transfusionen, da Krankheiten auftraten, vor allem aber, weil man das System der verschiedenen Blutgruppenmerkmale noch nicht kannte. Diese Entdeckung gelang erst 1901 dem Österreicher Karl Landsteiner, wofür er 1930 den Nobelpreis für Medizin erhielt. In Gedenken an ihn riefen 2004 vier internationale Organisationen den Weltblutspendetag ins Leben. Seither machen jeweils am 14. Juni, dem Geburtstag von Karl Landsteiner, verschiedene Organisationen wie auch Blutspende SRK Schweiz auf die Bedeutung der Blutspende und das Engagement von Blutspenderinnen und Blutspendern aufmerksam.

Heute sind die Erkenntnisse rund um das Blut natürlich viel weiter fortgeschritten und machen es möglich, dass man Menschen heilen kann. Der «Lebenssaft» ist somit für die Medizin sehr wichtig, vor allem auch deshalb, weil Blut bis heute nicht künstlich hergestellt werden kann. Umso wichtiger ist es, dass Blut zur Verfügung steht, wenn man es dringend benötigt. Dies ist die Hauptaufgabe von Blutspende SRK Schweiz. Diese Organisation setzt sich dafür ein, dass die Bevölkerung erkennt, dass eine Blutspende Leben retten kann.

Das vorliegende Lehrmittel hilft dir, mehr über das Thema Blut zu erfahren:

- Du beschreibst die verschiedenen Aufgaben des Blutes und erkennst, dass das Blut für viele Abläufe in deinem Körper verantwortlich ist.
- Du erklärst die Zusammensetzung des Blutes. Du unterscheidest die verschiedenen Teile im Blut nach deren Aufgabe.
- Du stellst eine Blutspende korrekt dar.
- Du stellst den Weg des Blutes vom Spender zum Empfänger korrekt dar.



# Das Blut – Digitales Lehrmittel

Du hast ein Lehrmittel in den Händen, das dir hilft, deinen Lebenssaft – dein Blut – besser kennen zu lernen. Das Lehrmittel ist so aufgebaut, dass du je nach Schulstufe mehr oder weniger Informationen erarbeiten kannst. Es sind drei verschiedene Stufen vorhanden:



**Stufe «weiss»:** Diese Informationen sind für alle Schülerinnen und Schüler wichtig und geben dir die nötigen Basisinformationen.



**Stufe «hellgrau»:** Diese Hinweise ermöglichen dir einen tieferen Einblick in das Thema. Bist du mit den «weissen» Texten schnell durch, so kannst du hier weitere spannende Facts erarbeiten.



**Stufe «dunkelgrau»:** Jetzt wird's knifflig! Diese Texte gehen schon ziemlich weit und zeigen dir ganz spezielle Eigenheiten des Blutes auf. Toll, wenn du dich mit diesen Inhalten auseinandersetzen kannst!

Bist du nicht ganz sicher, ob du alles korrekt verstanden hast?

**Die Sprechblasen (rot / grau)** beinhalten Fragen oder Hinweise, die sich auf den jeweiligen Textblock beziehen. Diese können als Einzel-, Gruppen- oder Hausarbeit eingesetzt werden.

**Wie viele Prozepte des Körpergewichtes macht das Blut aus?**

- a) 12%
- b) 5%
- c) 8%

**Wie viele Erythrozyten kannst du auf einer Länge von 1 Meter aneinander reihen?**

Information Stufe 1 «weiss»

Information Stufe 2 «hellgrau»

The screenshot shows two pages of the digital learning material. Page 8 (left) is titled 'Zusammensetzung des Blutes' and contains information about red blood cells (Erythrozyten) and hemoglobin. It includes a diagram of a red blood cell and a question box asking 'Wie viele Erythrozyten kannst du auf einer Länge von 1 Meter aneinander reihen?'. Page 9 (right) is also titled 'Zusammensetzung des Blutes' and contains information about white blood cells (Leukozyten), specifically granulocytes and monocytes. It includes a diagram of a granulocyte and a question box asking 'Wie viele Prozepte des Körpergewichtes macht das Blut aus?'. The text on page 9 also includes a question box asking 'Stell dir eine Waage vor! Wie viele Leukozyten wiegen auf einer Waage 1 Milligramm?'. The question boxes are labeled as 'Fragekästchen'.

Fragekästchen

Information Stufe 3 «dunkelgrau»

Möchtest du weitere Informationen zum Thema Blut? Auf unserer Website [www.das-blut.ch](http://www.das-blut.ch) findest du neben verschiedenen Arbeitsblättern auch Filme und Bilder sowie viele weitere Hinweise. Viel Spass beim Schmökern!

# Blutiges Wissen – was weisst du?

Eindrücklich: In unserem Körper fließen 70 bis 80 ml Blut pro Kilogramm Körpergewicht, und wir wissen eigentlich gar nicht so viel über den lebenswichtigen Saft in unseren Adern. Mit Hilfe dieses Lehrmittels erhältst du viele Informationen. Vielleicht weisst du bereits einiges?

Versuche die folgenden Fragen zu beantworten. Wenn du gewisse Fragen nicht beantworten kannst, so schau nach der Lektüre des Lehrmittels nochmals nach – jetzt sollten die Fragen kein Problem mehr darstellen!

**Wo werden die Blutzellen gebildet?**

- a) Im Blut selber
- b) Im Hirn
- c) Im Knochenmark

**Wie viele Prozente des Körpergewichtes macht das Blut aus?**

- a) 12%
- b) 5%
- c) 8%

**Mit welchen Buchstaben und Zahlen werden die Blutgruppen bezeichnet?**

- a) ABO
- b) A12
- c) EKG10

**Damit man Blut spenden kann, muss man mindestens ...**

- a) ... 20 Jahre alt sein und mind. 60 kg wiegen
- b) ... 18 Jahre alt sein und mind. 50 kg wiegen
- c) ... 16 Jahre alt sein und max. 110 kg wiegen

**Welche der folgenden Begriffe bezeichnet einen Blutbestandteil?**

- a) Lymphozyten
- b) Xenoythen
- c) Pharmozyten

**Wie nennt man den roten Farbstoff des Blutes?**

- a) Hämoglobin
- b) Rossobilon
- c) RL-Faktor (Red Liquid)

**Wie viele Milliliter Blut werden bei einer Blutspende dem Spender abgenommen?**

- a) 120 ml
- b) 650 ml
- c) 450 ml

**Wenn sich bei einer Wunde eine Kruste bildet, so nennt man dies auch:**

- a) das Blut «agglutiniert»
- b) das Blut «gerinnt»
- c) das Blut «fibriert»

**Welche Blutkörperchen sind vor allem für die Abwehrreaktion des Körpers verantwortlich?**

- a) Weisse Blutkörperchen
- b) Blutplättchen
- c) Rote Blutkörperchen

**Das Blut ist ein «Transport-Organ»! Welches ist das wohl wichtigste Element, das durch das Blut transportiert wird?**

- a) Sauerstoff
- b) Vitamine
- c) Abfallstoffe

**Welches ist der Hauptbestandteil des Blutes?**

- a) Wasser
- b) Roter Farbstoff
- c) Urin

**Wie viele rote Blutkörperchen werden pro Minute im Körper hergestellt?**

- a) Ca. 180 000
- b) Ca. 1.8 Mio.
- c) Ca. 180 Mio.

Bist du nicht sicher, ob du alle Fragen korrekt beantwortet hast? Überprüfe deine Antworten, nachdem du das Lehrmittel durchgearbeitet hast!

# 1. Die Zusammensetzung des Blutes

## Lernziele

- Du zählst die verschiedenen Blutbestandteile korrekt auf und kannst erklären, welche Funktionen diese Bestandteile im Körper übernehmen.
- Du erklärst den Grund für zwei Krankheiten, die direkt mit dem Blut oder den Blutgefäßen zu tun haben.

**Wodurch wird das Blut durch unseren Körper bewegt?**

Das Blut ist nicht einfach eine Flüssigkeit, sondern setzt sich aus mehreren Bestandteilen zusammen. Lässt man eine kleine Menge Blut über längere Zeit ruhig in einem Reagenzglas bei niedriger Temperatur stehen, so beginnen sich die einzelnen Bestandteile voneinander zu trennen:

### Blutzellen

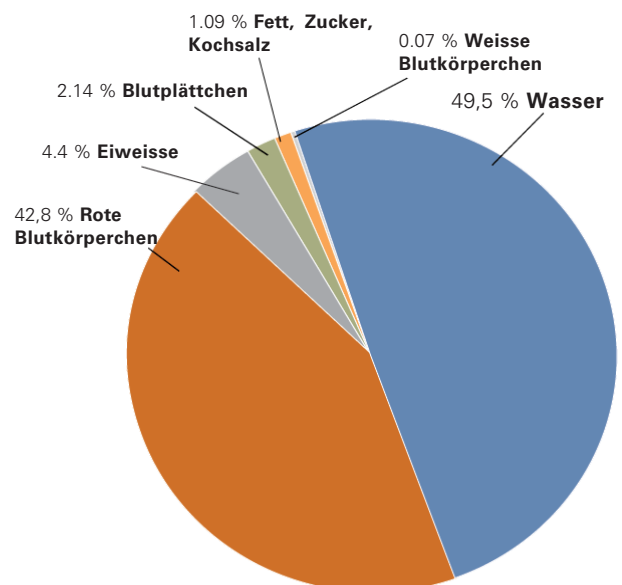
- Rote Blutkörperchen (Erythrozyten)
- Weiße Blutkörperchen (Leukozyten)
- Blutplättchen (Thrombozyten)

### Blutplasma

Am Gefässboden sammelt sich eine rote, undurchsichtige Masse aus Blutzellen. Darüber bleibt eine leicht getrübbte, gelbliche Flüssigkeit stehen, hierbei handelt es sich um das Blutplasma. Dazwischen liegt die dünne Schicht aus den weissen Blutkörperchen und Blutplättchen.

Die Blutzellen bilden sich nicht im Blut, sondern im Knochenmark: bei Erwachsenen in den platten Knochen (Brustbein und Beckenrand), bei Kindern auch in den Langknochen (z.B.: Unterschenkel). Pro Minute werden ca. 180 Millionen rote Blutkörperchen produziert. Sobald sie ausgereift sind, gelangen die Zellen ins Blut, um dort ihre Aufgaben zu erfüllen.

### Blutzusammensetzung anteilig

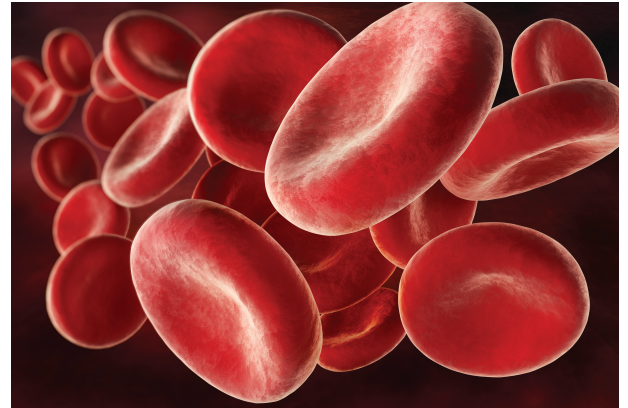


**Video zum Blut und seiner Zusammensetzung:**

### 1.1 Rote Blutkörperchen

Rote Blutkörperchen werden **Erythrozyten** genannt. Dieser Fachbegriff stammt aus dem Griechischen und wird gebildet aus den Wortteilen «erythros» (rot) und «zytos» (Zelle).

In 1 mm<sup>3</sup> Blut sind etwa 5 Millionen Erythrozyten enthalten. Die Erythrozyten stehen dem Organismus etwa 100 bis 120 Tage zum Sauerstofftransport zur Verfügung. Anschliessend werden die alten Erythrozyten in der Milz aus dem Blutstrom ausgesondert, abgebaut und die Bausteine zum grossen Teil wiederverwendet.



**Weisst du, wo sich die Milz befindet?**

#### Aussehen und Eigenschaften der Erythrozyten

Erythrozyten sind scheibenförmige Gebilde (ihre Form ähnelt einer oben und unten eingedrückten Scheibe) mit einem Durchmesser von 7,5 µm\* und einer Dicke von 2 µm, die sich stark verformen können, wenn sie sich durch die engsten Blutgefässe, die Kapillaren, zwängen müssen (diese haben teilweise nur einen Durchmesser von 1 µm). Die ausgewachsenen Erythrozyten besitzen keinen Zellkern. Um Sauerstoff aufnehmen zu können, sind die Erythrozyten mit einer konzentrierten Hämoglobinlösung gefüllt, die den Erythrozyten die rote Farbe gibt. Bei bestimmten Belastungen und Krankheiten (starkes Rauchen, Zuckerkrankheit) verlieren die Kapillaren teilweise ihre Elastizität: Die notwendige Durchblutung ist nicht mehr gewährleistet, da selbst die verformbaren Erythrozyten durch die Kapillaren nun nicht mehr hindurchpassen. Als Folge verstopfen die blutführenden Gefässe, und Gewebe kann absterben.

\*1 Mikrometer = 0.001 mm

#### Hämoglobin

Der Farbstoff Hämoglobin bildet den Hauptinhaltsstoff der Erythrozyten. Das Hämoglobin besitzt vier Häm-Moleküle, von denen jedes ein Sauerstoffmolekül binden kann. Das Hämoglobin hat dadurch die Fähigkeit, in der Lunge Sauerstoff aufzunehmen, diesen an die Zellen abzugeben und anschliessend Kohlenstoffdioxid aus den Zellen in die Lungen zurückzutransportieren, wo dieses mit der Luft wieder ausgeatmet wird.

**Kohlenstoffmonoxid** (CO), welches zum Beispiel bei unvollständiger Verbrennung entsteht und unter anderem im Zigarettenrauch eingeatmet wird, bindet sich auch an die Häm-Moleküle. Kohlenstoffmonoxid verdrängt dabei den Sauerstoff sogar von seinem Platz. Dadurch nimmt es den lebenswichtigen Sauerstoffmolekülen den Transport-Platz weg und die Zellen werden unzureichend versorgt. In schweren Fällen kann dies zum «inneren» Erstickungstod führen.

**Weshalb sollten schwangere Frauen nicht rauchen?**

**Wie viele Erythrozyten kannst du auf einer Länge von 1 Meter aneinanderreihen?**

## 1.2 Weisse Blutkörperchen

Auch hier hat der Name seinen Ursprung im Griechischen, «leukos» bedeutet weiss. «Weiss» nennt man diese an sich farblosen Blutzellen deshalb, weil sie, abgetrennt von den übrigen Blutzellen, eine weisse Paste ergeben. **Leukozyten** sind etwa doppelt so gross wie die Erythrozyten und besitzen einen Zellkern und kein Hämoglobin. Pro  $\text{mm}^3$  Blut hat es zwischen 4000 und 10 000 Leukozyten, ihre Grösse beträgt 7–20  $\mu\text{m}$ , je nach Art, denn genau genommen handelt es sich bei den Leukozyten um einen Sammelbegriff. Es sind drei Hauptgruppen mit verschiedenen Aufgaben zu unterscheiden:

- **Granulozyten**
- **Monozyten (Makrophagen)**
- **Lymphozyten**



Stell dir einen Würfel mit den Kantenlängen 1 mm vor. Das stellt das Volumen von  $1 \text{ mm}^3$  dar.

### GRANULOZYTEN

Die **Granulozyten** enthalten charakteristische Zellkern-Körnchen, daher der Name Granulozyten, der vom Lateinischen «granula» (Körnchen) abgeleitet wird. Sie machen 65 % der Leukozyten aus. Aktiv werden Granulozyten, wenn Erreger in unseren Körper eindringen, das heisst, wenn eine Infektion auftritt oder sich eine Stelle entzündet. Sie werden im Knochenmark gebildet und leben einige Stunden bis wenige Tage.

### MONOZYTEN

Die Monozyten sind die grössten Leukozyten. 3–8 % der Leukozyten sind Monozyten. Sie werden im Knochenmark gebildet und haben als zirkulierende Zellen eine Lebensdauer von 1–3 Tagen, bevor sie ausreifen und in die Gewebe einwandern. Dort leben sie als Makrophagen für weitere Wochen bis Monate. Monozyten heissen sie, weil ihr Zellkern aus einem einzigen Kernteil besteht. Sie sind «Riesenfresszellen», die herumliegende Krankheitserreger und tote Zellen auffressen und diese in ihrem Innern verdauen. Daneben haben sie die wichtige Funktion, die Helferzellen über das Aussehen der Oberflächenmerkmale des Eindringlings zu informieren.

Granulozyten und Monozyten / Makrophagen nehmen Krankheitserreger in sich auf und verdauen sie. Diesen Vorgang nennt man **Phagozytose**.

**Animation: Wie Monozyten arbeiten.**



## LYMPHOZYTEN

Die **Lymphozyten** machen einen Viertel der Leukozyten aus und sind im Blut nur auf der Durchreise. Sie werden zusätzlich zum Knochenmark auch in den Lymphknoten und der Milz gebildet. Sie zirkulieren ebenfalls ständig im Körper, sei es, dass sie wie die anderen Leukozyten an einen Entzündungsort gelangen, sei es, dass sie in ihr Depot wandern, das heisst in die überall im Körper verteilten Lymphknoten. Von diesen Lymphknoten aus sind die Lymphozyten für die **spezifische Abwehr** tätig. Sie sind das Zentrum des Immunsystems, indem sie drei wesentliche Aufgaben erfüllen: Als **Killerzellen** vernichten sie Wirtszellen, als **Plasmazellen** bilden sie Antikörper gegen Antigene (eine Plasmazelle kann in einer Stunde bis zu 2000 Antikörper produzieren), und sie bilden **Gedächtniszellen** aus, die jahrzehntelang überleben können.

Recherchier im Internet, wie sich eine Amöbe bewegt, und erstelle ein kleines Daumenkino!

Während die Erythrozyten passiv im Blut mitgeschwemmt werden, können sich die Leukozyten selbstständig wie **Amöben** fortbewegen. Dadurch können sie auch gegen den Blutstrom schwimmen, die Gefässwände passieren und so an alle Stellen im Körper gelangen, wenn sie gebraucht werden.

### 1.3 Blutplättchen

Ähnlich den Erythrozyten sind **Thrombozyten** kernlose, scheibenförmige Gebilde, die aus Knochenmarksriesenzellen entstehen. Sie sind mit 1–3  $\mu\text{m}$  die kleinsten Blutzellen, pro  $\text{mm}^3$  Blut hat es 150 000–400 000 Thrombozyten, die 8–10 Tage überleben.

Blutplättchen sorgen dafür, dass das Blut innerhalb der Blutgefässe bleibt. Kleinste Verletzungen der Gefässe, sogar Risse in der Gefässwand, werden sofort mit Thrombozyten verklebt. Bei diesem Vorgang der Blutstillung verlieren die Thrombozyten ihre Scheibenform: Sie werden kugelig und bekommen eine stachelige Oberfläche. Eine Anhäufung von Thrombozyten (mit Beimischung von Gerinnungseiwissen) nennt man Thrombus.

Welches sind die Symptome eines Herzinfarktes und eines Schlaganfalls? Weisst du, wie man reagiert?

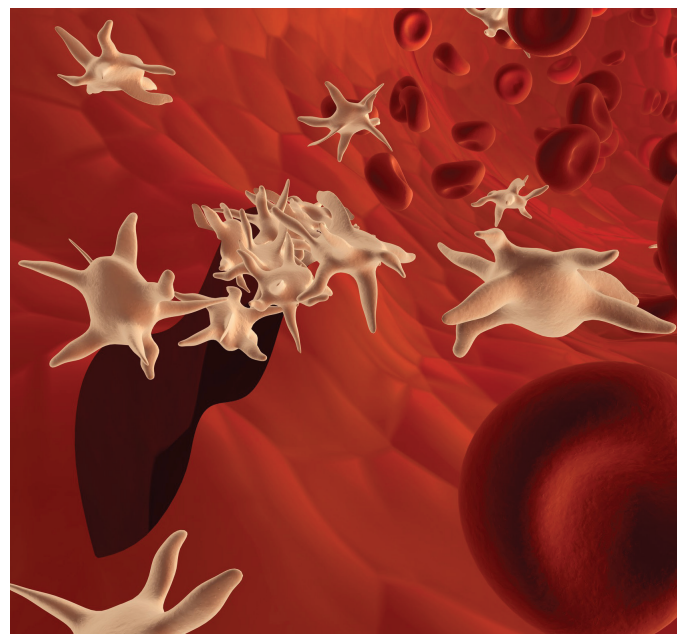
### Thrombose

Bei einer Thrombose verstopft ein Thrombus das **Blutgefäss**. Die Ursachen für die Entstehung eines Thrombus sind eine Verlangsamung des Blutstromes, eine Schädigung der Gefässwand und eine Veränderung der Zusammensetzung des Blutes, die eine verstärkte Blutgerinnung zur Folge hat. An der Schädigung der Gefässwand, zum Beispiel durch Ablagerung, bleiben die Blutplättchen hängen, verkleben und bilden einen Thrombus.

Wird der Thrombus vom Blutstrom abgerissen und mitgeschwemmt, so kann er in der Lunge eine Embolie, im Herz einen Infarkt und im Gehirn einen Hirnschlag auslösen, weil er die Kapillaren verstopft. Durch den Verschluss der Blutgefässe werden die Körperzellen nicht mehr mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt und können ihrer Funktion nicht nachgehen.

### Arteriosklerose

Unter Arteriosklerose versteht man die krankhafte Veränderung der Blutgefässwand durch Ablagerung und Verkalkung. Durch Rauchen, Stress, Übergewicht, hohen Blutdruck, Cholesterin, Zuckerkrankheit, Alter und Bewegungsmangel wird die Ausbildung der Arteriosklerose begünstigt. Verschiedene Stoffe lagern sich über Jahre an der Gefässwand ab und verstopfen das Blutgefäss immer stärker. Erst im fortgeschrittenen Stadium machen sich Durchblutungsstörungen bemerkbar. Die Nachfolgekrankheiten, wie unter anderem Herzinfarkt und Schlaganfall, zählen zu den häufigsten Todesursachen.



**1.4 Blutplasma**

Ohne Blutplasma könnten die festen Blutzellen nicht durch den Körper transportiert werden. Das Plasma bildet den flüssigen Teil des Blutes. Neben Wasser (90 %) und Salzen enthält das durch-

sichtige, gelbliche Blutplasma Fette, Hormone und Eiweissstoffe. Wird der Eiweissstoff Fibrinogen bei der Gerinnung verbraucht, so bleibt das Serum zurück.

**Du hast sicher schon dein eigenes Blutserum gesehen. Wann kommt es zum Vorschein?**

**Albumin, Immunglobuline, Komplementsystem und Lipoproteine****ALBUMIN**

Das mengenmässig wichtigste Plasmaprotein ist das Albumin. Sein Anteil an den Eiweissen beträgt 60 %. Albumin hat neben dem Transport von Nährstoffen die Aufgabe eines «Wasserträgers». Es verhindert, dass das Blut während der Zirkulation durch die engen, an sich wasserdurchlässigen Gefässe zu viel Wasser verliert und dickflüssig wird. Fehlt Albumin aufgrund ungenügender Ernährung, so entweicht Wasser aus dem Blut, und es bilden sich Wasseransammlungen in den Geweben, sogenannte Hungerödeme.

**IMMUNGLOBULINE UND KOMPLEMENTSYSTEM**

Immunglobuline werden von den Lymphozyten gebildet und sind die **Antikörper**, die gemeinsam mit den Leukozyten eine wichtige Rolle bei der spezifischen Abwehr spielen. Diese spezifische Abwehr durch Antikörper wird auf der Seite der Blutflüssigkeit (Plasma) durch das Komplementsystem verstärkt. Ähnlich wie bei der Blutgerinnung handelt es sich um eine Kettenreaktion, die unspezifische Eindringlinge attackiert und zerstört.

**LIPOPROTEINE**

Lipoproteine sind Fetteiweisse und transportieren die aus der Nahrung aufgenommenen Fette und Cholesterin. Störungen im Haushalt der Lipoproteine können zu Arteriosklerose, Herzinfarkt oder Hirnschlag führen.

**Verbrennungen**

Bei Verbrennungen tritt Plasma aus. Es sammelt sich unter der Haut, und es bilden sich Blasen, oder es rinnt aus, wenn die Haut platzt.

Grossflächige Verbrennungen führen zu einem schnellen und starken **Plasmaverlust**, was unter anderem zur Folge hat, dass ein Plasmaprotein-Mangel entsteht. Durch die Verminderung des Albuminspiegels wird das Wasser nicht mehr im Blut gebunden, tritt aus und verdunstet. Der **Flüssigkeitsverlust** muss sofort ausgeglichen werden. Dies geschieht durch Wasserzuführen und durch die Übertragung einer Albuminlösung, die aus dem Plasma von Spenderblut gewonnen wird.

**Es gibt verschiedene Verbrennungsgrade – kennst du sie?**



## 2. Die Aufgaben des Blutes

### Lernziele

- Du erklärst die drei wichtigsten Aufgaben des Blutes korrekt.
- Du bist in der Lage aufzuzeigen, wie sich unser Körper gegen Krankheitserreger wehrt.
- Du beschreibst den Vorgang des Wundverschlusses einwandfrei.

**Wie viele Liter Blut besitzt du ungefähr? Berechne dein Blutvolumen anhand des Körpergewichtes!**

Das Blut gilt als «flüssiges Organ» und ist damit eines der wichtigsten und grössten Organe in unserem Körper. Ein erwachsener Mensch besitzt rund 5–6 Liter Blut – was etwa 8 Prozent des Körpergewichtes entspricht.

Das Blut fliesst in unseren Blutgefässen – das grösste und weitläufigste Transportsystem unseres Körpers: Ungefähr 96 000 km lang ist dieses Leitungssystem, das alle Zellen des Körpers verbindet und dadurch den nötigen Stoffaustausch ermöglicht. Das Blut ist immer in Bewegung und versorgt jede Zelle mit Energie und wichtigen Stoffen. Einzig die Hornhaut der Augen, die Haare, der Zahnschmelz, die Zehen- und die Fingernägel sind nicht durchblutet.

Das Blut erfüllt wesentliche Aufgaben in unserem Körper:

- Stofftransport
- Abwehr von Krankheitserregern
- Wundverschluss

Zudem ist es für die Wärmeverteilung im menschlichen Körper verantwortlich. Sowohl bei kaltem Winterwetter wie im heissen Sommer soll das Innere des menschlichen Körpers eine Temperatur von ca. 37 °C aufweisen. Die Körperwärme entsteht vor allem in den arbeitenden Zellen. Das Blut transportiert diese Wärme durch den Körper zu allen Organen. Überschüssige Wärme wird über die Haut abgestrahlt. Wenn nötig wird die Wärmeabgabe durch Schwitzen (Verdunstung von Wasser) verstärkt.

**Wann spricht man von Unterkühlung, erhöhter Temperatur und Fieber? Welche Fiebertemperatur ist lebensgefährlich und warum?**

### 2.1 Der Stofftransport

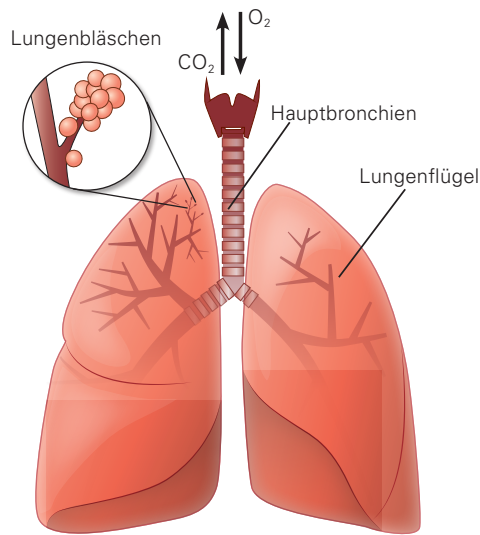
Um leben zu können, benötigt jede Zelle unseres Körpers Energie. Diese gewinnt sie z. B. durch Verbrennung von Traubenzucker mit Sauerstoff zu Kohlendioxid und Wasser. Den Transport dieser Stoffe übernimmt das Blut.

Die Nährstoffe sowie Mineralsalze und Vitamine, die über die Darmwand in unseren Blutkreislauf gelangen, werden vom Blut in alle Körperteile transportiert und stehen den Zellen als Energieträger, Baustoffe oder Schutzstoffe zur Verfügung.

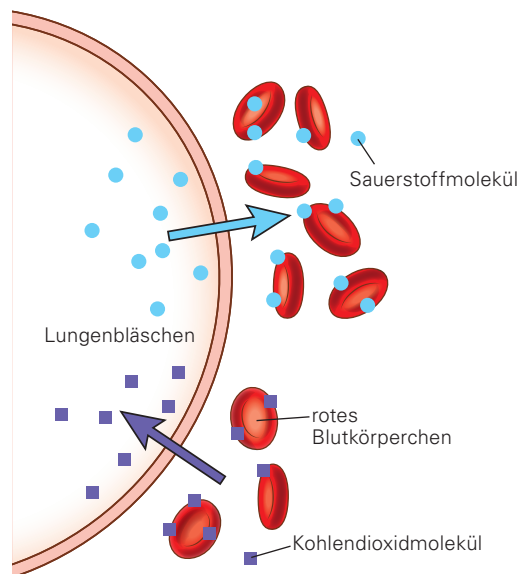
Das Blut transportiert nicht nur brauchbare Stoffe in die Zellen, sondern bringt auch Abfallstoffe in die Ausscheidungsorgane, vor allem in die Nieren. Giftstoffe, die von aussen in den Körper gelangen oder im Körper entstehen, werden vom Blut zu den Entgiftungsorganen wie Leber und Nieren geführt und dort verarbeitet.

**Vitamine sind Schutzstoffe. Welche Vitamine kennst du und welche Funktionen haben sie?**

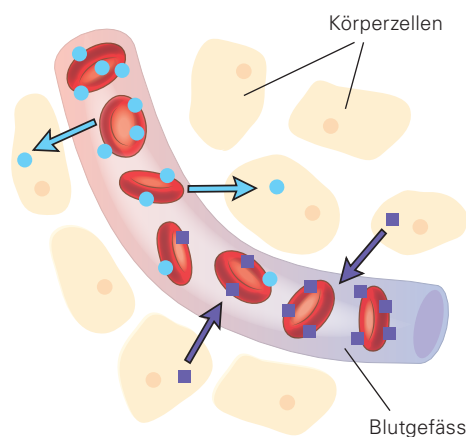
**Welche Giftstoffe kennst du und wie gelangen sie in deinen Körper?**



Mit jedem Atemzug gelangt Luft in die Lunge, die aus zwei Lungenflügeln besteht. Die Wege, die in die Lunge führen, heissen Bronchien. Die Bronchien verzweigen sich in den Lungenflügeln zu immer feineren Ästchen und enden mit den Lungenbläschen, den sogenannten Alveolen.



Durch die sehr dünnen Wände der Lungenbläschen dringt ein Teil der Luft, die Sauerstoffmoleküle, ins Blut. Im Blut werden die Sauerstoffmoleküle an die roten Blutkörperchen gebunden.



Die roten Blutkörperchen versorgen alle Zellen des ganzen Körpers mit Sauerstoff. Aus den Zellen nimmt das Blut das Kohlendioxid auf und trägt es zurück zu den Lungenbläschen. Das Kohlendioxid verlässt anschliessend beim Ausatmen den Körper.

### Die Zellatmung

Die Energiegewinnung in der Zelle durch das Verbrennen von Traubenzucker nennt man **Zellatmung**.

Das Blut transportiert die Stoffe für die Zellatmung zu den Zellen und die Reaktionsprodukte aus den Zellen zu den Ausscheidungsorganen. Das zur Verbrennung erforderliche Gas Sauerstoff gelangt durch Einatmen von Luft in unsere Lungen. In den Lungen wird der Sauerstoff ans Blut übergeben. Die **roten Blutkörperchen** laden die Sauerstoffteilchen auf und bringen sie zu den Zellen in Geweben und Muskeln. In den Zellen trifft der Sauerstoff auf Traubenzucker, der im Blut gelöst vorkommt und aus dem Darm oder anderen Speicherorganen in die Zelle transportiert wurde.

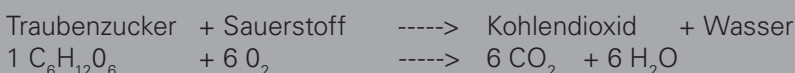
Die bei der Verbrennungsreaktion in der Zelle entstehenden Abfallprodukte Kohlendioxid und Wasser werden vom Blut aufgenommen und zu den Ausscheidungsorganen geführt. Das Kohlendioxid wird durch die Lunge ausgeatmet und das Wasser entweder durch die Niere als Urin oder durch die Schweißdrüsen als Schweiß ausgeschieden.

Warum isst man kurz vor oder während einer körperlichen Leistung einen Traubenzucker, wenn man sich müde fühlt?

Menschen und Tiere veratmen Sauerstoff zu Kohlendioxid, weil sie konstant Sauerstoff für die Zellatmung brauchen. Also muss immer wieder neuer Sauerstoff produziert werden. Wer ist dafür zuständig und wie geschieht dies?

### Chemische Reaktion der Zellatmung

Die Zellatmung ist eine chemische Reaktion und lässt sich durch eine Reaktionsgleichung beschreiben:



Links sind die Stoffe aufgeführt, die vom Blut zur Zelle gelangen, rechts diejenigen Stoffe, die von der Zelle wegtransportiert werden. Bei der Zellatmung entsteht Energie in Form von ATP, das ist ein Molekül, das im Körper gespeichert wird.

## 2.2 Unser Abwehrsystem

In der Umwelt leben zahlreiche **Krankheitserreger** wie Viren, Bakterien, pflanzliche (Pilze) und tierische Parasiten (z. B. Malariaerreger). Unser Organismus braucht ein **Abwehrsystem**, um sich gegen diese bedrohlichen Eindringlinge zur Wehr zu setzen. Dringen Krankheitserreger in unseren Körper ein und werden sie nicht erfolgreich abgewehrt, so kommt es zu einer **Infektion**.

An diesem Abwehrsystem sind Blutzellen, und zwar die **weissen Blutkörperchen**, beteiligt. Sie stellen die Polizei unseres Körpers dar. Sobald sie einen Eindringling entdecken, schlagen sie Alarm und lösen eine **Verteidigungsreaktion** im Körper aus.

Die erste Abwehrlinie des Organismus sind die zahlreichen **Granulozyten**, eine Untergruppe der weissen Blutkörperchen. Diese Zellen bleiben einige Stunden im Blutkreislauf, bevor sie durch die Blutgefässwände in das Gewebe eindringen. Bei einer Infektion vermehren sie sich schnell und bekämpfen die Verletzung an Ort und Stelle, indem sie Krankheitserreger zerstören. Sie haben **phagozytische Eigenschaften** (Aufnahme und Zerstörung einverleibter lebender Partikel). Ferner setzen sie Proteine frei, die Fieber erzeugen, und Enzyme, die bei Blutgefäss- und Gewebsverletzungen wichtig sind. Ist die Infektion bedeutend, werden die Granulozyten selbst geschädigt, sterben ab und bilden **Eiter**.

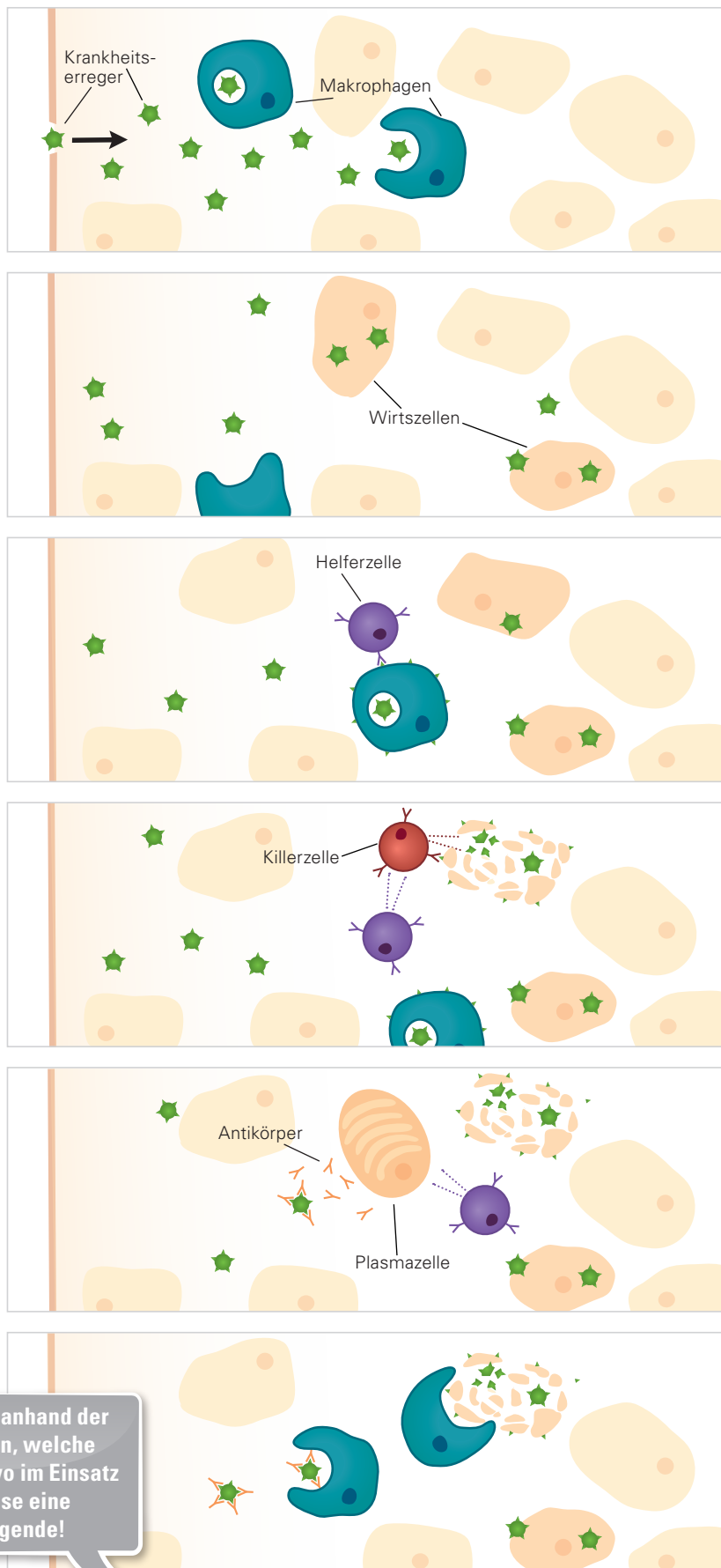
Eine weitere Unterart der weissen Blutkörperchen, die **Makrophagen**, stammen von den Monozyten ab und sind ebenfalls phagozytisch wirksam. Sie bilden gemeinsam mit den Granulozyten die Basis der zellulären **allgemeinen Abwehrreaktion**.

**Video zum Funktionieren des Immunsystems:**



Was ist die Funktion der Antikörper?

Eine andere Art von weissen Blutkörperchen, die **Lymphozyten** (wie z. B. Plasmazellen, Helferzellen und Killerzellen), wehren auf eine ganz spezielle Weise Fremdlinge ab. Diese Reaktion wird **spezifische Abwehrreaktion** genannt. Die Lymphozyten erkennen die Eindringlinge an der Struktur der Oberfläche und beginnen, gezielte Waffen dagegen zu produzieren. Diese sogenannten **Antikörper** passen wie Schloss und Schlüssel auf die Oberflächenstruktur der Eindringlinge, verbinden sich mit ihnen und führen sie den Riesenfresszellen zu, welche sie vernichten. Die Antikörper sind die wesentlichen Pfeiler der Immunität gegen Krankheiten.



### Die spezifische Abwehr- reaktion – am Beispiel einer Grippeinfektion

Ein Krankheitserreger dringt in den Körper ein. Sofort sind Riesenfresszellen, auch **Makrophagen** genannt, zur Stelle und fressen so viele Eindringlinge, wie sie können. Dieser Vorgang wird auch **Phagozytose** genannt.

Diejenigen Krankheitserreger, die überlebt haben, schlüpfen in Körperzellen und vermehren sich darin. Die befallenen Körperzellen nennt man **Wirtszellen**.

Die Riesenfresszellen senden nach dem Kontakt mit den Erregern eine Botschaft an die **Helferzellen**. Sie teilen ihnen mit, wie die Oberfläche des Eindringlings aussieht. Daran erkennen die Helferzellen, um welchen Eindringling es sich handelt.

Die Helferzellen aktivieren einerseits **Killerzellen**, die die Wirtszellen direkt attackieren und vernichten.

Andererseits aktivieren die Helferzellen **Plasmazellen**, die Abwehrstoffe produzieren. Diese Abwehrstoffe nennt man Antikörper. Sie passen wie Schloss und Schlüssel auf spezifische Oberflächenmerkmale der Erreger. Diese Merkmale nennt man **Antigene**.

Die Antikörper verbinden sich mit den Antigenen. Diese Verbindung ist der erste Schritt zur Zerstörung der Erreger.

Makrophagen fressen sowohl die abgetöteten Wirtszellen wie auch die mit Antikörpern besetzten Eindringlinge. So werden alle im Körper befindlichen Erreger – ob frei im Blut oder in einer Wirtszelle versteckt – erkannt, markiert und zerstört.

Erkennst du anhand der Illustrationen, welche Blutzellen wo im Einsatz sind? Verfasse eine stimmige Legende!



Um bei einem nächsten Angriff der gleichen Erreger frühzeitig die richtigen Antikörper produzieren zu können, bilden Lymphozyten sogenannte **Gedächtniszellen**.

Diese Zellen behalten das Rezept für die Bildung der spezifischen Antikörper in ihrer Erinnerung. Greifen gleiche Erreger auch Jahre später den

Körper wieder an, können dank diesem immunologischen Gedächtnis entsprechende Antikörper sehr rasch hergestellt werden und die Eindringlinge zerstören, bevor sie sich stark vermehrt haben. Der Körper ist gegen diese Krankheit **immun** geworden, der Betroffene erkrankt deshalb nicht mehr oder nur noch leicht.

### Impfungen

Die körpereigene Abwehrreaktion muss in einigen Fällen künstlich unterstützt werden, um mit starken Eindringlingen fertig zu werden. Es werden zwei Arten von Impfungen angewendet.

#### AKTIVE IMMUNISIERUNG

Die aktive Immunisierung verläuft gleich wie die **spezifische Abwehrreaktion**, ausser dass bewusst kleine Mengen von abgeschwächten oder abgetöteten Krankheitserregern in den Körper gespritzt werden. Auch gentechnisch lassen sich Impfstoffe gewinnen. Z.B. kann man das Gen des Oberflächenproteins des Hepatitis-B-Virus in Hefezellen einbringen, sodass sich nur das Hüllprotein des Virus bildet. Dieses wird dann als Impfstoff eingesetzt. Diese lösen die Kettenreaktion der Immunisierung aus, ohne dass die Krankheit ausbricht. Da der Körper zur Bildung von Antikörpern gezwungen wird, spricht man von aktiver Immunisierung. Diese Impfung nennt man auch Schutzimpfung, da sie dem Körper durch die gebildeten Gedächtniszellen langfristigen Schutz gegen einen bestimmten Krankheitserreger bietet. Nach einer Schutzimpfung, zum Beispiel gegen Starrkrampf, kann man sich müde fühlen, denn der Körper kämpft gegen den gespritzten Eindringling.

Forsche im Internet nach Krankheiten, die mit einer passiven Immunisierung bekämpft werden. Suche zwei Beispiele.

#### PASSIVE IMMUNISIERUNG

Die **passive Immunisierung** wird angewendet, wenn der Körper bereits erkrankt ist oder wenn unmittelbar eine Infektion mit einer schweren Krankheit droht. Bei dieser Impfungsart wird ein Serum mit Antikörpern gespritzt. Die Antikörper verbinden sich mit den Krankheitserregern und führen sie den Riesenfresszellen zur Vernichtung zu.



Die Antikörper werden durch eine aktive Immunisierung von Tier- und Menschenblut gewonnen. Eine passive Immunisierung wird Heilimpfung genannt und bietet keinen dauerhaften Schutz.

### 2.3 Der Wundverschluss

Bei einer Verletzung bildet sich schnell eine **Kruste**, welche die **Blutung stoppt** und die Wunde vor dem Eindringen von Schmutzpartikeln und Krankheitserregern schützt. Unter dieser Kruste wird die **neue Haut** gebildet. Erst wenn der Aufbau der neuen Haut abgeschlossen ist, wird die Kruste abgestossen. Die Kruste besteht aus geronnenem Blut. Für die Gerinnung sind die **Blutplättchen** und verschiedene Eiweissstoffe (**Gerinnungsfaktoren**) aus der Blutflüssigkeit, dem Blutplasma, verantwortlich. Bei Menschen, die z.B. an der Bluterkrankheit leiden, fehlen wichtige Elemente dieser Gerinnungsfaktoren. Bei ihnen kann bereits die kleinste Verletzung lebensgefährlich sein, da die Wunde nicht zu bluten aufhört.

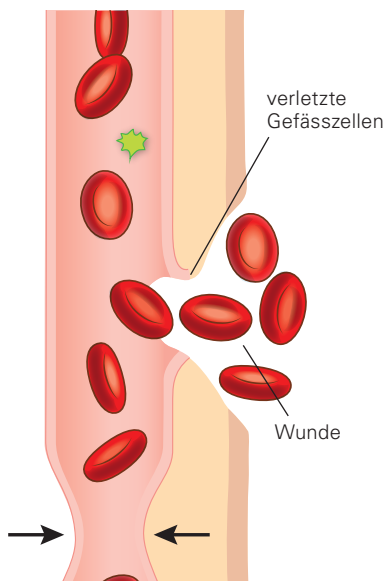
Ein akuter Blutverlust von mehr als zwei Litern kann tödlich sein. Bei grösseren Verletzungen mit hohem Blutverlust muss die Wunde deshalb verbunden werden, in schweren Fällen mit einem Druckverband. Oft sind anschliessend Bluttransfusionen nötig, um den Verlust zu ersetzen.

Erkläre den Druckverband und lege einen solchen deinem Kollegen, deiner Kollegin an.

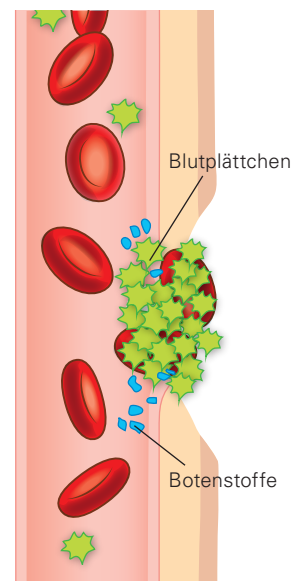
#### Krustenbildung

Bei einer Verletzung **ziehen sich die beschädigten Blutgefässe zusammen** und verringern somit den Blutverlust. Gleichzeitig bleiben die **Blutplättchen am Rand der Verletzung haften**. Sie ändern ihre Form und verfestigen sich zu einem ersten, anfänglich noch recht **unstabilen Blutpfropfen**. In den verletzten Zellen entstehen unterdessen Proteinfaktoren, die das

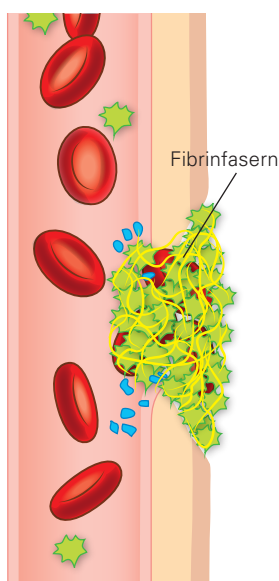
Gerinnungssystem aktivieren. Dies ist der Beginn einer komplexen Kettenreaktion, bei der ein unlösliches, fadenförmiges Protein – das sogenannte **Fibrin** – gebildet wird. Seine Fäden bilden ein Netz, welches das **Blutgerinnsel** festigt. Die Wunde, die sich in wenigen Minuten geschlossen hat, ist nun geschützt, und der Heilungsprozess kann beginnen.



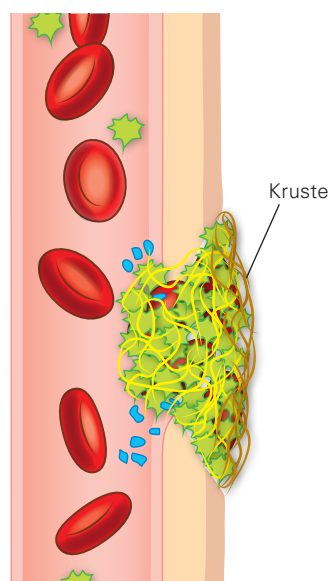
Die verletzten Gefässe ziehen sich zusammen; dadurch tritt weniger Blut aus der Wunde.



Blutplättchen lagern sich an die verletzten Gefässzellen an und geben gleichzeitig Gerinnungsfaktoren ab. Diese treten in Wechselwirkung mit anderen aktivierten Proteinen, die von den Gefässzellen abgegeben werden.



Die Gerinnungsfaktoren und Botenstoffe setzen die Gerinnungsreaktion in Gang. In mehreren Schritten werden Fibrinfasern gebildet, welche die Kruste aus Blutplättchen verstärken.



Die Öffnung wird innert kurzer Zeit durch die Blutplättchen und Fibrinfasern verschlossen; eine Kruste bildet sich.

### Gerinnungskaskade und Bluterkrankheit

Der Vorgang des Wundverschlusses ist sehr komplex. Daran beteiligt sind die Gefäßwand oder darunterliegendes Gewebe, die Blutplättchen und die Gerinnungsfaktoren im Blutplasma. Alle arbeiten Hand in Hand und verzahnt miteinander.

Jede Aktivierung eines Gerinnungsfaktors löst den nächsten Schritt aus, deshalb nennt man den Vorgang **«Gerinnungskaskade»**. Sobald die Gerinnungsstoffe aus den Thrombozyten und den verletzten Zellen freigesetzt worden sind, entsteht über mehrere Zwischenstufen das Enzym **Thrombin**. Dieses **Thrombin** startet die Umwandlung des Fibrinogen, welches im Blutplasma gelöst ist, in das nicht wasserlösliche **Fibrin**. Es bilden sich lange Fibrinfasern, die sich miteinander zu einem **engen Netz** verknüpfen. Die roten Blutkörperchen fangen sich beim Austreten aus der Wunde in diesem Netz und verstopfen sie damit zusätzlich. Bei manchen Menschen funktioniert die Gerinnungskaskade nicht optimal. Sie haben erblich bedingt einen Mangel an wichtigen Gerinnungsfaktoren. Die Symptome sind umso dramatischer, je gravieren-

der dieser Mangel ist. Die Betroffenen laufen bei Verletzungen Gefahr zu verbluten. Bei schweren Formen kommt es bereits bei minimalen Verletzungen zu unstillbaren Blutungen nach aussen, ins Gewebe oder in die Gelenke. Eine dieser Erbkrankheiten wird **Bluterkrankheit** oder **Hämophilie** genannt. Betroffen sind vor allem Männer, was durch die Kombination ihrer Geschlechtschromosomen bedingt ist. Männer besitzen ein X- und ein Y-Chromosom, Frauen zwei X-Chromosomen. Das Gen, das bei einem Defekt die Hämophilie auslöst, ist auf dem X-Chromosom lokalisiert. Besitzt eine Frau ein defektes Gen, so wird die Auswirkung durch das zweite, gesunde Gen aufgehoben. Da Männer kein zweites X-Chromosom besitzen, löst bereits ein defektes Gen die Bluterkrankheit aus.

Behandelt werden Bluter, indem ihnen intravenös der fehlende Gerinnungsfaktor verabreicht wird. Gerinnungsfaktoren werden aus Spenderblut gewonnen oder künstlich hergestellt.

Skizziert oder erklärt euch gegenseitig die Gerinnungskaskade.



## 3. Die Blutgruppen

### Lernziele

- Du erklärst das Blutgruppen-System des menschlichen Körpers korrekt.
- Du bist in der Lage zu beschreiben, aus welchem Grund die Blutgruppen beim Blutspenden eine wichtige Rolle spielen.

Wichtig bei der Übertragung von Blut ist, dass die Blutgruppen der Spender auf diejenigen der Empfänger abgestimmt sind.

Folgende Hauptmerkmale der roten Blutkörperchen bestimmen die Blutgruppe:

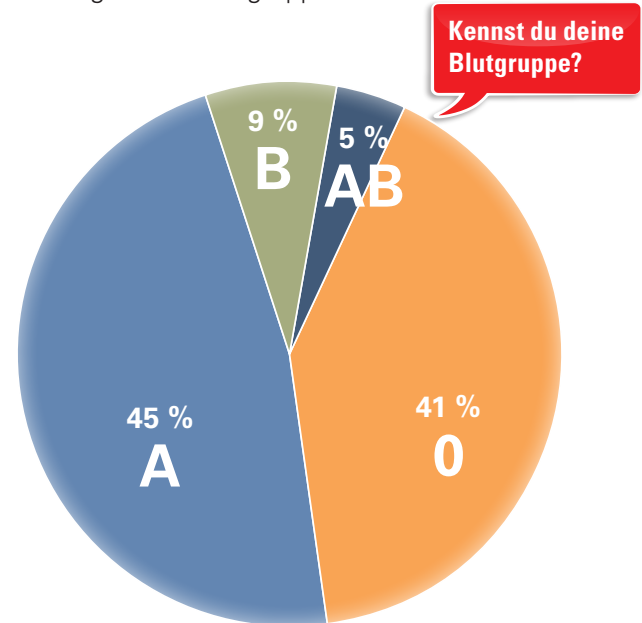
- AB0-System (gesprochen A-B-Null-System)
- Rhesus-Faktor

Lange gelang die Übertragung aus mangelhaften hygienischen Vorkehrungen und vor allem infolge Unkenntnis der **Blutgruppenmerkmale** nicht. Blut ist nämlich nicht gleich Blut; was der eine verträgt, kann für den anderen schädlich sein.

Der Wiener Arzt Karl Landsteiner führte im Jahr 1901 das entscheidende Experiment durch und wurde dadurch zum Entdecker der Blutgruppen. Er entnahm seinen Mitarbeitern und sich selbst Blutproben und trennte sie in Serum und Blutzellen. Er vermischte jeweils das Serum einer Person mit den Blutzellen einer anderen Person und beobachtete dabei, dass das Serum einer Person die Erythrozyten gewisser anderer Personen immer verklumpen lässt.

### 3.1 Das AB0-System

Jeder Mensch gehört einer der **Blutgruppen A, B, AB oder 0 (Null)** an. In der Schweiz kommt die Blutgruppe A am häufigsten vor. Nicht überall auf der Welt sind die Blutgruppen gleich verteilt wie in der Schweiz. So findet man bei den Indianern Nord- und Südamerikas fast ausschliesslich die Blutgruppe 0, bei den Bewohnern Zentralasiens und Nordindiens sowie der umliegenden Länder vorwiegend die Blutgruppe B.



Blutgruppen-Verteilung in der Schweiz.

### Merkmale der Blutgruppen

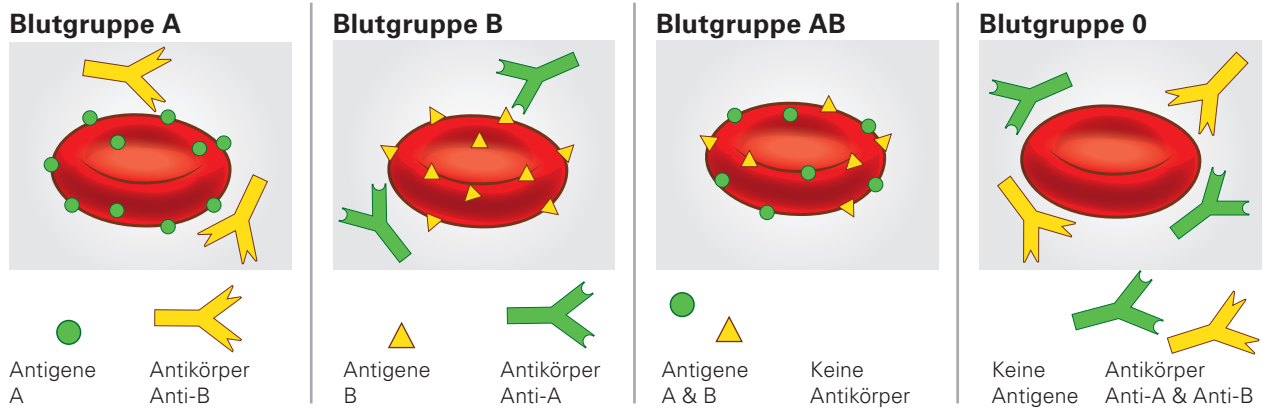
**Die Antigene A und B**, die auf der Oberfläche der Erythrozyten vorhanden sind, werden vererbt und bestimmen die Blutgruppe(n) (A, B, AB und 0).

Das Abwehrsystem des Organismus erkennt seine eigenen, «natürlichen» Antigene und bekämpft sie nicht; es kann also zwischen «selbst» und «fremd» unterscheiden.

Während der ersten sechs Lebensmonate bilden sich im **Blutserum** zusätzliche **Antikörper**: An-

ti-A bei Menschen mit der Blutgruppe B, Anti-B bei jenen der Blutgruppe A, Anti-A und Anti-B bei Personen der Blutgruppe 0.

Kommen Antikörper mit inkompatiblen Erythrozyten in Kontakt (z. B. bei einer Transfusion von Blut der Blutgruppe B auf eine Person der Blutgruppe A), verbinden sie sich mit der Oberfläche der körperfremden roten Blutkörperchen, der sogenannten Membran, und zerstören im Körper die Blutzellen (Hämolyse).



### Wer passt zu wem?

Kommen bei einer Transfusion unverträgliche Antigene und Antikörper zusammen, wird der Empfänger geschädigt. Bei der Bluttransfusion müssen also unbedingt die Blutgruppen von Spender und Empfänger beachtet werden. Wer wem Blut spenden kann, zeigt die folgende Auflistung:

		SPENDER			
		0	AB	B	A
EMPFÄNGER	A	✓	✗	✗	✓
	B	✓	✗	✓	✗
	AB	✓	✓	✓	✓
	0	✓	✗	✗	✗

Menschen mit der Blutgruppe AB können ihr Blut also nur Empfängern mit derselben Blutgruppe spenden.

Auf der anderen Seite können Menschen mit der Blutgruppe Null ihr Blut jedem anderen Menschen spenden.

Aus diesem Grund sind letztere in gewissem Sinn besonders geeignete Spender.

**Video zu den Blutgruppen:**

**Vererblichkeit**

Die Blutgruppen werden von den Eltern an die Nachkommen vererbt. Im Zellkern jeder menschlichen Körperzelle befindet sich ein doppelter Chromosomensatz. Ein Chromosomensatz setzt sich aus 23 Chromosomen zusammen. Einen Chromosomensatz bekommt das Kind vom Vater, den anderen von der Mutter.

Die **Erbfaktoren**, die sogenannten **Gene**, liegen auf den Chromosomen und bestimmen alle Merkmale eines Individuums, so auch die Blutgruppe. Die Gene bilden den **Genotyp**, die durch sie ausgebildeten Merkmale werden **Phänotyp** genannt.

Ein Gen kann in verschiedenen Formen vorkommen; diese Formen nennt man Allele. Das bedeutet also, dass ein Individuum von jedem Elternteil jeweils ein Allel erbt und somit von jedem Gen 2 Allele besitzt.

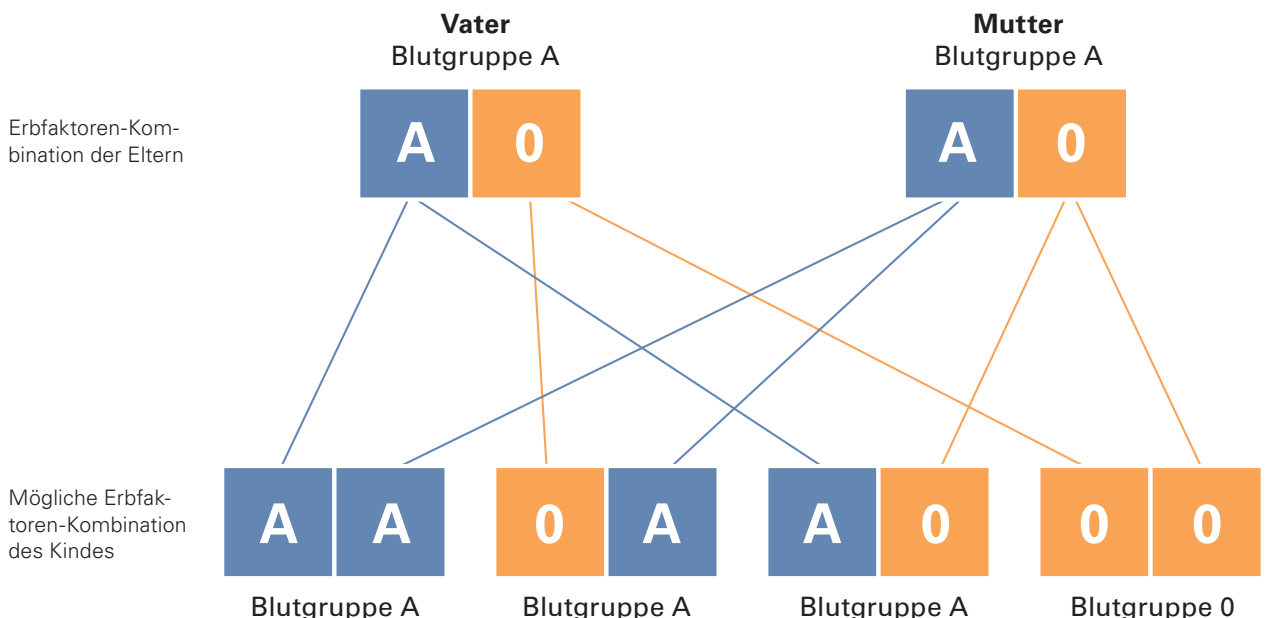
Das Blutgruppen-Gen für das AB0-System ist auf dem Chromosom Nr. 9 lokalisiert. Es existieren die Allele A, B und 0. A und B sind stärker als das Allel 0; man sagt, A und B sind gegenüber 0 **dominant**. A und B sind gleich stark. Die verschiedenen Stärken sind dafür verantwortlich, welche Blutgruppe im Phänotyp gezeigt wird.

Zur Veranschaulichung ein Beispiel: Ein Kind erhält vom Vater das Allel A, von der Mutter das Allel 0. Die Gen-Kombinationen A0 führt dazu, dass das Kind die Blutgruppe A ausbildet, weil das Allel A über das Allel 0 dominiert, es sozusagen überdeckt.

Vererbt werden viele Merkmale. Was hast du von deinem Vater, was von deiner Mutter geerbt?

Blutgruppe (Phänotyp)	Möglicher Genotyp (Gen-Kombination)
A	AA oder A0
B	BB oder B0
AB	AB
0	00

Die Vererbungseigenschaften der Blutgruppen können bei der Abklärung von **Vaterschaftsfragen** eingesetzt werden.



### 3.2 Der Rhesusfaktor

Bei Bluttransfusionen genügt es nicht, die Blutgruppe des ABO-Systems zu kennen, sondern es muss auch noch auf andere Merkmale geachtet werden. Ein solcher Faktor ist der **Rhesusfaktor**. Mit dem Begriff Rhesusfaktor bezeichnet man ein erbliches Blutgruppenmerkmal, das von Karl Landsteiner und Alexander Wiener im Jahre 1940 am Rhesusaffen entdeckt wurde. Dieses Merkmal ist ein weiteres wichtiges Antigen der Oberfläche von Erythrozyten. Werden **Erythrozyten** mit positivem Rhesusfaktor an einen Patienten

**Nenne vier Organe, die transplantiert werden können.**

transfundierte, der dieses Antigen nicht besitzt (= Rhesusfaktor «negativ»), so produziert dessen Körper Antikörper gegen den Rhesusfaktor. Diese Antikörper greifen die Erythrozyten an und vernichten sie.

Ist das Antigen auf den Erythrozyten vorhanden, so sagt man, die Person sei rhesus-positiv, andernfalls rhesus-negativ. Der Rhesusfaktor wird an die Blutgruppe angefügt, zum Beispiel: Herr Müller hat die Blutgruppe «A positiv». Das bedeutet, er hat die Blutgruppe A, und der Rhesusfaktor ist vorhanden.

**Kennst du deinen Rhesusfaktor?**

**Was muss man bei einer rhesus-negativen Frau in der Schwangerschaft beachten?**

#### Der Rhesusfaktor

Als Rhesusfaktor wird das **Rhesus-Antigen D** bezeichnet. Rund 85 % der Europäerinnen und Europäer sind **rhesus-positiv (Rh+)**, die übrigen 15 % sind **rhesus-negativ (Rh-)**. Bei einer Blutübertragung muss darauf geachtet werden, dass einem rhesus-negativen Empfänger kein rhesus-positives Blut transfundiert wird. Der Empfänger, der das Antigen D nicht hat, würde Antikörper ausbilden, was bei einer weiteren rhesus-positiven Transfusion zu einer gefährlichen Reaktion führen kann. Rhesusfaktor von Spender und Empfänger müssen also wie die Blutgruppe aufeinander abgestimmt sein.

**Was würde geschehen, wenn einem rhesus-positiven Empfänger rhesus-negatives Blut gegeben würde?**

#### Schwangerschaft

Der Rhesusfaktor muss auch während einer Schwangerschaft bestimmt werden. Ist ein **Fötus rhesus-positiv**, die **Mutter** aber **rhesus-negativ**, kann dies zu Komplikationen führen.

Gegen Ende der Schwangerschaft und bei der Geburt kommt es häufig dazu, dass über die Plazenta kleinste Mengen Blut des Fötus in den mütterlichen Blutkreislauf gelangen. Bei der ersten Schwangerschaft erfolgt die **Abwehrreaktion** des mütterlichen gegen das embryonale

Blut spät, sodass die Gefahr für das Kind gering ist. Bei einer erneuten inkompatiblen Schwangerschaft (Mutter rhesus-negativ, Fötus rhesus-positiv) erfolgt die Reaktion sehr viel schneller, da der Organismus der Mutter die Reaktionen der ersten Schwangerschaft nicht vergessen hat (Gedächtniszellen). Die Antikörperkonzentration nimmt rasch zu. Die Antikörper gelangen über das Nabelschnurblut in grosser Zahl zum Embryo und attackieren dessen Erythrozyten. Für das Kind besteht eine akute, anämiebedingte **Lebensgefahr (Zerstörung der Erythrozyten)**.

Seit 2005 gibt es in der Schweiz eine klare Regelung, um dieser Gefahr vorzubeugen: Schwangere Frauen, die rhesus-negativ sind, erhalten in der Regel zwischen der 28. und 30. Schwangerschaftswoche ein Anti-D-Immunglobulin gespritzt, auch «Anti-D-Prophylaxe» genannt. Nach der Geburt eines rhesus-positiven Kindes erhält die Mutter erneut eine Dosis Anti-D-Immunglobulin. Anti-D-Immunglobuline veranlassen die Entfernung von kindlichen roten Blutkörperchen mit dem Merkmal D, bevor die Zellen das Immunsystem der Mutter aktivieren können, falls sie während der Geburt in den Kreislauf der Mutter gelangen.

# 4. Die Blutspende

## Lernziele

- Du beschreibst den Ablauf einer Blutspende korrekt.
- Du erklärst die unterschiedlichen Spendearten und das Komponentensystem in eigenen Worten.

### Warum Blut spenden?

Bis heute ist es nicht gelungen, künstliches Blut herzustellen. Bei Unfällen, zur Behandlung von Krebspatienten oder auch bei Herzkrankheiten braucht es Blut. Ohne Blutspenderinnen und Blutspender kommt auch die beste medizinische Versorgung nicht aus.

Jeden Tag braucht es in der Schweiz rund 700 Blutspenden, damit der Bedarf der Spitäler abgedeckt werden kann. Zahlreiche Menschen können nur dank Blutpräparaten leben.

### Der richtige Zeitpunkt

Viele Blutprodukte sind nur kurze Zeit haltbar, Blutplättchen beispielsweise nur gerade sieben Tage. Bei einer Bluttransfusion ist es zudem zwingend, dass Blutgruppe und Rhesusfaktor zwischen Spender und Empfänger übereinstimmen. Bei heiklen Operationen kann es vorkommen, dass plötzlich 100 Blutkonserven oder mehr benötigt werden. Deshalb ist es wichtig, dass sich möglichst viele Menschen dafür entscheiden, freiwillig Blut zu spenden. Es braucht eine sorgfältige Planung, damit die richtigen Blutgruppen genau dann zur Verfügung stehen, wenn sie gebraucht werden. Manchmal werden Spenderinnen und Spender zur Blutspende eingeladen, weil gerade ihre Blutgruppe knapp ist. Blut spenden können grundsätzlich alle gesunden Menschen ab 18 Jahren, die über

50 kg wiegen. Es gibt aber noch weitere Spenderkriterien. ([www.blutspende.ch/de/spenderinfos/spende-check](http://www.blutspende.ch/de/spenderinfos/spende-check))

### Ablauf der Blutspende

Der erste Schritt im Blutspendezentrum führt zum Empfang. Nach der Anmeldung und Registrierung wird als Erstes ein **Fragebogen** ausgefüllt. Durch gewissenhafte Antworten helfen die Spenderinnen und Spender, eine maximale Sicherheit der Blutprodukte zu gewährleisten. Anschliessend wird der Fragebogen mit einer medizinischen Fachperson besprochen. Danach werden **Blutdruck** und **Puls** gemessen sowie der Blutfarbstoffgehalt (**Hämoglobin**) bestimmt. Ist der Hämoglobinwert zu tief, ist eine Blutspende nicht möglich. Ist alles in Ordnung, kommt es zur Blutspende. Diese dauert nur etwa 10 Minuten und wird auf einem Liegebett durchgeführt. Nach einem Einstich, den man kaum spürt, werden ca. **450 ml Blut** abgenommen. Diese Menge kann der Körper problemlos innert kurzer Zeit wieder ausgleichen. Nach der Spende sollte man sich etwas ausruhen. Zur Stärkung gibt es einen **Imbiss**. Für die erste Blutspende benötigt man etwa eine Stunde.

Wo kann man in deiner Gemeinde Blut spenden?

Kennst du jemanden, der Blut spendet? Befrage die Person nach ihren Erfahrungen.



Fragen über Fragen – nichts wird dem Zufall überlassen.



Stimmt der Blutdruck? Ist der Puls normal?



Drücken ist angesagt – das Kneten des Pumpballs fördert den Blutfluss.



Entspannen und zurücklehnen!





«Dank Blutspenden kann ich ein normales Leben führen.»

**Viele Blutspenderinnen und Blutspender fragen sich, was mit ihrem gespendeten Blut geschieht. Neben Unfällen und Krebstherapien gibt es weitere Einsatzgebiete. Zum Beispiel muss A.H. aufgrund einer Erbkrankheit jeden Monat im Spital Blut «tanken».**

**700 Blutspenden  
braucht es pro Tag.**

«Vor 23 Jahren wurde ich in Indien mit der erblichen Blutkrankheit «Thalassemia Major» geboren, und da ich in den ersten Lebensjahren nicht richtig behandelt wurde, hatte ich anfangs eine Lebenserwartung von nur fünf Jahren.

Mit drei Jahren wurde ich zu meinem grossen Glück von liebevollen Menschen aus der Schweiz adoptiert. Hier konnte ich dank der fortschrittlichen Medizin von einer sehr guten Therapie profitieren.

**Die eigentliche Blutspende  
dauert nur 10 Minuten.**

### **Eine komplexe Krankheit**

«Thalassemia Major» ist eine komplexe Erbkrankheit, die auch ich selber nicht bis ins Detail verstehe. Durch einen Gendefekt werden in meinem Körper zu wenig funktionstüchtige rote Blutkörperchen, sogenannte Erythrozyten, produziert, was zu einer schweren Blutarmut führt. Die einzige mögliche Therapie besteht für mich in regelmässigen Bluttransfusionen. Dies führt jedoch dazu, dass ich viel zu viel Eisen im Körper habe. Überschüssiges Eisen lagert sich auf den Organen ab und kann langfristig zu Komplikationen führen. Deshalb benötige ich täglich Medikamente, um das überschüssige Eisen wieder aus dem Körper zu bringen. Ohne diese Behandlung würde es zu schweren Schädigungen vor allem des Herzens und der Leber kommen.

**Blut kann nicht künstlich  
hergestellt werden.**

**Wer braucht sonst  
noch Blut?**

### **Einmal pro Monat ins Spital**

Für meine Behandlung muss ich jeden Monat ins Spital. Dort erhalte ich Bluttransfusionen und ein zusätzliches Medikament. Meistens sind es zwei Blutbeutel von meiner Blutgruppe. Die Transfusion dauert ungefähr vier Stunden. In dieser Zeit schlafe ich ein bisschen, lese ein Buch oder schaue einen Film. Mittlerweile habe ich mich an dieses Ritual gewöhnt, und dies wird mein Leben lang so bleiben. Als Kind und in der Pubertät hatte ich manchmal Mühe mit meiner Erkrankung und den vielen Spitalaufenthalten. Doch in Indien haben viele Betroffene diese medizinischen Möglichkeiten nicht – meine Eltern haben mir durch die Adoption wahrhaftig das Leben gerettet! Zudem wurde mir bewusst, dass das Blut, das ich erhalte, von Menschen freiwillig gespendet wird. Dank ihnen kann ich ein normales Leben führen. Dafür bin ich extrem dankbar!

Im Alltag muss ich mich fast bis gar nicht einschränken. Ich könnte mit einer leichten Blutarmut wohl nicht Spitzensportlerin werden, aber damit kann ich sehr gut leben ;-).

Auf jeden Fall möchte ich allen Blutspenderinnen und Blutspendern danke sagen. Ohne sie könnte ich nicht weiterleben.»

**Ohne Blutspende  
kommt auch die beste  
medizinische Versor-  
gung nicht aus.**

**Die Blutkonservierung und -untersuchung**

Von dem Moment an, in dem Blut aus der Vene der Spenderin, des Spenders in den Blutbeutel fließt, muss es fachgerecht verarbeitet und konserviert werden. Eine **Verunreinigung durch Bakterien muss verhindert werden**.

Dem Beutel wird eine **wässrige Salzlösung**

beigegeben, die bewirkt, dass das Blut nicht gerinnt und die Blutzellen mit Nährstoffen versorgt werden. Um eine Verunreinigung während der Spende selbst zu verhindern, wird die Einstichstelle gründlich **desinfiziert**.

Das gespendete Blut kann aber auch von der Spenderin, vom Spender infiziert sein, zum Beispiel, wenn dieser an einer Leberentzündung (Hepatitis) leidet oder HIV-infiziert ist. Die Erreger dieser gefährlichen Krankheiten befinden sich in seinem Blut und könnten via Blutkonserve auf einen anderen Menschen übertragen werden. Um dies zu verhindern, dürfen Personen, die Risikosituationen ausgesetzt waren, nicht spenden.

Zudem wird **jede Blutkonserve** mit Hilfe **empfindlicher Testverfahren** auf **Hepatitis-Viren, HIV** sowie auf die ansteckende Geschlechtskrankheit Syphilis untersucht. Dem Empfänger von Blutprodukten gewähren diese Massnahmen grösstmögliche Sicherheit, selbst wenn infizierte Blutspenden nicht mit 100-prozentiger Gewissheit entdeckt werden können.

Was bedeutet desinfizieren? Wie und wann wird eine Körperstelle desinfiziert?

Wie kann man sich mit Geschlechtskrankheiten anstecken? Welche Schutzmassnahmen kennst du?

**Spendearten****VOLLBLUTSPENDE**

Die klassische **Blutspende** ist die Vollblutspende: Hier werden dem Spender oder der Spenderin 450 ml Blut abgenommen. Erst nach der Spende wird das Blut in die einzelnen Bestandteile aufgeteilt.

**EIGENBLUTSPENDE**

Eine **Eigenblutspende** kann sinnvoll sein, wenn eine Operation, wie beispielsweise ein künstliches Hüftgelenk, bereits mehrere Wochen im Voraus planbar ist. Ist die Patientin, der Patient gesund genug, können zwei bis vier Spenden in relativ kurzer Zeit entnommen werden. Schätzungen zufolge können maximal 10 Prozent der Fremdblutspenden durch Eigenblut ersetzt werden.

**APHERESESPENDE**

Bei der Apheresespende werden der Spenderin, dem Spender nicht alle Bestandteile des Blutes entnommen: Das entnommene Blut wird maschinell in die gewünschten Komponenten aufgetrennt, und die nicht benötigten Blutbestandteile werden im gleichen Arbeitsgang der Spenderin, dem Spender wieder zurückgegeben. Solche Spenden benötigen zwischen einer und zweieinhalb Stunden. Es gibt zwei wichtige Apheresearten: die **Plasma-** und die **Thrombozytenspende**.

**Video zur Blutspende:**



### Das Komponentensystem

Heute wird eine Blutspende in ihre **Bestandteile** getrennt. Erythrozyten, Blutplasma und Blutplättchen. Dies hat den Vorteil, dass den Patientinnen und Patienten nur jene Bestandteile verabreicht werden können, die sie auch wirklich brauchen. Die Bestandteile können also gezielt verwendet werden.

Überlege dir, welche Vorteile es hätte, wenn man künstliche Blutkomponenten herstellen könnte.

Dieses Komponentensystem erlaubt eine **gezielte Behandlung** und bringt folgende **Vorteile**:

- Wirksamere Krankheitsbehandlung
- Sparsamere Verwendung des Spenderblutes
- Mehrere Patientinnen und Patienten profitieren von einer Blutspende
- Optimale und angepasste Lagerung der Komponenten

### Die wichtigsten Komponenten

#### ERYTHROZYTENKONZENTRAT

Das Erythrozytenkonzentrat besteht fast nur aus roten Blutkörperchen in einer Nährlösung und ist als Standardpräparat das wichtigste Blutprodukt. Es ist bei 2–6 °C bis zu 42 bzw. 49 Tage haltbar und wird dort eingesetzt, wo ein Mangel an roten Blutkörperchen behoben werden muss.

#### THROMBOZYTENKONZENTRAT

Bei Blutkrebserkrankungen (Leukämie) oder nach deren Behandlung weist das Blutbild der Patientin, des Patienten nicht nur einen Mangel an Erythrozyten, sondern auch an Blutplättchen auf. Blutplättchen braucht es auch bei Organtransplantationen.

Aus Blutspenden gewonnene Blutplättchenkonzentrate können 7 Tage bei Zimmertemperatur gelagert werden. Seit 2011 werden Thrombozytenkonzentrate durch ein spezielles Verfahren behandelt, das die Mehrzahl der Viren, Bakterien oder anderen Erreger zerstört und damit seine Sicherheit erhöht.

#### FRISCH GEFRORENES PLASMA

Plasma wird innerhalb von 24 Stunden nach der Blutspende tiefgefroren. Es enthält alle Plasmaproteine und die Gerinnungsfaktoren in funktionstüchtigem Zustand. Bei minus 30 °C kann es bis zu zwei Jahre aufbewahrt werden.

Kennst du nichtmedizinische Produkte, die ebenfalls aus einem Stoff gewonnen und dann konzentriert werden?

### Die Zerlegung des Plasmas

Plasma kann nicht nur als Ganzes verabreicht werden, sondern aus Plasma können auch wertvolle Medikamente hergestellt werden. Plasma, das nicht für Transfusionen benötigt wird, wird deshalb an die plasmaverarbeitende Industrie geliefert. Dort erfolgt die aufwendige Zerlegung oder «Fraktionierung» des Plasmas zur Gewinnung von mehr als 100 hochwertigen Proteinen, aus denen etwa 20 verschiedene Medikamente hergestellt werden. Erwähnenswert sind besonders:

- das Albumin, das Blut vorübergehend ersetzen kann und vor allem bei grossen Blutverlusten nach Operationen oder Verbrennungen verwendet wird
- die Immunglobuline, die zur Behandlung und Vorbeugung zahlreicher Infektionskrankheiten eingesetzt werden
- die Gerinnungsfaktoren, die meistens zur Behandlung der vererbten Bluterkrankheit eingesetzt werden

## 5. Blutspende SRK Schweiz

Die Blutspende SRK ist eine Institution des Schweizerischen Roten Kreuzes (SRK). Gemeinsam mit den regionalen Blutspendediensten stellt sie die Blutversorgung in der Schweiz sicher. Im Bereich der Blutstammzellen ist es ihre Vision, für jede erkrankte Person, die Blutstammzellen benötigt, eine passende Spenderin, einen passenden Spender zu finden.

### Blutspende

Die zentrale Aufgabe von Blutspende SRK Schweiz als Dachorganisation im Bereich Blutspende ist die nationale Steuerung der Blutbeschaffung sowie die Sicherstellung von einheitlichen Vorschriften, Methoden und Instrumenten in allen regionalen Blutspendediensten.

Die regionalen Blutspendedienste sind zuständig für die Blutbeschaffung und dessen Verarbeitung sowie die Belieferung der Spitäler mit entsprechenden Blutpräparaten innerhalb ihrer Region.

Die Blutbeschaffung erfolgt schweizweit auf zwei Arten:

- durch mobile Blutspendeaktionen
- in stationären Blutspendezentren

Sowohl die Dachorganisation als auch die regionalen Blutspendedienste sind Non-Profit-Organisationen, das heisst, sie streben keinen Gewinn an. Die Blutpräparate werden zu Selbstkostenpreisen an die Spitäler verkauft. Auch die Blutspenderinnen und -spender erhalten für ihre Blutspende kein Geld. Der Grund dafür ist die Sicherheit: Spenden aus einer finanziellen Notlage werden so verhindert und damit wird das Risiko der Übertragung von Krankheiten reduziert.

### Blutstammzellen

Eine Blutstammzellentransplantation ist für Patientinnen und Patienten mit lebensbedrohlichen Blutkrankheiten wie Leukämie oft die einzige Chance auf Heilung.

Doch nicht alle finden eine Spenderin oder einen Spender.

Blutspende SRK Schweiz führt das Schweizer Register für Blutstammzellenspender und rekrutiert laufend neue Blutstammzellenspenderinnen und -spender in der Schweiz.

Im Kampf gegen Leukämie braucht es eine möglichst grosse Anzahl an möglichen Spenderinnen und Spendern.

Eine weitere Aufgabe in diesem Bereich ist die Suche und Vermittlung von Blutstammzellenspendern für Patientinnen und Patienten im In- und Ausland.

### Ohne Spenderinnen und Spender geht nichts

Das wichtigste Glied in der Kette sowohl bei der Blutversorgung wie bei der Transplantation von Blutstammzellen sind die Spenderinnen und Spender. Sie können sich als Lebensretter bezeichnen.



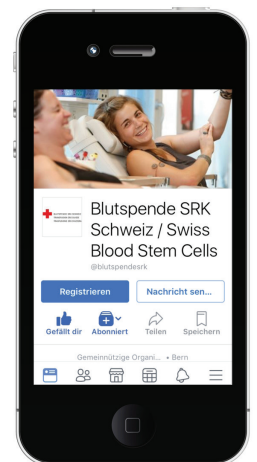
# Mehr Informationen zum Thema Blut?

Zu den wichtigen Blutstammzellen gibt es ein eigenes Lehrmittel 2 «Blutstammzellen»; du findest dieses Lehrmittel nebst viele weiteren Informationen rund um das Thema Blut und Blutspende unter:

- [www.das-blut.ch](http://www.das-blut.ch)
- [www.blutspende.ch](http://www.blutspende.ch)

Social Media 

- [www.youtube.com/blutspendesrk](http://www.youtube.com/blutspendesrk)
- [www.facebook.com/blutspendesrk](http://www.facebook.com/blutspendesrk)
- [www.instagram.com/blutspendesrk](http://www.instagram.com/blutspendesrk)



Kontakt:



BLUTSPENDE SRK SCHWEIZ  
TRANSFUSION CRS SUISSE  
TRASFUSIONE CRS SVIZZERA

Blutspende SRK Schweiz AG  
Waldeggstrasse 51, 3097 Liebfeld  
Tel: +41 (0)31 380 81 81  
[info@blutspende.ch](mailto:info@blutspende.ch)

## SPENDE BLUT RETTE LEBEN

Blutspende SRK Schweiz  
Waldeggstrasse 51, Postfach, 3097 Liebefeld  
Tel. +41 (0)31 380 81 81,  
E-Mail: [info@blutspende.ch](mailto:info@blutspende.ch), [www.blutspende.ch](http://www.blutspende.ch)



BLUTSPENDE SRK SCHWEIZ  
TRANSFUSION CRS SUISSE  
TRASFUSIONE CRS SVIZZERA