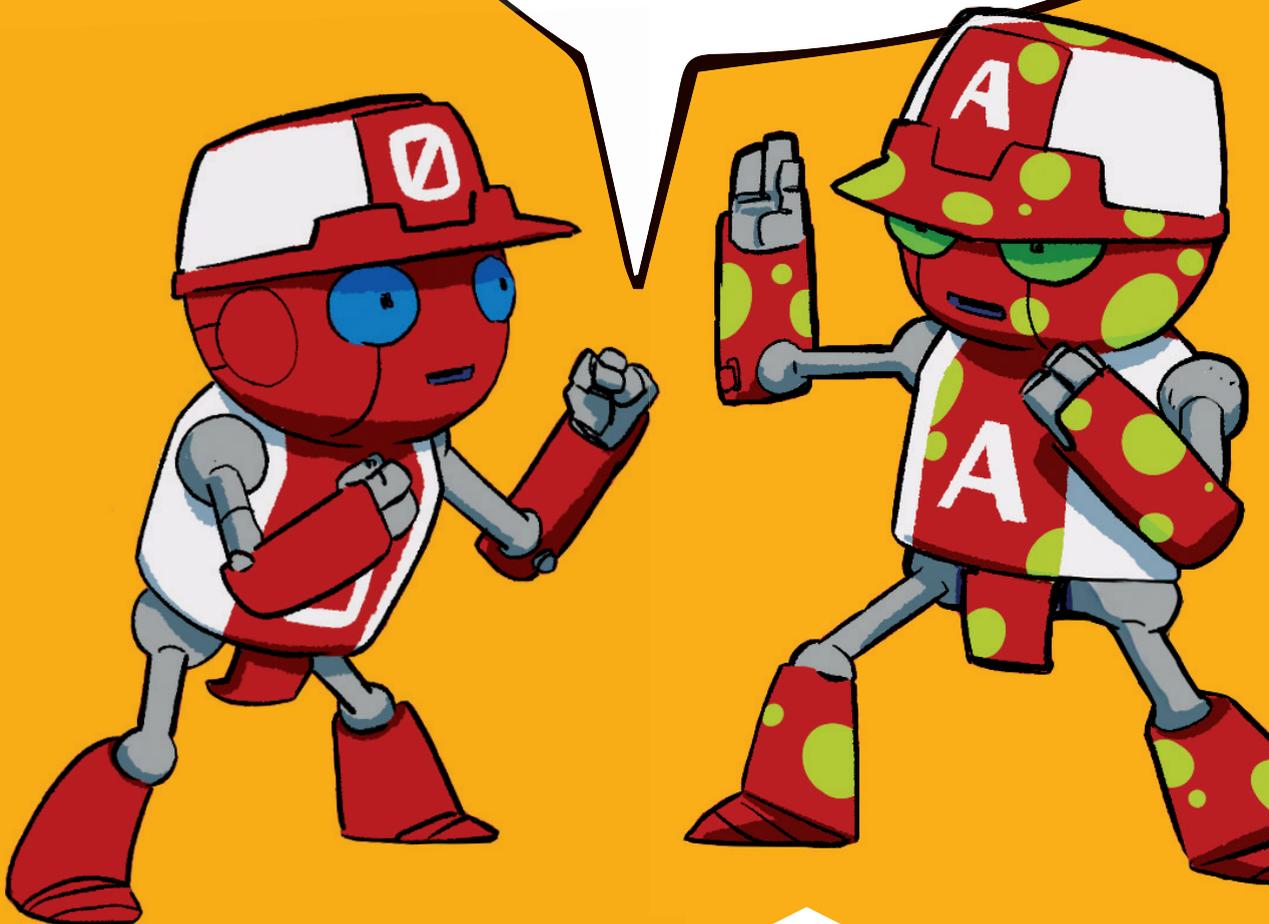




Stefano Fontana

# DER KREISLAUF DES LEBENS

Was ist Blut und warum ist es  
wichtig, es zu spenden?





Stefano Fontana

# DER KREISLAUF DES LEBENS

Was ist Blut und warum ist es  
wichtig, es zu spenden?

© copyright 2022 by Carocci editore, Rom

Originalausgabe: *Come circola la vita. Cos'è il sangue e perché è importante donarlo*  
(Carocci, 2022)

Grafische Gestaltung von Ulderico Iorillo und Valentina Pochesci

Band gedruckt auf Soporset 300 gr. (Bucheinband) und Coral Book 100 gr. (Innenseite)





# INHALTSVERZEICHNIS

05 Vorwort

## 07 ERSTER TEIL DER KREISLAUF DES LEBENS

08 Einleitung

08 Das Blut

12 Die «Blutfabrik»

13 Blutspende und Bluttransfusion

21 Die Untersuchungen

22 Die Blutgruppen

31 Schlussfolgerungen und Ausblicke: Warum gibt es kein künstliches Blut?

## 33 ZWEITER TEIL BLUT

47 Glossar





## VORWORT

Was wissen wir über die Auswirkungen der wissenschaftlichen Forschung und der medizinischen Praxis auf unser tägliches Leben? Von welcher «Leidenschaft» und von welchen Motivationen werden die Forscher und die Angehörigen der Gesundheitsberufe angetrieben? Was wissen wir über ihren Beruf?

Die Gesellschaft ist in vielerlei Hinsicht bemüht, der Allgemeinheit die Wissenschaft und ihre Auswirkungen näherzubringen. Denken wir beispielsweise nur an die zahlreichen Broschüren, welche die Bedeutung eines gesunden Lebensstils und ganz allgemein das Wohlbefinden anpreisen. Die Schule trägt natürlich auch ihren Teil dazu bei, indem sie die Grundsätze der wissenschaftlichen Alphabetisierung lehrt und zu einer Reihe von Themen sensibilisiert, die den Aufbau einer wissenschaftlichen Kultur für unsere jungen Menschen fördert.

Das Projekt *Let's Science!* – realisiert durch die IBSA Foundation for Scientific Research in Zusammenarbeit mit dem *Dipartimento dell'educazione, della cultura e dello sport* des Kantons Tessin (DECS – Departement für Bildung, Kultur und Sport) – ist auf der Grundlage eben dieser Überlegungen entstanden. Durch die Partnerschaft konnten interessante Themenbereiche eruiert werden, die unter Einbeziehung der im Kanton tätigen Wissenschaftler in Angriff genommen wurden. Auf diese Weise begegneten sich zwei häufig weit voneinander entfernte Realitäten – die wissenschaftliche Forschung und die Schule –, wodurch der Dialog zwischen Fachkräften und Schülern, die an den thematischen Workshops teilnahmen, gefördert und die Sensibilität für dieses Thema und seine Kommunikation weiterentwickelt wurden.

Aber wie lautete der thematische Horizont des Projekts und welche Überlegungen führten zu bestimmten strategischen Entscheidungen? Die Wissenschaft und die Forschung, insbesondere in der Biomedizin und in den mit ihr verbundenen Fachbereichen, schreiten rasch voran und die kontinuierliche Erweiterung der Forschungsfelder verlangt ein ständiges Bestreben, immer auf dem neuesten Stand zu bleiben, um sowohl eine historische Perspektive zu wahren als auch um die nicht wenigen neuen Erkenntnisse zu begreifen. Über wissenschaftlich richtige Informationen in einer verständlichen Sprache zu

verfügen, eröffnet den Jungen und Mädchen die Möglichkeit, sich allgemein als «schwierig» eingestuften Themen zu nähern und dafür zu begeistern.

So entstand die Reihe *Let's Science!*, die das Panorama der wissenschaftlichen Themen, die in der Schule vertieft werden können, erweitern soll. Die fachübergreifenden und direkt mit der Gesundheit und dem Wohlbefinden des Menschen verbundenen Themenbereiche werden innovativ präsentiert. So erscheint der wissenschaftliche Text in Begleitung einer Geschichte, die auf den Erfahrungen von kantonalen Mittelschulklassen beruht, die, mit Unterstützung ihrer Lehrer, originelle Drehbücher geschrieben haben, die anschliessend von Fachleuten aus dem Bereich in Comics eingebettet wurden.

Jetzt bleibt uns nur noch, den jungen Leser einzuladen, sich von den sicherlich begeisternden Forschungsfeldern von *Let's Science!*, die ihrerseits Gelegenheit für weitere Fragen und Einblicke bieten, überraschen zu lassen. Und wer weiss, vielleicht wird ja eine oder einer dieser Leserinnen und Leser eines Tages selbst einen grossen Beitrag dazu leisten, die Komplexität des Lebens und das empfindliche Gleichgewicht zu verstehen, das ein gesundes und glückliches Leben ermöglicht. Viel Spass beim Lesen!

**SILVIA MISITI**

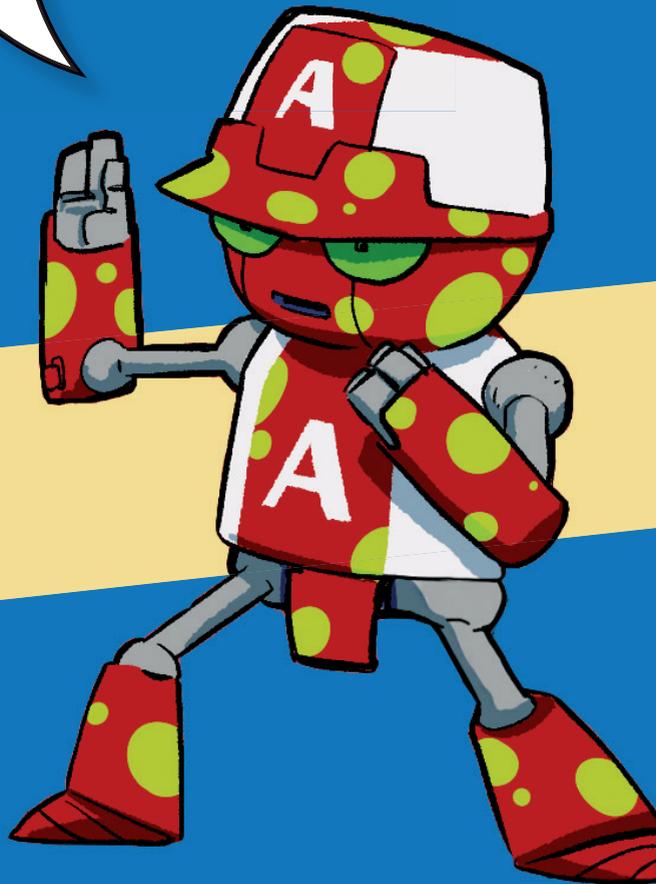
Direktorin der IBSA Foundation for Scientific Research

**NICOLÒ OSTERWALDER**

Pädagogischer Berater der *Divisione scuola per le scienze naturali* (DECS)

# Der Kreislauf des Lebens

ERSTER TEIL



## EINLEITUNG

---

Unser Blut ist ein faszinierendes Organ. Im Laufe der Geschichte und noch bevor man seine Beschaffenheit und seine Funktionen erforscht hatte, wurden ihm die unterschiedlichsten Bedeutungen zugeschrieben, die mit dem Leben, dem Tod, dem Gemütszustand und der Familie zusammenhingen. Diese Bedeutungsvielfalt findet sich in vielen Sprichwörtern und Redewendungen wieder. So heisst es beispielsweise im Italienischen ‚Gutes Blut lügt nicht‘, und wir alle kennen die Ausdrücke blaues Blut, den Blutsverwandten, böses Blut, die Bluttat, kaltblütig, blutrünstig usw. Diese häufigen Anspielungen auf das Blut kommen daher, dass das Blut das einzige flüssige Organ in unserem Körper ist und als solches alle unsere Körperteile mit Leben füllt. Und durch seine Farbe können wir unser Blut sofort sehen, wenn wir uns einmal verletzt haben.

Unser Blut hat unzählige Funktionen. So ist es beispielsweise ein sehr effizientes Kommunikationsnetzwerk zwischen Organen und Geweben, sozusagen eine Art **Internet des menschlichen Körpers**. Im Gegensatz zu anderen Organen kann das Blut vom Körper neu gebildet werden. Aufgrund seiner komplexen Zusammensetzung können wir es jedoch nicht in einer Fabrik oder im Labor herstellen, und vor allem nicht so effizient, wie es der menschliche Körper tut.

Und genau dies ist der Grund dafür, warum die Blutspende ein so wichtiger Akt der Nächstenliebe ist. Es ist möglich, eine bestimmte Menge Blut aus einer Vene zu entnehmen, ohne dass dadurch die Gesundheit des Spenders beeinträchtigt wird. Einige Bestandteile des Blutes können im Anschluss isoliert und für Patienten mit verschiedenen Erkrankungen verwendet werden.

In diesem Band möchten wir dieses faszinierende Organ besser kennenlernen und werden es auf seiner Reise vom Spender zum Patienten begleiten.

## DAS BLUT

---

Das Blut ist ein **flüssiges Organ, das durch die Arterien und Venen unseres Körpers** fließt. Eine erwachsene Person hat je nach Körpergewicht zwischen 4 und 7 Liter Blut. Das Herz pumpt im Ruhezustand etwa 5 Liter Blut pro

Minute in alle Organe und Gewebe. Wenn der Organismus mehr Blut benötigt, beispielsweise wenn wir Sport treiben, kann sich diese Blutmenge beträchtlich erhöhen.

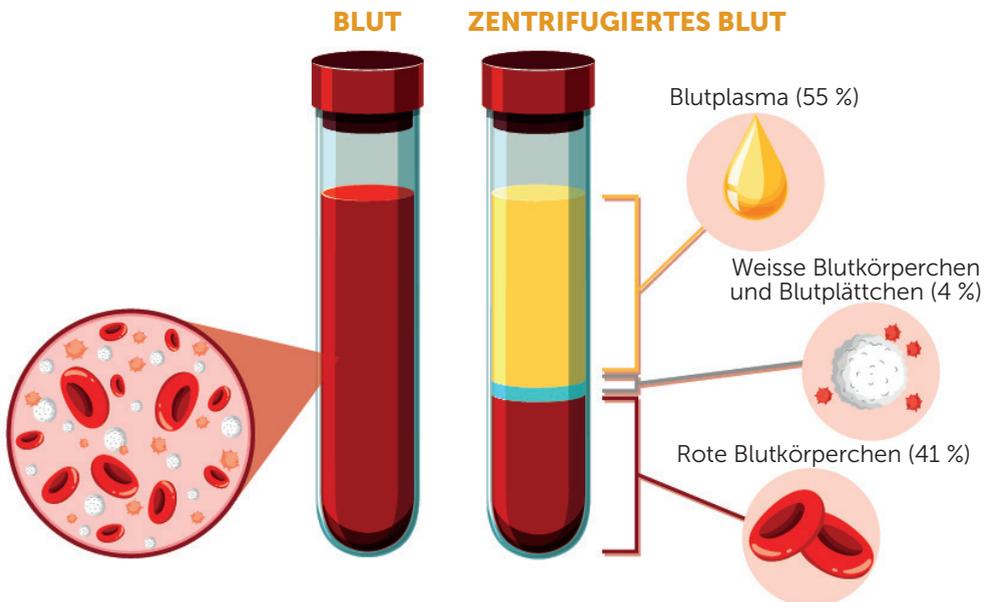
## © DIE ZUSAMMENSETZUNG DES BLUTES

Was sind die Bestandteile des Blutes?

Unser Blut besteht aus mehreren Elementen: Blutplasma, rote Blutkörperchen, weisse Blutkörperchen und Blutplättchen. Wenn wir ein Röhrchen mit Blut zentrifugieren, sammelt sich in der oberen Hälfte des Gefäßes eine hellgelbe Flüssigkeit an, das **Blutplasma**. Dieses bildet den eigentlichen flüssigen Anteil. In

der unteren Hälfte setzt sich der korpuskuläre Teil ab, also die Zellen, die in unseren Blutgefäßen zirkulieren und die im Blutplasma schweben. Jeder Zelltyp hat spezifische Funktionen, die allesamt für das Überleben des Organismus unverzichtbar sind [Abbildung 1 ].

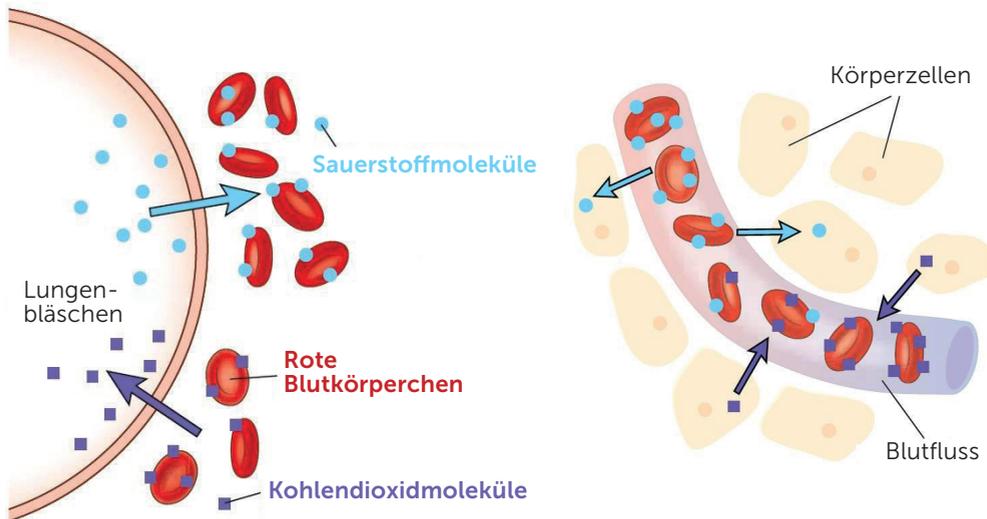
 **Abbildung 1** Zusammensetzung des Blutes



Im Blutplasma befinden sich Tausende verschiedener Substanzen, die durch die Organe und Gewebe des Organismus transportiert werden: Nährstoffe, die die überlebensnotwendige Energie liefern, Stoffwechselprodukte, die ausgeschieden werden müssen, Hormone, die – von einem Organ zum anderen transportiert – die Funktionsweise unseres Körpers steuern, Antikörper, die uns vor dem Eindringen von Mikroorganismen schützen, Proteine, die bei Verletzungen Blutgerinnungsprozesse auslösen, und noch viele weitere.

Die **roten Blutkörperchen (oder Erythrozyten)** sind in erster Linie für den **Transport des Sauerstoffes** von der Lunge zu den Organen zuständig, die ihn für ihre Arbeit benötigen. Die roten Blutkörperchen erledigen diese Aufgabe mit Hilfe von **Hämoglobin**, einem Molekül, das dem Blut seine typische rote Farbe verleiht und zu dessen Bestandteilen Eisen gehört, an das der Sauerstoff bindet. Die Sauerstoffaufnahme in der Lunge und seine Freisetzung in die Gewebe werden durch einen komplexen, noch nicht vollständig erforschten Mechanismus gesteuert, der eine Anpassung der Versorgung an den Bedarf ermöglicht [Abbildung 2 ].

 **Abbildung 2** Aufnahme von Sauerstoff in der Lunge und Abgabe an die Gewebe durch die roten Blutkörperchen



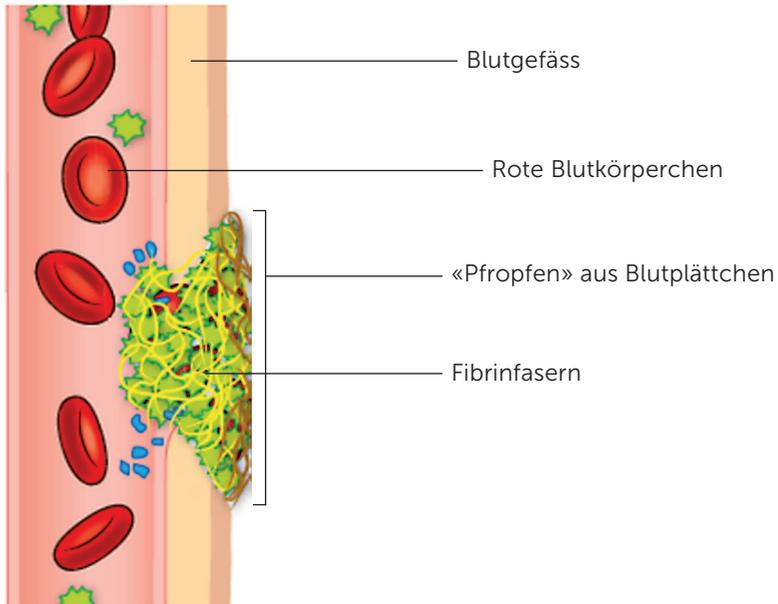
Die **weissen Blutkörperchen (Leukozyten)** sind Zellen des Immunsystems. Zusammen mit den Antikörpern **bilden sie die Armee, die unseren Körper vor unerwünschten Feinden schützt**. In den Monaten nach der Geburt lernt unser Immunsystem sehr schnell, zwischen den spezifischen Eigenschaften unseres Körpers und denen anderer Individuen oder Organismen zu unterscheiden.

Diese spezifischen Eigenschaften, die sich von Spezies zu Spezies und von Person zu Person unterscheiden, werden **Antigene** genannt. Die als «unsere» erkannten Antigene werden vom Immunsystem toleriert, während als «fremd» identifizierte Antigene, wie etwa Viren oder Blutkörperchen anderer Menschen, eine **Reaktion der weissen Blutkörperchen** auslösen. In diesem «Kampf» übernehmen verschiedene Arten von weissen Blutkörperchen unterschiedliche Rollen: den Feind erkennen, ihn direkt angreifen oder Antikörper bilden, die sich wiederum an das fremde Antigen binden, um es zu beseitigen. Das Immunsystem verwendet zwei Hauptstrategien, um sich gegen Fremdkörper zu schützen: die angeborene und die adaptive Immunantwort [**Tabelle 1** 

 **Tabelle 1** Weisse Blutkörperchen, die an den beiden Arten der Immunantwort beteiligt sind

ART DER ANTWORT	BETEILIGTE WEISSE BLUTKÖRPERCHEN	FUNKTION
<b>Angeborene Immunantwort</b>	Granulozyten, Monozyten, Makrophagen, natürliche Killerzellen	Die angeborene Immunantwort geht sofort gegen jede fremde Substanz vor, auch wenn sie zuvor noch nie damit in Kontakt war. Sofort, aber weniger spezifisch als die adaptive Antwort, die kurz darauf folgt.
<b>Adaptive Immunantwort</b>	T-Lymphozyten, B-Lymphozyten, Antikörper, Gedächtnislymphozyten	Die adaptive Immunantwort folgt auf die angeborene Antwort und wird durch Monozyten oder Makrophagen ausgelöst, wenn der äussere Erreger neu ist. Sie kann autonom sein und durch Gedächtniszellen aktiviert werden, wenn der Erreger bereits bekannt ist (z. B. Kontakt mit einem Keim nach der Impfung). Sie ist spezifisch für den jeweils angetroffenen Erregertyp.

### **Abbildung 3** «Pfropfen» aus Blutplättchen und Fibrinfasern



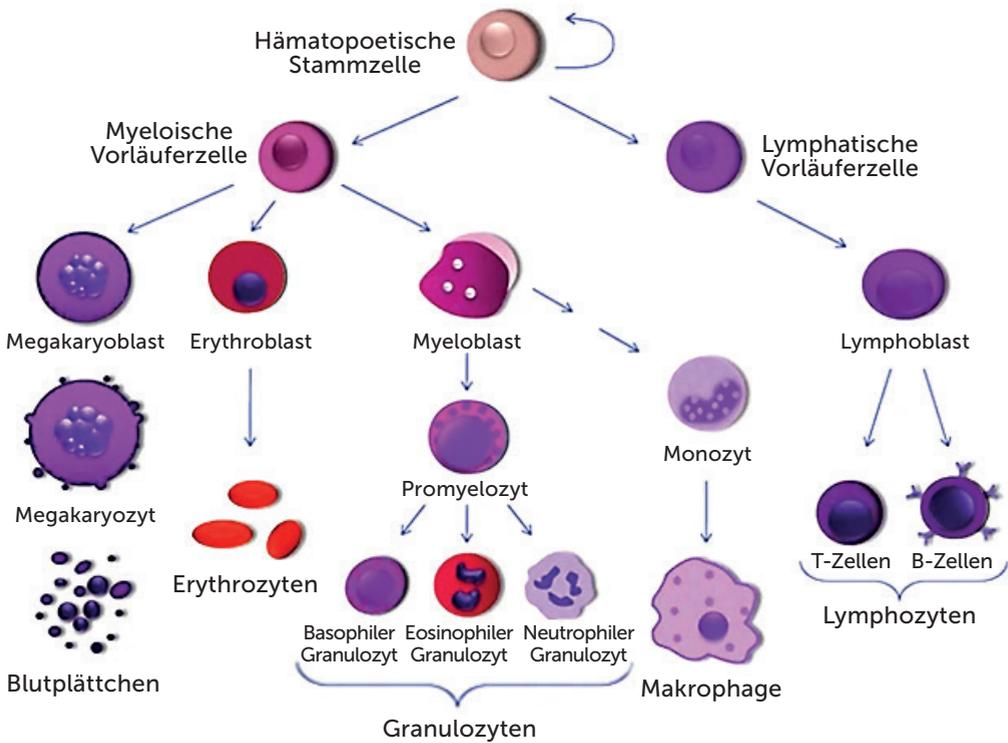
Die **Blutplättchen (oder Thrombozyten)** sind **Zellfragmente, die aus den Megakaryozyten des Knochenmarks gewonnen werden** und dazu dienen, Lücken in den Wänden der Blutgefäße zu schliessen, die durch Verletzungen oder Krankheiten entstehen können. Die Blutplättchen sind das erste Mittel des Körpers bei der Stillung von **Blutungen** (primäre Hämostase). Danach setzt die Wirkung der **Gerinnungsfaktoren** ein. Das sind die im Blutplasma enthaltenen Proteine, die bei einer Verletzung des Blutgefäßes im Anschluss an die Wirkung der Blutplättchen das Blutgerinnsel festigen und die Blutung stoppen (sekundäre Hämostase) [**Abbildung 3** ].

### **DIE «BLUTFABRIK»**

Das Blut wird im Knochenmark aus seinen Stammzellen gebildet, den sogenannten **hämatopoetischen Stammzellen**. Sie können sich **ständig neu bilden** und sich in jeder Art von Blutzelle sehr effizient teilen

Wo entsteht das Blut?

 **Abbildung 4** Hämatopoese



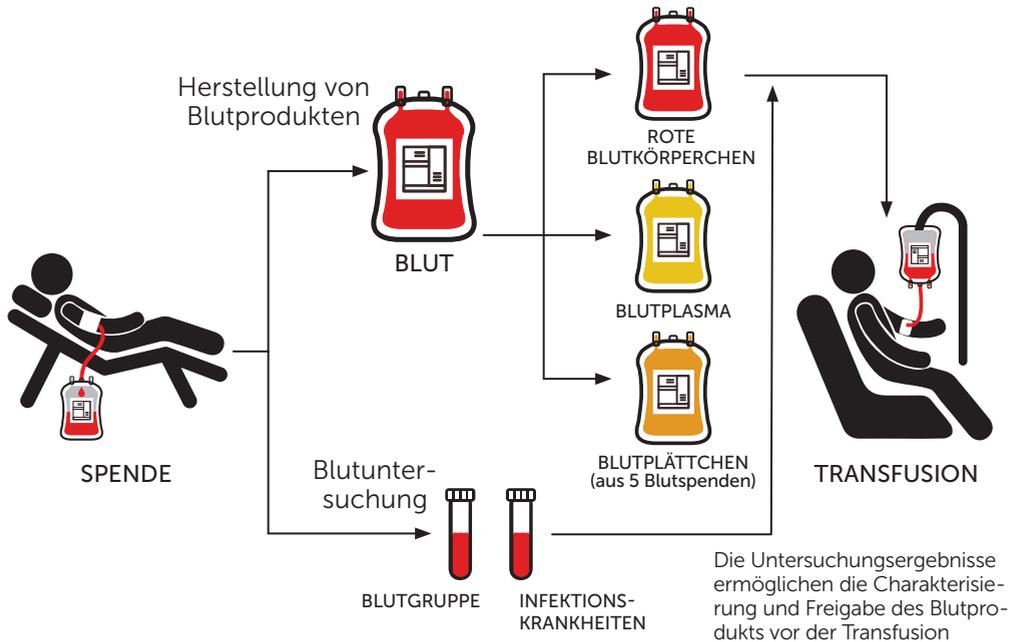
[Abbildung 4 ]. Aus diesem Grund **können sie zur Knochenmark- oder Stammzelltransplantation** an Patienten mit Blutkrankheiten wie Leukämie verwendet werden.

Wenn man sich überlegt, dass alle roten Blutkörperchen etwa alle vier Monate komplett neu gebildet werden und die Blutplättchen etwa alle zehn Tage, verstehen wir, warum Blut im Labor nur schwer reproduzierbar ist!

 **BLUTSPENDE UND BLUTTRANSFUSION**

Das Blut kann einer gesunden Person durch **Blutspende** entnommen und einem Patienten zur Behandlung in Form einer **Transfusion** verabreicht werden. Die Entnahme von Blut aus einer Vene im Arm des Spenders und

 **Abbildung 5** Von der Spende zur Transfusion



dessen Verabreichung in eine Vene des Patienten sind unkomplizierte und generell gut verträgliche Verfahren [Abbildung 5 ]. Das Blut des Spenders bildet sich schnell neu und die Transfusion kann in vielen Situationen helfen, Leben zu retten.

Wir haben gerade gesehen, dass jeder einzelne Bestandteil des Blutes spezifische Funktionen hat. Daher werden die Blutbestandteile nach der Spende getrennt und dem Patienten entsprechend seinen Bedürfnissen separat verabreicht.

Wir haben auch gesehen, dass unser Immunsystem auf den Kontakt mit Antigenen reagiert, die für unseren Körper fremd sind. Das passiert auch, wenn ein Patient das Blut einer anderen Person erhält. Wie kann dieses Problem gelöst werden? Bei der Transfusion von Blut – oder Blutbestandteilen – müssen die sogenannten **Blutgruppen** beachtet werden. Dies sind spezifische Merkmale der Blutzellen, die bei jedem Menschen unterschiedlich sind.

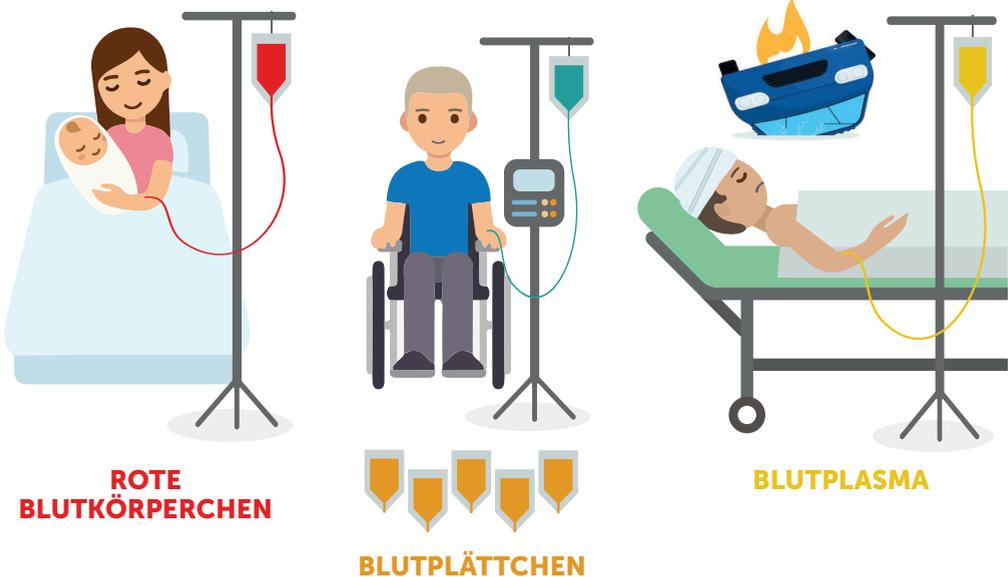
In den nächsten Kapiteln werden wir uns diese Fragen genauer anschauen. Aber zuerst erfahren wir, worin der Nutzen des Blutes besteht und welche Patienten es brauchen.

### © INDIKATIONEN FÜR DIE TRANSFUSION VON BLUTBESTANDTEILEN

Wir haben gesehen, dass jeder Blutbestandteil eine bestimmte Funktion im Körper hat. Aus diesem Grund erhält jeder Patient, der eine Transfusion braucht, den für ihn geeigneten Blutbestandteil [Abbildung 6 ]. Schauen wir uns nun anhand einiger praktischer Beispiele an, welche Blutbestandteile für die Transfusion geeignet sind und in welchen Situationen.

Ein Patient kann aus verschiedenen Gründen einen zu niedrigen **Spiegel an roten Blutkörperchen und an Hämoglobin** aufweisen. Dieser Zustand wird als **Anämie** bezeichnet. Die Ursachen hierfür können vielfältig sein, z. B. Blutverlust (Hämorrhagie) oder eine Erkrankung des Blutes. In letzterem Fall kann das Problem entweder eine unzureichende Bildung im Knochenmark oder ein vor-

 **Abbildung 6** Verschiedene Patienten mit unterschiedlichen Bedürfnissen erhalten unterschiedliche Blutbestandteile



zeitiger Abbau in den Blutgefässen oder in der Milz sein. Ist nicht ausreichend Blut vorhanden, kann nicht genügend Sauerstoff aus der Lunge zu den Organen transportiert werden, die ihn jedoch benötigen. Der Körper versucht nun, diesen Mangel durch eine schnellere Atmung und einen schnelleren Herzschlag auszugleichen, wie es uns zum Beispiel auch beim Sport passiert. Dies führt wiederum zu Atemnot, Müdigkeit und Herzklopfen. Wenn der Körper diesen Ausgleich nicht mehr schafft, ist eine Transfusion von roten Blutkörperchen erforderlich, damit wieder genügend Sauerstoff transportiert werden kann.

Ein Patient, der wegen einer **Leukämie** eine Chemotherapie erhält, hat normalerweise – neben einer Anämie – auch einen sehr niedrigen **Wert an Blutplättchen**. Dies liegt daran, dass die Leukämie und die Therapie die normale Bildung von Blutzellen im Knochenmark verhindern. Wenn aber zu wenige Blutplättchen zirkulieren, erhöht sich das Blutungsrisiko, da die Blutplättchen nicht ausreichen, um mögliche Verletzungen der Blutgefässe durch die Leukämie, durch die Therapie oder andere Komplikationen, die während der Behandlung auftreten können, zu verschliessen (dies ist die weiter oben schon erwähnte Funktion des «Pfropfens»). Diese Patienten benötigen deshalb – während der gesamten Behandlung und zusätzlich zu den Erythrozyten – Transfusionen mit Thrombozytenkonzentraten, um das Blutungsrisiko zu reduzieren.

Es gibt Situationen, in denen mehrere Produkte gleichzeitig verabreicht werden müssen. Ein Patient, der infolge einer Operation oder eines Unfalls mehrere Liter Blut verloren hat, benötigt gleichzeitig Erythrozyten, um die Sauerstoffversorgung seiner Organe sicherzustellen, sowie Blutplättchen und Blutplasma, damit das Blut gerinnen kann und die Blutung des Patienten gestillt wird.

Viele Bluttransfusionen sind erforderlich bei:

- ⊙ schweren Unfällen mit Verletzungen, Organverletzungen und multiplen Knochenbrüchen;
- ⊙ grösseren Eingriffen, z. B. am Herzen oder an grossen Blutgefässen;
- ⊙ schweren Blutungen während der Geburt;
- ⊙ Patienten mit Leukämie oder anderen Erkrankungen des Blutes.

Die Anzahl der einem Patienten verabreichten Produkte kann zwischen einem und mehreren Dutzend liegen. In besonders schweren Fällen, z. B. bei Patienten mit multiplen Verletzungen durch einen Unfall, kann es notwendig sein, insgesamt mehr Blutprodukte zu verabreichen, als der Patient vorher an Blut in seinem Körper hatte (also in der Regel zwischen 4 und 7 Litern). Um den Bedarf an Blutprodukten zu decken, werden in der Schweiz täglich rund 730 Blutspenden benötigt (Stand 2021)!

## ⊙ DIE BLUTSPENDE

Aber woher stammt eigentlich das Blut, das in Schweizer Spitälern und Kliniken übertragen wird?

Die Blutspendedienste des Schweizerischen Roten Kreuzes haben die Aufgabe, das Land mit Blutprodukten zu versorgen. **Die Blutspende erfolgt freiwillig und wird nicht vergütet:** Es ist ein **Akt der Solidarität** von gesunden Menschen gegenüber Patienten, die dies brauchen. Blut zu spenden, ist vollkommen unkompliziert, hilft aber anderen und rettet Leben.

Die Entscheidung für eine Spende muss frei sein, niemand darf dazu gezwungen werden, weder durch eine gesetzliche Verpflichtung noch durch Anreize. Die Blutspende gegen Geld beispielsweise könnte einzelne Personen dazu veranlassen, auch in eigentlich ungeeigneten Situationen wie im Krankheitsfall zu spenden. Während einer Krankheit (z. B. einer Infektion) ist die Spende nicht nur für den Spender selbst gefährlich, weil sie nicht gut vertragen wird, sondern es besteht auch die Gefahr, dass die Infektion auf den Patienten übertragen und damit seine Gesundheit gefährdet wird. Die Standards des Europarates für Blutprodukte fördern freiwillige, nicht vergütete Blutspenden.

Im Schweizer Recht und im Recht der meisten anderen europäischen Länder gilt unser Blut als **Arzneimittel**. Das bedeutet, dass es sehr strengen Kontrollen unterliegt, um seine Qualität und Sicherheit zu gewährleisten, so wie bei jedem anderen Medikament auch. Diese Regel gilt in allen Phasen der Verarbeitung: Spende, Trennung in die Bestandteile, Analyse, Konservierung, Transport und Verwendung.

Der Unterschied zu anderen Arzneimitteln besteht darin, dass das Blut **nicht standardisiert in einer Fabrik** hergestellt werden kann, sondern von Personen entnommen werden muss, die bereit sind, es zu spenden. Jeder Spender hat jedoch seine ganz individuellen Merkmale. Deshalb muss vor der Transfusion die Kompatibilität mit dem Patienten überprüft werden. Eine solche Kontrolle gibt es vor der Verabreichung eines anderen Medikaments nicht.

**Bei einer Spende werden 450 ml Blut abgenommen**, zu denen noch 30 bis 40 ml für die Untersuchung hinzukommen [Abbildung 7 ]. Je nach Körpergewicht des Spenders **entspricht diese Menge 8 bis 12 % seines gesamten Blutes**. Aus diesem Grund vertragen Menschen mit



 **Abbildung 7** Proben von Blutspendern, bereit für die Blutuntersuchung



*Quelle:* Blutspendedienst der italienischen Schweiz, Schweizerisches Rotes Kreuz (SRK).

 **Abbildung 8** Die Schritte zur Beurteilung des Spenders



einem höheren Gewicht und einer grösseren Körpermasse die Spende besser. Jeder, der zwischen 18 und 60 ist, über 50 kg wiegt und gesund ist, darf Blut spenden. Menschen ab 60 können bis zum Alter von 75 Jahren weiterspenden, wenn es ihr Gesundheitszustand erlaubt.

Vor jeder Spende muss ein **medizinischer Fragebogen** ausgefüllt werden, der von qualifiziertem Fachpersonal ausgewertet wird [Abbildung 8 ]. Anschliessend werden **Puls**, **Blutdruck** und **Hämoglobin** gemessen. Letzterer Wert soll sicherstellen, dass der Spender über eine ausreichende "Menge" Blut für eine sichere Spende verfügt. Mit den Untersuchungen und Beurteilungskriterien soll sichergestellt werden, dass die Blutspende weder für den Spender noch für den Empfänger ein Risiko darstellt. Ein Mensch mit einer Herzerkrankung beispielsweise wird eine Spende nicht so gut vertragen, weil sie sein Herz übermässig stimuliert. Wenn eine Person an einer Viruserkrankung der Leber leidet (Hepatitis), darf sie ebenfalls kein Blut spenden, weil diese Erkrankung über das Blut auf den Empfänger übertragen werden kann.

Sobald die Eignung festgestellt wurde, kann gespendet werden. Die Spende erfolgt wie die gesamte anschliessende Verarbeitung des Blutes in einem geschlossenen System aus verschweissten Plastikbeuteln und -röhrchen, an denen eine Nadel befestigt ist. Dadurch wird eine Kontamination mit Mikroorganismen während der Verarbeitung ausgeschlossen. Nach der Desinfektion der Haut wird die an den Beutel geschweisste Nadel in eine Armvene eingeführt. Zunächst werden die Proben für die Untersuchung abgenommen. Anschliessend fliesst das Blut in den Beutel, der einen Blutverdünner enthält, der die Blutgerinnung verhindert. Der Beutel liegt auf einer speziellen Waage, auf der er ständig bewegt und wo das Blut mit dem Blutverdünner vermischt wird. Die Entnahme stoppt automatisch, wenn 450 ml erreicht sind [Abbildung 9 ].

 **Abbildung 9** Blutspende aus der Armvene



*Quelle:* Blutspendedienst der italienischen Schweiz, SRK.

Die Blutspende ist absolut ungefährlich. Man muss sich jedoch gut vorbereiten und einige einfache Regeln befolgen, um Symptome im Zusammenhang mit der Verringerung des Blutvolumens zu vermeiden:

- ⊙ vor und nach der Blutspende Wasser oder andere Getränke trinken;
- ⊙ nicht mit leerem Magen Blut spenden;
- ⊙ nach der Blutspende etwas Kleines essen;
- ⊙ am Tag der Blutspende extreme Belastungen oder sehr anstrengende sportliche Betätigung vermeiden.

Diese Massnahmen haben sich als wirksam erwiesen, um das Risiko von Schwindel oder Ohnmacht zu verringern. Diese Risiken sind zwar sehr gering, aber nicht völlig ausgeschlossen.



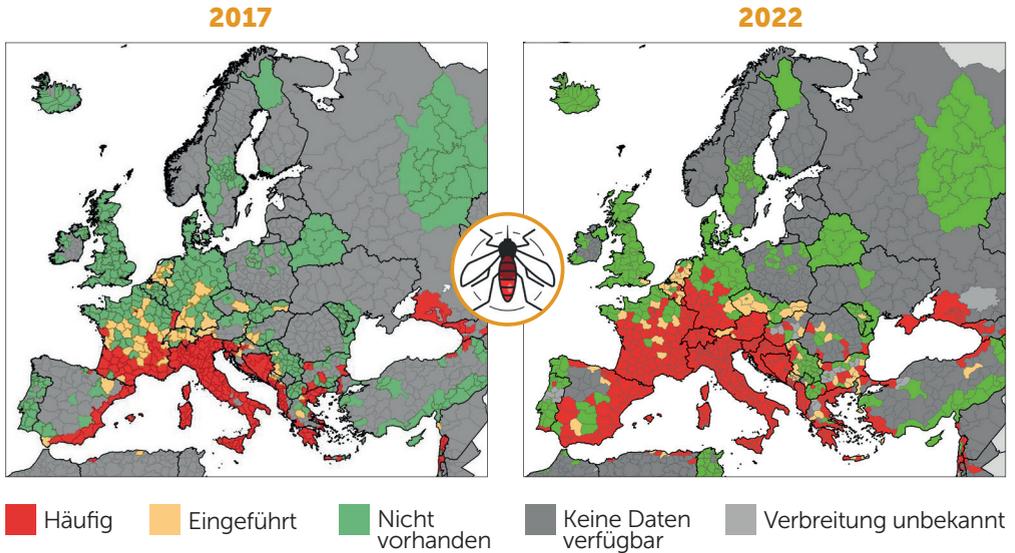
## DIE UNTERSUCHUNGEN

---

Wie wir gesehen haben, werden bei jeder Spende auch 30 bis 40 ml Blut entnommen, um Labortests durchzuführen, die zwei Hauptziele haben.

1. **Sie erkennen mögliche über das Blut übertragbare Infektionskrankheiten.** Natürlich ist es nicht möglich, auf jeden Mikroorganismus zu untersuchen, der in der Natur vorkommt und der beim Menschen Krankheiten hervorrufen kann. Die Analysen beschränken sich auf schwere Infektionskrankheiten, die nachweislich durch Bluttransfusionen übertragen werden, wie die verschiedenen Formen der Hepatitis (Hepatitis B, Hepatitis C, Hepatitis E), die durch verschiedene Virustypen hervorgerufen werden, die im Blut zirkulieren und eine Leberentzündung verursachen können. Durch die Klimaerwärmung und die extreme Mobilität der Menschen breiten sich in den letzten Jahren auch in unseren Breiten Krankheiten aus, die bisher nur für wärmere Regionen typisch waren. Einige davon werden durch sogenannte Überträger wie Mücken weitergegeben. Einige heimische Mückenarten können mit Viren aus tropischen Regionen infiziert sein (z. B. West-Nil-Fieber). Andere Arten sind tropischen Ursprungs, verbreiten sich aber immer weiter in unseren

## **Abbildung 10** Verbreitung der Tigermücke in Europa 2017-2022



*Quelle:* European Centre for Disease Prevention and Control.

<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/aedes-albopictus-current-known-distribution-europe-april-2017>

<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/aedes-invasive-mosquitoes-current-known-distribution-march-2022>

Breiten, wie die Tigermücke [**Abbildung 10** , und begünstigen auf diese Weise die Verbreitung neuer Viren wie das Dengue-Fieber oder das Chikungunya-Virus.

- 2. Sie bestimmen die Blutgruppe des Spenders**, um sie dann vor der Transfusion mit der Blutgruppe des Patienten abgleichen und die Kompatibilität von Patient und Spender sicherstellen zu können. Im nächsten Kapitel werden wir die Blutgruppen und ihre Bedeutung besser kennenlernen.

## **DIE BLUTGRUPPEN**

### **EIN BISSCHEN GESCHICHTE**

Die ersten Transfusionsversuche wurden im 17. Jahrhundert mit Schafblut durchgeführt. Die zu jener Zeit gängigen Theorien besagten, dass die Transfu-

 **Abbildung 11** Erste Transfusionsversuche mit Schafblut



Quelle: Matthias Gottfried Purmann, *Grosser und gantz neugewundener Lorbeer-Krantz, oder Wund Artzney... Zum andern Mahl vermehrt heraus gegeben* (1705).

sion von Schafs- oder Lammblood das Gemüt von psychisch kranken Menschen mit besonders aufgeregter Seele beruhigen könnte. Im Jahr 1667 berichteten **Jean-Baptiste Denis**, der Hofarzt von König Ludwig XIV., und Richard Lower und Edmund King in England mit Erstaunen über Erfolge dieses Verfahrens, die wahrscheinlich auf die geringe Menge an transfundiertem Blut zurückzuführen waren, die nicht ausreichte, um Nebenwirkungen hervorzurufen [**Abbildung 11** ]. Es stellte sich jedoch bald heraus, dass die Transfusion von Tierblut in den meisten Fällen zu schwerwiegenden Komplikationen bis hin zum Tod führte. Etwa zehn Jahre später wurde das Verfahren gesetzlich verboten. Heute wissen wir, dass diese Reaktionen durch das Immunsystem ausgelöst werden, das den Unterschied zwischen den roten Blutkörperchen verschiedener Tierarten und damit auch zwischen dem Menschen und einem Schaf erkennt.

Wann wurde die erste Transfusion durchgeführt?

Im Jahr 1818 verabreichte **James Blundell**, ein britischer Geburtshelfer, einer Frau, die nach der Geburt stark blutete, zum ersten Mal menschliches Blut. Das Blut wurde ihrem

Mann mit einer Spritze entnommen und direkt auf die Frau übertragen. In den folgenden Jahren führte Blundell dieses Verfahren bei mehreren Patienten durch und wurde wohl auch deshalb sehr reich. Er musste jedoch eingestehen, dass die Transfusion in manchen Fällen erfolgreich war, in anderen jedoch schwerwiegende Komplikationen bis zum Tod des Patienten nach sich zog. Warum?

Um die Antwort auf dieses Rätsel zu erhalten, müssen wir bis zum Jahr 1900 warten. Damals beobachtete der österreichische Arzt **Karl Landsteiner**, dass durch das Mischen des Blutes verschiedener Personen das Blut einiger dieser Personen selektiv mit dem Blut anderer reagierte, während in anderen Fällen keine Reaktion erfolgte. Diese Beobachtung führte zur Entdeckung der ersten Blutgruppe, dem AB0-System. Für seine Entdeckung erhielt Landsteiner 1930 den Nobelpreis für Medizin. Noch heute ist das AB0-System das wichtigste System, das man bei der Verabreichung von Spenderblut an einen Patienten beachten muss.

1939/1940 wurde der Rhesusfaktor entdeckt, ein Antigen, das heute als Rh bezeichnet wird. Die Entdeckung anderer Blutgruppen erfolgte immer schneller, bis heute gibt es 43 bekannte Blutgruppen.

### © **DER GRUNDSATZ DER KOMPATIBILITÄT**

Wir haben gesehen, dass unser Immunsystem in der Lage ist, Merkmale zu erkennen, die unserem Körper fremd sind. Diese Merkmale werden als **Antigene** bezeichnet. Die weißen Blutkörperchen und die Antikörper in unserem Blut können Antigene, die nicht unsere eigenen sind, erkennen und darauf reagieren. Wenn wir also die roten Blutkörperchen eines Spenders transfundieren, die andere Antigene als die des Patienten tragen, kann dieser eine Transfusionskomplikation erleiden, die als **hämolytische Transfusionsreaktion** auftritt und bei der die Antikörper die transfundierten roten Blutkörperchen zerstören. Der Schweregrad dieser Reaktion ist unterschiedlich: Einige Fremdantigene verursachen keine Probleme, andere können Reaktionen hervorrufen, die so schwerwiegend sind, dass sie das Leben des Patienten gefährden.

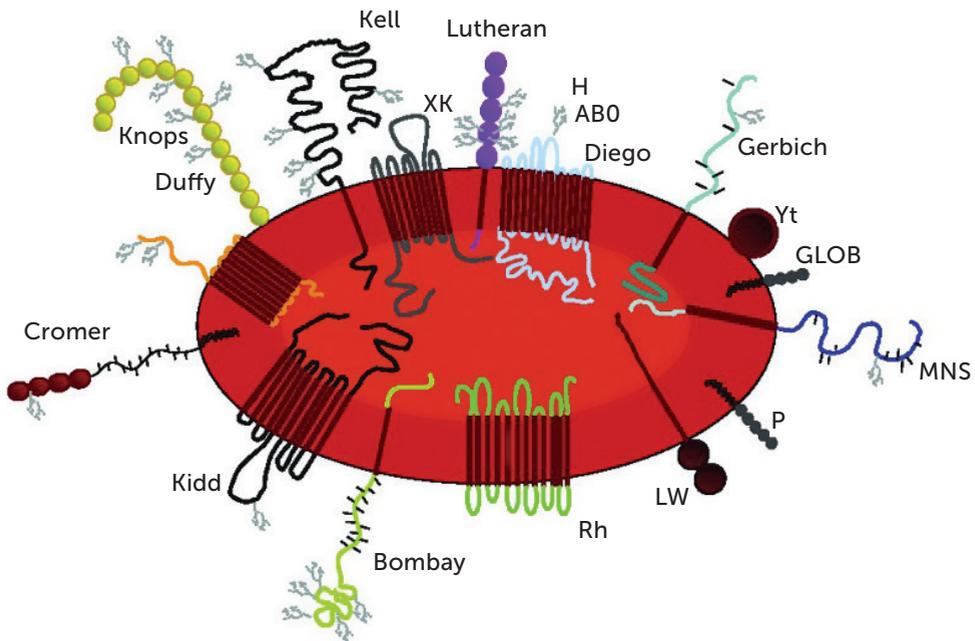
Deshalb muss vor einer Transfusion immer die Kompatibilität zwischen Spender und Patient überprüft werden.

## ⊙ DIE EINSTUFUNG DER BLUTGRUPPEN

Wir kennen heute **43 Blutgruppen**, die zusammen über **360 verschiedene Antigene** auf der Oberfläche der roten Blutkörperchen bilden [Abbildung 12]. Glücklicherweise müssen vor der Transfusion nicht alle dieser Gruppen bestimmt werden, denn nur in einem Teil von ihnen kommt es zu einer Transfusionsreaktion, wenn Spender und Empfänger nicht kompatibel sind. Die wichtigsten Gruppen, die es zu beachten gilt, sind das **AB0-System** und das **Antigen D**, das zur **Blutgruppe Rh** (Rhesus) gehört.



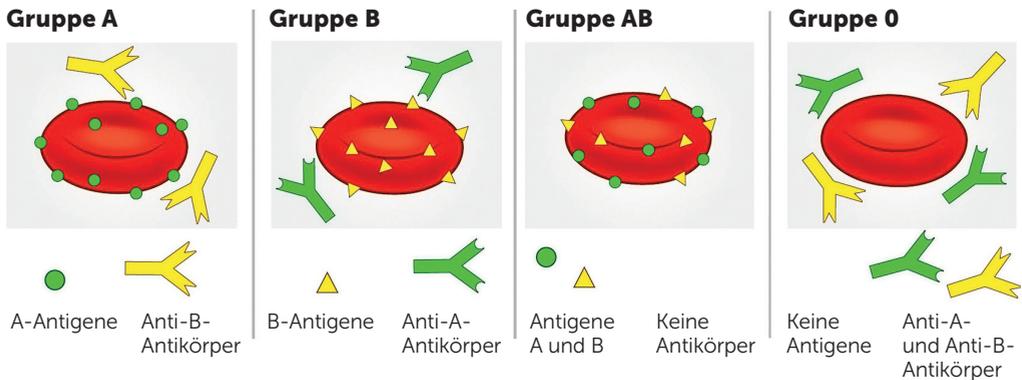
Abbildung 12 Schematische Darstellung bestimmter Antigene mit Angabe des Blutgruppennamens



Quelle: Blutgruppensysteme. ISBT Science Series, 2020.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/voxs.12593>

## Abbildung 13 AB0-Gruppe



Im AB0-System können die roten Blutkörperchen entweder das Antigen A oder B, beide oder keins von beiden tragen. Das Antigen definiert die Gruppe, d. h., wer weder A noch B trägt, gehört zur Gruppe 0, wer A trägt, gehört zur Gruppe A usw. [Abbildung 13]. In den Monaten nach der Geburt bildet unser Körper Antikörper gegen Fremdatigene, also Anti-B-Antikörper in Gruppe A, Anti-A-Antikörper in Gruppe B, Anti-A- und Anti-B-Antikörper in Gruppe 0 und keinen der beiden Antikörper in Gruppe AB.

Wenn wir **Erythrozyten** übertragen, müssen wir darauf achten, dass sie **keine Antigene tragen, gegen die der Patient Antikörper besitzt**. So können beispielsweise Erythrozyten der Blutgruppe 0 auf Patienten jeder Blutgruppe und A-Erythrozyten auf Patienten der Blutgruppen A und AB übertragen werden. Die Regeln für Erythrozyten sind in **Abbildung 14** zusammengefasst.

**Für das Blutplasma gelten die Regeln umgekehrt:** Plasma der Blutgruppe AB beispielsweise, das weder Anti-A- noch Anti-B-Antikörper enthält, kann auf alle Patienten übertragen werden, während das Plasma der Blutgruppe B (das Anti-A-Antikörper enthält) nur auf Patienten der Blutgruppe B oder 0 übertragen werden kann.

Das zweitwichtigste System ist der sogenannte **Rhesusfaktor** (Rh-Faktor), der mehrere unterschiedliche Antigene umfasst, wobei das Antigen D das

 **Abbildung 14** Kompatibilitätsregel zwischen Spender und Empfänger für die Transfusion von roten Blutkörperchen

		SPENDER			
		0	AB	B	A
EMPFÄNGER	A				
	B				
	AB				
	0				

Personen mit der Blutgruppe AB können Blut an Empfänger mit der gleichen Blutgruppe spenden. Personen mit der Blutgruppe Null können ihr Blut hingegen auch Menschen mit anderen Blutgruppen spenden. Aus diesem Grund sind diese Personen besonders geeignet für eine Spende.

wichtigste ist. **Wer das Antigen D besitzt, ist Rh-positiv, wer es nicht besitzt, ist Rh-negativ.** Rh-negative Personen können Antikörper gegen das Antigen D bilden und **dürfen daher nur Rh-negatives Blut** erhalten. **Wer Rh-positiv ist, kann beides erhalten.**

Dies erklärt, warum Spender der **Blutgruppe 0 Rh-negativ** so begehrt sind: Sie machen weniger als 7 % der Bevölkerung in unserem Land aus und **ihre Erythrozyten können allen Patienten** übertragen werden. In der Realität wird eine Transfusion der Blutgruppe 0 negativ im Notfall durchgeführt, wenn die Blutgruppe des Patienten noch nicht bekannt ist. Sobald das Labor die Blutgruppe bestimmt hat, werden Produkte dieser Gruppe verwendet.

## © DIE BLUTPRODUKTE

Nach der Spende wird das Blut in seine Bestandteile aufgeteilt. Durch Zentrifugieren können die roten Blutkörperchen (unten), das Blutplasma (oben) und die anderen Zellen (in der Mitte) getrennt werden [Abbildung 15 ].

**Erythrozytenkonzentrat.** Hier ist es hilfreich, wenn wir uns daran erinnern, dass die Zellen in unserem Körper lebendig sind und weiter versorgt werden müssen, wenn sie ausserhalb unseres Körpers in einem Kunststoffbehälter aufbewahrt werden. Die roten Blutkörperchen werden nach der Spende und der Trennung von den anderen Zellen in einen Beutel mit einer Nährlösung gegeben, die eine **Lagerung bei 4 °C für 42 Tage** ermöglicht. Durch die Filtration werden die **restlichen weissen Blutkörperchen entfernt** und man

 **Abbildung 15** Eine Blutspende nach der Zentrifugierung: oben das Plasma, darunter die Erythrozyten, in der Mitte eine dünne Schicht mit Leukozyten und die Blutplättchen



*Quelle:* Blutspendedienst der italienischen Schweiz, SRK.

 **Abbildung 16** Kühltank mit Erythrozytenkonzentraten verschiedener Blutgruppen bei 4 °C



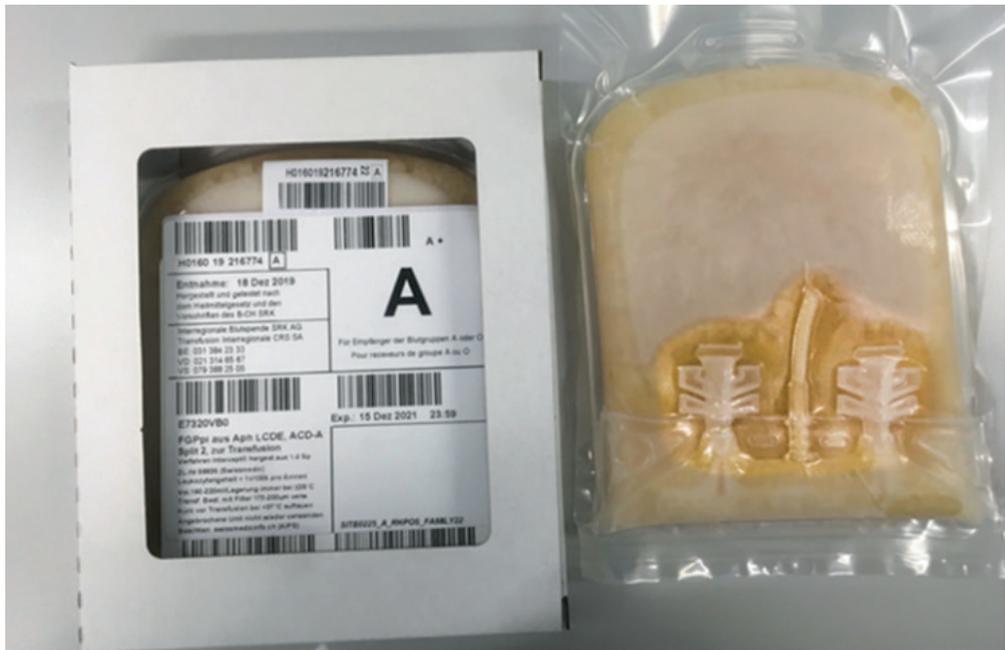
*Quelle:* Blutspendedienst der italienischen Schweiz, SRK.

erhält ein reineres Erythrozytenkonzentrat mit minimaler Kontamination durch andere Zellen [**Abbildung 16** ].

**Gefrorenes Frischplasma.** Blutplasma wird ebenfalls in einen Beutel gegeben und eingefroren und kann bei -25 °C **bis zu zwei Jahre gelagert werden** [**Abbildung 17** ].

**Thrombozytenkonzentrat.** Aus der mittleren Schicht, die aus Blutplättchen, weissen Blutkörperchen und einem Rest roter Blutkörperchen besteht, wer-

 **Abbildung 17** Gefrorenes Frischplasma, tiefgekühlt auf unter -25 °C



*Quelle:* Blutspendedienst der italienischen Schweiz, SRK.

den die **Blutplättchen** extrahiert. Um eine ausreichende Menge für eine Transfusion zu erhalten, werden die Blutplättchen von 4-5 Spendern adiiert. Das so entstandene Produkt wird mit einem besonderen Verfahren zur **Entfernung eventueller Mikroorganismen** (Inaktivierung von Krankheitserregern) behandelt und bei Raumtemperatur höchstens sieben Tage gelagert [**Abbildung 18** ].

Aus dem Blutplasma können auch Antikörper oder Blutgerinnungsfaktoren extrahiert werden, um Arzneimittel für Patienten mit Erkrankungen des Immunsystems, Infektionen oder Blutgerinnungsstörungen herzustellen. Ein typisches Beispiel ist die **Hämophilie**, eine Erbkrankheit, bei der den Trägern ein bestimmter Gerinnungsfaktor fehlt und es dadurch zu Blutungen kommt. Wenn diese Patienten bluten, können sie mit diesem aus dem Blutplasma extrahierten Faktor behandelt werden.

 **Abbildung 18** Zwei Thrombozytenkonzentrate, die bei Raumtemperatur (20–24 °C) gelagert werden



*Quelle:* Blutspendedienst der italienischen Schweiz, SRK.

## **SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICKE: WARUM GIBT ES KEIN KÜNSTLICHES BLUT?**

Seit mehr als 50 Jahren wird versucht, künstliches Blut herzustellen. Der erste und zugleich einfachste Versuch war die Entwicklung von Formen **künstlichen Hämoglobins**, das Sauerstoff aus der Lunge in das Gewebe transportiert, so wie es auch das Hämoglobin in unseren roten Blutkörperchen tut.

Später wurde auch nach völlig anderen Stoffen gesucht, die Sauerstoff binden können. Man entdeckte eine Klasse von Substanzen, die **Perfluorcarbone**, an denen verschiedene Studien durchgeführt wurden. Trotz zahlreicher Versuche zeigte sich jedoch, dass keine dieser Substanzen die Transfusion von roten Blutkörperchen ersetzen konnte, und zwar sowohl wegen mangelnder Wirksamkeit als auch vor allem wegen ihrer Toxizität: Die meisten Studien wurden aufgrund schwerer Nebenwirkungen abgebrochen.

Das Problem bei diesen Versuchen bestand darin, dass sie die Komplexität des Sauerstofftransports nicht berücksichtigten, der nicht nur auf dem Hämoglobin, sondern auch auf **einem Gleichgewicht bei der Interaktion zwi-**

**schen Blutgefäßen, Erythrozyten, Hämoglobin, Sauerstoff und anderen im Blut vorhandenen Substanzen** beruht und das Ergebnis einer Millionen Jahre dauernden und nur schwer zu imitierenden Entwicklung ist.

Wir haben gesehen, dass unser Blut aus seinen **Stammzellen** entsteht. Diese Zellen im Labor zu züchten und sie in roten Blutkörperchen oder Blutplättchen reifen zu lassen, um so genau wie möglich nachzuahmen, was unser Körper tut, könnte eine Möglichkeit sein, Blut im Labor herzustellen.

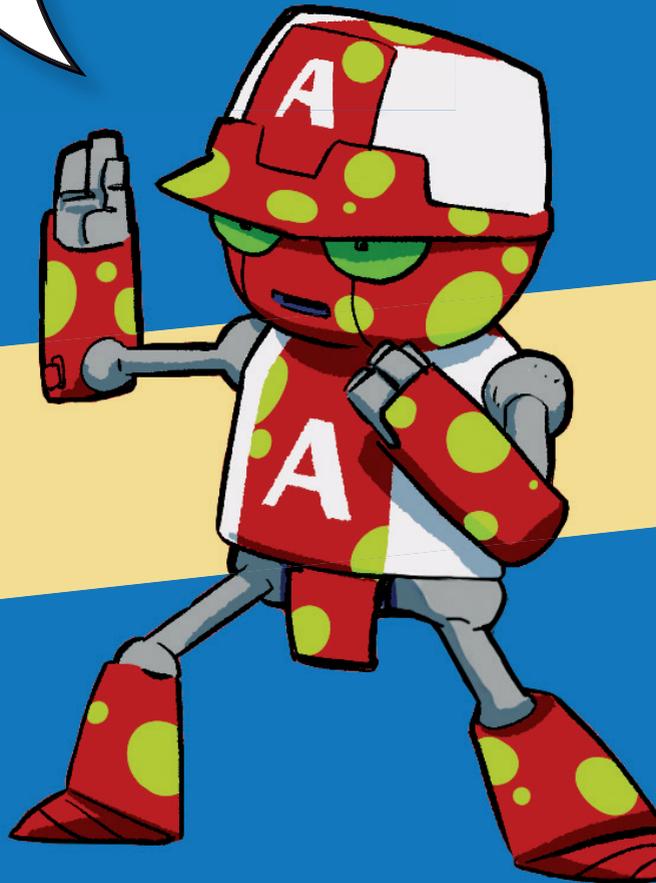
In den letzten Jahren wurden Fortschritte bei der Kultivierung und Differenzierung verschiedener Arten von Stammzellen erzielt. Die Schwierigkeit dieses Ansatzes besteht darin, dass man Zellen braucht, die zu 100 % identisch mit den roten Blutkörperchen sind, ohne dass unreife Formen im Blut vorhanden sein dürfen, die nicht für ihre Funktion geeignet sind. Dies wären Zellen, die eine für den Sauerstofftransport ungeeignete Form von Hämoglobin oder Antigene tragen, die nicht im menschlichen Organismus vorkommen und die Nebenwirkungen bei der Übertragung auf einen Patienten hervorrufen können.

Bisher ist es einigen Labors gelungen, ein paar Milliliter Blut herzustellen. Wir sind jedoch noch weit davon entfernt, industriell, sicher und nach standardisierten Verfahren Blut in einer Menge herzustellen, die für die Versorgung eines ganzen Landes notwendig wäre. Vor der Verwendung in der täglichen Praxis müssen klinische Studien durchgeführt werden, um die Wirksamkeit und Sicherheit dieser neuen Produkte zu gewährleisten. Dieser Ansatz, der auf Stammzellen basiert, könnte in den nächsten Jahren jedoch darauf ausgerichtet sein, **Blut für Patienten mit sehr seltenen Blutgruppen herzustellen**, von denen es in Europa nur wenige Spender gibt. Wenn die Stammzellen von wenigen Personen mit seltenen Blutgruppen immer zur Verfügung stünden, wäre es möglich, eine ausreichende Menge Blut aus dieser Gruppe herzustellen – zu hohen Kosten, die jedoch durch das Fehlen vernünftiger Alternativen gerechtfertigt wären.

Es wird also noch lange dauern, bis es gelingt, Blut industriell in einer Menge herzustellen, die den Bedürfnissen der Patienten entspricht und das die gleiche Garantie für die Sicherheit des Spenderblutes zu erschwinglichen Kosten bietet. Bis dahin wird unser Körper die effizienteste und sicherste Blutfabrik bleiben, und die Blutspende wird für das Überleben vieler Menschen weiterhin notwendig sein.

Blut

ZWEITER TEIL



## TEXTE

---

Texte der Schüler der Klasse 3B der Sekundarschule Biasca:

Nicolas Bisceglia	Matia Milosevic
Laura Canepa	Tomas Mitrovic
Leeroy Devittori	Tedros Naizghi
Melissa Di Tullio	Amar Omerovic
Francesco Garieri	Alessandra Policastrese
Rreze Gashi	Laura Preniqi
Nicolò Iezza	Enea Rivera
Lara Lasio	Jovan Simic
Antonio Lubello	Anton Torre

Unter der Koordination der Lehrerin:

Anne-Sophie Genini (Lehrerin für Naturwissenschaften)

Sekundarschule Biasca

Via Stefano Franscini, 21

6710 Biasca

Tessin - Schweiz

Schulleiter: Luca Herold

Stellvertretende Schulleiterin: Camilla Fossati

## ZEICHNUNGEN

---

Zeichnungen von Matteo Perilli für die Scuola Romana dei Fumetti.

# BLUT

«NEAPEL IST DIE SCHÖNSTE STADT DER WELT...  
UND ES IST MEINE STADT...»



«...KLAR, ES IST NICHT  
EINFACH HIER...»



**WRECK**



«...ABER ICH HABE VON KLEIN AUF  
GELERNT, HIER KLARZUKOMMEN...»

«...ICH HEISSE SALVATORE,  
ABER MEINE FREUNDE NENNEN  
MICH SALVO...»



«...UND ICH HABE MEINE  
BANDE...»



BRINGEN WIR SIE  
ALLE UM!



«...WIR WISSEN, WIE  
WIR UNS BEI DEN  
RIVALISIERENDEN BANDEN  
RESPEKT VERSCHAFFEN!»





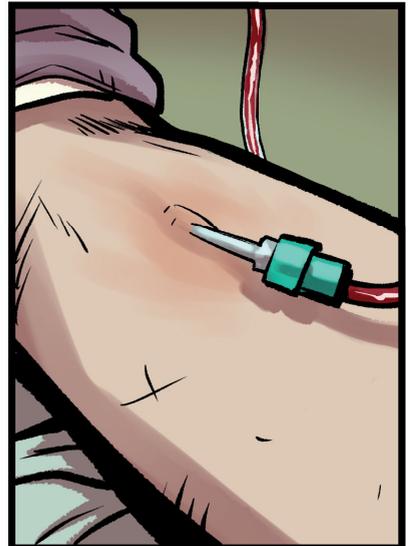


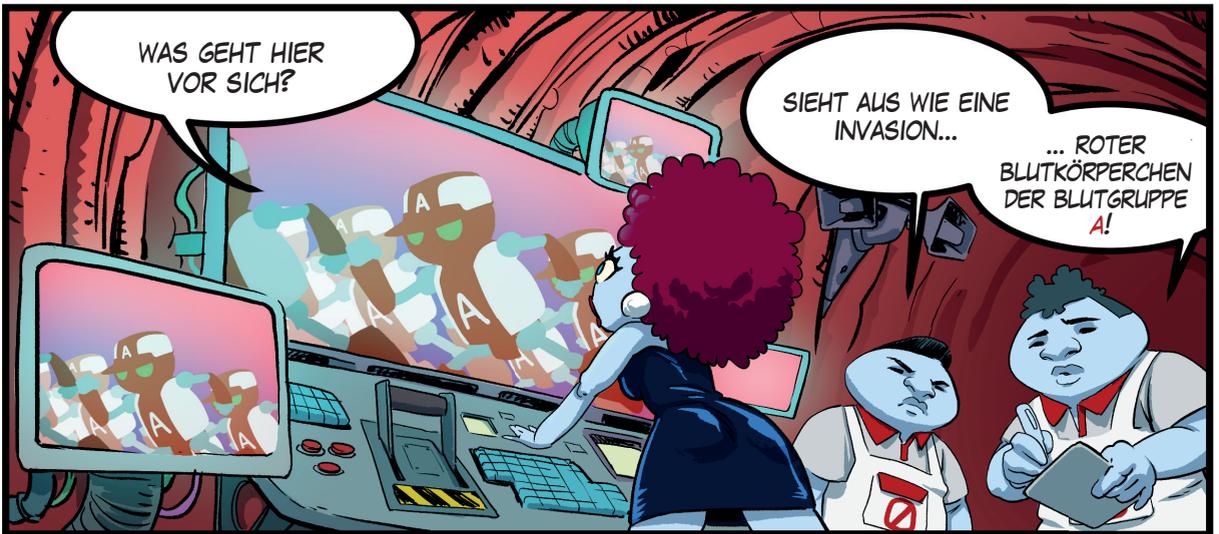
«UND SO WURDE ICH ZU  
'O DOTTORE GEBRACHT...»

ER BRAUCHT SOFORT  
EINE BLUTTRANSFUSION...

ABER DIESES BLUT IST A, UND  
ICH HABE BLUTGRUPPE O...

MACHEN SIE SICH KEINE GEDANKEN...  
BLUT IST BLUT... UND ES IST  
DAS BESTE, DAS KANN ICH IHNEN  
VERSICHERN, DON SALVO!

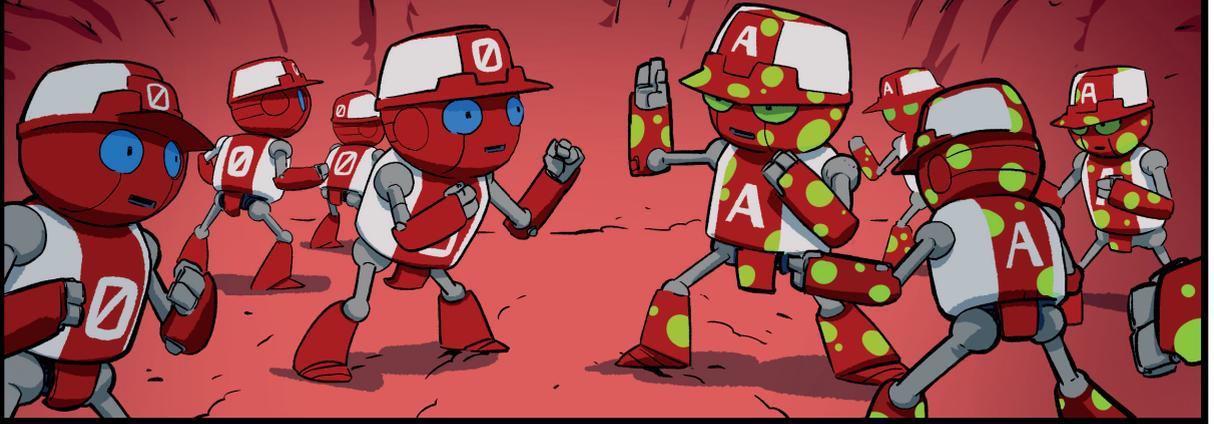




SALVO HAT BLUTGRUPPE **0**, SEIN BLUT BESTEHT AUS «NACKTEN» ROTEN BLUTKÖRPERCHEN, DIE KEINE ANTIGENE TRAGEN. IN DIESEM BLUT HINGEGEN ZIRKULIEREN ANTIKÖRPER **GEGEN A** UND **B**.



DAS PROBLEM SIND NICHT DIE ROTEN BLUTKÖRPERCHEN **A**, DIE SIND FÜR **O** UNGEFÄHRLICH. ES SIND DIE ANTIKÖRPER **GEGEN A**...



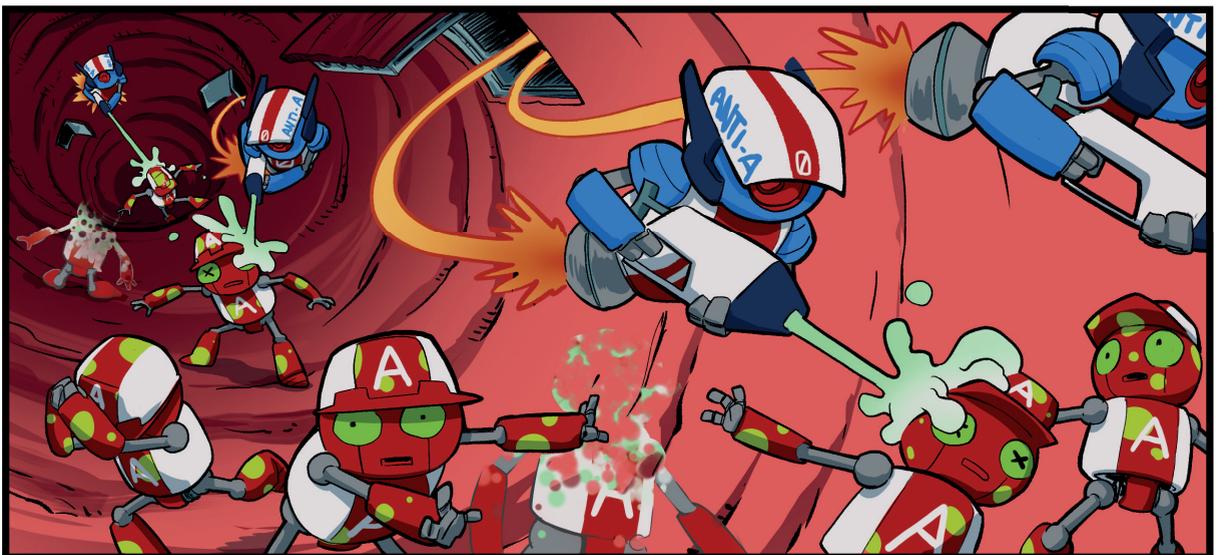
DENN SALVOS IMMUNSYSTEM DENKT, DASS ES ANGEGRIFFEN WIRD, AUCH WENN DIE **A**-BLUTKÖRPERCHEN DIE DER BLUTGRUPPE **O** NICHT ZERSTÖREN...

ES SIND MILLIARDEN...  
SIE GREIFEN UNS AN...

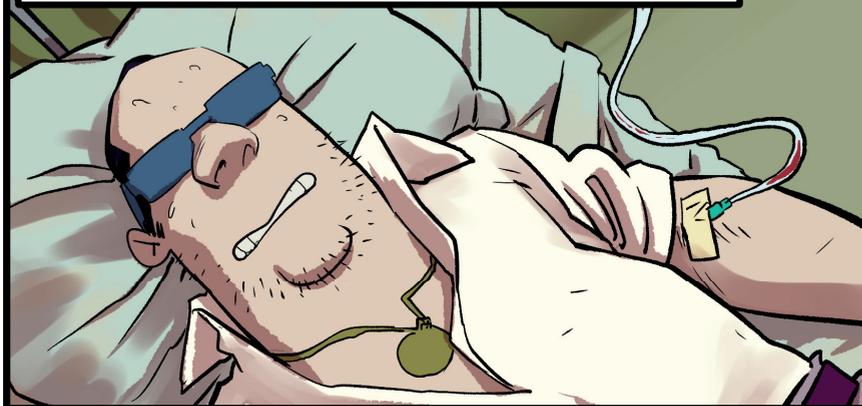
ZUM GLÜCK ERKENNT MAN SIE  
MIT ALL IHREN KLEINEN  
PUNKTEN AUF ANHIEB...

JA, STARTEN WIR DEN  
ZERSTÖRUNGSPROZESS...

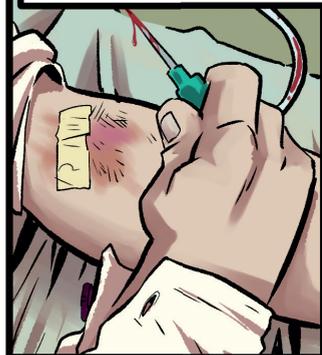
LASSEN WIR UNSERE  
**ANTI-A**-ANTI-KÖRPER  
LOS!



«...ES WAR KLAR, DASS 'O DOTTORE MICH REINGELEGT UND VERSUCHT HATTE, MICH IM NAMEN DER RIVALISIERENDEN BANDE ZU TÖTEN...»



«...ICH MUSSTE DA RAUS... ICH WURDE IMMER SCHWÄCHER...»



«...LAG ES AUCH AM ENTZUG?»



«DON GENNARO HÄTTE MIR DIE ANTWORT GEBEN KÖNNEN...»



«...ER HAT DAS BESTE KOKAIN IN GANZ NEAPEL...»





HALT, HÄNDE HOCH!

«...DIESES DRECKSTÜCK HATTE MICH AN DIE POLIZEI VERRATEN...»

«ICH LIEF NICHT WEG, DAS HÄTTE NICHTS GEBRACHT. ICH WUSSTE, DASS DAS SPIEL VORBEI WAR, DIE BULLEN HATTEN MICH SCHACHMATT GESETZT UND SCHON BALD WÜRDEN SIE DIE GANZE BANDE FESTNEHMEN, DAS WAR UNVERMEIDLICH...»



«VON DA AN GESCHAH ALLES UM MICH HERUM WIE IN ZEITLUPE, ALLES WAR VORBEI...»

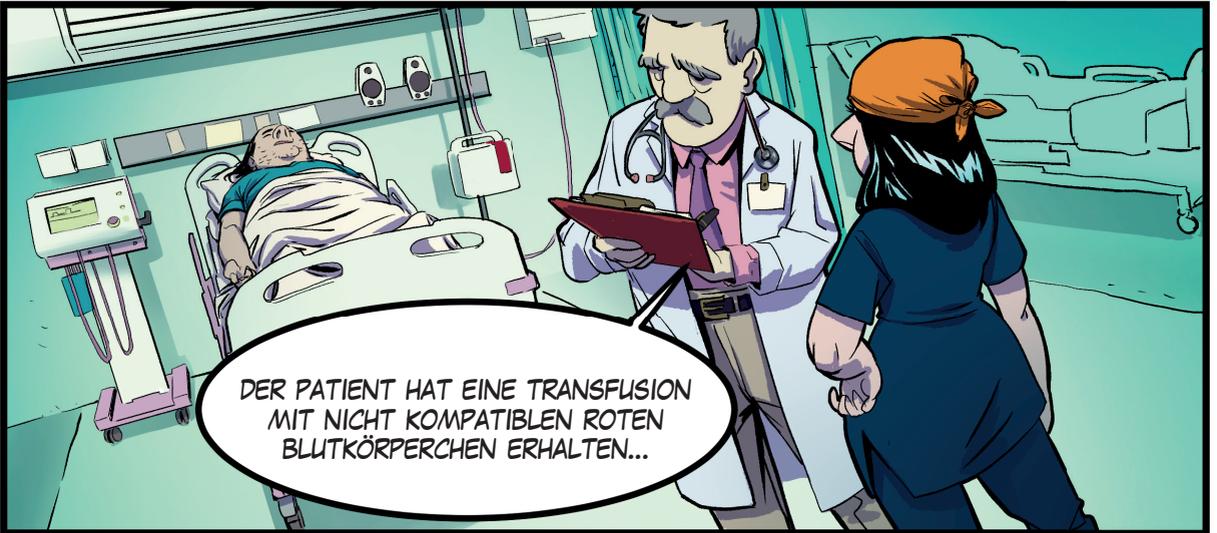


«ICH WURDE OHNMÄCHTIG, VIELLEICHT WAR ICH GERETTET, IN JEDER HINSICHT...»

«DIE CARABINIERI MUSSTEN DEN KRANKENWAGEN RUFEN,  
DER KURZ DARAUFG EINTRAF. SIE LUDEN MICH EIN UND  
BRACHTEN MICH INS NÄCHSTGELEGENE KRANKENHAUS,  
DAS SANTISSIMA ANNUNZIATA...»



DER PATIENT HAT EINE TRANSFUSION  
MIT NICHT KOMPATIBLEN ROTEN  
BLUTKÖRPERCHEN ERHALTEN...



WIR GEBEN IHM  
SOFORT KOMPATIBLE  
TRANSFUSIONEN DER  
BLUTGRUPPE O...

ZUM GLÜCK HABEN WIR  
WELCHE DA, DENN DIE  
BLUTGRUPPE VON SALVATORE  
IST ZIEMLICH HÄUFIG.

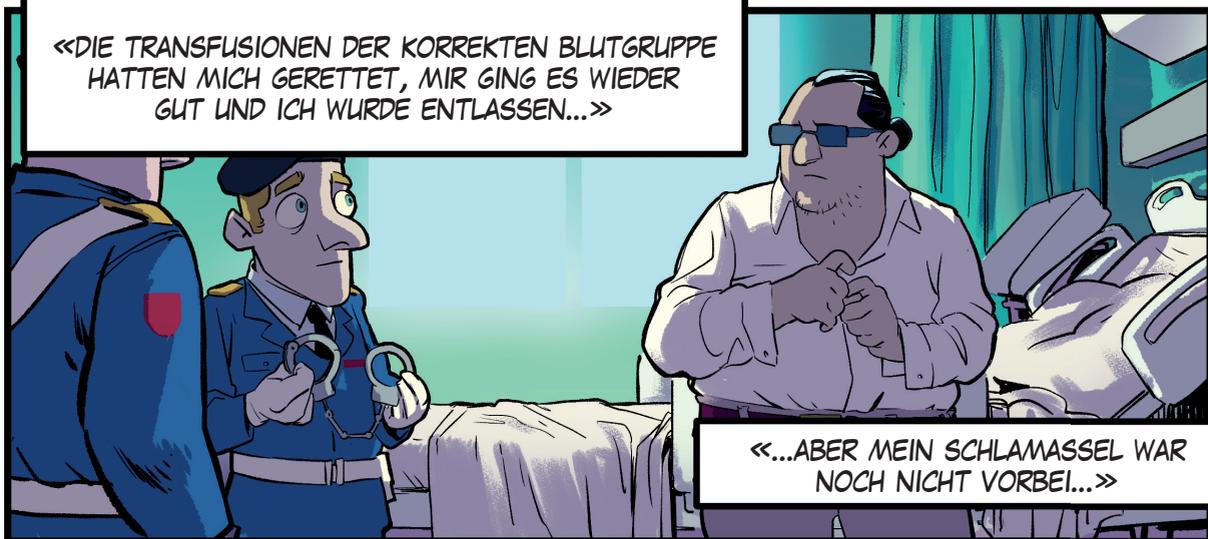


LUND SPENDER GIBT ES DANK  
DER AUFKLÄRUNGSKAMPAGNEN  
AUCH AUSREICHEND...





«DIE TRANSFUSIONEN DER KORREKTEN BLUTGRUPPE HATTEN MICH GERETTET, MIR GING ES WIEDER GUT UND ICH WURDE ENTLASSEN...»



«...ABER MEIN SCHLAMASSEL WAR NOCH NICHT VORBEI...»

«...AUF MICH WARTETE DAS GEFÄNGNIS!»



«...MAN BRACHTE MICH INS GEFÄNGNIS POGGIOREALE...»



«...UND WEIL ICH DIE NAMEN VIELER MAFIOSI VERRATEN HATTE, UM EINE MILDERE STRAFE ZU BEKOMMEN...»



«...BESCHLOSSEN SIE, DASS ICH DAFÜR BEZAHLEN WÜRDE...»



«...LETTZENDLICH WAR ES SCHICKSAL...»



«...DASS MEINE GESCHICHTE BLUTIG ENDETE!»





**Adaptive Immunantwort** Zweite Verteidigungslinie unseres Organismus: Wirkt sehr spezifisch gegen fremde Antigene und kann sich fremde Antigene merken, falls diese später noch einmal auftauchen.

---

**Anämie** Krankheit, bei der die Hämoglobinkonzentration im Blut unter dem Normwert liegt. Die Ursachen können vielfältig sein: Eisenmangel, eine der zahlreichen Blutkrankheiten, Blutungen nach einem Unfall oder einer Operation. Die Folge ist eine Herabsetzung der Fähigkeit des Blutes, das Gewebe mit Sauerstoff zu versorgen.

---

**Angeborene Immunantwort** Erste Verteidigungslinie unseres Organismus: Erkennt eine begrenzte Anzahl von Antigenen, wirkt aber sofort und aktiviert die adaptive Immunantwort.

---

**Antigen** Die Struktur eines Organismus, die unser Immunsystem als fremd erkennt. Die dadurch verursachte Reaktion, die auf die Beseitigung des fremden Organismus abzielt, umfasst unter anderem die Bildung von Antikörpern.

---

**Antikörper** Ein Protein, das von einer bestimmten Gruppe von Lymphozyten (sogenannten B-Lymphozyten) produziert wird, die sich an ein Antigen binden und so dessen Beseitigung durch das Immunsystem ermöglichen.

---

---

**Blutgruppe** Eine Gruppe von Antigenen, die durch ein und dasselbe Gen kontrolliert werden und in verschiedenen Formen bei verschiedenen Individuen vorkommen (z. B. das AB0-System). Die Transfusion von Blut eines Spenders mit einer anderen Blutgruppe als der des Patienten kann das Immunsystem des Patienten aktivieren und eine Hämolyse verursachen.

---

**Blutspende** Freiwillige Bereitstellung einer bestimmten Menge des eigenen Blutes, dessen Bestandteile zu therapeutischen Zwecken verwendet werden können. Die am häufigsten verwendeten Blutprodukte können nur für kurze Zeit aufbewahrt werden. Daher ist die ständige Verfügbarkeit von Spendern sehr wichtig.

---

**Blutverdünner** Substanz, die die Blutgerinnung hemmt. Es gibt Gerinnungshemmer, die verwendet werden, um die Bildung von Blutgerinnseln in den Blutgefäßen (Thrombose) zu verhindern, und solche, mit denen die Gerinnung des Blutes verhindert wird, das zur Analyse oder Transfusion entnommen wurde. Letztere kommen in den Blutspendebeuteln oder in den Analyseproben für das Labor zum Einsatz.

---

**Chikungunya** Durch Stiche von Moskitos übertragenes Virus, das Fieber und starke Muskel- und Gelenkschmerzen verursacht. Das Virus kommt typischerweise in wärmeren Regionen (vor allem Asien und Afrika) vor, aber durch Reisen und den Klimawandel erhöht sich das Risiko, dass es sich auch in Europa ausbreitet.

---

**Dengue** Durch Stiche von Moskitos übertragenes Virus, das Fieber, Kopf- und Gelenkschmerzen und Hautausschlag verursacht. Es ist in tropischen und subtropischen Regionen weit verbreitet, aber in den letzten Jahren wurden infolge des Klimawandels die ersten Fälle in Südeuropa beobachtet.

---

**Erythrozyten (rote Blutkörperchen)** Blutzellen, deren Hauptfunktion darin besteht, Sauerstoff aus der Lunge ins Gewebe zu transportieren. Sie können aus einer Blutspende gewonnen und einem Patienten mit Anämie verabreicht werden, wenn die Anämie so schwerwiegend ist, dass eine ausreichende Sauerstoffversorgung des Gewebes nicht mehr möglich ist.

---

---

**Fibrin** Wesentlicher Bestandteil der Blutgerinnung, der durch die Aktivierung von Gerinnungsfaktoren entsteht. Fibrin festigt das primäre Gerinnsel, das nach der Verletzung eines Blutgefässes aus den Blutplättchen gebildet wird.

---

**Gerinnungsfaktoren** Im Blutplasma gelöste Proteine, die mit den Blutplättchen und untereinander interagieren und so zur Gerinnselformung führen. Das Fehlen eines oder mehrerer dieser Proteine kann zu übermässigen Blutungen führen. Bei Krankheiten mit einem spezifischen Mangel an einem Faktor, zum Beispiel Hämophilie, kann eine Blutung durch die Verabreichung des fehlenden Faktors (Faktor VIII oder Faktor IX) behandelt werden. Bei einem grossen Blutverlust, beispielsweise durch einen Unfall, muss Blutplasma übertragen werden, um eine ausgewogene Zufuhr aller Gerinnungsfaktoren zu gewährleisten.

---

**Hämatopoetische Stammzellen** Stammzellen sind undifferenzierte Zellen, die die Fähigkeit haben, zu reifen und sich in verschiedene Arten von Zellen in unserem Körper zu verwandeln. Hämatopoetische Stammzellen sind im Knochenmark zu finden. Aus ihnen entstehen Erythrozyten, weisse Blutkörperchen und Blutplättchen.

---

**Hämoglobin** Hauptbestandteil der roten Blutkörperchen. Es ist verantwortlich für den Sauerstofftransport im Körper und verleiht dem Blut seine typische rote Farbe.

---

**Hämolyse** Der Prozess der vorzeitigen Zerstörung der roten Blutkörperchen. Dies kann die Folge einer Blutkrankheit, der Einnahme von Medikamenten oder toxischen Substanzen oder einer Transfusion sein, wenn der Patient Antikörper gegen ein Antigen auf der Oberfläche der transfundierten roten Blutkörperchen hat.

---

**Hämophilie** Eine Erbkrankheit, die durch einen Mangel an einem Protein verursacht wird, das für die Blutgerinnung benötigt wird (Faktor VIII oder Faktor IX). Das Fehlen dieses Proteins führt dazu, dass der Patient spontan oder bei kleinen Verletzungen schneller blutet.

---

---

**Hepatitis** Entzündliche Lebererkrankung. Zu den Ursachen zählen verschiedene Viren, von denen einige durch Bluttransfusionen übertragen werden können (Hepatitis B, Hepatitis C, Hepatitis E). Glücklicherweise lässt sich dieses Risiko durch die aktuellen Präventivmassnahmen nahezu auf null reduzieren.

---

**Leukämie** Eine Knochenmarkerkrankung, bei der es zu einer unkontrollierten Vermehrung krankhafter Blutzellen kommt, die die Bildung normaler Zellen verhindern. Je nach Art der veränderten Zelle und der Art der festgestellten Anomalie gibt es verschiedene Formen der Leukämie mit unterschiedlichem Verlauf und unterschiedlicher Prognose. Im Allgemeinen können die Patienten an Anämie, Blutungen und Infektionen sowie an einer Reihe anderer Komplikationen leiden. Die Chemotherapie dient der Beseitigung krankhafter Zellen und stellt so die normale Hämatopoese wieder her. Bei der Behandlung müssen die Patienten häufig Erythrozyten- oder Thrombozytenkonzentrate erhalten.

---

**Leukozyten (weisse Blutkörperchen)** Zellen des Immunsystems, die den Körper vor Mikroorganismen oder Fremdkörpern schützen. Es gibt sie in verschiedenen Arten, die jeweils spezifische Aufgaben haben. Im Blut kommen Lymphozyten, Monozyten und verschiedene Granulozyten vor.

---

**Perfluor-carbone** Chemische Stoffe, die Sauerstoff transportieren können. Sie wurden lange Zeit als mögliche Ersatzprodukte für die Transfusion von Erythrozyten untersucht, bisher jedoch ohne Erfolg, nicht zuletzt wegen der mit der Verabreichung verbundenen Risiken.

---

**Thrombozyten (Blutplättchen)** Zellfragmente, die im Blut zirkulieren und deren Hauptfunktion darin besteht, die Blutgerinnung zu aktivieren, indem sie sich dort ansammeln, wo ein Blutgefäss verletzt wurde, und dadurch die Blutung stoppen. Im Anschluss entfalten die Gerinnungsfaktoren im Blutplasma ihre Wirkung, was zur Bildung von Fibrin und damit zur Stabilisierung des Blutgerinnsels führt. Thrombozyten werden durch Blutspende gewonnen und an Patienten mit zu wenig Blutplättchen übertragen.

---

---

**Transfusion** Verabreichen von Blut oder Blutbestandteilen eines Spenders an einen Patienten zu therapeutischen Zwecken.

---

**Überträger** Im biologischen Sinne ein Organismus, der Infektionserreger auf andere Organismen überträgt. Infolge von Reisen und Klimaveränderungen breiten sich manche Überträger (zum Beispiel bestimmte Mückenarten wie die Tigermücke) aus den tropischen und subtropischen Regionen nach Europa aus und verbreiten Viruserkrankungen, die vorher in unseren Breiten nicht anzutreffen waren.

---

**West-Nil-Virus** Ein durch Mückenstiche übertragenes Virus, das in den meisten Fällen keine Symptome verursacht, aber zu Grippe-symptomen und selten zu einer Entzündung der Hirnhaut und des Hirngewebes führen kann. In den letzten Jahren taucht es im Sommer und im Herbst regelmässig in Süd- und Osteuropa auf.

---



Das Blut in unserem Körper erfüllt zahlreiche grundlegende Funktionen: Es transportiert Sauerstoff und Nährstoffe zu den Zellen, befreit diese von Kohlendioxid und verbindet die Organe und Gewebe miteinander. Es wird vom Herzen gepumpt, zirkuliert ununterbrochen und erhält alle Teile des Organismus am Leben.

Jedoch ist es wichtig zu wissen, dass unser Blut nicht nur für uns selbst wichtig ist, sondern auch das Leben anderer retten kann: Wenn wir es spenden, kann es einem anderen Menschen, der es aus gesundheitlichen Gründen braucht, helfen und ihn schützen.

Auch eine kleine Menge kann einen grossen Unterschied bewirken. Deshalb ist das Spenden von Blut eine der grössten Gesten der Nächstenliebe, die es gibt.

**Stefano Fontana**, Stiftung Blutspendedienste des Roten Kreuzes in der italienischen Schweiz; Universität Lausanne (UNIL).

Dieses Buch beinhaltet den Comic:

*Blut*

Texte der Schüler der Klasse 3B  
der Sekundarschule Biasca,  
Tessin/Schweiz.

Zeichnungen

von Matteo Perilli

für die Scuola Romana dei Fumetti.

