

Blut

1: Blut tritt schon bei kleinsten Verletzungen aus

Eine oberflächliche Hautverletzung, ein leichter Stich in den Finger – schon tritt Blut aus (Abb. 1). Ein solcher Anblick erschreckt viele Menschen, weil sie damit Schmerzen oder sogar Lebensgefahr in Verbindung bringen. Die Ausscheidung von Blut lässt innere Erkrankungen befürchten. Blut hat eine derart alarmierende Wirkung, dass so mancher bei seinem Anblick das Bewusstsein verliert: «Er kann kein Blut sehen.» Der assoziativen Nähe zum roten «Lebenssaft» verdankt die Farbe Rot sicher ihre enorme Signalwirkung. Wer «Blut vergießt», der verletzt oder tötet; auf Flaggen symbolisiert die Farbe Rot oft das Blut der Gefallenen (Hesmer 2008). Gleichzeitig stehen die Farbe Rot und das Blut aber auch sinnbildlich für das Leben: «Denn des Leibes Leben ist in seinem Blut, solange es lebt» (3. Mose 17:14). Blut fließt in lebenden Tieren und Menschen, wir hören und fühlen es pulsen. Wir spüren, wie das Blut uns erröten lässt und wie es wärmend in Hände und Füße strömt. Es versorgt über die Nabelschnur das ungeborene Leben und erinnert bei der Regelblutung, dass eine Frau Leben spenden kann.

Es gibt wohl keinen anatomischen Begriff mit einer ähnlich großen emotionalen Wirkung und mythologischen Bedeutung wie «Blut» – allenfalls «Herz», das ja über den Kreislauf in enger Beziehung zum Blut steht. Nach der griechischen und germanischen Mythologie wurde der Mensch aus dem Blut der Götter erschaffen. In der christlichen Tradition erlangen die Gläubigen beim Abendmahl durch die symbolische Aufnahme des Blutes Christi Teilhabe am göttlichen Wesen. Die den Menschen vom Alten Testament auferlegte Einschränkung «Nur Fleisch mit seiner Seele – seinem Blut – sollt ihr nicht essen» (1. Mose 9:3,4) wird bis

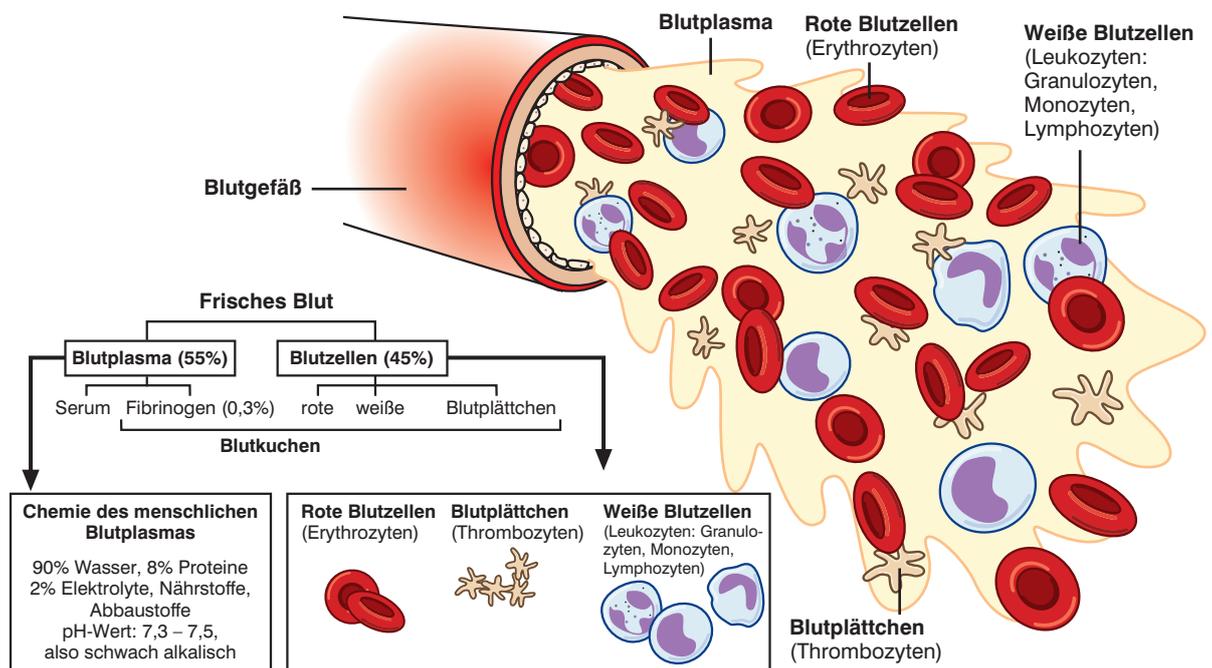
heute im Judentum eingehalten. Auch im Islam werden Schlachttiere geschächtet, damit sie ausbluten. Jehovas Zeugen folgen ebenfalls dem göttlichen Gebot, sich der Aufnahme von Blut zu enthalten, und lehnen sogar medizinisch begründete Bluttransfusionen ab.

Als flüssiges Organ mit Transportfunktion verbindet das Blut alle zentralen Körperfunktionen: Atmung, Ernährung, Verdauung, Ausscheidung, Immunabwehr, Temperaturnausgleich, Hormonhaushalt und Homöostase. Die Aufgaben des Blutes spiegeln sich in Sprichworten und Wortverbindungen wider, an denen die folgenden Kapitel anknüpfen.

Blut ist ein ganz besonderer Saft

So sagt Mephisto in Goethes Faust, bevor er diese besondere Tinte zur Unterzeichnung des Pakts einsetzt. Laut Duden bezeichnet «Saft» eine «in Gewebe enthaltene Flüssigkeit», und dass es sich um eine «besondere» Flüssigkeit handelt, zeigt sich spätestens dann, wenn man künstliches Blut benötigt.

Bei einer Faustaufführung genügt eine beliebige rot gefärbte Flüssigkeit, Theaterblut, für eine überzeugende Darstellung. Für Nahaufnahmen in Kriminalfilmen sollte sie schon etwas dickflüssiger – wie Tomatensaft – sein, denn echtes Blut enthält viele feste Bestandteile. Die Viskosität von Blut beträgt bei Körpertemperatur 1,3 bis 10 m Pa·s (Pascalsekunden) und ist damit etwa zehn Mal geringer als die von Olivenöl, ungefähr gleich groß wie die von Kaffeesahne und rund zehn Mal größer als die von Wasser.



2: Bestandteile des Blutes

Im Unterricht wird heute «künstliches Blut» (► S. 50) eingesetzt. Das hat einen großen Vorteil: Anders als bei echtem Blut besteht kein Risiko einer AIDS- oder Hepatitis-Infektion. Eine Blutentnahme bei Schülern, etwa zur Blutgruppenbestimmung, ist laut Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 28.03.2003 grundsätzlich nicht erlaubt.

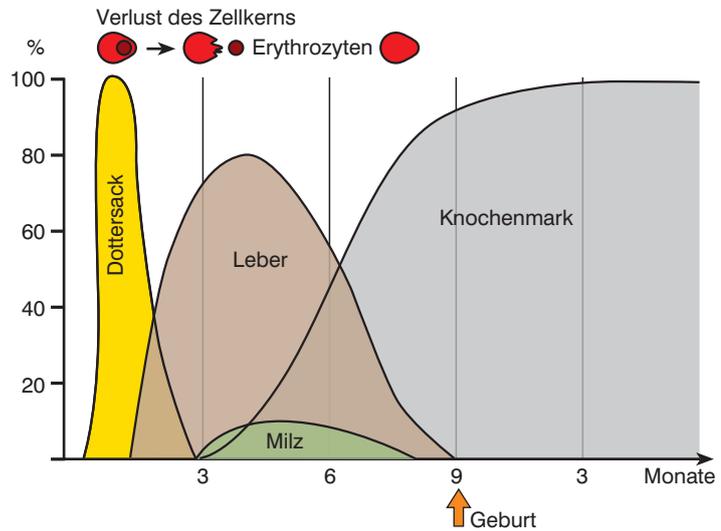
Bei der Verwendung von Ersatz-Blut in der Medizin ist dessen Osmolarität zu beachten. Sie wird gemessen in Osmol – das ist die Anzahl der osmotisch wirksamen Teilchen pro Liter Lösung. Blut hat eine Osmolarität von 300 mOsmol. Über periphere Venen verabreichte Elektrolyt-, Zucker-, Aminosäure-, Fett- und Kombinationslösungen, die in etwa die gleiche Osmolarität haben, können bei Blutverlust zu einem Volumenausgleich führen und einen Patienten zusätzlich mit Nährstoffen versorgen.

In der Entwicklung sind Blutersatzstoffe, die den Transport von Atemgasen übernehmen. Es gibt zwei Hauptentwicklungsrichtungen:

- (1) Blutersatz auf Basis des roten Blutfarbstoffs Hämoglobin und
- (2) Blutersatz auf Perfluorcarbon-Basis – ein nahezu wasserunlöslicher Stoff, der vor der Verabreichung erst emulgiert werden muss und Immunreaktionen auslösen kann (Schöler u. a. 2010, Xiong 2012).

Alle genannten Blutersatzstoffe sind zellfrei. Beim echten Blut machen die zellulären Bestandteile (Erythrozyten, Leukozyten und Thrombozyten; Abb. 2) nahezu die Hälfte des Blutvolumens von 4 bis 6 Litern bei einem Menschen aus; den flüssigen Anteil ohne Blutzellen bezeichnet man als Blutplasma. Der Hämatokrit-Wert beschreibt den Volumenanteil der roten Blutzellen am gesamten Blutvolumen. Er beträgt im Mittel 0,47 beim Mann, 0,42 bei der Frau. Er erhöht sich bei einer Höhenanpassung, denn dann werden vermehrt rote Blutzellen gebildet (► S. 22ff).

Blutersatzstoffe können die vielfältigen Aufgaben des Bluts nur teilweise erfüllen. Deshalb versucht man, Blut im Reagenzglas «wachsen» zu lassen. Dies setzt genaue Kenntnisse darüber voraus, wie das Blut natürlicherweise im Körper eines Menschen aus Stammzellen entsteht. Bis die kontrollierte Produktion von Blut im Labor gelingt, ist



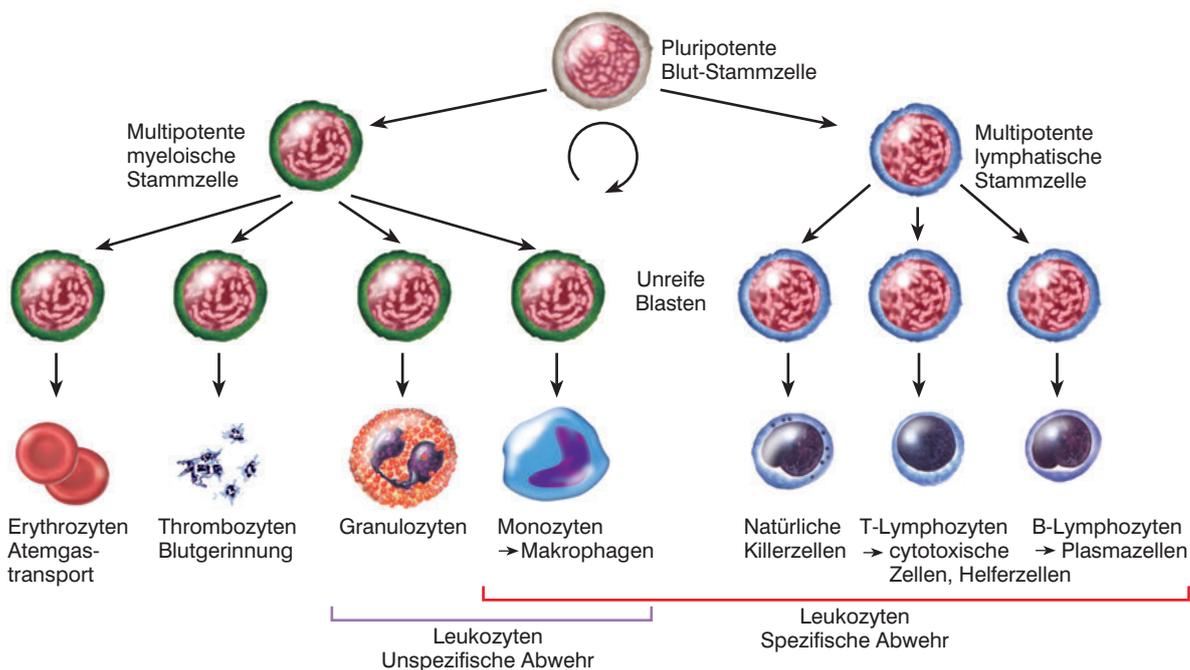
3: Blutbildende Organe im Laufe der Entwicklung

man weiterhin darauf angewiesen, dass Menschen bereit sind, ihr Blut zu spenden (www.blutspende.de).

Frisches Blut

Alle Blutzellen des Menschen lassen sich auf mesodermale Zellen, also auf Zellen des mittleren Keimblatts, zurückführen. Im Laufe des embryonalen Wachstums wandern diese Blutstammzellen zunächst in den Dottersack, später in Leber und Milz. Erst ab dem letzten Drittel der Schwangerschaft ist das rote Knochenmark das wichtigste Blutbildungsorgan (Abb. 3).

Nicht nur die Herkunft, sondern auch die Zusammensetzung des embryonalen Blutes unterscheidet sich von dem des Erwachsenen: Die im Dottersack gebildeten roten Blutzellen besitzen einen Zellkern, die reifen Erythrozyten aus Leber, Milz und Knochenmark dagegen nicht. Dass das embryonale Hämoglobin eine größere Sauerstoffaffinität hat als



4: Blutbildung aus Stammzellen im roten Knochenmark