



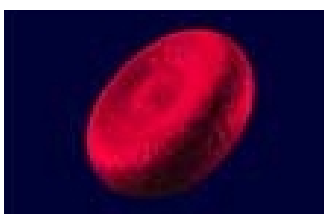
## Blut - Saft des Lebens

Wir haben versucht uns die unglaublich vielen Fähigkeiten des Blutes klarzumachen. Am eindrucksvollsten schien uns das zu gelingen, indem wir uns den Körper als eine Stadt vorstellten. Die Stadtbezirke wären dann die einzelnen Organe. Und das Blut? Der Saft des Lebens ist ein wahnsinnig vielseitiges Transport- und Logistiksystem. Ein System, das gleichzeitig Rohstoffe, Energie und Baumaterial durch die Körperstadt transportiert, das als Müllabfuhr, als Kanalisation, als Klimaanlage, als Post- und Kurierdienst und als Reparaturennotdienst fungiert und das sogar die Aufgaben der Polizei übernimmt. Begleiten sie uns auf eine einmalige Reise durch die animierte Körperstadt.



### Ein Strom, der alles transportiert

Das Straßennetz der Körperstadt ist ein Röhrensystem, in dem kein Verkehrsmittel selbst fahren muß. Ein schneller Strom – eben das Blut, angetrieben von einer Hochleistungspumpe, dem Herz, transportiert große Vehikel (die Blutzellen) und kleine Vehikel (Proteine, Vitamine und Salze).

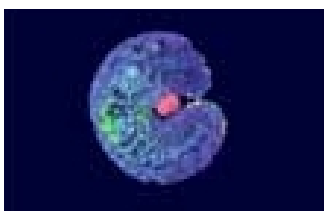


Erythrozyt

Der Strom erreicht zunächst die Lunge. Wie ein Wald in der Stadt, versorgt sie den Körper mit Sauerstoff und nimmt ihm das Abgas Kohlendioxid ab. Die Verteilung des lebenswichtigen Sauerstoffs übernehmen spezielle Gastransporter im Strom, die **Erythrozyten**. Sie tauschen in der Lunge das Abgas Kohlendioxid gegen Sauerstoff aus.

### Achtung Spezialtransport

Im Röhrensystem verkehren unzählige Taxis. Manche sind universell einsetzbar, wie z.B. Albumin: Dieser Transporter kann Fettsäuren, aber auch Fremdstoffe wie Penicillin befördern.



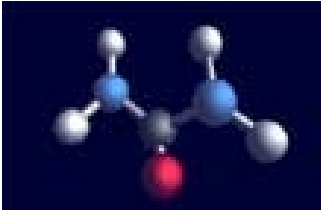
Transferrin

Andere Taxis befördern nur ausgewählte Fahrgäste: **Transferrin** zum Beispiel befördert nur Eisen, Transcobalamin nur Vitamin B12 und LDL nur Fette wie Cholesterin.



Glukose

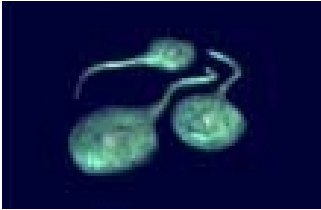
Im Darm, der Raffinerie des Körpers, wird das Blut mit Rohstoffen beladen, die in anderen Stadtbezirken zum Leben gebraucht werden: Baustoffe (die Aminosäuren) und Treibstoffe (Glukose und Fette) werden im Darm aufgenommen. Manche von ihnen gleiten alleine durch die Verkehrswege, wie die **Glukose**, andere werden auf Spezialtransporter geladen. Die Energietransporter laden ihre kostbare Fracht meist in der Leber, der Chemiefabrik der Körperstadt ab. Fette und Glukose werden hier in eine Speicherform verwandelt und gelagert. Die Chemiefabrik entsorgt aber auch gefährliche Abfallstoffe, die in der Körperstadt Schaden anrichten würden.



Harnstoff

### Und weg mit dem Müll!

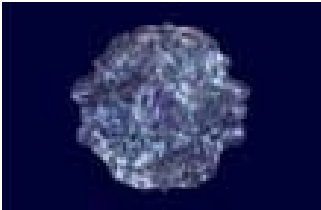
Nicht alle Schadstoffe werden in der Chemiefabrik unschädlich gemacht, die wasserlöslichen wie der Harnstoff, werden einfach in das Röhrensystem geleitet. Um den Strom regelmäßig zu filtern, durchfließt er permanent eine Art Kläranlage, die Niere.



Thrombozyt

Gibt es irgendwo im Röhrensystem ein Leck, tritt sofort das mobile Reparaturteam in Aktion. Eine komplizierte chemische Kaskade sorgt dafür, dass das Blut im Bereich des Lecks gerinnt und einen Pfropfen bildet, der das Loch abdichtet. Die wichtigsten Einsatzkräfte im „Gerinnungsteam“: die Blutplättchen (**Thrombozyten**) und das Protein Fibrinogen.

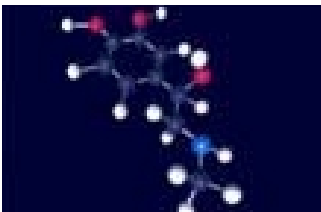
### Hier spricht die Polizei!



Monozyt

Im Röhrensystem sind ständig Sicherheitskräfte unterwegs. Ein Teil der Polizisten, die **Lymphozyten**, sucht mit kleinen mobilen Fahndern, den Antikörpern, nach Eindringlingen – Bakterien, Parasiten oder Giftstoffen – und schlägt Alarm wenn sie fündig werden. Das ruft Sicherheitskommandos auf den Plan, die alle Angreifer außer Gefecht setzen: Granulozyten und **Monozyten**, Fresszellen fressen die festgenommenen Eindringlinge einfach auf.

Und noch etwas begegnet dem Reisenden in der Körperstadt: Kuriere, die wichtige Informationen in Windeseile von einem zum anderen Ort transportieren. **Adrenalin** zum Beispiel, das die Körperstadt in kürzester Zeit in Alarmbereitschaft versetzt.



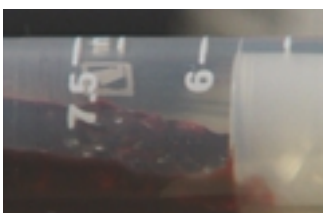
Adrenalin

Autoren: Ismeni Walter, Axel Bach

## Spurensuche im Blut

Viele Krankheiten hinterlassen im Blut ihre Spuren und das oft lange bevor der Rest des Körpers Symptome zeigt. Der Grund: Das Blut steht mit allen Organen unmittelbar in Kontakt. Erkrankt ein Organ, dann verändert sich der Stoffwechsel und damit oft auch die Menge eines Stoffwechselproduktes, der ins Blut abgegeben wird. Ein Beispiel: Erkrankten Leber oder Galle, dann gelangen größere Mengen des Enzyms Gamma-Glutamyl-Transferase, kurz „Gamma-GT“ in die Blutbahn. Der Arzt erkennt solche Mengenveränderungen bei einer Blutanalyse und kann eine Verdachtsdiagnose stellen.

### Das kleine Blutbild - Maß für den allgemeinen Gesundheitszustand



Im Blut können Mediziner den Gesundheitszustand eines Menschen ablesen

Bei einer ersten Routineuntersuchung des Blutes erhält der Mediziner vor allem Aufschluss über den allgemeinen Gesundheitszustand des Körpers. Im „Kleinen Blutbild“ kann er Zahl, Größe und Form der roten und weißen Blutkörperchen, sowie der Blutplättchen ablesen. Die Zahl der roten Blutkörperchen ist ein Maß für die Sauerstoffversorgung. Zu wenige Erythrozyten könnten ein Hinweis auf eine Blutarmut sein - der Mediziner bezeichnet das als „Anämie“: Dabei wird der Körper nicht ausreichend mit dem lebensnotwendigen Sauerstoff versorgt. Ist die Menge der weißen Blutkörperchen erhöht, besteht der Verdacht auf eine Infektion. Um die Ursache der Infektion genauer zu bestimmen, wird ein „Differentialblutbild“ erstellt, das zusammen mit dem kleinen Blutbild das sogenannte große Blutbild ergibt.

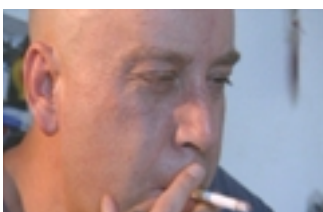
### Bakterielle oder virale Infektion - Hinweise gibt das Differentialblutbild



Früher mussten die Blutzellen unter dem Mikroskop gezählt werden, heute wird ein Blutbild maschinell erstellt

Im Differentialblutbild wird das Mengenverhältnis der verschiedenen weißen Blutzellen ermittelt. Viele „Neutrophile Granulozyten“ deuten auf eine Infektion mit Bakterien hin, eine große Menge an „Lymphozyten“ dagegen auf eine virale Infektion. Zu einer Blutuntersuchung gehört neben der Bestimmung der Blutzellen und verschiedener Enzyme auch das Aufspüren von Blutzucker, Blutfetten, Cholesterin und Stoffwechselprodukten wie etwa der Harnsäure. Harnsäure, die vor allem bei der Verbrennung von Eiweiß aus tierischen Nahrungsmitteln, wie Fleisch und Wurst, entsteht, könnte den Gelenken gefährlich werden. In hohen Konzentrationen bildet die Harnsäure Kristalle, die Gicht auslösen können.

### Blutwerte ersetzen keine Diagnose



Alles hinterlässt im Blut seine Spur - schon 4 Zigaretten am Tag lassen die Zahl einiger weißer Blutkörperchen ansteigen

Aber auch wenn das Blut ein guter Informant über den Gesundheitszustand eines Körpers ist, zur alleinigen Diagnose reicht die Blutanalyse nicht. Der Arzt muss immer auch andere Untersuchungen durchführen. Um die Blutanalyse richtig zu deuten, muss er zudem immer mehrere Blutwerte miteinander vergleichen. Es gibt zwar sogenannte Normalwerte, die aber keine allgemeingültige Größe sein können. Die Blutwerte unterscheiden sich von Mensch zu Mensch, und sind von vielen Faktoren abhängig: Neben Alter und Geschlecht spielen auch Fitness des Patienten, seine Ernährung oder sein Alkoholkonsum eine Rolle.

Judith König

Eine Blutanalyse endet meist mit einem Stück Papier auf dem viele Kürzel und Zahlen stehen, die für den Laien sehr unverständlich sind. Wir haben für Sie einen solchen Blutbefund "übersetzt":

Kurzbefund:	Das heißt es:	Das bedeutet es:	Normaler Befund bei Männern:	Normaler Befund bei Frauen:
Leu	<b>Leukozyten</b>	weiße Blutkörperchen, die Bakterien und Viren abwehren: Bei auffällig niedrigen und auffällig hohen Werten wird die Durchführung eines Differentialblutbildes empfohlen, in dem alle weißen Blutkörperchen getrennt voneinander in Menge und Form bestimmt werden.		Siehe weiter unten Auflistung der einzelnen Typen von Leukozyten: Leut, Lymp, Mono, Eos, Baso
Ery	<b>Erythrozyten</b>	rote Blutkörperchen: Sie transportieren Sauerstoff durch die Gefäße bis zum Endverbraucher (Hirn, Muskulatur etc.).	4,4-6,3 Mio./mm <sub>3</sub>	4,2-5,5 Mio / mm <sub>3</sub>
HB	<b>Hämoglobin</b>	roter Blutfarbstoff der roten Blutkörperchen: An Hämoglobin ist der Sauerstoff gebunden.	13-18 g/dl	11-16 g/dl
HKT	<b>Hämatokrit</b>	Verhältnis der roten Blutkörperchen zur Blutflüssigkeit	40-54 Vol.-%	37-47 Vol.-%
MCV	<b>Mittleres korpuskuläres Volumen der Erythrozyten</b>	Volumen der roten Blutkörperchen: Bei Abweichungen nach oben besteht der Verdacht auf einen Folsäure/ Vitamin-B-12-Mangel. Bei Abweichungen nach unten könnte ein Eisenmangel vorliegen.	80-96 fl	80-96 fl
MCH	<b>Mittlerer zellulärer Hämoglobingehalt des Erythrozyten</b>	durchschnittlicher Gehalt an rotem Blutfarbstoff in den roten Blutkörperchen; Hilfsmittel zur Einteilung der verschiedenen Formen der Blutarmut	28-32 pg	28-32 pg
TRO	<b>Thrombozyten</b>	Blutplättchen: Sie leiten die erste Phase der Gerinnung z. B. bei Gefäßverletzungen ein. Sie verstopfen Löcher in der Gefäßwand, bevor andere Gerinnungsfaktoren aktiv werden.	140-400/nl	140-400/nl
NEUT	<b>Neutrophile Granulozyten</b>	weiße Blutkörperchen, die bei Erhöhung auf eine bakterielle Infektion hinweisen	42.2-75.2 %	42.2-75.2 %
LYMP	<b>Lymphozyten</b>	weiße Blutkörperchen, die bei Erhöhung auf eine virale Infektion hinweisen	20.5-51.1 %	20.5-51.1 %
MONO	<b>Monozyten</b>	weiße Blutkörperchen, die allgemein auf eine Infektion hinweisen	2.0-14 %	2.0-14 %
EOS	<b>Eosinophile Granulozyten</b>	weiße Blutkörperchen, die bei Allergikern und Wurmerkrankungen stark erhöht sind	0.0-7.0 %	0.0-7.0 %



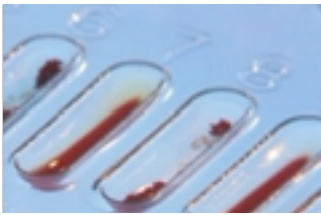
Kurzbefund:	Das heißt es:	Das bedeutet es:	Normaler Befund bei Männern:	Normaler Befund bei Frauen:
BASO	<b>Basophile Granulozyten</b>	weiße Blutkörperchen, deren Bedeutung noch nicht vollständig erforscht ist.	0.0–2.0 %	0.0–2.0 %
CK 37° CE	<b>Creatinkinase (Gesamt)</b>	Enzym im Muskel: Wird freigesetzt, wenn Muskelzellen untergehen oder bei stärkerer muskulärer Beanspruchung.	10-80 U/L	10-70 U/L
CK-MB	<b>Creatinkinase (Herz)</b>	Enzym im Herzmuskel: Wenn der Anteil der CK-MB größer als 6 % an der CK beträgt, besteht der Verdacht auf Herzinfarkt.	Unter 10 U/L	Unter 10 U/L
GOT = AST	<b>Aspartat-Aminotransferase</b>	Enzym, das bei Erkrankung der Leber sowie der roten Blutkörperchen erhöht ist.	6-19 U/L	6-15 U/L
GPT = ALT	<b>Alanin-Aminotransferase</b>	Enzym, dessen Blutwerterhöhung auf eine Leberentzündung (Hepatitis) hindeutet.	4-23 U/L	4-19 U/L
GGT	<b>Gamma-GT</b>	Enzym, das bei Erkrankung der Gallenwege (z. B. Gallensteine), aber auch bei übermäßigem Alkoholgenuss erhöht ist.	6-28 U/L	4-18 U/L
AP	<b>Alkalische Phosphatase</b>	Enzym, dessen Blutwerterhöhung auf Erkrankungen von Leber, Knochen oder Darm hinweist.	70-175 U/L	50-147 UL ( $\leq$ 50. LJ) 60-170 U/L ( $\leq$ 60. LJ)
LDH	<b>Laktatdehydrogenase</b>	Enzym, dessen Blutwerterhöhung auf Erkrankungen von Herz, roten Blutkörperchen oder Leber hinweist.	240-480 U/L	240-480 U/L
GLN	<b>Glukose</b>	Blutzucker: Ein zu hoher Spiegel deutet auf eine Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus) hin.	75-115 mg/dl	75-115 mg/dl
TRG	<b>Triglyceride</b>	Neutralfette, die bei Störung des Fettstoffwechsels erhöht sind.	35-172 mg/dl	35-172 mg/dl
CHOL	<b>Cholesterin</b>	Substanz des Fettstoffwechsels: bei erhöhten Werten weitere Bestimmung von "gutem" (HDL-Cholesterin) und "schlechtem" (LDL-Cholesterin)	130–200 mg/dl	130–200 mg/dl
HDL	<b>High-density-lipoprotein-Cholesterin</b>	„gutes“ Cholesterin: Je höher der Wert ist, desto mehr Schutz besteht vor einer arteriosklerotischen Erkrankung.	$>$ 35	$>$ 45

Kurzbefund:	Das heißt es:	Das bedeutet es:	Normaler Befund bei Männern:	Normaler Befund bei Frauen:
LDL	<b>Low-density-lipoprotein-Cholesterin</b>	"schlechtes" Cholesterin: Je höher der Wert ist, desto größer ist das Risiko für eine arteriosklerotische Erkrankung.	< 150	< 150
LDL/HDL	<b>LDL/HDL Quotient</b>	Der Quotient zeigt das Verhältnis zwischen "schlechtem" LDL- und "gutem" HDL-Cholesterin an: Je niedriger das Verhältnis ist, desto gesünder ist der Fettstoffwechsel.	< 3	< 3
VLDL	<b>Very-Low-density-Cholesterin</b>	Fettpartikel, die in der Leber aus Fetten zusammengebaut werden: wichtig für die genaue Bestimmung der Art einer Fettstoffwechselstörung	5-35 mg/dl	5-35 mg/dl
HS	<b>Harnsäure</b>	Abfallprodukt aus dem Eiweißstoffwechsel: Eine Erhöhung dieses Wertes kann zu Gicht führen.	< 7 mg/dl	< 5,7 mg/dl
HAST	<b>Harnstoff</b>	Produkt aus dem Eiweißabbau: wichtig zur Beurteilung der Nierenfunktion	10-50 mg/dl	10-50 mg/dl
CR	<b>Creatinin</b>	Abfallprodukt aus dem Muskelstoffwechsel: wichtiger Blutwert zur Beurteilung der Nierenfunktion	< 1,2 mg/dl	< 0,9 mg/dl
NA	<b>Natrium</b>	Mineral für die Erregungsleitung von Zellen: lässt Rückschlüsse auf die Wasserversorgung des Körpers zu	132-148 mmol/l	132-148 mmol/l
K	<b>Kalium</b>	Mineral für die Erregungsleitung: Der Kaliumspiegel wird vom Körper streng reguliert. Sowohl niedrige als auch hohe Kaliumwerte müssen dringend weiter abgeklärt werden und ggf. korrigiert werden.	3,5-5,1 mmol/l	3,5-5,1 mmol/l
CA	<b>Calcium</b>	Mineral: Eine Verminderung dieses Wertes führt zu Verkrampfungen. Störungen im Calciumhaushalt können durch eine Nebenschilddrüsenerkrankung hervorgerufen werden.	2,2-2,7 mmol/l	2,2-2,7 mmol/l
T3F	<b>T3 freies</b>	Schilddrüsenhormon, das aktiv in den Stoffwechsel eingreift: Dieser Wert zeigt eine Über- oder Unterfunktion der Schilddrüse an.	2,3-4,2 ng/L	2,3-4,2 ng/L
T4F	<b>T4 freies</b>	Speicherform des Schilddrüsenhormons: Dieser Wert kann eine Über- oder Unterfunktion der Schilddrüse anzeigen.	8-15 ng/L	8-15 ng/L
TSH	<b>Thyroid stimulating hormone (dt. Thyreotropin)</b>	Hormon der Hirnanhangsdrüse, das die Schilddrüse steuert: wichtigster diagnostischer Marker, um eine Über- oder Unterfunktion des Organs festzustellen	0,3-4,0 mU/ml	0,3-4,0 mU/ml

# Blutgruppen

Vor der Entdeckung der Blutgruppen wurde immer wieder versucht, Blut von Menschen oder Tieren zu übertragen. Ausgedehnte Blutverluste bei Operationen oder Geburten sollten behandelt werden. Häufig wurde dadurch jedoch der Tod des Patienten sogar beschleunigt. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts waren deshalb Bluttransfusionen in den meisten europäischen Ländern verboten. Der Stadtrat von Paris verbot unter Androhung der „Lebensstrafe“ alle Formen von Blutübertragungen.

## Landsteiners Entdeckung



Landsteiners Entdeckung: Blut verklumpt, wenn zwei Blutgruppen nicht verträglich sind

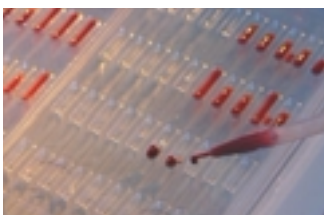
Karl Landsteiner (1868-1943) entdeckte im Jahr 1901 das ABO-Blutgruppensystem. Er stellte fest, dass das Blut von verschiedenen Spendern bei der Kombination zum Teil agglutiniert (also: verklumpt). Er stellte Versuche mit seinem Blut und dem von 5 weiteren Kollegen an und entdeckte die Blutgruppen A, B und o. Dabei hatte er das Glück auf seiner Seite, denn die meisten Menschen in Europa haben die Blutgruppe A oder o und nur 11 Prozent der Bevölkerung besitzen Blutgruppe B. Er veröffentlichte seine Erkenntnisse 1901 in der Arbeit „Über Agglutinationserscheinungen normalen menschlichen Blutes“. Für diese Arbeit erhielt Landsteiner 1930 den Nobelpreis für Medizin. Das neue Wissen über die Blutgruppen revolutionierte die medizinische Praxis, da endlich eine sorgfältige Bestimmung der Blutgruppen möglich war. Dies half auch bei der Behandlung der Verwundeten im ersten Weltkrieg. Trotzdem traten immer noch ungeklärte Probleme bei Bluttransfusionen auf. Die Lösung zu dieser Frage fand Karl Landsteiner 1940 in Experimenten mit Rhesusaffen. Er entdeckte ein weiteres Blutgruppenmerkmal: den Rhesusfaktor.

## Blutgruppen

Die Blutgruppen sind Strukturen, so genannte Antigene, auf der Oberfläche der roten Blutkörperchen und aller anderen Zellen des Körpers. Sie lassen sich bereits beim Fötus im dritten Schwangerschaftsmonat nachweisen. Insgesamt sind über 200 verschiedene Blutgruppenmerkmale bekannt. Für Bluttransfusionen sind allerdings nur das ABO-System und der Rhesusfaktor wichtig.

Im ABO-System unterscheidet man vier verschiedene Blutgruppen: A, B, AB und o. Sie werden durch die beiden Antigene A und B gebildet. Befindet sich auf den roten Blutkörperchen eines Menschen das Antigen A, dann hat er Blutgruppe A. Träger des Antigens B verfügen über die Blutgruppe B. Die roten Blutkörperchen können aber auch beide Antigene tragen. Diese haben dann die Blutgruppe AB. Wenn keines der beiden Antigene auf den sauerstofftransportierenden Zellen vorhanden ist, spricht man von der Blutgruppe o. In Deutschland haben jeweils 43 Prozent der Bevölkerung die Blutgruppe A und o. Ein Zehntel der Bundesbürger weist die Blutgruppe B auf und nur etwa vier Prozent haben Blutgruppe AB.

### Blutgruppenunverträglichkeit ist gefährlich



Die Kreuzprobe verhindert eine Blutgruppenunverträglichkeit

Bei Bluttransfusionen sind nicht alle Blutgruppen beliebig übertragbar. Es besteht die Gefahr der Blutgruppenunverträglichkeit. Dabei verklumpen die fremden roten Blutkörperchen. Verantwortlich dafür sind Antikörper im Blut. Sie erkennen die körperfremden Antigene und verkleben die fremden rote Blutkörperchen zu großen Ansammlungen. Diese können dadurch keinen Sauerstoff mehr transportieren. Im Extremfall kann die Blutgruppenunverträglichkeit sogar zum Tod eines Patienten führen. Deshalb wird vor einer Bluttransfusion die Blutgruppe bestimmt. Patienten mit Blutgruppe A besitzen Antikörper gegen das Antigen B. Genauso haben Träger der Blutgruppe B Antikörper gegen die Oberflächenstruktur A. Im Blut von Blutgruppe o sind beide dieser Antikörper vorhanden, deshalb können solche Patienten nur Blutgruppe o empfangen. Dagegen verfügen Träger von Blutgruppe AB keine Antikörper gegen die Antigene A und B. Sie können sowohl Blut der Blutgruppe o, A, B, oder AB empfangen und werden deshalb als Universalempfänger bezeichnet. Menschen mit Blutgruppe o werden dagegen als Universalspender bezeichnet, da diese Blutgruppe kein Antigen besitzt, mit dem Antikörper der anderen Blutgruppen reagieren können.

### Ein zweites wichtiges Antigen: Der Rhesusfaktor

Ein zweites wichtiges Antigen ist der Rhesusfaktor. Über 84 Prozent der Deutschen tragen dieses Merkmal auf ihren roten Blutkörperchen und sind damit Rhesus positiv. Bei 16 Prozent der Bevölkerung fehlt jedoch dieses Antigen. Sie sind Rhesus negativ. Antikörper gegen das Rhesus-Antigen kommen nicht von Geburt an im Blut vor. Sie werden erst gebildet, wenn eine Rhesus negative Person mit Rhesus positivem Blut in Kontakt kommt. Konkret kann dieser Fall bei Rhesus negativen schwangeren Frauen eintreten, die ein Rhesus positives Kind austragen. Bei der Geburt des Kindes kommt die Mutter mit dem Blut des Säuglings in Kontakt. Dadurch werden Antikörper gegen den Rhesusfaktor gebildet. Eine Unverträglichkeitsreaktion, also eine Verklumpung von roten Blutkörperchen, kann aber erst passieren, wenn die Mutter erneut mit einem Rhesus positiven Kind schwanger wird. Die Antikörper gegen den Rhesusfaktor sind nämlich, anders als die Antikörper gegen die Blutgruppenantigene A und B, so klein, dass sie durch die Plazentaschranke schlüpfen können. Auf diese Weise werden die roten Blutkörperchen des Kindes zerstört und der Fötus wird geschädigt. Dieses Problem kann allerdings durch heutige medizinische Behandlungen verhindert werden.

Marion Kerstholt

## Medizingeschichte - Die Entdeckung des Blutkreislaufs



Das Herz

Mal Hand aufs Herz - wenn wir eines ganz sicher über Blut und Herz zu wissen glauben, dann doch wohl: Das Herz ist ein Muskel und pumpt das Blut in einem Kreislauf durch unseren Körper. Aber genau das wussten die Ärzte nicht immer. Auch wenn man es kaum glauben mag, diese Erkenntnis ist erst knapp vierhundert Jahre alt. Erst musste ein Leibarzt des englischen Königs kommen, William Harvey war sein Name, und mit dem überkommenen Muff aufräumen. Er schrieb Medizingeschichte ...



Die Unterschrift des Forschers William Harvey

Seine Schrift „Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus“ (zu Deutsch: Von der Bewegung des Herzens, veröffentlicht erst 1628, da er das Werk zurückhielt) revolutionierte die Physiologie und gehört zu den wichtigsten medizinischen Schriften. Harveys Karriere als Arzt war sehr erfolgreich. Denn nicht umsonst wurde er 1618 zum Leibarzt der englischen Könige Jacob I. und Charles I. ernannt.



Das Blut fließt in einem geschlossenen Kreis

Bis zu Harveys Veröffentlichung glaubte man, Blut würde in der Leber erzeugt und ströme dann durch Arterien und Venen. Vom Herzen als Muskelpumpe wusste man nichts. Harvey experimentierte an lebenden Tieren und an den Unterarmen von Menschen, denen er die Blutgefäße abschnürte. Dabei stellte er fest: Das Blut strömt vom Herzen weg durch die Arterien und zum Herzen zurück durch die Venen. Die Klappen in den größeren Venen steuern den Rückfluss des Blutes zum Herzen. Harvey berechnete dann die im Körper insgesamt vorhandene Blutmenge und kam dabei zu dem Schluss: Das Blut muss im Körper zirkulieren. Damit war für ihn klar: Das Herz fungiert als Pumpe und treibt dadurch die Blutzirkulation an.

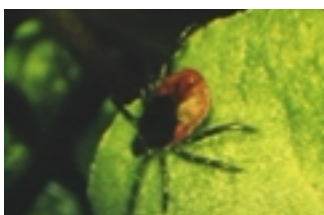
Heinz Greuling

## Blutsauger

Blut ist schon ein ganz besonderer Saft – eben ein besonders nahrhafter. Immerhin haben 100 Milliliter Blut soviel Kalorien wie ein ganzer Riegel Schokolade.

Die Liste der Blutsauger im Tierreich ist daher lang. Sie machen sich mit raffinierten Strategien an den kostbaren Stoff heran. Dabei zapfen sie nicht nur Blut ab, sondern übertragen in den meisten Fällen leider auch gefährliche Krankheiten. **Quarks & Co** stellt drei Beispiele vor:

### Zecken



Eine Zecke im Gebüsch liegt auf der Lauer

Eine Zecke nimmt nur drei Mal in ihrem Leben eine Mahlzeit zu sich und bereitet sich darauf in aller Ruhe vor: Mit speziellen Sensoren für Wärme und Kohlendioxid ausgestattet wartet sie, ohne etwas sehen oder hören zu können, auf ein geeignetes Opfer.

Die Zecke springt ihr Opfer an und saugt sich mit speziellen Greifarmen binnen weniger Hundertstelsekunden fest. In kürzester Zeit schwillt sie auf das Zweihundertfache ihres Gewichtes an: durch nahrhaftes Blut von Mäusen, Katzen oder auch Menschen. Entdeckt man eine festgebissene Zecke, sollte man das Tier möglichst schnell von einem Fachmann entfernen lassen.

Als Überträger der Hirnhautentzündung sind die Zecken seit langem gefürchtet. Mittlerweile kann man sich dagegen impfen lassen. Doch Mediziner wie Patienten unterschätzen oft eine zweite durch Zecken verursachte Infektionskrankheit: die Borreliose. Wird sie nicht rechtzeitig erkannt, kann sie zu schweren Nervenerkrankungen führen oder den ganzen Körper lähmen. Einen Impfstoff gibt es bisher nicht. Die Borreliose kommt in Deutschland - im Gegensatz zur Hirnhautentzündung - überall vor.

Generell ist ein Zeckenbiss kein Grund zur Panik, denn nur jede zwanzigste Zecke trägt auch tatsächlich Borreliose-Erreger. Waldspaziergänger sollten auf lange Kleidung achten und sich selbst regelmäßig nach dem Spaziergang auf Zecken absuchen.

Vorbeugung ist auch bei Haustieren wichtig. Mit speziellen Tropfenemulsionen im Fell lassen sich Zecken abwehren.

### Flöhe



Ein Katzenfloh auf dem Sprung

Auch Flöhe ernähren sich von Blut. Vor allem Tiere können durch Flöhe ernsthaft erkranken; junge Tiere können sogar sterben. Flöhe beißen nicht nur Hunde und Katzen, sie mögen auch das Blut des Menschen. Selbst ohne Mahlzeit können sie viele Wochen überleben und in Wartestellung gehen. Am weitesten verbreitet sind Katzenflöhe. Sie sitzen aber auch auf Hunden und Ratten. In Wohnungen können sie das ganze Jahr überleben, denn sie haben keine "Saison". Sieht man einen Floh im Teppich, so ist das wahrscheinlich nur die Spitze des Eisbergs. Hunderte von Flöhen sind zu vermuten und 20-mal mehr Eier warten darauf zu schlüpfen.

Nach einem Flohbiss fängt die Biss-Stelle an zu jucken und wird rot. Oft sind die Biss-Stellen in Gruppen zu drei oder vier Bissen an Beinen, Armen, Schultern und am Bauch

zu finden. Kinder werden oft Opfer von Flöhen, denn sie spielen länger und öfter mit ihren Haustieren. Flohbisse sollte man mit Seife und Wasser auswaschen. Und trotz Jucken sollte man sich nicht kratzen, um Sekundär-Infektionen zu vermeiden. Bei Verdacht auf eine Infektion muss sofort ein Arzt aufgesucht werden.

### **Blutegel**

Auch Blutegel ernähren sich von Blut. Der olivgrün bis dunkelbraune Ringelwurm, übrigens ein Verwandter des Regenwurms, hat eine eigene Strategie entwickelt, um an den kostbaren Saft zu gelangen. Mit seinen drei scheibenförmigen, gesägten Kiefern bohrt er sich regelrecht zum Blutgefäß vor und hinterlässt eine Y-förmige Wunde. Mit einer Mahlzeit nimmt er in nur 30 Minuten circa 15 ml Blut auf. Für die Verdauung lässt er sich dann 6-15 Monate Zeit.

Hierzulande ist der Egel längst ausgestorben. Daran ist sein über Jahrhunderte geradezu inflationärer Verbrauch in der Medizin schuld. Bis ins 19. Jahrhundert galt der Blutegel als Allheilmittel: Er wurde zur Behandlung von Furunkeln, Hautkrankheiten und Hämorrhoiden verwendet - aber auch, um Depressionen und Rheuma zu heilen. Die medizinische Wirkung ist mehr als nur ein Aderlass. Mit seinem Biss gibt der Wurm den gerinnungshemmenden Stoff Hirudin ins Gewebe ab und eine entzündungshemmende Substanz, die man Eglin nennt. Beide Stoffe können längst auch synthetisch hergestellt werden. Hirudin ist ein direkter Hemmstoff von Thrombin, einem wesentlichen Gerinnungsfaktor im Blut. Es wird vor allem zur Behandlung von Venenthrombosen und Hämorrhoiden verwendet.

Weil diese Medikamente leichter anzuwenden sind, war die etwas eklige Egeltherapie lange Zeit in Vergessenheit geraten. Seit einigen Jahren erlebt sie ein Comeback. Vor allem in der Naturmedizin, wo sie angeblich sehr gute Resultate bei der Behandlung von Migräne, Bluthochdruck, Rheuma und Arthrose zeigt. Aber auch in der Schulmedizin wird der Egel heute wieder eingesetzt. Speziell in der plastischen Chirurgie, zum Beispiel nach der Transplantation von abgetrennten Gliedmaßen, kann der Blutegel effektiver Blutergüsse auflösen als Salben.

Die Egel, die dafür verwendet werden, stammen aus einer Zucht für Blutegel und man kann sie wie ein Medikament in der Apotheke kaufen. Sie dürfen allerdings nur einmal eingesetzt werden, denn sonst könnten sie Krankheiten übertragen.

Heinz Greuling, Judith König

# Blutspende

Täglich mehr als 11.000 Mal wird in Deutschland Blut gespendet – jeweils etwa ein halber Liter. Wie sicher sind diese Blutspenden für den Empfänger? Und was passiert eigentlich mit dem gespendeten Blut?

## Sicherheit



Beim Blutspenden wird ein halber Liter abgezapft

Sicherheit wird bei den Blutspendediensten groß geschrieben. Schon die Auswahl der Spender ist so streng, dass viele Menschen gar nicht erst zur Spende zugelassen werden. So führt zum Beispiel die Einnahme gewöhnlicher Allergiemedikamente (Antihistaminika) bereits zu einem einmonatigen Ausschluss. Ein Urlaub in einem Malaria-gebiet führt gar zu einer Sperre von 6 Monaten. Gar nicht spenden dürfen u. a. Drogenabhängige, Prostituierte und Häftlinge. Aber auch homo- und bisexuelle Männer werden einer Hochrisikogruppe zugeordnet, obwohl die befürchteten HIV- oder Hepatitis-Infektionen natürlich nicht von der sexuellen Orientierung allein abhängig sind.

Alle Blutproben werden dann aber noch intensiv geprüft. In größeren Blutspendezentralen läuft diese Überprüfung häufig automatisiert ab. Dabei wird das Blut in einem Gerät gleichzeitig auf Hepatitis, HIV und Syphilis getestet. Bei etwa jeder 30.000-ten Spende schrillen die Alarmglocken: Wenn der Test ein positives Ergebnis zeigt, wird die Blutprobe sofort gesperrt. Und trotzdem bleibt ein kleines Rest-Risiko: Im Schnitt schlüpft bundesweit alle zwei Monate eine Blutspende mit einem Virus durch die Kontrollen, obwohl der Test nichts gefunden hat.

## Noch mehr Sicherheit



Spenderblut wird auf viele Krankheitserreger getestet

Wissenschaftler testen jetzt ein Verfahren, das noch mehr Sicherheit verspricht: Sogar unbekannte Viren sollen dabei unschädlich gemacht werden. Die Forscher nutzen einen besonderen Unterschied aus: Alle Krankheitserreger besitzen Erbsubstanz; Blutplättchen und rote Blutkörperchen, zwei wichtige Blutpräparate, jedoch nicht. Zurzeit laufen Tests an Blutplättchenpräparaten, die mit einer Substanz vermischt werden, die auch in der Petersilie vorkommt: Psoralen. Sind Krankheitserreger im Blut, dann heftet sich das Psoralen an deren Erbsubstanz. Anschließend werden die Präparate drei Minuten lang mit UV-A-Licht bestrahlt. Durch das angeheftete Molekül wird dabei die Erbsubstanz zerstört. Wenn im Blut Viren, Bakterien oder Parasiten vorhanden waren, können sie sich nun nicht mehr vermehren und sind damit unschädlich. Dieses Verfahren wirkt auch bei unbekanntem Erregern, weil das Psoralen generell die Erbsubstanz angreift. Die Blutplättchen werden bei dieser Prozedur nicht geschädigt, da sie ja keine Erbsubstanz enthalten. Mit den roten Blutkörperchen haben die Forscher Ähnliches vor, denn auch sie besitzen keine Erbsubstanz. Sind die Tests erfolgreich, könnten Bluttransfusionen noch viel sicherer werden – obwohl die Wahrscheinlichkeit sich zu infizieren auch bisher extrem gering ist.

## Der Weg des Blutes



Zwischenlagerung der fertigen Blutplättchenpräparate

Bei der Blutspende wird das Blut direkt in ein geschlossenes Beutelsystem abgezapft. Darin befindet sich eine Substanz, die die Gerinnung des Blutes unterbindet. Ohne diese würde es innerhalb weniger Minuten verklumpen und man könnte es nicht mehr nutzen.

Das Blut wird dann zentrifugiert: Dabei setzen sich die schweren Bestandteile unten und die leichteren oben ab. In speziellen Maschinen wird das Blut dann in drei Bestandteile aufgeteilt. In die roten Blutkörperchen, das Blutplasma und die Blutplättchen. Die roten Blutkörperchen sind relativ schwer und fließen nach unten ab. Bei Operationen mit großem Blutverlust stellen sie die Sauerstoffversorgung im Körper sicher. Das leichtere Blutplasma wird nach oben gedrückt. Aus ihm können über 30 Medikamente hergestellt werden: Gerinnungsfaktoren für Bluter, aber auch Impfstoffe z. B. gegen Wundstarrkampf. Im Beutel verbleiben die Blutplättchen. Mit ihnen werden unter anderem Krebspatienten behandelt.

Axel Bach

## Alternative Kunstblut



Ob bei einer Operation oder nach einem Unfall: Oft hängt das Leben eines Patienten davon ab, dass er schnell Blutersatz bekommt. Sofort muss also seine Blutgruppe festgestellt werden, dann erhält er Blutkonserven. In Deutschland ist die Versorgung dank gut organisierter Blutbanken in der Regel ausreichend. Aber schon jetzt gibt es Zeiträume, während derer der kostbare Lebenssaft rar ist. In den Sommerferien beispielsweise, wenn die regelmäßigen Blutspender oft selbst Urlaub machen und es zudem mehr Unfälle gibt. Experten gehen gar davon aus, dass Spenderblut schon in 20-30 Jahren Mangelware sein könnte. Dies hat unter anderem damit zu tun, dass immer mehr Menschen sich Operationen unterziehen, bei denen Blutkonserven gebraucht werden. Zum anderen sinkt aufgrund der demographischen Entwicklung auch der Anteil der Blutspender.

Um diesem drohenden Mangel vorzubeugen, wird schon seit einigen Jahrzehnten an der Erforschung von Blutersatzstoffen gearbeitet. Der gemeinhin als „Kunstblut“ bezeichnete Stoff kann aber vermutlich niemals Blut mit allen seinen Eigenschaften ersetzen. Aber „Kunstblut“ soll vor allem die Sauerstofftransportfunktion des Blutes übernehmen, damit der Organismus - z. B. während einer OP - ausreichend mit Sauerstoff versorgt wird.

### Völlig künstlich

Um ein solches Kunstblut zu entwickeln, haben die Forscher zwei Richtungen eingeschlagen. Die eine besteht aus einer komplett "künstlichen" Lösung. Hier dient eine Perfluorcarbon-Lösung als Blutersatz. Die milchige Flüssigkeit sieht zwar keineswegs nach Blut aus, eignet sich aber hervorragend zum Sauerstofftransport. Denn das langkettige Kohlenstoffmolekül - im Vergleich zu Hämoglobin ein sehr einfach strukturiertes Molekül - trägt statt Wasserstoffatomen Fluor und Brom. Dadurch kann das Molekül Sauerstoff leicht binden und im Gewebe wieder abgeben.

Eine Substanz mit dem Namen Oxygene hat ihre Wirksamkeit auch bereits in vielen klinischen Studien unter Beweis gestellt. Doch zugelassen ist dieser Blutersatzstoff bislang weder in den Vereinigten Staaten noch in Europa. Für eine Zulassung als Arzneimittel sind noch weitere Studien nötig.

### Halb künstlich

Ein anderer Blutersatzstoff ist da schon weiter: Hemopure. Das Kunstblut Hemopure besteht aus Hämoglobin, das aus den roten Blutkörperchen von Rinderblut isoliert wird. Hämoglobin würde normalerweise im Blut sofort zerfallen, da diese Moleküle extrem instabil sind. Deswegen wird es in besondere Molekülkomplexe verpackt. Der Sauerstofftransport funktioniert ähnlich wie bei echtem Blut. Auch dieses Kunstblut hat in vielen Studien bewiesen, dass es Blutkonserven während einer Operation ersetzen kann. Für eine Zulassung in Amerika oder Europa fordern die Gesundheitsämter aber noch weitere Studien an noch mehr Patienten, um auszuschließen, dass Reaktionen auftauchen, die sich bisher nicht gezeigt haben. Eine Zulassung gibt es bislang erst in Südafrika. Dort wurde Hemopure im April 2001 zugelassen, weil andere Alternativen fehlen. Die Blutkonserven in Südafrika sind zu einem großen Teil mit

dem HIV-Virus infiziert und eine solche Blutspende würde – nach derzeitigem Wissensstand – ein größeres Risiko bedeuten als der Einsatz von Blutersatzstoffen. Eine ähnliche Substanz wie Hemopure ist Oxyglobin. Dieser Blutersatzstoff ist auch in Deutschland zugelassen, allerdings nur für die Behandlung einer Blutarmut bei Hunden.

Es gibt übrigens auch Forschungsansätze, bei denen das Hämoglobin aus abgelaufenen Blutkonserven gewonnen wird. Darüber hinaus wird an der gentechnischen Produktion von Hämoglobin bereits erfolgreich geforscht. Vielleicht gibt es eines Tages – ähnlich dem gentechnisch hergestellten Insulin – auch einen derart erzeugten Blutersatzstoff.

Judith König

## Blutkrebs - Leukämie

Blut ist Leben. Besonders deutlich wird das, wenn das Blut eines Menschen erkrankt und sein Leben bedroht ist. Neben der Blutarmut – der Anämie – und der Bluterkrankheit – also einer Störung der Blutgerinnung – ist der Blutkrebs oder auch Leukämie eine der tückischsten Blutkrankheiten. Der große Mediziner Rudolf Virchow war der Erste, der die Leukämie 1845 beschrieben hat. Der Name sagt, um was es dabei geht: „Leukos“ heißt auf Griechisch „weiß“ und „haema“ „Blut“. Leukämie ist eine bösartige Erkrankung der weißen Blutkörperchen.

Im Blutbild fällt die Leukämie auf, wenn die Zahl der weißen Blutkörperchen auf weit über das Zehnfache des Normalwerts ansteigt. Diese Leukozyten sind nicht voll funktionstüchtig und stark geschädigt. Früh genug erkannt ist Leukämie eine der Krebsformen, die Ärzte relativ gut behandeln können.

Mit einem neuen Medikament scheinen sich die Heilungschancen nun sogar noch zu verbessern. Selbst nüchterne Wissenschaftler sprechen von einem neuen Zeitalter in der Therapie von Leukämie. Mit Glivec liegt ein Präparat für chronisch-myeloische Leukämie (CML) vor, das nun nach der Zulassung in Deutschland, den USA und der Schweiz in die klinische Erprobung geht.

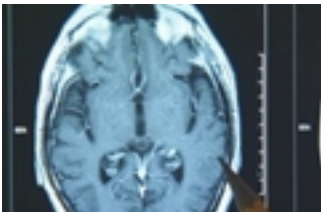
Praktisch alle CML-Erkrankten haben einen genetischen Defekt, der als so genanntes Philadelphia-Chromosom unter dem Mikroskop sichtbar wird. Dabei ist ein kleines Stück von Chromosom 22 mit dem Chromosom 9 verbunden. Dieser 1960 entdeckte „Fehler“ führt zu einem falsch zusammengesetzten Gen. Dadurch kann das Eiweiß Bcr-Abl nicht korrekt hergestellt werden. Bcr-Abl gehört zu der Enzymfamilie der Tyrosinkinase. Ihnen kommt in allen Körperzellen eine entscheidende Rolle bei der Signalübermittlung zu. Ist das Bcr-Abl-Enzym also fehlerhaft, so entwickelt es eine erhöhte Aktivität und lässt die Zellen entarten. Als molekularbiologisches Designer-Medikament dockt Glivec an eine bestimmte Stelle des Bcr-Abl-Eiweißes an und durchbricht den krankhaften Prozess. Bei 53 von 54 Patienten mit CML normalisiert sich die Zellzahl im Blut innerhalb kürzester Zeit. Dann ist der Weg frei für eine Chemotherapie - wenn sie überhaupt noch nötig ist.

Heinz Greuling

## Bluthirnschranke - die magische Grenze:

Blut ist ein ideales Transportmittel: Es durchströmt den Körper bis in den letzten Winkel, erreicht alle Organe. Mit ihm gelangen Nährstoffe, Stoffwechselprodukte und die Atemgase an ihr Ziel. Auch Medikamente bringt es in kürzester Zeit dorthin, wo sie wirken sollen. Nur im Gehirn klappt das nicht: Hier bilden die Zellen der Blutgefäße die so genannte Bluthirnschranke. Sie lässt nur wenige, ganz bestimmte Stoffe ins Gehirn und schützt es so vor schädlichen Substanzen aus dem Blut. Diese Barriere zwischen dem Gehirn und dem übrigen Körper ist überlebensnotwendig. Sie hat aber auch einen Haken: Medikamente, die direkt ins Gehirn müssen, um helfen zu können - wie z. B. Zytostatika gegen Gehirntumore oder AIDS-Medikamente gegen ADC (AIDS Dementia Complex) -, werden ebenfalls ausgesperrt. Mediziner, Pharmakologen und Biologen suchen deshalb nach Wegen, diese Grenze zu umgehen und diese Wirkstoffe ins Gehirn zu schleusen.

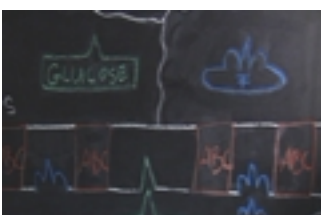
### Geschlossene Gesellschaft ...



Die Computertomographie zeigt: Die meisten Stoffe bleiben an der Bluthirnschranke hängen. Auch das Kontrastmittel (weiss) bleibt in den Adern und dringt nicht ins Gehirn

Blutgefäße sind von einer Zellschicht ausgekleidet, den so genannten Endothelzellen. Im Körper sind diese Endothelzellen relativ locker miteinander verbunden: Dort können Stoffe zwischen benachbarten Gefäßzellen und zwischen dem Innenraum der Adern und den restlichen Geweben hin und her diffundieren. In den Blutgefäßen des Gehirns sind diese Zellen jedoch so eng miteinander verbunden, dass zwischen ihnen kein Stoffaustausch mehr möglich ist. Der einzige Weg vom Blut ins Gehirn führt deshalb jeweils quer durch eine Endothelzelle hindurch. Dazu müssen die Stoffe zunächst durch die Zellmembran der Gefäßzellen. Die aber bildet zur Blutgefäßseite hin eine hermetische Barriere. Zur Gehirnseite hin ist sie relativ durchlässig.

### ... Einlass nur mit Passierschein



Glukose dockt an den Glukoserezeptor in der Membran der Blutgefäßzellen an und wird durch die Bluthirnschranke geschleust

Wie jede Zellmembran ist auch hier die Membran aus einer Doppelschicht aufgebaut, die außen wasserlöslich (hydrophil) und innen fettlöslich (lipophil) ist. Wasserlösliche Stoffe kommen durch diese innere, fettlösliche Schicht nicht durch und haben deshalb an der Bluthirnschranke keine Chance. Gleiches gilt für sehr große Moleküle. Es sei denn, sie haben einen Passierschein, also eine bestimmte Struktur, die zu speziellen Rezeptormolekülen in der Membran passt wie ein Schlüssel zum Schloss. Wenn sie an diesen Rezeptor andocken, werden sie durch die Membran ins Innere der Zelle geschleust. Glukose z. B. gelangt auf diesem Weg durch die Bluthirnschranke und auch große Fettmoleküle, die an Trägermoleküle gebunden im Blut zirkulieren.

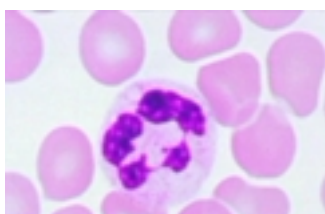
### Achtung Türsteher!

Je kleiner und fettlöslicher ein Molekül ist, desto leichter kann es durch eine Zellmembran wandern. Damit auf diese Weise nicht alle erdenklichen Stoffe ins Gehirn gelangen, sind die Membranen der Gefäßzellen dort mit Wächterproteinen gespickt. Sie werden ABC-Carrier genannt. Diese Wächterproteine erkennen und binden die meisten im Gehirn unerwünschten Moleküle und werfen sie wieder hinaus, bevor sie das Zellinnere erreichen. Manche Moleküle schaffen es aber, sich an den Wächtern vorbeizumogeln und ins Gehirn zu gelangen, wie Alkohol, Nikotin oder auch Heroin. Bei manchen dieser Moleküle – Nikotin zum Beispiel - ist noch nicht ganz klar, warum ausgerechnet sie dazu in der Lage sind. Überhaupt weiß niemand ganz genau, wie ein Molekül aussehen muss, damit es eine Chance hat, die ABC-Carrier zu überlisten.

### Durch die Mauer: Mit dem Holzhammer ...

Die meisten Arzneimittel, die man ins Gehirn schleusen möchte, sind entweder zu groß, zu wasserlöslich oder sie werden von den ABC-Carriern abgefangen. Also müssen die Wissenschaftler nach anderen Lösungen suchen. Eine Möglichkeit ist, die Bluthirnschranke eine Zeit lang komplett außer Gefecht zu setzen. Das geht zum Beispiel mit hochkonzentrierter Lösung von im Körper schwer abbaubaren Zuckern. Sie bewirken, dass die engen Zellverbindungen der Blutgefäße im Gehirn zerreißen und die Bluthirnschranke wird für mehrere Stunden völlig durchlässig. In dieser Zeit kann man dann die erforderlichen Medikamente, z. B. Anti-Tumormittel, verabreichen. Das Verfahren ist jedoch nicht risikofrei, denn das Gehirn ist in diesen Stunden vor sämtlichen schädlichen Stoffen aus dem Blut völlig ungeschützt. Wissenschaftler vom Max Planck Institut für Biophysik in Göttingen und Ärzte der Kinderklinik in Göttingen arbeiten jedoch zurzeit gemeinsam daran, diese Strategie zu verfeinern. Sie setzen die Bluthirnschranke mit so genannten Alkylglycerinen außer Gefecht. Allerdings hält der Effekt dieser Substanzen weniger als zwei Minuten an. Die Gefahren für das Gehirn sind dadurch sehr viel geringer. Das Verfahren ist im Moment noch im Versuchsstadium, steht aber kurz vor den ersten klinischen Tests.

### ... oder mit dem trojanischen Pferd.



Ein Zellkultur von Bluthirnschrankezellen: Leuchtfarbstoff an den Nanopartikeln zeigt, dass sie in den Zellen angekommen sind

Eine Alternative ist es, die Arzneistoffe gezielt und selektiv durch die Bluthirnschranke zu schleusen: Huckepack mit Stoffen, die die Barriere überwinden können. Ein Team aus Pharmakologen, Zellbiologen und Medizinern aus Frankfurt verfolgt diesen Ansatz mit so genannten Nanopartikeln. Aus neutralen, in Körperzellen abbaubaren Molekülen stellen sie winzige Partikeln von maximal einem hunderttausendstel Millimeter her. In diese bauen sie ein Anti-Tumormittel, ein Zytostatikum, ein. Wenn diese Nanopartikeln mit einem bestimmten Tensid überzogen sind, werden sie durch die Membranen der Bluthirnschranke geschleust. Die Forscher vermuten, dass der Hilfsstoff selektiv einen „Passierschein“ aus dem Blutplasma anzieht: ein kleines Molekül, das an einen Rezeptor in der Zellmembran der Bluthirnschranke passt. Damit können sich die Nanopartikeln „tarnen“. In den Zellen angekommen, zerfallen sie dann in ihre Einzelmoleküle und setzen den Wirkstoff frei. Dieser tritt auf der „Gehirnseite“ der Zellen wieder aus.

### **Eine Therapie gegen Gehirntumore?**

Die Frankfurter Forscher haben die mit Zytostatika beladenen Nanopartikeln an Ratten getestet, die an einem Glioblastom leiden: dem bösartigsten und häufigsten aller Gehirntumoren. Spritzt man den Ratten den Wirkstoff alleine, wächst der Tumor sehr schnell. Die Tiere sterben dann in zwei bis vier Wochen. Ist der Wirkstoff jedoch an die Nanopartikeln gebunden, überleben die Tiere deutlich länger. Das Wachstum des Tumors wird gestoppt, oft bildet er sich sogar völlig zurück. Im nächsten Schritt sollen nun klinische Tests zeigen, ob eine solche Therapie auch Menschen mit Gehirntumoren helfen kann.

Ismeni Walter

## Lesetipps



Schneidewind, Friedhelm

### **Das Lexikon rund ums Blut**

Schwarzkopf & Schwarzkopf Verlag

1999. 301 S. Taschenbuch.

ISBN 3896022245

Preis: 15,90 EUR

### **Der Autor**

Friedhelm Schneidewind, geboren 1958 in Baumholder, ist Journalist, Autor, Verleger und im Hauptberuf Dozent für Mediengestaltung. Im Lexikon Imprint Verlag sind von ihm außerdem erschienen: „Das Lexikon von Himmel und Hölle“ (2000), „Das ABC rund um Harry Potter“ (2000) und „Das große Tolkien-Lexikon“ (2001). Oft ist er in Funk und Fernsehen zu erleben: beispielsweise als Märchenerzähler oder Barde. Er veröffentlichte zahlreiche Artikel und Essays, fantastische Geschichten und Lieder. Das Vampir-Theater-Stück „Carmilla“, das er 1994 zusammen mit seiner Frau Ulrike schrieb und inszenierte, war auf vielen deutschen Bühnen und im Ausland zu bewundern. Das ZDF bezeichnete ihn daraufhin als „Deutschlands berühmtesten Vampirologen“. Die Titelbilder seiner Lexika gestaltet seine Frau Ulrike Schneidewind.

### **Das Buch**

Dass Blut „ein ganz besonderer Saft“ ist, wusste nicht nur Goethe. Das rote Lebenselixier hat zu allen Zeiten in allen Kulturen eine Bedeutung gehabt, die weit über die rein biologische und medizinische hinausgeht. Dieses Lexikon bietet einen Überblick über verschiedene Aspekte dieses „Lebenssaftes“ in Mystik und Mythologie, in Magie und Medizin, in Religion und Wissenschaft, in Legende und Literatur, in Tradition und Volksglaube. Vor allem bei mythischen und historischen Themen gibt es zahlreiche Verdeutlichungen durch Zitate aus der belletristischen Literatur, besonders aus Märchen und Sagen, so dass ein Nachschlagewerk entstanden ist, in dem sich auch gut schmökern lässt.

### **Fazit**

Lehrreich und unterhaltsam zugleich und dazu geeignet, immer mal wieder als Lehr- und Schmöklerstoff zur Hand genommen zu werden.

P. F. W Strengers, W. G. van Akten

**Blut – Von der Magie zur Wissenschaft**

Verlagsangaben: Spektrum Akademischer Verlag, ISBN 3860253646

Das Buch gewährt faszinierende Einblicke in eine lebenswichtige Substanz und ein mit vielen Emotionen behaftetes Thema: Blut. Renommiertere Fachleute beschreiben die Zusammensetzung und die Aufgaben dieser unverzichtbaren Flüssigkeit und geben Einblick in die Entstehung und Bekämpfung von Krankheiten wie Leukämie und Hämophilie. Darüber hinaus zeigen sie die oft verschlungenen Wege auf, die das Blut eines Spenders von der Blutspende bis zum lebensrettenden Einsatz in einer Klinik durchläuft. Von der spannenden Geschichte der Bluttransfusion bis zur High-Tech-Suche nach einem künstlichen Blutersatz spannt sich der Bogen dieses leicht verständlichen Bandes. Sonstiges: Zur Zeit leider vergriffen, laut Verlag jedoch in vielen Antiquariaten problemlos zu beziehen.

Douglas Starr

**Blut – Stoff für Leben und Kommerz**

Verlagsangaben: Gerling Akademischer Verlag, ISBN 393242512X

Sonstiges: Kartoniert, Preis ca. 21,90 Euro

Das Blut des Menschen ist der Stoff des Lebens, magische Substanz und Medium für Gesundheit und Krankheit. Blut ist aber auch zu einer unersetzlichen, begehrten Handelsware geworden: Millionen Menschenleben sind durch Blut gerettet worden. Douglas Starr erzählt wie es dazu kam. Eine spannende Geschichte, die sich durch die Jahrhunderte zieht und in der dramatischen Ausbreitung von AIDS durch verunreinigte Blutproben gipfelt.

Vera Zylka-Mehorn

**Was verraten meine Blutwerte**

Verlagsangaben: Govi Verlag, ISBN 377410784X

Sonstiges: Kartoniert, Preis ca. 9,00 Euro

Für alle, die Antworten auf folgende Fragen suchen: Was misst der Arzt? Welche Blutwerte sind normal? Was kann man im Harn erkennen? Was sagen die Laborergebnisse über die Gesundheit aus? Welche Messfehler können auftreten? Diese und andere Themen werden allgemein verständlich erklärt.

Autor: Vera Zylka-Mehorn

## Linktipps

<http://www.merian.fr.bw.schule.de/Beck/skripten/12/bs12-56.htm>  
Alles über Blutgruppen, ABO-System und Rhesusfaktor etc.

[http://www.m-ww.de/krankheiten/blutkrankheiten/blut\\_blutgruppen.html](http://www.m-ww.de/krankheiten/blutkrankheiten/blut_blutgruppen.html)  
Mehr zu den Blutgruppen

<http://www.cho75.thinkquest.hostcenter.ch/Deutsch/blutgruppen/abo.html>  
Mehr zum ABO-System

<http://www.cho75.thinkquest.hostcenter.ch/Deutsch/blutgruppen/rhesusfaktor.html>  
Mehr zum Rhesusfaktor

[http://www.m-ww.de/sexualitaet\\_fortpflanzung/geburt/haemolyticus.html](http://www.m-ww.de/sexualitaet_fortpflanzung/geburt/haemolyticus.html)  
Wissenswertes zur Rhesus-Unverträglichkeit

<http://www.nobel.se/medicine/laureates/1930/landsteiner-bio.html>  
Eine Biographie über Karl Landsteiner von der Nobel-Gesellschaft (in Englisch)

<http://www.billrothhaus.at/default.htm?agglu.htm>  
Landsteiners Veröffentlichung von 1901 „Über Agglutinationserscheinungen normalen menschlichen Blutes“

[http://www.baxter.de/fsme/fsme\\_p1002.html](http://www.baxter.de/fsme/fsme_p1002.html)  
Infos zu Zecken, Zeckenbissen etc.

<http://www.insektenbox.de/zweifl/gestec.htm>  
Infos zu Mücken, Mückenstichen etc.

<http://www.ac-soft.com/floeh.htm>  
Infos zu Flöhen, Flohbissen etc.

<http://www.virbac.de/tierhalter/aktuelles/afloeh3.asp>  
Infos zu Flöhen, Flohbissen etc. (2.Tipp)

<http://www.blutspende.de>  
Offizielle Seite des DRK Blutspendedienstes

<http://www.transfusionsmedizin-online.de/>  
Wissenswertes zur Transfusionsmedizin

<http://www.ma.uni-heidelberg.de/inst/iti/>  
Seite des Instituts für Transfusionsmedizin und Immunologie der Uni Heidelberg

[http://www.transfusionsmedizin-online.de/html/transfusionsgesetz1998mit\\_kommentar.htm](http://www.transfusionsmedizin-online.de/html/transfusionsgesetz1998mit_kommentar.htm)  
Das deutsche Transfusionsgesetz

Bildrechte: alle © WDR

außer:

Bildrechte: Computertomographie © Bernd Turowski, Universitätsklinikum, Frankfurt

Bildrechte: Tafelschema © Dr. Hagen von Briesen, Georg Speyer Haus Frankfurt