

## Schwerpunkt :: Blut

*Thema*

Neues aus der Immungenetik

*Thema*

Extrakorporale Blutreinigung

*Thema*

Alles über Blut und Blutspenden

*Thema*

Künstliches Blut

## *Im Fokus* :: Aktuelles aus Schulen

*Wissenschaft und Schule*

Generation Innovation  
Region Krems

*Wissenschaft und Schule*

Wie ökologisch verträglich sind Klein-  
kraftwerke



# :: Jugendrotkreuz in Schulen

Egal ob mit Erste-Hilfe-Programmen, Radfahrprüfungen, Schwimmprüfungen, den Jugendrotkreuz-Zeitschriften bzw. den Glückwunsch- und Weihnachtskartenaktionen – das Jugendrotkreuz ist im Schulbereich seit vielen Jahrzehnten fixer Bestandteil pädagogischer Arbeit.

Text & Bilder: ÖJRK - Oberösterreich



Seit über 60 Jahren setzt sich das Jugendrotkreuz für Kinder und Jugendliche ein. Egal ob mit Erste-Hilfe-Programmen, Radfahrprüfungen oder den Jugendrotkreuz-Zeitschriften – das Jugendrotkreuz ist im Schulbereich fixer Bestandteil pädagogischer Arbeit.



Auch abseits der Schule ist das Jugendrotkreuz mit mehr als 100 Jugendgruppen in ganz Oberösterreich aktiv. Es geht vor allem darum, den Kindern und Jugendlichen auch nach der Schule entsprechende Angebote für eine sinnvolle Freizeitbeschäftigung zu ermöglichen: Ob spannende Projekte oder gemeinsame Aktivitäten – der Spaß steht immer im Vordergrund.

## Volksschule

Erste-Hilfe-Programm für die Volksschule  
 „Helfi hilft dir helfen“  
 Helfi-Bewerbe  
 Freiwillige Radfahrprüfung für SchülerInnen ab 10 Jahren  
 „Mini-Spatzenpost“ für die 1. Schulstufe  
 „Spatzenpost“ für die 2. Schulstufe  
 „Kleines Volk“ für die 3. und 4. Schulstufe  
 Schwimmprüfungen (Frühschwimmer, ...)  
 Pinguincup  
 Erholungs- und Therapiecamps  
 Soforthilfe für sozial bedürftige Kinder



## 5. bis 8. Schulstufe

Erste-Hilfe-Einführungskurs ab der 5. Schulstufe  
 Erste-Hilfe-Grundkurs ab der 8. Schulstufe  
 Erste-Hilfe-Bewerbe  
 Schwimm- und Rettungsschwimmprüfungen für die 5. bis 8. Schulstufe  
 „JÖ“ – das Magazin für die 5. und 6. Schulstufe  
 „TOPIC“ für LeserInnen ab 12 Jahren  
 Erholungs- und Therapiecamps  
 Soforthilfe für sozial bedürftige Kinder

## Weiterführende Schulen

Erste-Hilfe-Einführungskurs  
 Erste-Hilfe-Grundkurs  
 Rettungsschwimmprüfungen  
 „TOPIC“ für LeserInnen ab 12 Jahren  
 HIV/AIDS-Peergroup-Education  
 Peer-Mediation in Schulen  
 JRK-SchulsprecherInnentagungen  
 Katastrophen- und Entwicklungszusammenarbeit  
 Völkerverständigung (internationale Camps) 🏠



# :: Inhalt

- Vorgestellt*  
 02 :: **Jugendrotkreuz in Oberösterreich**   
 Ein umfassendes Programm im Schulbereich

- 04 :: **Editorial** Rudolf Lehner

- Zum Thema*  
 05 :: **Das bioskop: wieder im Takt**

- Thema*  
 06 :: **Neues aus der Immungenetik**  
**Primar C. Gabriel:** Feintuning des Genoms für die Immunabwehr und die Rolle des KIR-Genclusters

- Thema*  
 09 :: **Die Blutzentrale in Linz**  
 Viel mehr als "nur" zum Blut spenden.

- Forschung zum Thema*  
 10 :: **Gezielt entgiften**  
**Viktoria Weber & Jens Hartmann:**  
 Die Donau-Universität Krems erforscht Systemen für die extrakorporale Blutreinigung. 

- Thema & Lernkarten*  
 14 :: **Blut: Saft der Rekorde**  
 Was es leistet 

- Thema & Lernkarten*  
 15 :: **Saft des Lebens**  
 Woraus Blut besteht und welche Aufgaben es erfüllt.

- Thema & Lernkarten*  
 16 :: **Von der Magie zur Wissenschaft**  
 Die Geschichte des Blutspendens

- Thema & Lernkarten*  
 17 :: **Blut ist nicht Blut**  
 Karl Landsteiner fand den Unterschied.

- Thema & Lernkarten*  
 18 :: **Blut & Sagen**  
 Sagen und Legenden. 

- Thema & Lernkarten*  
 19 :: **Blutgruppen und Rhesusfaktoren**  
 Jeder Mensch ist einzigartig.

- Thema & Lernkarten*  
 20 :: **Wer hat welche Blutgruppe**  
 Die kleinen Unterschiede

- Thema & Lernkarten*  
 21 :: **Blutspenden**  
 Was passiert beim Blutspenden? Und der Weg des Blutes vom Spender zum Empfänger

- Thema & Lernkarten*  
 23 :: **Blut als sicheres Medikament**  
 Sicherheit für Spender und Empfänger.

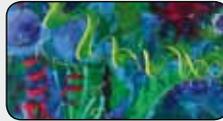
- Quiz*  
 25 :: **Das Blutquiz für die Schule**

- Thema*  
 27 :: **Künstliches Blut**  
 Lässt sich natürliches Blut schon ersetzen? 

- 29 :: *Thema*  
**Blutspendeaktionen in Schulen**  
 Bei der Aktion „Partner-Blutspendeaktion“ bringt ein Kind einen Partner zum Blutspenden.

- 30 :: *Im Fokus*  
**Kleinkraftwerke**  
**Dir. Mag. Hannes Mischlinger:** Wie ökologisch verträglich sind sie? 

- 34 :: *Im Fokus*  
**Junge ForscherInnen starten durch**  
 Generation Innovation Region Krems.

- Kunst & Biologie*  
 36 :: **Jutta Duschl** 

# :: Editorial

Rudolf Lehner

## Editorial Board

**Prof. Fatima Ferreira,**  
*Universität Salzburg*

**Prof. Walter Hödl,**  
*Universität Wien*

**Prof. Erwin Meyer,**  
*Universität Innsbruck*

**Prof. Franz Rauch,**  
*Universität Klagenfurt*

In diesem Heft sollte nicht nur dem berüchtigten Gemeinplatz „das Blut ein ganz besonderer Saft sei“ recht gegeben werden, sondern auch aufgezeigt werden, wie vielfältig die Beschäftigung mit dem Thema „Blut“ sein kann.

Im Sinne des Leitbildes der ABA – Wir verstehen uns als Kommunikationsforum für alle Biologinnen egal welcher beruflicher Orientierung – bildet das diesmalige Thema einen idealen Verknüpfungspunkt vieler pädagogischer und fachlicher Disziplinen. Mikrobiologie ist ebenso angesagt, wie Projektunterricht. Gelebte Schulgemeinschaft kommt ebenso zum Wort wie fachlich hochqualifizierte Autoren. Hier sei auch dem Roten Kreuz Oberösterreich, im besonderen der Blutzentrale mit Herrn Dir. Ing. Werner Watzinger und Prim. Dr. Christian Gabriel, und dem Jugendrotkreuz OÖ für die Unterstützung bei der Gestaltung des Heftes herzlich gedankt. Herzlicher Dank gilt auch Frau Dr. Viktoria Weber und ihren MitarbeiterInnen vom Zentrum für Biomedizinische Technologie der Donau-Universität in Krems für die hervorragende Kooperation. Damit erfüllt dieses Heft ein wesentliches Ziel der ABA – die Vernetzung vieler biolo-

gischer Berufe und zeigt auch deren gesellschaftliche Bedeutung auf.

Die Biologie hat in Österreich einen Namen – ABA! Mit dem Sprachrohr „bioskop“ wird dieser Name auch immer deutlicher hörbar. Die Vielfalt der Biologie spiegelt sich auch in der Vielfalt der Themen pro Ausgabe wider, so dass es gelingt einen respektablen Querschnitt durch die verschiedenen biologischen Disziplinen zu legen. Die nächsten Hefte werden der Reproduktionsbiologie und den Bienen gewidmet sein.

Neben den jährlichen Exkursionen und Seminaren zeigt gerade das bioskop die Leistungsfähigkeit der Austrian Biologist Association auf. International hat sich auch die Zusammenarbeit auf EU-Ebene, insbesondere mit unserem deutschen Nachbarverband VdBiol bewährt.

So ist zu hoffen, dass sich das rege Vereinsleben und die Qualität des „bioskop“s auch in steigenden Mitgliederzahlen niederschlagen, denn nur durch Qualität kann auch eine, für demokratische Prozesse notwendige Quantität erreicht werden.

Daher wünsche ich dem Heft einen guten Start.

### Impressum bioskop 03/09

Grundlegende Richtung:  
(Offenlegung nach §25 Mediengesetz)  
*bioskop* ist das parteifreie und konfessionsunabhängige  
Magazin der ABA (Austrian Biologist Association)

Die Herausgabe der Zeitschrift *Bioskop* ist Bestandteil des  
ABA-Leitbildes. Die Zeitschrift vermittelt in öffentlicher Didaktik  
biologisches Orientierungswissen zum gesellschaftlichen  
Vorteil. Die Zeitschrift *Bioskop* erscheint vier mal jährlich.

Medieninhaber  
Austrian Biologist Association (ABA), Member of Euro-  
pean Countries Biologists Association (ECBA)

Präsident der ABA  
Mag. Oswald Hopfensperger  
Steinerbach 27/2, 6372 Oberndorf

Herausgeber: ABA  
Chefredaktion: Mag. Reinhard Nestelbacher,  
DNA-Consult

Redaktionssitz  
DNA-Consult Sciencetainment  
Simling 4, 5121 Ostermiething

Internet: <http://www.aba-austrianbiologist.com>

Redaktionelle Mitarbeit: Bernt Ruttner

Abo-Verwaltung: Mag. Irmgard Reidinger Vollath  
Rebengasse 10, 7350 Oberpullendorf; [irv@aon.at](mailto:irv@aon.at)  
IBAN AT 105 1 000 916 269 10 100  
BIC EHHBAT2E, BLZ: 51000 Bank Burgenland

Layout & Satz  
Reinhard Nestelbacher, Andreas Kreuzeder

Druck: Druckerei Huttegger; Auflage : 1500 Exemplare  
ISSN: 1560-2516; ISBN: 978-3-9502381-8-1

# :: Zum Thema

Mag. Reinhard Nestelbacher

Liebe Kolleginnen und Kollegen

Wenn Sie dieses Heft in ihren Händen halten, so werden wir mit dem bioskop fast wieder im Takt sein. Wir werden ein recht erfolgreiches Seminar mit ABA-Beteiligung zum Thema „Impfen“ in Salzburg veranstaltet haben und das Heft Nr. 4 wird fast schon fertig sein und im Dezember erscheinen. Wenn Sie dieses Heft in den Händen halten werden einige wenige ABA-Mitglieder (leider) ausgetreten sein, aber einige mehr die Vorteile einer Mitgliedschaft erkannt haben und beigetreten sein. Wenn Sie dieses Heft in den Händen halten wird der Umbau zum neuen und modernen bioskop inklusiv aller Anfangsschwierigkeiten fast fertig sein.

Ich hoffe aber auch, dass sie dieses Heft deswegen in den Händen halten, weil ihnen unsere Themen zusagen und sie vor allem daraus Material für den Unterricht herausziehen können. Material, das mit vielen Artikeln dem Puls der Zeit lauscht und damit als „Update“ für die zeitlich chronisch hinten liegenden Biologiebücher dienen kann und soll.

Und wieder hier an dieser Stelle steht meine Aufforderung selbst beim bioskop mit zu gestalten. Sie haben ein spannendes Schulprojekt, und keiner weiß es? Sie haben ein Thema zu einem Artikel verarbeitet und wollen dies Ihren KollegInnen zugänglich machen? Sie kennen eine/n engagierte/n WissenschaftlerIn, die gerne die Forschungsarbeiten

vorstellen möchte? Nur zu - helfen Sie uns das Netzwerk zu erweitern und für alle BiologielehrerInnen Österreichs

noch feiner zu weben. Tragen auch sie bei, aus der ABA eine durchschlagkräftige Gemeinschaft zu formen, welche die Interessen der Biologen in- und außerhalb der Schule mit Kraft vertreten kann.



**Thema 4/2009:  
Die Moderne Reproduktionsbiologie**

## :: Bestell- und Beitrittsformular

Ich abonniere die Zeitschrift *bioskop* für ein Jahr.

(4 Ausgaben) zum Preis von EUR 25,-  
Das Abonnement verlängert sich automatisch nach Ablauf des Jahres,  
wenn es nicht 4 Wochen vor Jahresbeginn gekündigt wird.

Ich beantrage die Aufnahme als ordentliches Mitglied\*

(zutreffendes bitte ankreuzen)

- Vollmitglied (EUR 25,- jährlich)  
 SchülerIn/StudentIn (EUR 10,- jährlich)

Ich trete als förderndes Mitglied bei und spende mind. EUR 37 jährlich.\*

\* Im Mitgliedsbeitrag ist das Abonnement der Zeitschrift *bioskop* enthalten.

Bankverbindung:

BLZ 51000 Bank Burgenland, Kontonummer: 916 269 10100

Name, Titel

Straße, Nr.

PLZ / Wohnort

Tel. Nr.

E-Mail

Dienstanschrift

Ort, Datum

Unterschrift

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass meine Angaben vereinsintern zur Datenverarbeitung weiterverwendet werden dürfen.

Einsenden an die ABA-Schatzmeisterin:  
Mag. Irmgard Reidinger-Vollath  
Rebengasse 10 A-7350 Oberpullendorf  
[www.aba-austrianbiologist.com](http://www.aba-austrianbiologist.com)

# :: Neues aus der Immungenetik

## Feintuning des Genoms für die Immunabwehr und die Rolle des KIR-Genclusters

Text: Primar Dr. Christian Gabriel, Medizinischer Leiter der Blutzentrale Linz  
 In Kooperation mit Burkhard Ziebolz

Das Immunsystem ist ein komplexes Zusammenspiel von körpereigenen Abwehrmechanismen, die teilweise angeboren sind, teilweise als Reaktion auf spezifische Krankheitserreger erworben wurden. Jüngste Untersuchungen haben den KIR-Gencluster als wichtigen Akteur bei der Immunantwort ausfindig gemacht. Der Polymorphismus des KIR-Loci ist vergleichbar mit der Diversität des MHC. Dadurch lässt sich das Immunsystem an ein dynamisches Umfeld anpassen. Der Artikel gibt eine Übersicht über den aktuellen Stand der Forschung.

NK-Zellen verfügen über einen natürlichen 'Killerinstinkt'. Sie führen ihre tödliche Mission aus, ohne dass sie zuvor aktiviert werden müssen. Sie sind in der Lage abnormale Zellen zu erkennen und umgehend aufzulösen. Durch ihre Interaktion mit den dendritischen Zellen haben sie außerdem eine zentrale Funktion, um den Übergang von der unangepassten in die adaptive Immunität zu steuern.

NK-Zellen übernehmen wichtige Aufgaben, wenn es um die Bestimmung von 'Selbst' und 'Nicht-Selbst' geht. Sie spielen eine Rolle bei der immunologischen Akzeptanz des eingesteten Embryos und bei der Kontrolle von einigen Infektionen. Auch auf den Ausgang von Stammzellentransplantationen haben sie wesentlichen Einfluss.

Das funktioniert so: Eine gesunde Zelle weist

spezifische Merkmale auf, die sie eindeutig als Teil des Organismus kennzeichnen. Dieses Erkennungssystem nennt sich generell Haupthistokompatibilitätskomplex (MHC), die spezifische Ausprägung des MHC im menschlichen Körper heißt Human Leukocyte Antigen, kurz HLA. Erkrankte oder körperfremde Zellen sind nicht als 'Mitglieder' gekennzeichnet. Sobald die NK-Zellen diese Fremdkörper aufspüren, beginnen sie mit deren Zerstörung. Die NK-Zellen töten die fremden oder kranken Zellen durch Zytolyse ab. In einer hypotonischen Umgebung dringt solange Wasser in die Zellen ein bis die Zellwände dem Druck nicht mehr standhalten können und aufbrechen. Der sichere Tod jeder Zelle. Auf diese Weise übernehmen die NK-Zellen eine wichtige Funktion bei der Abwehr von Tumoren oder durch Viren infizierter Zellen.

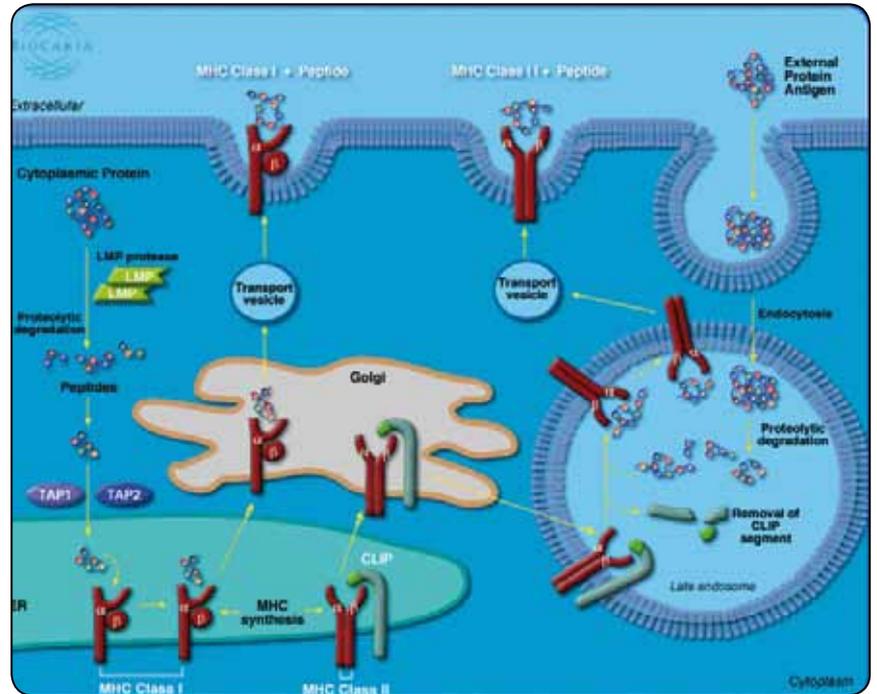
Anders als T-Zellen, die infizierte Zellen anhand eines Antigens ausfindig machen, zerstören NK-Zellen sämtliche Zellen, die sich nicht durch die richtige MHC-Signatur ausweisen können. Als Teil des angeborenen Immunsystems besitzen NK-Zellen demnach keine Antigen-spezifischen Rezeptoren. Um Zellen als 'krank oder fremd' zu identifizieren, bedienen sich die NK-Zellen spezifischer Rezeptoren, darunter des Killer Cell Immunoglobulin-like Receptors, besser bekannt als KIR, die sich auf der Oberfläche



der NK-Zellen ansiedeln. Diese KIR-Gene haben in den letzten Jahren unter Immunologen viel Aufmerksamkeit erregt. Sie sind Gegenstand zahlreicher wissenschaftlicher Studien, die versuchen, ihre genaue Rolle in der Immunabwehr besser zu verstehen. KIR-Rezeptoren spielen eine signifikante Rolle bei der Immunantwort

Erstaunlich ist vor allem die enorme Vielfalt der KIR-Gene. Sie kommen in unterschiedlichsten Ausprägungen im menschlichen Körper vor. Ohne die KIRs würden die NK-Zellen wie ungesicherte Waffen operieren. KIR-Gene sorgen dafür, dass sich der Tötungsautomatismus der NK-Zellen regulieren lässt. Dabei treten die KIRs in Beziehung mit den MHC-1-Molekülen, die sich an der Außenwand nahezu jeder Zelle befinden. Ihre Aufgabe ist es, der 'Außenwelt' ein klares Signal zu geben, dass die Zelle voll funktionsfähig ist.

Die Interaktion zwischen NK-Zellen und ihrem Objekt ist dabei äußerst komplex. Lange Zeit war nicht genau geklärt, wie NK-Zellen ohne inhibitorische Rezeptoren eine Selbsttoleranz erzeugen. Wie gelingt es ihnen, präzise zwischen 'Freund' und 'Feind' zu unterscheiden? Schließlich geht es nicht allein darum, 'Selbst' und 'Nicht-Selbst' eindeutig zu identifizieren. Vielleicht noch wichtiger ist ihre Fähigkeit, zwischen 'Selbst' und 'abnormalem Selbst' zu unterscheiden. Denn vor allem entartete Zellen, die ihre HLA-Klasse-I-Expression verlieren und dadurch der Erkennung durch das adaptive Immunsystem entgehen können, müssen von den NK-Zellen aufgespürt werden, damit ihr Zerstörungspotenzial wirkungsvoll gestoppt werden kann.



### Ausgewogene Balance zwischen inhibitorischen und aktivierenden Rezeptoren

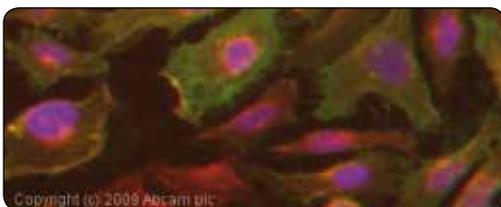
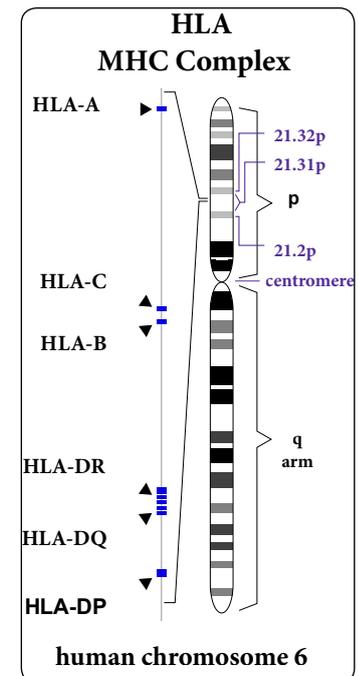
Die große Familie der KIRs hat sowohl aktivierende als auch inhibitorische Mitglieder, die auf Basis eines ausgeklügelten Funktionsschemas miteinander kommunizieren. Zum einen können KIRs der NK-Zelle gegenüber signalisieren, dass alles in Ordnung ist. Zum anderen geben KIRs NK-Zellen Signale, aktiv zu werden, sobald eine Zelle auffällig wenig MHC-1-Moleküle an die Oberfläche gebunden hat. Heute geht man davon aus, dass die Zytotoxizität der NK-Zellen wesentlich durch diese feine Balance von aktivierenden und inhibitorischen Signalen gesteuert wird. NK-Zellen spüren damit nicht nur 'abnorme' Zellen auf, sondern auch Zellen, bei denen bestimmte Merkmale überdeutlich ausgeprägt sind. Damit wurde die vor rund 20 Jahren erstmals formulierte Hypothese vom 'Missing Self' um wesentliche Aspekte erweitert. Diese Hypothese besagte, dass NK-Zellen Zellen, die ihre MHC-Expression verlieren, erkennen können und umgehend zerstören.

### ↑ Antigen Response

Bild: Wikimedia commons

### ↓ HLA

Lage der humanen Leukozyten-Antigene auf dem Chromosom 6 mit seinen Genorten HLA-A, -B, -C, -DR, -DQ und -DP.



Im Detail operieren die NK-Rezeptoren nach folgenden Spielregeln:

1. NK Zellrezeptoren und MHC werden unabhängig voneinander vererbt.
2. NK Zellrezeptoren werden klonal exprimiert. So können sich verschiedene NK-Zellen eines Organismus in ihrem Rezeptor-Repertoire unterscheiden.
3. Jede NK-Zelle exprimiert mindestens einen inhibitorischen Rezeptor, welcher an mindestens ein MHC-I-Allel des Organismus binden kann. Bei normaler MHC-I-Expression sind demnach alle NK-Zellen gehemmt.
4. Wenn Zellen einzelne MHC-1-Allele verlieren oder vermindert exprimieren (missing self), was bei Tumoren und Virusinfektionen häufig vorkommt, werden einzelne NK Zellklone enthemmt.
5. Aber nur dann, wenn eine NK-Zelle zusätzlich ein aktivierendes Signal erhält, zum Beispiel weil die Tumorzelle bzw. die infizierte Zelle gestresst ist und Liganden der aktivierten NK Rezeptoren exprimiert, entfaltet sie ihre zerstörerische Wirkung.

## KIR - hochpolymorphe Gencluster

Das KIR-Gencluster erstreckt sich als Teil des Leukozyten-Rezeptor-Komplexes (LRC) über rund 150 kb auf dem menschlichen Chromosom 19. KIR-Moleküle sind hochgradig polymorph: vergleicht man verschiedene Individuen, unterscheiden sich ihre Gensequenzen signifikant. In der Folge heißt das, dass unterschiedliche Individuen über unterschiedliche KIR-Gen-Sätze verfügen. Es besteht heute kein Zweifel mehr, dass KIRs eine einzigartige Bedeutung bei der Immunantwort zukommt. Sie scheinen nach jüngstem Stand der Forschung wesentlich zu sein für die Entscheidung, ob

der Organismus neuartiges Zellmaterial akzeptiert oder abstößt.

Immunologen kennen zum heutigen Stand rund 100 verschiedene KIR-Genotypen. Auf der Allelebene kann man beispielsweise 22 Gruppe-A-Haplotypen mit einem identischen Inhalt identifizieren. Statistisch betrachtet können etwa 800.000 verschiedene Kombinationen allein im A-Haplotyp auftreten. Unterschiedliche Allele wurden für spezifische KIR-Loki beschrieben. Die Diversität des Repertoires wird durch die Kombination verschiedener KIR-Gene, wie auch durch die Kombination von aktivierenden und inhibierenden NK-Genen und die Frequenz von Genen, Haplotypen, Allelen und Genotypen bestimmt.

Der Vergleich von KIR-Sequenzen bei verschiedenen Primaten hat gezeigt, dass sich diese Gene schnell und artgebunden weiterentwickelt haben. Durch die intensive Analyse einzelner KIR-Domänen konnte weiterhin gezeigt werden, dass 'Domänen-Mischen' die Haupttriebfeder für die artengebundene Vielfalt ist. Wir kennen heute fünf Erbstränge, die bei Primaten gefunden wurden. Aber auch bei Ratten und Mäusen wurden KIR-ähnliche Gene ausgemacht.

Obwohl die enorme Vielfalt zu den wohl signifikantesten Merkmalen von KIRs gehört, haben jüngste Studien auch gleichbleibende Organisationsstrukturen entdeckt. Vier KIR-Gene finden sich bei allen Haplotypen genauso wie so genannte framework loci, die dem System insgesamt eine hohe Stabilität verleihen, ohne dass es seine Anpassungsfähigkeit und Expressionsvielfalt verliert.

Grundsätzlich werden zwei Haplotypen unterschieden: A und B. Während Typ A über eine feste Anzahl von Genen mit

bestimmten Typen verfügt, zeichnet sich Typ B durch eine extreme Vielfalt aus - sowohl in Bezug auf den genetischen Gehalt als auch auf den Polymorphismus der Allele. Beide Haplotypen finden sich zu ungefähr gleichen Teilen bei Kaukasiern. In Japan, Teilen Chinas und Koreas überwiegt hingegen Typ A (75%) während beispielsweise bei den Aborigines in Australien Typ A nur mit 13 Prozent vertreten ist. Von den rund 100 individuellen KIR-Genotypen wiederum, erwiesen sich rund 40 Prozent als einzigartig. Durch diese hohe Anpassungsfähigkeit des KIR-Lokus kann auf unkomplizierte Weise eine natürliche Selektion erfolgen. So weisen einige Populationen ein hohes Aufkommen des inhibitorischen Haplotypen A auf, andere hingegen sind geprägt vom aktivierenden B-Typ.

Diese Erkenntnisse geben Anlass zu der Annahme, dass dieser extreme Polymorphismus Einfluss hat auf die Entstehung und Behandlung von Krankheiten. Die Vielfalt scheint das Ergebnis spezifischen Selektionsdrucks zu sein, der durch Krankheiten innerhalb einer bestimmten Population zustande kommt. Zwar liegen Stand heute noch keine Studien vor, die den Zusammenhang von KIR und bestimmten Krankheitsbildern belegen. Möglicherweise jedoch könnten die KIR-Gene wichtige Indikatoren für die Behandlung bestimmter Krankheiten liefern. Es ist außerdem seit längerem bekannt, dass eine Subpopulation von T-Zellen im peripheren Blut KIR exprimiert. Daten deuten darauf hin, dass KIR nicht nur eine zentrale Rolle bei der Generierung des funktionalen NK-Zell-Repertoires haben, sondern durch ihre Expression auf Memory-T-Zellen auch für die adaptive Immunität bedeutsam sind. 🏠

# :: Blutzentrale Linz

...mehr als „nur“ Blut spenden

Bilder: bauinfo24.at

Seit mehr als 50 Jahren deckt der Blutspendendienst des Oberösterreichischen Roten Kreuzes den klassischen Blutspendebereich ab, in dem jährlich 75.000 Blutspenden verarbeitet werden. Hinter den Kulissen befinden sich auch umfangreiche Labor-, Forschungs- und Behandlungseinrichtungen, denn Blutspenden bedeutet gleichzeitig auch Forschung. In den letzten Jahren hat sich die Blutzentrale Linz zu einem der modernsten Institute Europas mit Schwerpunkt auf Stammzell- und Gewebeeinlagerung (Nabelschnur- und Gewebekbank) und der molekularen Diagnostik entwickelt.

Die Blutzentrale Linz hat Mitte 2003 mit dem Ludwig Boltzmann Institut für Experimentelle und Klinische Traumatologie/AUVA Forschungszentrum ein gemeinschaftliches Forschungs- und Entwicklungslabor in Linz, Scharitzerstraße, errichtet.

Neben ihrer Hauptaufgabe, der Versorgung mit Blutkonserven, besitzt die Blutzentrale große Erfahrung in der Zellaufbereitung und der Entwicklung neuer Tests. Unter Reinraum-Bedingungen bietet die Einrichtung die Möglichkeit, sämtliche Gewebe für die klinische Anwendung aufzubereiten und einzulagern. So werden bereits Amnien, Herzklappen und Hornhaut routinemäßig in der Gewebekbank abgearbeitet. Somit sind alle wesentlichen Voraussetzungen der Herstellung von Zelltherapeutika in Oberösterreich angesiedelt. Mit dem Ludwig Boltzmann Institut konnte ein Partner gefunden werden, der sowohl am



Sektor Schock und Sepsis als auch in den Bereichen Wundheilung und Geweberegeneration international präsent ist. Zusätzlich wurde 2006 der Forschungscluster für Geweberegeneration zwischen dem Ludwig Boltzmann Institut für experimentelle und klinische Traumatologie, Forschungsgruppen der medizinischen Universität Wien, der Bernhard Gottlieb Universitätszahnklinik und dem Oberösterreichischen Roten Kreuz gegründet.

Die Ziele dieser Kooperationen sind ein besseres Verständnis der Regeneration von Weichteilen, Knorpel, Knochen und Nerven und darauf aufbauend die bessere therapeutische Unterstützung durch neue bzw. verbesserte Behandlungsmethoden. Die Forschungsaufgaben ergeben sich aus den therapeutischen Notwendigkeiten und dem nachweislichen Nutzen für PatientInnen. ✨



# :: Gezielt entgiften

Das Zentrum für Biomedizinische Technologie der Donau-Universität Krems erforscht Systemen für die extrakorporale Blutreinigung.

Text: Viktoria Weber & Jens Hartmann

Bildnachweis: Viktoria Weber & Jens Hartmann

↓ **Priv.-Doz. Dr. Viktoria Weber** ist stellvertretende Leiterin des Zentrums für Biomedizinische Technologie der Donau-Universität Krems. Seit 1999 arbeitet sie dort im Fachbereich Biochemie. Ihr Arbeitsgebiet umfasst die Entwicklung und Charakterisierung bioverträglicher Adsorbermaterialien für die Blutreinigung sowie die Entwicklung von Zellkulturmodellen für die Sepsis.



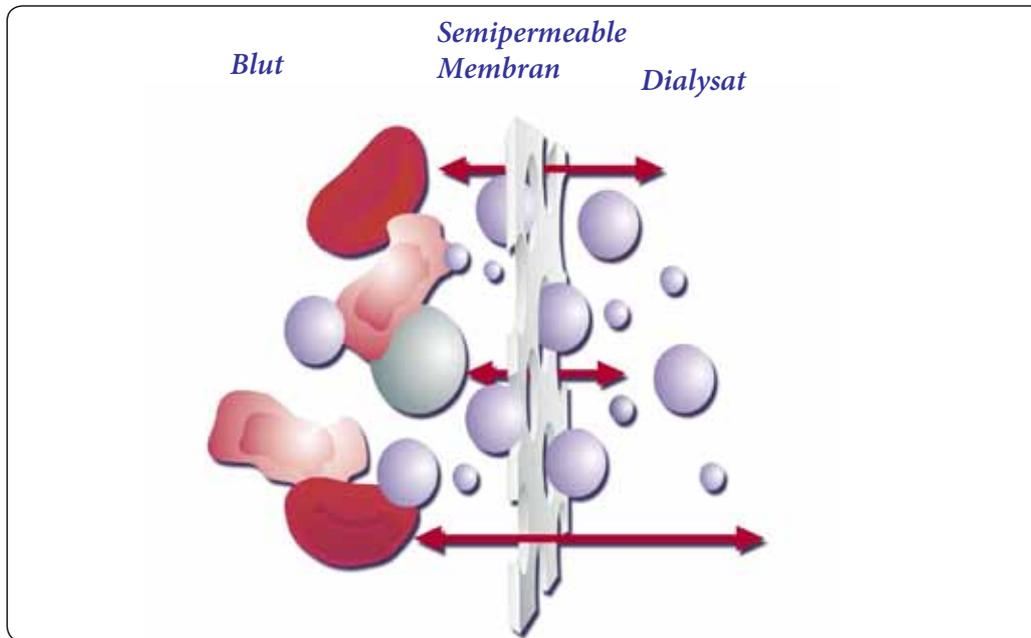
Unter dem Begriff extrakorporale Blutreinigung versteht man die gezielte Entfernung pathogener Substanzen aus dem Blut von Patienten mit Hilfe diffusiver, konvektiver oder adsorptiver Verfahren.

Bereits in der Antike erkannten die Ärzte, dass sich im Blut Substanzen befinden, die bei der Entstehung von Krankheiten eine wichtige Rolle spielen. Sie versuchten daher, über die Entfernung dieser Substanzen Krankheitsverläufe positiv zu beeinflussen. So wurde im antiken Rom oder später im Mittelalter die Urämie (Harnvergiftung) von Patienten mit akutem oder chronischem Nierenversagen durch die Anwendung von Schwitzkuren, heißen Bädern oder Aderlässen behandelt.

Das erste Verfahren zur Blutreinigung, das verbreitete klinische Anwendung fand, war die Hämodialyse zur Behandlung des akuten oder chronischen Nierenversagens. Dabei werden kleine, wasserlösliche Substanzen mit Hilfe physikalischer Prozesse wie Diffusion oder Konvektion aus dem Blut des Patienten entfernt. Als „Vater der Dialyse“ gilt der schottische Chemiker Thomas Graham. Er verwendete die Methode im chemischen Labor zur Trennung gelöster Stoffe mit Hilfe semipermeabler Membranen,

erkannte aber bereits das medizinische Anwendungspotential dieses Verfahrens. Im Jahr 1855 veröffentlichte der deutsche Physiologe Adolf Fick eine quantitative Beschreibung des Diffusionsvorganges. Die erste Beschreibung einer Hämodialyse an narkotisierten Tieren stammt aus dem Jahr 1913 von John J. Abel in Baltimore. Die erste Dialysebehandlung am Menschen nahm der Gießener Arzt Georg Haas vor, allerdings überlebte keiner der Patienten. Im Jahr 1945 schaffte der Niederländer Willem Kolff den Durchbruch: er dialysierte eine Patientin mit akutem Nierenversagen eine Woche lang mit der von ihm entwickelten Trommelniere; die Patientin konnte schließlich mit normaler Nierenfunktion entlassen werden. In den folgenden Jahren setzten weltweit umfangreiche Aktivitäten zur Entwicklung verbesserter Dialysatoren ein, die schließlich zur Entwicklung der modernen Hohlfaserdialysatoren aus synthetischen Polymeren führten.

Während mit der Hämodialyse niedermolekulare, wasserlösliche Substanzen aus dem Blut von Patienten entfernt werden, gibt es auch Erkrankungen, bei denen sich höhermolekulare, hydrophobe Substanzen



## ← Prinzip einer semipermeablen Membran.

Die Membran ist durchlässig für niedermolekulare wasserlösliche Moleküle, aber undurchlässig für größere Moleküle und Blutzellen.

im Blut anreichern. Zur Entfernung dieser Substanzen wurden seit der Mitte des 20. Jahrhunderts Aphereseverfahren (von griechisch ἀφαιρέω „wegnehmen“), entwickelt. Dabei handelt es sich um eine Methode zur extrakorporalen, also außerhalb des Körpers stattfindenden, Entfernung von pathogenen Bestandteilen (Proteine, proteingebundene Substanzen und Zellen) aus dem Blut oder Blutplasma des Patienten. Nach der Entfernung der pathogenen Substanzen wird das „gereinigte“ Blut wieder zurückgeführt. Dabei unterscheidet man zwischen

- unselektivem Plasmaaustausch, bei dem eine Abtrennung und vollständige Substitution des Plasmas erfolgt
- selektiver Plasmapherese, bei der die pathogenen Bestandteile aus dem Plasma durch Filtration oder Adsorption entfernt werden
- Vollblutapherese, bei der die pathogenen Substanzen direkt aus dem Blut adsorbiert werden

Die Apherese kann auch als Verfahren verwendet werden, um von gesunden Spendern bestimmte Blutbestandteile in hoher Reinheit zu gewinnen. Dabei kann es sich um Blutplasma, Thrombozyten (Plättchen), Erythrozyten (rote Blutkörperchen) oder um Stammzellen handeln.

Am Zentrum für Biomedizinische Technologie der Donau-Universität Krems (Leitung: Univ.-Prof. Dr. Dieter Falkenhagen) werden gemeinsam mit der Firma Fresenius Medical Care kombinierte Membran-Adsorptionssysteme für die selektive Plasmapherese entwickelt. Die Hauptanwendungsgebiete für diese Systeme sind

- Autoimmunerkrankungen (Entfernung pathogener, gegen körpereigene Strukturen gerichteter Antikörper)
- Leberversagen (Entfernung von hydrophoben, albumingebundenen Substanzen wie z.B. Bilirubin und Gallensäuren, die normalerweise von der Leber entgiftet werden)
- Fettstoffwechselerkrankungen (Entfernung von „low density lipoproteins“, LDL)

Ein weiteres potentiell Anwendungsbereich für extrakorporale Blutreinigungsverfahren ist die Therapie von Sepsis und Multiorganversagen.

Die Aktivitäten in Krems konzentrieren sich vor allem auf die Anwendung extrakorporaler Blutreinigungssysteme bei Leberversagen und bei Sepsis. In den kombinierten Membran-Adsorptionssystemen wird das Blut des Patienten in einem extrakorporalen Blutkreislauf mittels eines Hohlfilterfilters in eine Zell- und eine Plasmafraktion getrennt.

### ↓ Dr. rer. nat. Jens Hartmann

Absolvierte sein Biologie-Studium an der Universität Wien. Im Rahmen seiner Diplomarbeit beschäftigte er sich mit Fragestellungen zur ökologischen Biochemie, insbesondere mit dem Enzym Cytochrom P450. Jens Hartmann ist seit 1999 am Zentrum für Biomedizinische Technologie der Donau-Universität Krems tätig, wo er neben seiner Aufgabe als Qualitätsbeauftragter den Fachbereich für Medizinische Verfahrenstechnik leitet. Seine Promotion behandelt verfahrenstechnische Aspekte der extrakorporalen Blutreinigung. [jens.hartmann@donau-uni.ac.at](mailto:jens.hartmann@donau-uni.ac.at)



## → Prinzip des Prometheus®-Systems:

Links: Querschnitt durch den Albuminfilter. Blut mit dem toxinbeladenen Transportprotein Albumin (gelb/grün) fließt im Inneren des Filters. Toxinbeladenes Plasma gelangt durch den Filter in die Adsorb-ersäule (rechts). Dort erfolgt die Bindung der Toxine an den Adsorber und das gereinigte Albumin (gelb) fließt gemeinsam mit den Blutzellen zurück zum Patienten.



Die Plasmafraktion wird über Adsorptions-säulen geleitet, in welchen die pathogenen Substanzen an die Adsorberpartikel binden und so aus dem Plasma entfernt werden. Durch die Abtrennung des Plasmas wird verhindert, dass die Blutzellen direkt mit dem Adsorbermaterial in Kontakt kommen, denn beim Kontakt von Blutzellen mit Fremdoberflächen kommt es immer zu unerwünschten Aktivierungsvorgängen. Das gereinigte Plasma fließt anschließend gemeinsam mit den Blutzellen zurück zum Patienten.

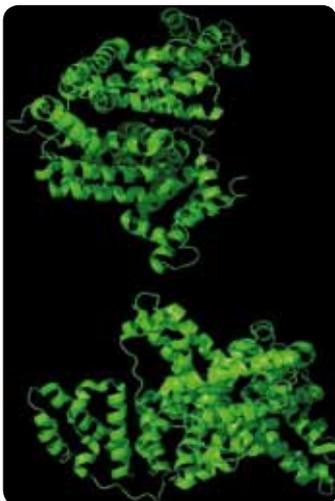
Nachdem sich das am Zentrum für Biomedizinische Technologie entwickelte System zur Leberunterstützung Prometheus® bereits erfolgreich bei Patienten mit akutem Leberversagen im klinischen Einsatz befindet, konzentrieren sich die Arbeiten aktuell auf ein Verfahren namens „Microspheres-Based Detoxification System“ (MDS). Im Unterschied zu konventionellen Systemen arbeitet das MDS mit Adsorb-ermikropartikeln (kleiner als 5 µm), die im Plasmakreislauf rezirkuliert werden.

Die Verwendung von Mikropartikeln bringt wesentliche Vorteile für den Patienten. Dank der größeren Oberfläche des Adsorb-erma-

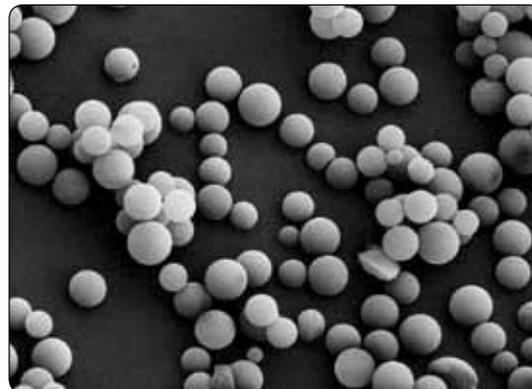
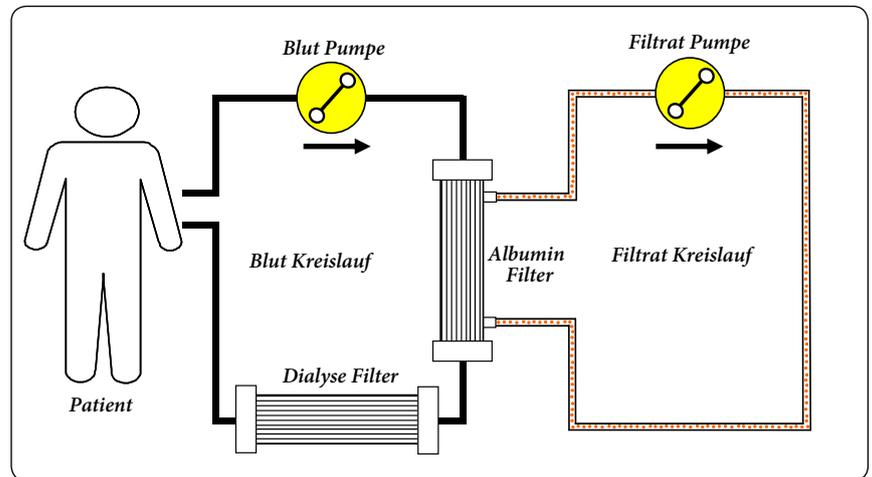
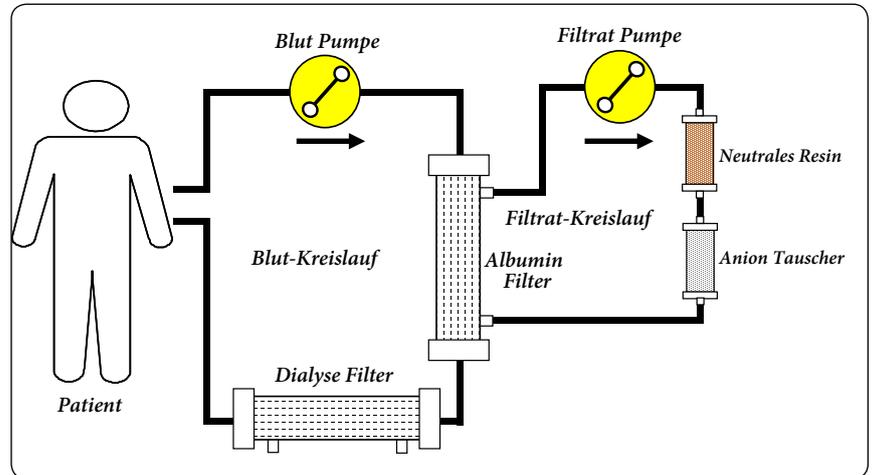
terials ist das MDS hinsichtlich Adsorptionsgeschwindigkeit und Bindungskapazität besonders leistungsfähig. Daher kann das Blutvolumen, das sich während der Behandlung außerhalb des Körpers befindet, sehr gering gehalten werden. Der Kreislauf des Patienten wird dadurch geschont. Ein zusätzlicher Pluspunkt ist die Flexibilität des Systems, da je nach Bedarf Adsorber verschiedener Spezifität verwendet werden und somit gezielt bestimmte Faktoren oder Kombinationen von Faktoren aus dem Blut entfernt werden können. Das MDS soll vor allem zur unterstützenden Therapie von Sepsis und Multiorganversagen verwendet werden. Bei dieser landläufig als Blutvergiftung bezeichneten Entzündungsreaktion kämpft der Körper gegen eine Infektion an. Verschiedene Faktoren (Menge und Virulenz der Infektionserreger, genetische Prädisposition, Alter und Ernährungszustand des Patienten, Begleiterkrankungen) können dazu beitragen, dass sich die Entzündung auf den gesamten Organismus ausbreitet und das Immunsystem außer Kontrolle gerät. Schlimmstenfalls kommt es dadurch zu einem tödlichen Multiorganversagen. Allein in den USA treten jährlich etwa 900.000 Fälle von Sepsis auf. Trotz

## ↓ Human Serum Albumin

Proteinfaltungsmodell



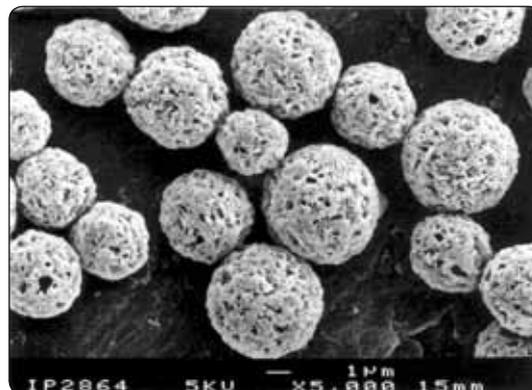
bestmöglicher intensivmedizinischer Behandlung der Patienten ist die Sterblichkeit unverändert hoch: ca. 220.000 Patienten jährlich versterben in den USA an Sepsis. Extrakorporale Blutreinigung mit Systemen wie dem MDS bietet eine Möglichkeit zur unterstützenden Therapie von Sepsis, weil mit Hilfe dieser Verfahren Entzündungsmediatoren, sogenannte Zytokine, gezielt aus dem Blut entfernt werden können. Da die meisten der Mediatoren jedoch in geringen Konzentrationen wichtig für die Bekämpfung der Infektion sind, geht es nicht um eine vollständige Entfernung, sondern um eine Absenkung der Mediatorkonzentrationen im Blut. Die zentrale Frage für eine erfolgreiche Anwendung dieser Therapie ist freilich, zu welchem Zeitpunkt im Krankheitsverlauf welche Mediatoren entfernt werden sollen. Um dieser Frage nachzugehen, arbeitet man in Krems mit verschiedenen Zellkulturmodellen: Monozyten aus dem Blut gesunder Spender werden mit Endotoxin, einer Komponente der Zellwand Gram-negativer Bakterien, stimuliert. Als Reaktion darauf scheiden die Monozyten Entzündungsmediatoren ins Kulturmedium aus. Dieses Medium wird nun dazu verwendet, Endothelzellen (das sind jene Zellen, die die Blutgefäße auskleiden und die eine zentrale Rolle im Krankheitsverlauf der Sepsis spielen) zu stimulieren. An Hand verschiedener Parameter kann die Aktivierung der Endothelzellen gemessen werden. Nun kann man mit Hilfe von Adsorbentien zu bestimmten Zeitpunkten einzelne Entzündungsmediatoren aus dem Zellkulturmedium entfernen und feststellen, ob dadurch die Aktivierung der Endothelzellen verhindert werden kann. Dadurch simuliert man den Vorgang der Blutreinigung und es lassen sich Rückschlüsse ziehen, welche Entzündungsmediatoren wann im Krankheitsverlauf adsorbiert werden sollten. 🏠



↑↑ Prinzip kombinierter Membran-Adsorptionssysteme: Prometheus® mit zwei Adsorberkapseln im Filtratkreislauf.

↑ MDS mit Adsorbentmikropartikel suspension im Filtratkreislauf.

← Elektronenmikroskopische Aufnahmen von Adsorbentmikropartikeln.



# :: Blut: Saft der Rekorde

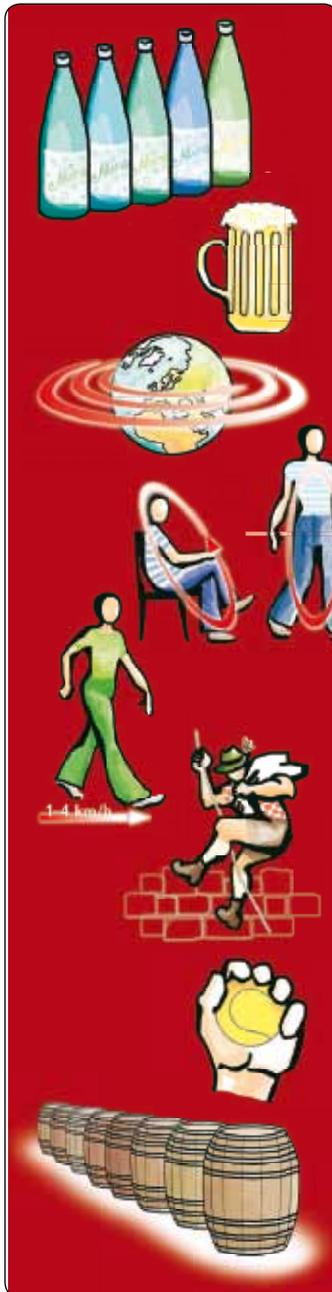
Was Blut leistet.

Erwachsene haben ca. 5-7 Liter Blut im Körper (rund 8 % ihres Körpergewichts).

Diese Blutmenge fließt ca. 2000-mal pro Tag durch den Körper – das sind insgesamt rund 10.000 Liter Blut, die täglich durch die Aorta fließen. Reiht man alle Blutgefäße aneinander, so sind das etwa 100.000 km Leitungssysteme, das ist der 2,5 fache Erdumfang.

Das Blut fließt mit einer Geschwindigkeit von 20–100 cm pro Sekunde durch die Aorta, das entspricht je nach körperlicher Belastung einer Geschwindigkeit von 1–4 km/h.  
 1 km/h = 1 Schritt/Sekunde  
 4 km/h = 4 Schritte/Sekunde

Die Leistung des Herzens, um das Blut durch den Körper zu pumpen, entspricht etwa der Leistung, einen Tennisball 70-mal pro Minute zusammenzudrücken.



Beim Blutspenden werden ca. 0,5 Liter Blut abgenommen.

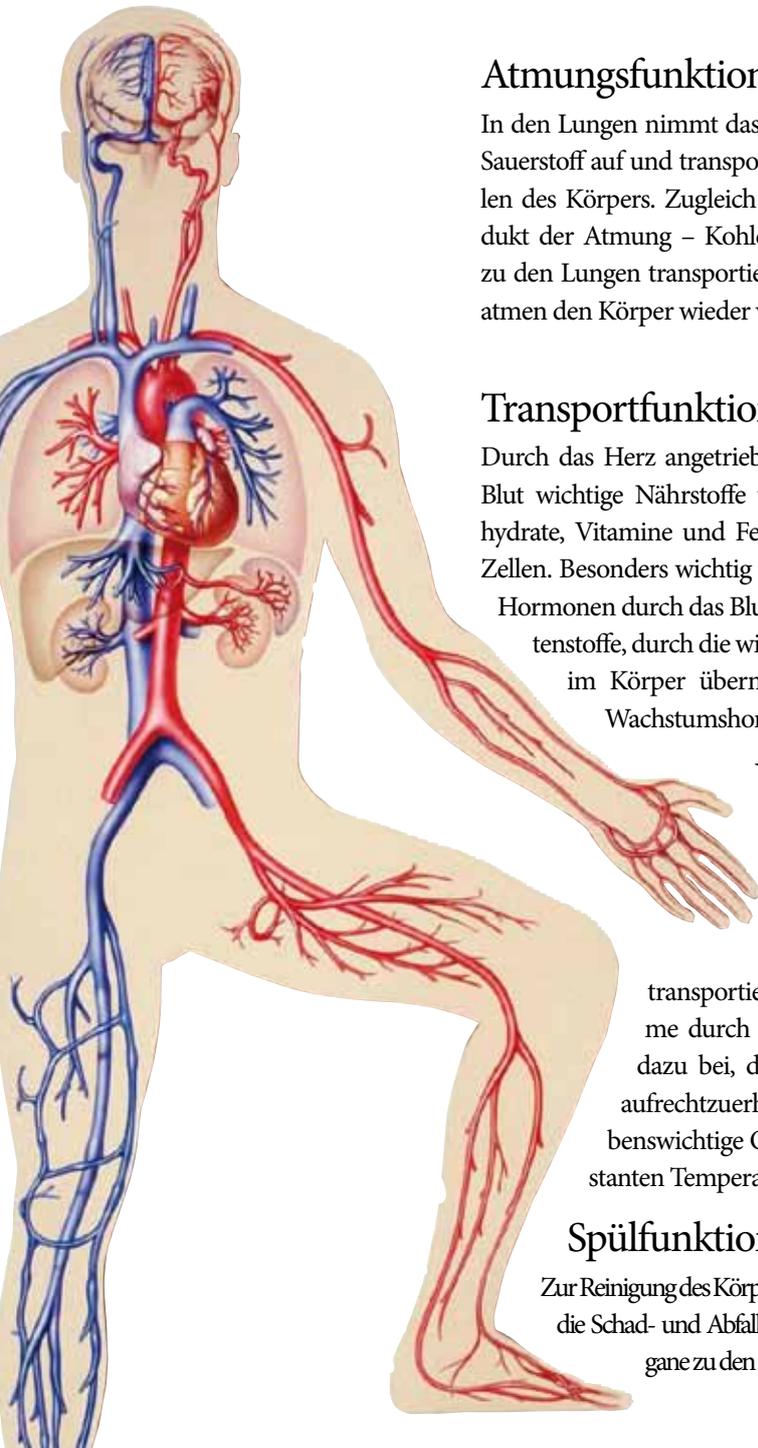
Das Blut braucht im Ruhezustand 1 Minute, um einmal durch den ganzen Körper zu fließen – bei körperlicher Anstrengung nur 20 Sekunden.

Um das Blut durch den Körper fließen zu lassen, muss der Körper Arbeitsleistung erbringen. Sie entspricht der Leistung eines Mannes, der mit einem 35 kg schweren Sack den Pariser Eiffelturm besteigt.

Eine Gesamtblutmenge von ca. 10.000 Litern fließt täglich durch die Aorta, das sind 50 Fässer à 200 Liter.

# :: Blut: Saft des Lebens

Woraus Blut besteht und welche Aufgaben es erfüllt.



## Atmungsfunktion

In den Lungen nimmt das Blut beim Einatmen Sauerstoff auf und transportiert ihn zu den Zellen des Körpers. Zugleich wird das Abbauprodukt der Atmung – Kohlendioxid – vom Blut zu den Lungen transportiert, wo es durch Ausatmen den Körper wieder verlässt.

## Transportfunktion

Durch das Herz angetrieben, transportiert das Blut wichtige Nährstoffe wie Eiweiß, Kohlenhydrate, Vitamine und Fette zu den einzelnen Zellen. Besonders wichtig ist der Transport von Hormonen durch das Blut. Hormone sind Botenstoffe, durch die wichtige Informationen im Körper übermittelt werden (z. B. Wachstumshormone).

## Wärmeausgleich

Um im Körper einen Wärmeausgleich zu schaffen, transportiert das Blut die Wärme durch den Körper. Es trägt dazu bei, die Körpertemperatur aufrechtzuerhalten, und hält lebenswichtige Organe auf einer konstanten Temperatur von ca. 37° C.

## Spülfunktion

Zur Reinigung des Körpers transportiert das Blut die Schad- und Abfallstoffe der einzelnen Organe zu den Ausscheidungsorganen.

## Abwehrfunktion

Das Blut ist für die Abwehr von Krankheitserregern zuständig. Es produziert Antikörper, um den Körper gegen Erreger immun zu machen. Auch bei Verletzungen wehrt das Blut durch Gerinnung eine Schädigung des Organismus ab.

## Woraus Blut besteht:

### 49,5% Wasser

*Blutflüssigkeit und Blutplasma*

### 2,14 % Blutplättchen

*Thrombozyten - Die kleinsten Blutzellen:*

- sorgen für die Blutgerinnung durch „klebrige“ Blutzellen.
- bilden Krusten nach Verletzungen.

### 42,8 % Rote Blutkörperchen

*Erythrozyten - Die häufigsten Blutzellen:*

- versorgen die Zellen mit Sauerstoff und befreien sie von Kohlendioxid (Ein- und Ausatmung durch die Lunge).
- binden Sauerstoff durch den Blutfarbstoff Hämoglobin an sich und transportieren ihn in die Körperzellen.

### 0,07 % Weiße Blutkörperchen

*Leukozyten - Die „Angreiferzellen“:*

- sind das Abwehrsystem des Körpers gegen Krankheitserreger.
- vergessen niemals einen „Feind“.

*Wer als Kind Masern hatte, ist ein Leben lang dagegen immun. Das Abwehrsystem des Körpers erinnert sich und zerstört diese Krankheitserreger sofort beim Eindringen in den Körper.*

# :: Von der Magie zur Wissenschaft

Die Geschichte des Blutspendens.

Seit es Menschen gibt, streben sie nach Gesundheit und versuchen, ihr Leben zu verlängern. Nicht alle Anstrengungen waren erfolgreich. Viele gingen auf Kosten anderer. Ein Streifzug durch die Geschichte.

**1492**

Papst Innozenz VIII. erhält die erste „Frischzellenkur“: Zur Verjüngung bekommt er das Blut von drei 10-jährigen Knaben zu trinken. Weder der Papst noch die Kinder überleben.

**1616**

Der englische Arzt William Harvey entdeckt den Blutkreislauf.

**1666**

Erste Bluttransfusion von Hund zu Hund

**1667**

Erste Bluttransfusion von Tier zu Mensch (Transfusion von Schafsblood)

**1818**

Erste Transfusion von Mensch zu Mensch

**1865**

Gregor Mendel entdeckt die Vererbungslehre. 1868 Karl Landsteiner wird am 14. Juni in Baden bei Wien geboren.

**1900**

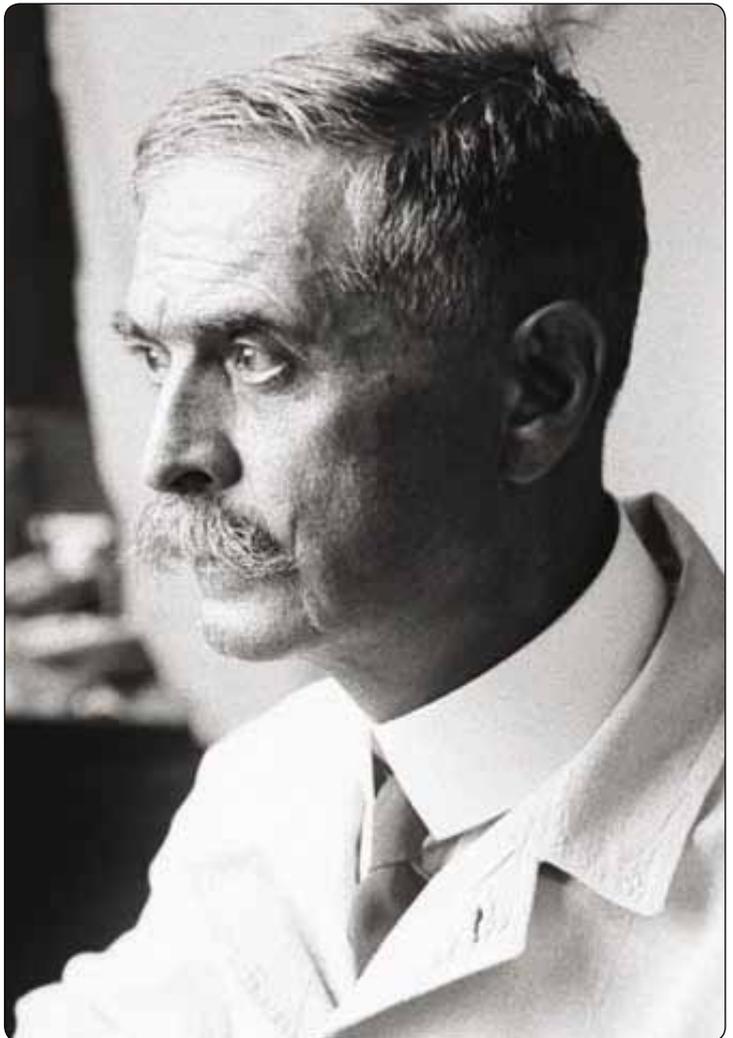
Der Österreicher Karl Landsteiner entdeckt die Blutgruppen.

**1916**

Erstmals wird Blut konserviert.

**1920**

Erste Bluttransfusion in Österreich.



# :: Blut ist nicht Blut

Karl Landsteiner - ein Österreicher - fand den Unterschied.

## 1900

Bluttransfusionen sind noch ein Glücksspiel auf Leben und Tod. Erst die Entdeckung der Blutgruppen (ABO-System) bringt Klarheit.

- Basis für sichere Bluttransfusionen und Blutbanken
- Anwendung in der Gerichtsmedizin (Täterausschluss)
- Vaterschaftstests

## 1907

Landsteiner forscht nach den Ursachen der Kinderlähmung, gegen die es noch kein Heilmittel gibt. Als Erster erkennt er, dass es sich dabei um eine Virusinfektion handelt. Er sagt die Entwicklung eines Impfstoffes voraus – und behält Recht.

## 1914

Auf den Schlachtfeldern des Ersten Weltkrieges fließt das Blut in Strömen. In den Lazaretten werden tausende Bluttransfusionen durchgeführt. Die Soldaten überleben, weil die Ärzte vorher ihre Blutgruppen bestimmen.

## 1923

Weil er im verarmten Österreich trotz 107 publizierter wissenschaftlicher Arbeiten keine Stelle findet, die ihn und seine Familie ernährt, emigriert Landsteiner erst nach Den Haag, dann nach New York.

## 1940

Verleihung des Nobelpreises für Medizin für die Entdeckung der Blutgruppen. Landsteiner erfährt die Nachricht von Reportern. Er ist so mit seiner Arbeit beschäftigt, dass er vergisst, sie seiner Familie zu erzählen.

## 1943

Landsteiner stirbt am 26. Juni im 71. Lebensjahr. Sein Tod sorgt überall für Schlagzeilen, nur in seiner Heimat nicht. Landsteiner war jüdischer Herkunft, seine Arbeit im nationalsozialistischen Dritten Reich kein Thema.

## 1947

Erst vier Jahre später erfahren seine Landsleute vom Tod Karl Landsteiners. Sein Geburtstag, der 14. Juni, wird alljährlich als „Weltblutspendetag“ gefeiert.



# :: Geheimnisvolles Blut

## Sagen und Legenden

### ↓ Blutegel

Sie werden noch heute zur Behandlung eingesetzt.



### Die Dracula-Legende

Als Fledermaus getarnt fliegt Dracula durch die Nacht und saugt seinen wehrlosen Opfern das Blut aus den Adern. Dracula existierte jedoch nur im Roman des Briten Bram Stoker, der mehrfach verfilmt wurde. Vorbild für die Romanfigur Dracula war der rumänische Fürst Vlad III. Tepes – auch „der Pfähler“ genannt – der hunderte Türken pfählte, um den Tod seines Vaters Vlad II. Dracul zu rächen.

### Die Blutgräfin

Elisabeth Báthory (1560–1614)  
Der Legende nach badete die ungarische Gräfin, die weitläufig mit dem Haus Dracula verwandt war, im Blut von Jungfrauen, um sich ewige Jugend zu erhalten. Sie lockte junge Mädchen mit dem Versprechen auf ihr Schloss, dort eine gute Stellung als Dienerin zu finden. Doch die Gräfin verfiel dem „Blutrausch“ und folterte ihre Opfer qualvoll zu Tode.



Bild: Didi01 pixelio.de

### Blut als Heilmittel

Blut heilt Schwindsucht, glaubte man Ende des 19. Jahrhunderts – und traf sich auf Schlachthöfen, um warmes Rinderblut zu schlürfen. Viele Versuche, Krankheiten zu heilen, sind durch bessere Methoden ersetzt worden. Aber der Blutegel findet auch heute noch Verwendung. Der Speichel der Egel besteht nämlich aus Substanzen mit arzneimittelähnlicher Wirkung (blutverdünnend, entzündungshemmend und schmerzstillend).

### Blutsbrüder

Die Blutsbrüderschaft ist ein Zeichen der Verbundenheit und des Vertrauens: Erst durch das Blut Winnetous wurde Old Shatterhand in Karl Mays Roman auch von den Apachen als Bruder akzeptiert. Eine zeitgemäße Form der Blutsbrüderschaft ist das Blutspenden, womit die Solidarität mit Schwächeren – kranken und verletzten Mitmenschen – zum Ausdruck gebracht werden kann.

### Blutopfer

Zur Versöhnung mit den Göttern erbrachten die Azteken in Mittelamerika im 16. Jahrhundert blutige Menschenopfer. Heute lebt die Tradition des Blutopfers vereinzelt noch fort – etwa in Brasilien, wo dem Gott Caboclo Tierblut geopfert wird.

### Aderlass

Die Idee der inneren Reinigung durch regelmäßigen Aderlass entstammt der Antike und wurde bis vor rund 200 Jahren praktiziert. Man stellte sich vor, schädliche Kräfte würden zusammen mit dem Blut aus dem Körper geschwemmt, und versprach sich bei nicht weniger als 386 „Siechthümern“ Heilung.

# :: Blutgruppen und Rhesusfaktor

Jeder Mensch ist einzigartig. Das zeigen nicht nur sein Äußeres und seine Fingerabdrücke, sondern auch seine Blutgruppe.

## ABO-System

Für die Transfusionsmedizin ist das ABO-Blutgruppensystem wichtig, das im Jahr 1900 von Dr. Karl Landsteiner entdeckt wurde. Menschen unterscheiden sich nach der Zusammensetzung ihrer Blutgruppenmerkmale. Biochemische Merkmale auf der Oberfläche der roten Blutkörperchen und Antikörper bestimmen, zu welcher Blutgruppe ein Mensch gehört. Bei einer Bluttransfusion müssen sich die Blutgruppen vertragen, sonst werden die Blutkörperchen zerstört.

## Rhesusfaktor

Ein weiteres Blutmerkmal ist der Rhesusfaktor. Ist er im Blut vorhanden, spricht man von Rh-positiv, fehlt er, von Rh-negativ. Ein Mensch mit dem Faktor Rh-negativ darf kein Rhesus-positives Blut erhalten, weil sein Blut sonst Antikörper bildet.

## Die vier Blutgruppen

sind A, B, AB und 0.

### AB

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

## Woher kommt der Name Rhesusfaktor?



Gemeinsam mit Alexander Wiener fand Karl Landsteiner im Blut von Macacus-Rhesusäffchen ein Merkmal, das auch im Blut von 85 % der Menschen enthalten ist. Damit war der Rhesusfaktor entdeckt.



### A

Menschen mit Blutgruppe A können den Gruppen A und AB spenden.

### B

Menschen mit Blutgruppe B können an B oder AB spenden.

### 0

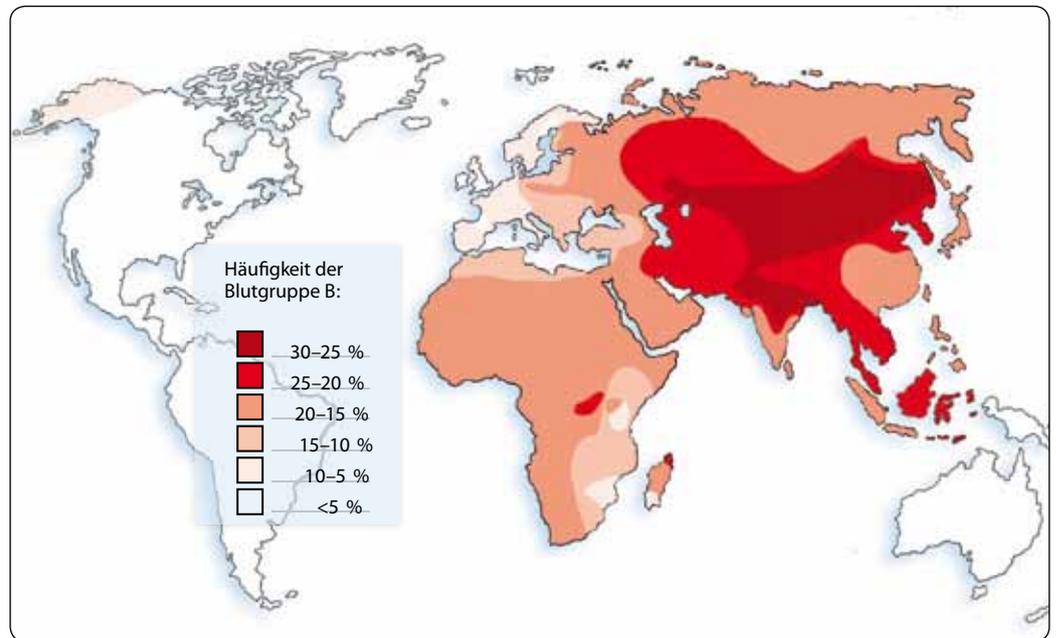
Menschen mit Blutgruppe 0 können ihr Blut im Notfall jedem anderen Menschen geben („Universalspender“).

		EMPFÄNGER			
		A	B	AB	0
SPENDER	0				
	AB				
	B				
	A				

# :: Die kleinen Unterschiede

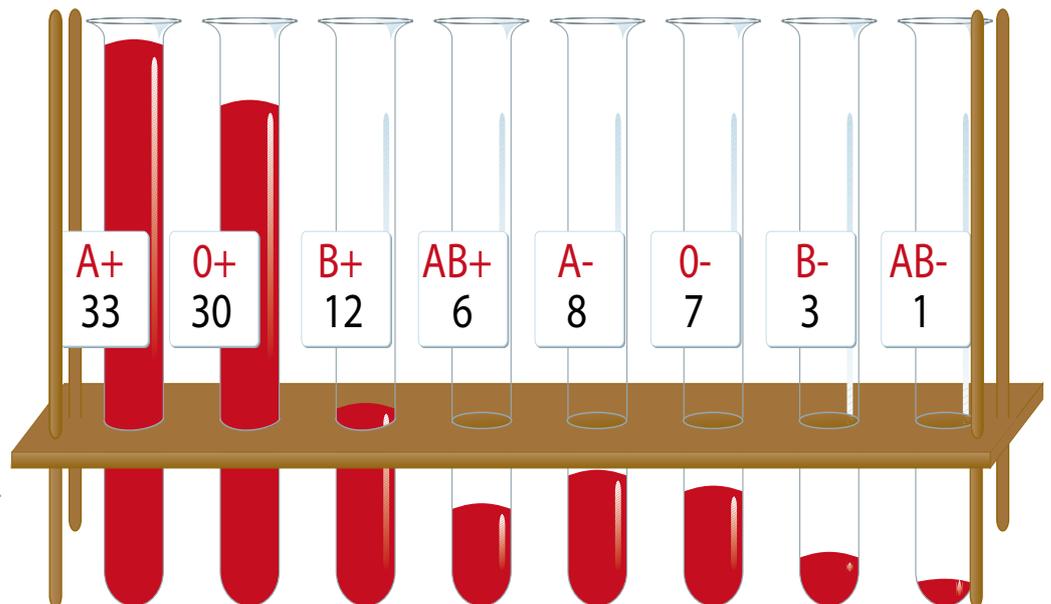
## Wer hat welche Blutgruppe? Und welchen Rhesusfaktor?

→ Die Blutgruppenverteilung in der Bevölkerung ist abhängig von ihrem ethnischen Hintergrund. Wanderungsbewegungen von Urbevölkerungen lassen sich dadurch nachvollziehen. Die Karte zeigt die Häufigkeitsverteilung der Blutgruppe B in der Urbevölkerung der Weltregionen.



### ↕ Blutgruppen in Österreich

Ein Drittel der Österreicher hat die Blutgruppe A Rhesus-positiv. Angaben in Prozent



# :: Blutspenden

## Was passiert beim Blutspenden?

### Wer darf Blut spenden?

- Gesunde Frauen und Männer von 18 bis 65 Jahren
- Frauen: 4- bis 5-mal pro Jahr, Männer: 5- bis 6-mal pro Jahr
- Mindestabstand zwischen den Spenden: 8 Wochen
- Körpergewicht: mind. 50 kg

### Einschränkung der Spende- tauglichkeit (Beispiele):

- Vorerkrankungen, Einnahme bestimmter Medikamente
- Auslandsaufenthalte (z. B. Aufenthalt in Malaria-gebieten)
- Piercings, Tätowierungen, Operationen

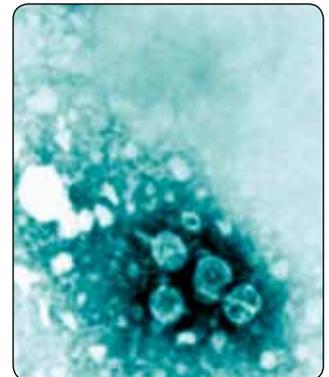
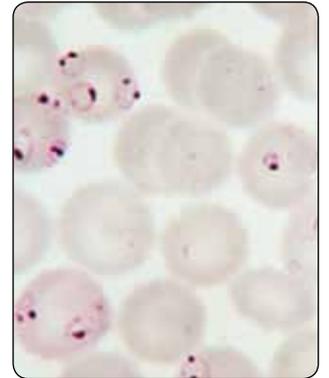
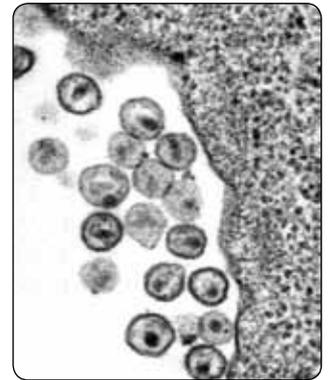
### Ablauf einer Blutspende

beim Österreichischen Roten Kreuz:

- Entschluss, durch die Blutspende anderen helfen zu wollen
- Ausfüllen eines Fragebogens
- Gespräch mit einer Schwester bzw. einem Arzt
- Messung der Körpertemperatur
- Entnahme von einigen Blutstropfen aus der Fingerkuppe
- Bestimmung der Menge des Blutfarbstoff-

fes Hämoglobin

- Bestimmung der Blutgruppe (AB0-System)
- Blutabnahme von ca. 0,5 Liter Blut durch einen Arzt
- Erfrischungen & kleiner Imbiss



↑ **Einschränkung**  
HIV / Malaria / Hepatitis

# :: Der Weg des Blutes

## Vom Spender zum Empfänger.

Spender

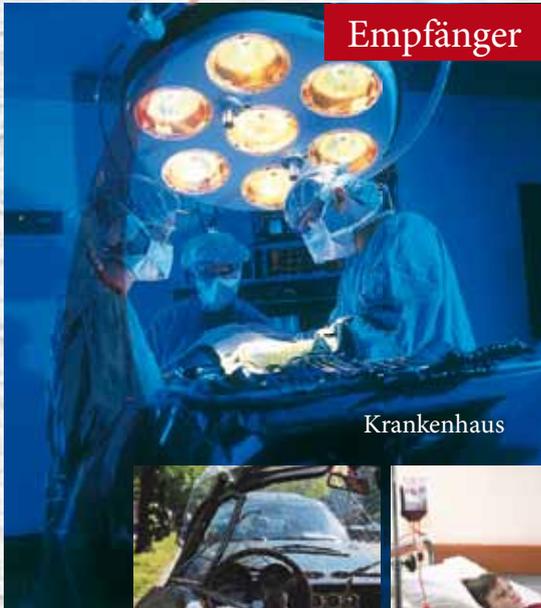


Blutspendeausweis



Spendetest

Empfänger



Krankenhaus



Unfall



Krankheit



Blutspende

(1 Spende = Hilfe für 2 Patienten)

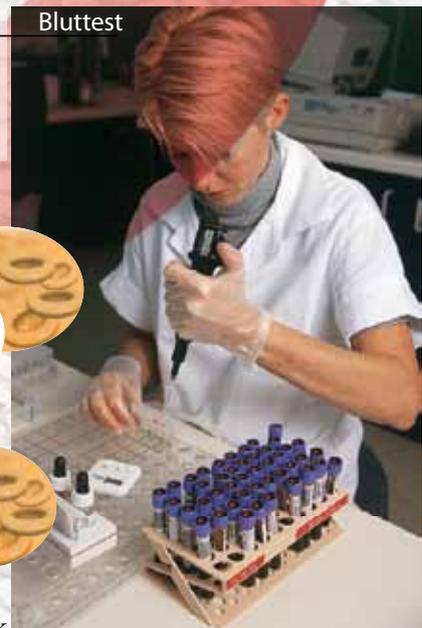


1. Rote Blutkörperchen



2. Blutplasma

Bluttest



- Blutgruppe ←
- Rhesusfaktor ←
- HIV ←
- Syphilis ←
- Hepatitis ←
- + 10 weitere Tests ←

Auslieferung



Lagerung



Blutkonserve o.k.



Blutkonserve nicht o.k.



Vernichtung der Blutkonserve



# :: Blut als Medikament

Neben der normalen Blutspende (Vollblutspende) bieten die Blutspendedienste des Österreichischen Roten Kreuzes noch andere Möglichkeiten der Blutspende.

## Vollblutspende

Es wird „Vollblut“ entnommen und später in die Bestandteile getrennt. Aus einer Vollblutkonserve können zwei Blutprodukte gewonnen werden:

- Konzentrat mit Erythrozyten (roten Blutkörperchen) mit einer Haltbarkeit von 42 Tagen
- Plasma (Blutflüssigkeit), das schockgefroren bis zu zwei Jahre lang haltbar ist

## Komponentenspende

Dem Spender wird am Zellseparator jener Blutbestandteil entnommen, den die schwer kranken Patienten am nötigsten brauchen:

### • Thrombozytenspende (Blutplättchen):

Eine bestimmte Menge an Blutplättchen und Plasma wird entnommen. Die anderen Bestandteile des Blutes werden in den Blutkreislauf des Spenders zurückgeführt. Intervall: Thrombozyten können alle 14 Tage gespendet werden. Einsatz: in der Krebstherapie, bei großen Operationen und nach Verkehrsunfällen

• **Erythrozytenspende (rote Blutkörperchen)**  
Aus einer Blutspende werden zwei Ery-Konzentrate gewonnen. Intervall: Erythrozyten können alle 16 Wochen gespendet werden. Einsatz: Versorgung mit seltenen Blutgruppen

### • Plasmaspende (Blutflüssigkeit)

Wie bei der Thrombozytenspende wird dem Spender am Zellseparator Vollblut entnommen. Das Plasma wird in einem Beutel gesammelt, die anderen Bestandteile werden zurückgeführt. Spender: Manche Menschen haben einen zu niedrigen Gehalt am Blutfarbstoff Hämoglobin, um Vollblut spenden zu können – trotzdem eignen sie sich als Plasmaspender.

Intervall: 50-mal pro Jahr

Einsatz: Aus menschlichem Plasma werden zahlreiche, oft lebensrettende Arzneimittel hergestellt.

## Eigenblutspende

Vor geplanten Operationen mit Blutbedarf kann eine Eigenblutvorsorge sinnvoll sein. Voraussetzungen für die Eigenblutspende sind der Ausschluss von schweren Herz-Lungen-Erkrankungen, Blutarmut oder Infektionskrankheiten. Die Eigenblutspende hat den Vorteil, möglichen Unverträglichkeiten vorzubeugen.

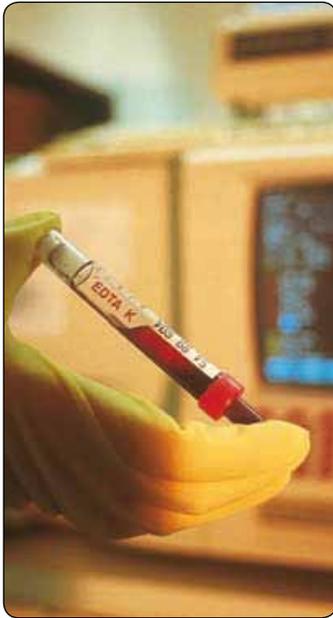
Intervall: maximal 5 Eigenblutkonserven vor dem Operationstermin (nur 42 Tage haltbar)

Einsatz: vor Operationen, als Notfallvorsorge nur bei Personen mit seltenen Bluteigenschaften, die kein anderes Spenderblut vertragen.



# :: Blut, ein sicheres Medikament

Sicherheit für Spender und Empfänger.



## Das oberste Gebot der Blutspende

Für die Gewinnung und Aufbereitung des Spenderblutes zum fertigen Medikament gibt es weltweite Richtlinien, festgesetzt von der EU und der Weltgesundheitsorganisation WHO.

In Österreich werden Blut und die daraus hergestellten Medikamente als Arzneimittel eingestuft und unterliegen dem Arzneimittelgesetz. Dadurch werden die Qualität und die Sicherheit der Blutprodukte gewährleistet.

Das Blutsicherheitsgesetz schreibt vor, welche Tests Blutspenden durchlaufen müssen, um größtmögliche Sicherheit für den Empfänger zu gewährleisten.



## Freiwilligkeit bringt Sicherheit

Die Sicherheit von Blutkonserven beginnt schon vor der Blutspende. Neben dem ethischen Prinzip der freiwilligen und unentgeltlichen Blutspende, um anderen Menschen zu helfen, spielen auch handfeste Sicherheitsaspekte eine Rolle. Internationale Studien beweisen, dass Transfusionen von Blut aus bezahlten Quellen mit einem erhöhten Risiko einer späteren Infektion verbunden sind.

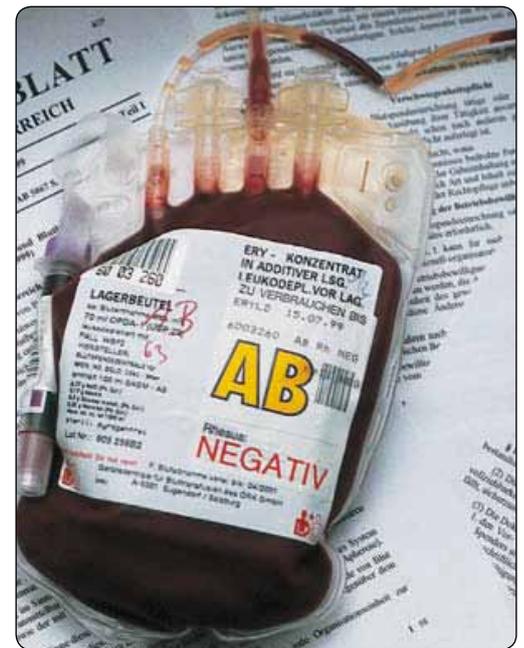


## Warum wird Blut so intensiv getestet?

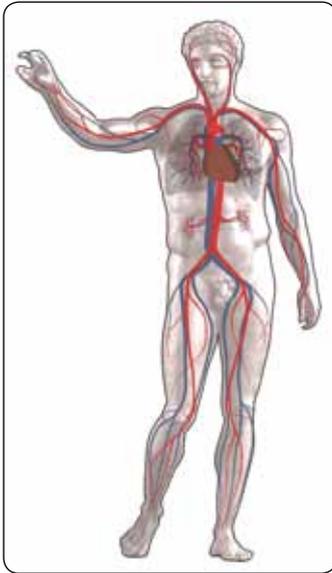
- Vermeidung von Infektionen durch Bluttransfusionen
- Erhöhung der Verträglichkeit von Bluttransfusionen

## Was wird getan, um Blut sicher zu machen?

- Sorgfältige Auswahl der Blutspender (Blutspendekriterien)
- Gesetzliche Bestimmungen (Blutsicherheitsgesetz)
- Umfassende Testung der Blutkonserven (über 20 Tests)
- Freiwillige und unbezahlte Blutspende



## :: Das Blut-Quiz: Teil I



↑ Der menschliche Blutkreislauf

Abb.: Sansculotte

Wie viel Liter Blut enthält ein erwachsener menschlicher Körper?

- ungefähr 2 Liter     ungefähr 5 Liter     ungefähr 15 Liter

Wie lange überlebt eine Blutzelle im Blutkreislauf?

- ungefähr 2 Tage     ungefähr 120 Tage     3 Jahre

Was ist Hämoglobin?

- Eine Chemikalie, die die Produktion von Blut anregt.     Ein Molekül das Abfallprodukte aus dem Körper transportiert.     Ein Molekül das Sauerstoff im Körper transportiert.

Was ist der Hämatokrit?

- Die Menge an roten Blutkörperchen im Blut.     Ein Hormon zur Produktion von roten Blutkörperchen.     Der Zellkern der roten Blutkörperchen.

## :: Das Blut-Quiz: Teil II



↑ Blut  
Saft des Lebens

Abb.: jelzig71@photocase.com

Welcher der sechs Typen weißer Blutkörperchen ist der häufigste?

- Basophile Granulozyten     Monozyten     Neutrophile Granulozyten

Wenn du ein Universalspender bist, dann ist deine Blutgruppe?

- Blutgruppe A     Blutgruppe AB     Blutgruppe 0

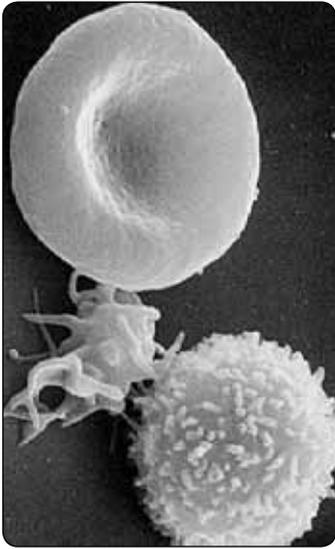
Welche Funktion erfüllen weiße Blutkörperchen?

- Die Bekämpfung von Infektionen.     Das bekämpfen von Blutgerinnseln.     Der Sauerstofftransport nach den Lungen.

Was bedeutet der Anstieg weißer Blutkörperchen im Körper?

- Es gibt eine Infektion irgendwo im Körper.     Der Körper kämpft gerade gegen eine Infektion.     Es ist kein Sauerstoff im Blut.

# :: Das Blut-Quiz: Teil I



↑ Erythrozyt, Thrombozyt, Leukozyt (beginnend oben)  
Abb.: Svdmolen

Wie viel Liter Blut enthält ein erwachsener menschlicher Körper?

Der menschliche Körper enthält ungefähr **5 Liter** Blut.

Wie lange überlebt eine Blutzelle im Blutkreislauf?

Eine Blutzelle überlebt ungefähr **120 Tage** im Blutkreislauf.

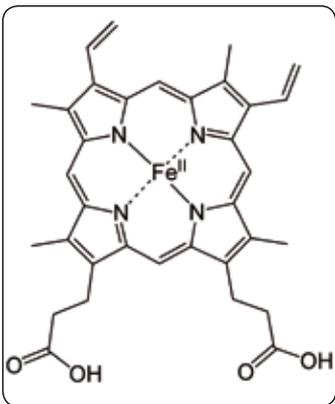
Was ist Hämoglobin?

Hämoglobin ist ein Molekül das **Sauerstoff im Körper transportiert**. Es besteht aus einem Proteinanteil, dem Globulin und dem eisenhaltigen Häm-Anteil der dem Blut die rote Farbe verleiht.

Was ist der Hämatokrit?

Der Hämatokrit gibt den **Anteil der Erythrozyten, also der roten Blutkörperchen im Blut** an. Normalerweise kommen 600 rote Blutkörperchen auf ein weißes Blutkörperchen und 40 Blutplättchen.

# :: Das Blut-Quiz: Teil II



↑ **Häm-Gruppe**  
Die Struktur der Häm-Gruppe im Hämoglobin - verantwortlich für den Sauerstofftransport und die rote Farbe des Blutes. Chemisch ausgedrückt ist die Häm-Gruppe ein Porphyrin-Ring mit Eisen(II)-Ion.

Welcher der sechs Typen weißer Blutkörperchen ist der häufigste?

**Neutrophile Granulozyten**, die Bakterien beseitigen indem sie sie verdauen, machen 50 bis 70% der weißen Blutkörperchen aus

Wenn du ein Universalspender bist, dann ist deine Blutgruppe?

Mit **Blutgruppe 0** ist man Universalspender, weil das Blut keine Antigene hat die mit den Antikörpern des Plasmas reagieren könnten. Mit Blutgruppe AB ist man Universalempfänger, weil das Blut keine Antikörper hat die mit fremden Blut reagieren.

Welche Funktion erfüllen weiße Blutkörperchen?

Weißer Blutkörperchen helfen bei der **Bekämpfung von Infektionen**.

Was bedeutet der Anstieg weißer Blutkörperchen im Körper?

Ein Anstieg weißer Blutkörperchen bedeutet, dass es eine **Infektion irgendwo im Körper gibt**. Ein normaler Erwachsener hat 4.000 bis 10.000 weiße Blutkörperchen pro Mikroliter Blut.

# :: Künstliches Blut

Weil die Zahl der Bluttransfusionen ständig steigt, wächst auch der Bedarf an diesem „besonderen Saft“.

Text: Andreas Kreuzeder, Reinhard Nestelbacher

Der Fortschritt in Wissenschaft und Technik erlaubt die außergewöhnlichen Eingriffe der Medizin. So sind Aufsehen erregende Transplantationen von ganzen Extremitäten in den letzten Jahren beinahe normal geworden. Auch die Entwicklung von künstlichen Organen, angefangen vom Herzen bis über Leber und Nieren, sorgt immer wieder für Schlagzeilen. Trotzdem bleibt der Mensch die wichtigste Quelle für Spenderorgane und Präparate. Dies gilt ganz besonders für Blut und obwohl hier der Bedarf mehr und mehr wächst, ist es nach wie vor nicht gelungen, künstliche Ersatzpräparate zu entwickeln.

Dabei wird dem Blut nicht nur in der Medizin eine ganz besondere Bedeutung zugemessen. Auch kulturell und sprachlich ist das tief verankert. So ist von einem „kaltblütigen“ Verbrechen die Rede und wenn uns etwas zu viel wird, kann unser Blut überkochen. Auch in allen Religionen kommt dem Blut – meist als Quelle des Lebens – eine besondere Bedeutung zu. Blut trägt diese Konnotationen zu Recht, ist es doch jenes Bindeglied im Organismus, das Leben erst möglich macht. Die Aufgaben des Blutes beschränken sich nicht nur auf den Transport von Sauerstoff und Kohlendioxid. Die Versorgung aller Organe, das Immunsystem und auch der Verschluss von Wunden wird vom „Saft des Lebens“ geleistet.

## Bluttransfusionen

Umso Bahn brechender war die Entdeckung der Bluttransfusion, die seither unzählige Leben gerettet hat. Jedoch sind seit dieser Zeit wesentliche Herausforderungen geblieben. So muss Blut gekühlt gelagert werden und ist trotzdem nur 42 Tage haltbar. Ebenso bleibt die Einschränkung durch die unterschiedlichen Blutgruppen und die Herausforderung Krankheitsübertragungen auszuschließen. In den letzten Jahren wuchs zusätzlich der Bedarf schneller als die Bereitschaft der Menschen Blut zu spenden.

In Notfallsituationen, in denen das verderbliche Blut nicht verfügbar ist und weiters die Feststellung der Blutgruppe nicht so einfach möglich ist, verwendet die Medizin heute Medikamente, die zumindest das verlorene Blutvolumen ausgleichen können. Damit kann, wenn auch nicht das gesamte Leistungsspektrum des Blutes, so doch der Blutdruck aufrechterhalten werden. Das verbleibende Blut kann dadurch weiterhin das Überleben des Körpers sichern, bis Bluttransfusionen im Krankenhaus verfügbar sind.

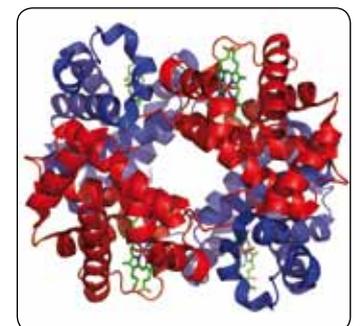
Somit wird klar, dass künstliches Blut, das länger haltbar ist und ohne Blutgruppenbeschränkung und ohne Spender auskommt, massive Vorteile mit sich bringen würde – sofern man es zu einem vernünftigen Preis und ohne Nebenwirkungen für die Patienten produzieren könnte. Wirkliches „Kunstblut“ bleibt leider weiter ein Wunsch. Mitt-

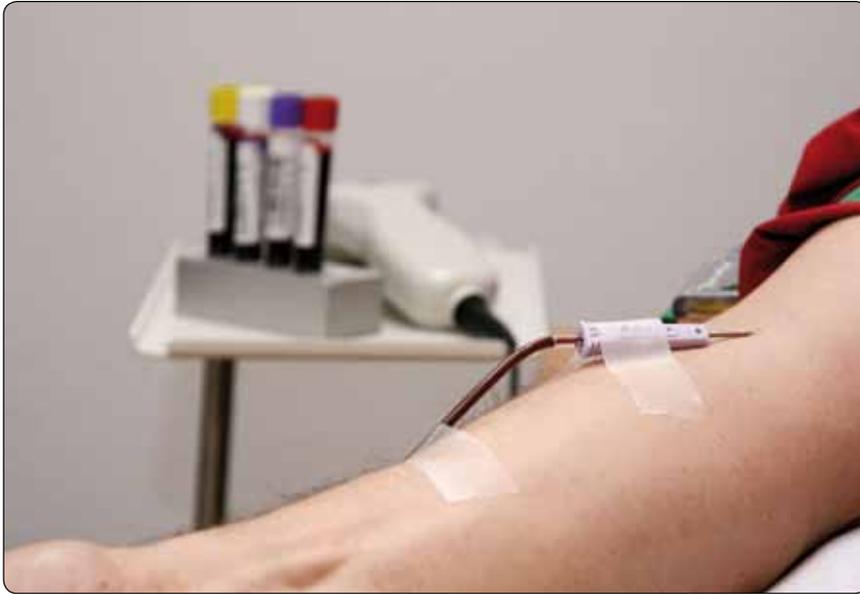


↑ Wenn das Blut „überkocht“  
Bild: Jokerbomber pixelio.de

### ↓ Hämoglobin

Bändermodell (Untereinheit  $\alpha$  und  $\beta$ , rot bzw. blau) von Hämoglobin A mit der prosthetischen Gruppe Häm (Stäbchenmodell, grün)  
Abb.: Zephyris





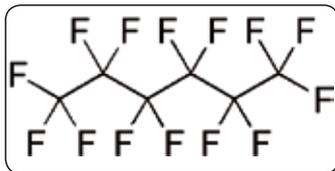
↑ Künstliches Blut wird in absehbarer Zeit "echtes" Blut nicht ersetzen können.

Bild: Herbert Käfer pixelio.de

lerweile existieren aber Präparate, die diesem - zumindest teilweise - sehr nahe kommen. Diese lassen sich in zwei Gruppen einteilen:

- Hämoglobinbasierte Blutersatzmittel
- Perfluorcarbone

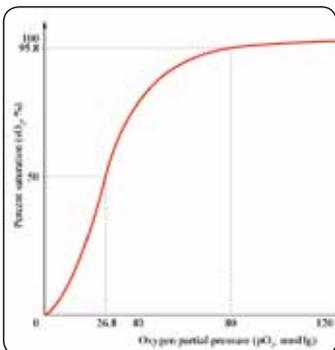
Die beiden Typen verfügen über unterschiedliche chemische Strukturen, bedienen sich aber des gleichen Funktionsprinzips der Passiven Diffusion. Dabei wird die Eigenschaft von Gasen ausgenützt vom Ort der höheren Konzentration (der Lunge) zu jenem der niedrigeren Konzentration (dem Blut) zu diffundieren. Im Körper ist die Konzentration im Gewebe noch niedriger und somit werden die Gase wieder abgegeben.



↑ Perfluorhexan, ein Perfluorcarbon

↓ Sauerstoffbindungskurve Die S-förmige Sauerstoffbindungskurve des Hämoglobins.

Abb.: Diberri



### Hämoglobinbasierte Blutersatzmittel (HBOC)

Hämoglobinbasierte Blutersatzmittel erinnern vage an Blut. Sie sind dunkelrot oder burgundfarben und bestehen aus dem wirklichen, sterilisierten Hämoglobin, das wiederum aus einer Vielzahl von Quellen stammt:

- Rote Blutkörperchen von wirklichen, abge- laufenem menschlichen Blut
- Rote Blutkörperchen aus Kuh-Blut
- Genetisch veränderte Organismen, die Hämoglobin produzieren
- Menschliche Plazenta

Dabei bringt natives Hämoglobin einige Probleme mit sich. Es ist eine Eiweißverbindung, die aus 4 Untereinheiten besteht, von denen je eine  $\alpha$ -Untereinheit mit einer  $\beta$ -Untereinheit stabil verbunden ist ( $\alpha\beta$ -Dimer). Außerhalb der Erythrozyten hat Hämoglobin eine sehr kurze Halbwertszeit und zerfällt rasch in seine beiden Dimere, die stark nephrotoxisch (nierenschädigend) wirken. Weitere Probleme bringen die S-förmige Sauerstoffbindungskurve des Hämoglobins und die Bindungsfähigkeit von Stickstoffmonoxid mit sich. Die Herausforderung liegt daher in der chemischen Modifikation des nativen Hämoglobins.

Von den hämoglobinbasierten Entwicklungen sind bislang zwei aus Rinderhämoglobin hergestellte Präparate zugelassen worden. In Südafrika kommt Hemopure® zur Anwendung in der Humanmedizin, in den USA und Europa Oxyglobin® zur Anwendung in der Tiermedizin.

### Perfluorcarbone (PFCs)

Perfluorcarbone sind im Gegensatz zu HBOCs weiß bis farblos. Sie sind chemisch inert und haben eine hohe Transportkapazität für Gase. Da sie mit Wasser nicht mischbar sind, müssen sie als feinste Tröpfchen mit einem geeigneten, physiologisch verträglichen Emulgator in Wasser dispergiert werden. Weitere Stoffe werden zugesetzt um einen optimalen osmotischen und onkotischen Druck zu erreichen. Der Sauerstoffgehalt der Perfluorcarbone ist direkt proportional zum Sauerstoffpartialdruck (lineare Sauerstoffbindungskurve). Perfluorcarbone werden nicht verstoffwechselt, sondern über die Lunge abgeatmet.

Ein Nachteil der Perfluorcarbonemulsionen ist, dass sie Teile des Immunsystems, dessen Zellen die Emulsionströpfchen phagozytieren und speichern, sehr belasten. In der Folge kann es zu Störungen der Immunabwehr kommen.

In der Entwicklung sind Perfluorcarbonemulsionen der zweiten Generation, die mehr Sauerstoff aufnehmen können, besser verträgliche Emulgatoren enthalten und dabei eine günstigere chemisch-physikalische Stabilität aufweisen. ✨

# :: Blutspendeaktion in den Schulen?

Bei der Aktion „Partner-Blutspendeaktion“ bringt ein Kind einen Partner zum Blutspenden.

Text: Bernt Ruttner, Rudolf Lehner

Bildnachweis: Uni-Kiel CAU

Seit vielen Jahren organisiert das Jugendrotkreuz am BRG Schloss Wagrain in Vöcklabruck gemeinsam mit der Blutzentrale des Roten Kreuzes eine Blutspendeaktion im Rahmen des Elternsprechtags.

Da an Gymnasien natürlicher Weise nur wenig über 18 Jahre sind und damit selbst Blutspenden dürfen, steht hinter dieser Aktion die Idee, dass die Schülerinnen und Schüler ihre Eltern motivieren, den Elternsprechtage nicht nur zur Nachfrage über die Leistungen ihrer Kinder zu verwenden, sondern auch Blut zu spenden.

Im Biologieunterricht ist das Thema „Blut und Blutspenden“ Wochen vor dieser Aktion ein Schwerpunktthema. Dabei werden die Abläufe und die Ausrüstung eines Blutspendezuges besprochen und können besichtigt werden. Die Ausstellung über die Bedeutung des Blutes und die Wichtigkeit des Blutspendens begleitet das Schwerpunktthema.

In Oberösterreich werden jährlich rund 75.000 Blutspenden benötigt. So eine kleine Schulaktion kann natürlich nur in begrenztem Ausmaß dazu beitragen, aber mit durchschnittlich 60 Spenden pro Sprechtag bei etwa 800 Schülern (bzw. Eltern) liegt die Schule gut im Rennen, denn der Durchschnitt liegt in Gemeinden bei etwa 5% der Einwohner.

Allerdings liegt ja der Sinn der Aktion nicht allein in der Menge der Blutspenden, sondern in der Nachhaltigkeit „Einmal Blut spenden – Immer Blut spenden. Dazu

kommt noch die Vorbildwirkung der Eltern, die den Kindern durch die eigene Blutspende klar machen, dass Blutspenden eine wichtige gesellschaftliche Aufgabe ist.

Zusätzlich wird auch die Angst vorm Blutspenden gemildert, die Schüler können ihre Eltern und ihre Lehrer beobachten, wie ihnen das Blut abgenommen wird. Plötzlich wird ein geheimnisvoller Vorgang zu einem Alltagsereignis, die Angst wird auf diese Weise genommen.

Diese am BRG Schloss Wagrain begonnene Aktion wurde mittlerweile auf ganz Oberösterreich ausgeweitet und läuft nun unter dem Namen „Partner-Blutspendeaktion“, bei der ein Kind einen Partner zum Blutspenden bringt. ✨

↓ REM Aufnahme von Blutkörperchen (eingefärbt). Behandlung der Probe durch chemischer Fixierung, kritische Punkt Trocknung und Au-Sputtern.



# :: Kleinkraftwerke

## Wie ökologisch verträglich sind sie?

Text und Fotos: Mag. Johann Mischlinger, Direktor des BG/BRG Judenburg



### ↑Dir. Mag. Hannes Mischlinger

*Am BG/BRG Judenburg besteht mitunter schon seit etwa 20 Jahren die Tradition, ökologische Untersuchungen im Rahmen des schulautonomen Laborunterrichts „Science“ und der biologischen Übungen durchzuführen. Allein auf diesen naturwissenschaftlichen Gebieten ist das BG/BRG Judenburg mehrfach landes- und bundesweit prämiert worden. Mittlerweile werden die ökologischen Projekte auch international erfolgreich präsentiert. Deswegen ist das BG/BRG Judenburg als einzige Schule Österreichs beim BSP – Baltic Sea Project, das von Finnland unter der Patronanz der UNESCO organisiert wird – beteiligt.*

Mit dieser Frage hat sich auf Basis umfangreicher limnologischer Untersuchungen eine Projektgruppe des BG/BRG Judenburg (BEE – Biological and Environmental Experiences in English) beschäftigt. Die Ergebnisse dieser Analysen sind im Rahmen der internationalen Jugendumweltkonferenz, die alljährlich von CEI (Caretakers of Environment International) organisiert wird, in Aalborg/Dänemark vorgestellt worden.

### Energie und Nachhaltigkeit

“Environment, Sustainability and Renewable Energy” war die thematische Vorgabe für die 22. globale CEI-Konferenz in Aalborg, an der 240 Teilnehmer aus insgesamt 17 Ländern teilgenommen haben. Nachdem die Kleinwasserkraftwerke immer als besonders öko-verträglich dargestellt werden, haben wir uns eingehend mit den ökologischen Auswirkungen von Ausleitungskraftwerken am Granitzenbach auseinandergesetzt. Gerade angesichts der drohenden Klimaveränderung durch die zu hohen CO<sub>2</sub>-Emissionen sehen Energiegesellschaften ihre Chance, unter dem Deckmantel der ökologischen Verträglichkeit die letzten noch intakten Gebirgsbachökosysteme Kraftwerksprojekten zu opfern. Die Sinnhaftigkeit solcher Eingriffe in die Natur darf angesichts der ermittelten Ergebnisse stark angezweifelt werden.

### Lage des Untersuchungsgebietes

Beim Granitzenbach handelt es sich um einen naturbelassenen Gebirgsbach im oberen Rithralbereich, der von den Seetaler Alpen kommend den südlichen Teil des Bezirkes Judenburg in der Obersteiermark durchfließt und in Zeltweg in die Mur mündet.

Als Untersuchungsgebiet wurde deshalb der Granitzenbach gewählt, weil dieser im oberen Abschnitt ein Naturdenkmal aufzuweisen hat. Zum anderen befinden sich unterhalb des Naturdenkmals mehrere Ausleitungskraftwerke. Deswegen war dieses Gebiet besonders gut geeignet, allfällige limnologische Unterschiede in naturbelassenen Gewässerabschnitten und den Restwasserzonen mittels geeigneter chemischer und biologischer Methoden zu untersuchen.

### Einzigartigkeit - Naturdenkmal

Der Oberlauf dieses Gebirgsbaches kann als ein intaktes wildromantisches Gewässer mit hohem Seltenheitswert eingestuft werden, wo die über Felsen zu Tale stürzenden Wassermassen tiefe Kolken mit seitlichen Stillwasserarealen bilden. Auf Grund dieser Einzigartigkeit ist Ende der 80iger Jahre ein etwa 1 km langer Abschnitt gemäß des § 13 des Steiermärkischen Naturschutzgesetzes



zum Naturdenkmal erklärt worden, um diesen Abschnitt auch vor einem Ausleitungskraftwerk zu bewahren.

Unterhalb des Naturdenkmales befinden sich mehrere Kleinwasserkraftwerke. Bedingt durch die für die Stromerzeugung optimierte Wasserausleitung befindet sich zwar das behördlich genehmigte, aber oft zu niedrig dotierte Pflichtwasser im Restwasserbereich. Somit gehen durch die fehlende Wasserführung die für einen Gebirgsbach typischen weiß-gischtenden tosenden Bereiche völlig verloren. Es fehlen die für den Sauerstoffeintrag aus der Luft notwendigen Turbulenzen, weil die größeren Steine nicht über-, sondern nur seitlich umflossen werden. Letztlich führt die Wasserentnahme zu einer wesentlichen Veränderung des Abflussregimes und in weiterer Folge zu einer Änderung des biotischen und abiotischen Faktorenfeldes.

## Festgestellte ökologische Auswirkungen

1) Die wesentlich geringere Transportkapa-

azität führt zu einer stärkeren Sedimentation von Feinmaterial am Bachgrund, wodurch das hyporheische Interstitial (Lückensystem als Lebensraum für viele wirbellose Tiere) bedroht wird.

2) Durch die stärkere Einschlammung von organischem Material in Stillwasserzonen konnte in vielen Fällen auch eine Sauerstoffzehrung bedingt durch den mikrobiellen Abbau festgestellt werden.

3) Die Abnahme der Fließgeschwindigkeit bewirkt ein starkes Zurücktreten der rhe-





**Eintagsfliegenlarve:** Stark abgeflachter Kopf als Hinterleib einer Eintagsfliegenlarve mit Tracheenkiemen Anpassung an die starken Strömungsverhältnisse  
**Hinterleib** einer Eintagsfliegenlarve mit Tracheenkiemen

ophilen (strömungsliebenden) Arten wie Steinfliegen-, Eintagsfliegen- und Lidmückenlarven, es verbleiben nur überwiegend Köcherfliegen- und Kriebelmückenlarven in den Restwasserarealen

4) Die geringe Wasserführung begünstigt auch die Algenentwicklung am Bachgrund sowie die Grundeisbildung im Winter, die sich auf das Makrozoobenthos (Lebensgemeinschaft der wirbellosen Tiere am Bachgrund) extrem nachteilig auswirkt.

5) Das Einschlämmen des Lückensystems bedeutet auch Lebensraumverlust für die Fischbrut, wobei die ohnedies reduzierten Fischbestände noch zusätzlich durch die zunehmenden Reiherpopulationen dezimiert werden, weil die Restwasserstrecken für Reiher ideale Biotope darstellen.

Abgesehen von der fehlenden Landschaftsästhetik dieser armseligen Rinnsale konnte immer eine Abnahme der Artenvielfalt (in extremen Fällen von 10 auf 3 Arten) und eine enorme Reduktion der Individuendichte, die in manchen Fällen auf fast 15% gesunken ist, festgestellt werden. Letzten Endes dürfte sich die abnehmende Biodiversität (Artenvielfalt) auch nachteilig an die angrenzenden Landökosysteme auswirken, weil die aus den Larven schlüpfenden adulten Tiere beispielsweise wieder



als Nahrungsgrundlage für die Aufzucht von Jungvögel verloren gehen.

## Energetische Alternativen

Alle diese nachteiligen ökologischen Effekte sind natürlich schwer zu quantifizieren. Dennoch ist es Gebot der Stunde, dem weltweit alarmierenden Artenverlust durch Maßnahmen entschieden entgegenzutreten. Das Dilemma bei den Kleinwasserkraftwerken ist nämlich folgendes:

Bereits beim mittleren Jahreskleinstabfluss (MJNQ) handelt es sich schon um eine natürliche Katastrophe für das Makrozoobenthos (Wirbellose am Bachgrund) in Fließgewässern. Andererseits wäre, wenn man die Pflichtwasserdotierung in der Größenordnung vom MJNQ vorschreiben würde, wegen des geringen Wasserdargebotes im Winter kein Betrieb vieler Kleinwasserkraftwerke möglich, wo gerade der Energiebedarf am größten ist. Deswegen ist der verstärkte Bau von Kleinwasserkraftwerken aus ökologischer und ökonomischer Sicht nicht sinnvoll.

Vielmehr sollte man aus ökosozialen Erwägungen alles daran setzen, denn



Energiebedarf zu minimieren, denn nicht konsumierte Energie muss auch nicht bezahlt werden. Beispielsweise auf dem Sektor der Beleuchtung wäre durch den Einsatz von Energiesparlampen der Strombedarf auf etwa 1/5 zu reduzieren. Überdies senken innovative Gemeinden unseres Bezirkes bereits jetzt den Strombedarf für ihre öffentliche Beleuchtung durch intelligente Energiemanagementmaßnahmen und den Einsatz von Photovoltaikanlagen. Bundesweit hoch gerechnet wäre dies ein riesiges Stromsparpotential, das mitunter die Kapazität der geplanten Kleinwasserkraftanlagen um ein Vielfaches übertreffen würde.

## Resümee

*In Hinblick auf Nachhaltigkeit und ökosozialer Verantwortung wären diejenigen Kraftwerke die besten, die durch Energiesparmaßnahmen und durch den Einsatz alternativer Energieträger nicht gebaut werden müssten. Letztlich sollten wir uns nicht der Verpflichtung entziehen, unseren Kindern und Kindeskindern die Schönheit und Vielfalt der Natur zu bewahren, um auch ihnen die Faszination an diesem einzigartigen Planeten zu ermöglichen!*



# Anhang:

## 1. Kenndaten des im Anschluss an das Naturdenkmal liegenden Wasserkraftwerkes:

MQ (mittlere Jahresabfluss): 960 l/s  
 MNQ (mittlere Jahreskleinstabfluss): 278 l/s  
 Restwassermenge: 100 l/s  
 Leistung: 1450 kW  
 Erzeugte elektrische Energie pro Jahr 8,830.000 kWh

Die Restwassermenge wurde mit 100l/s veranschlagt, die nur 35% vom MNQ beträgt und sich nicht an ökologische Notwendigkeiten orientiert. Würde die Restwassermenge dem MNQ entsprechen, wäre von Dezember bis März kein Betrieb des Wasserkraftwerkes möglich.

## 2. Methodik

### 2.1 Chemische Bestimmung der Wasserqualität:

In unseren limnologischen Analysen bestimmten wir verschiedene abiotische Parameter wie den Sauerstoffgehalt, den pH-Wert und die Leitfähigkeit des Wassers.

Die Bestimmung der Sauerstoffkonzentration wurde titrimetrisch nach Winkler bzw. mit dem Sauerstoffmessgerät durchgeführt.

Der pH-Wert und die Leitfähigkeit sind auf potentiometrische Weise bestimmt worden.

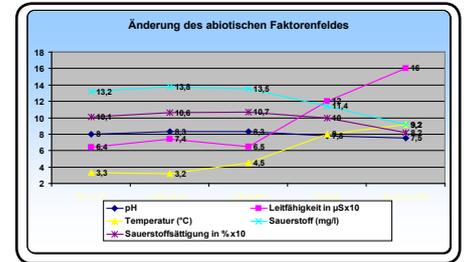
### Biologische Wassergütebestimmung nach W. Baur (1987):

Die Saprobienindexmethode beruht auf der Beobachtung von verschiedenen Bioindikatoren, die auftreten, wenn gewisse Lebensbedingungen in Hinblick auf Sauerstoffkonzentration, Nährstoffgehalt und Fließgeschwin-

digkeit im Wasser gegeben sind. Um die Gewässergüte zu bestimmen, wurden pro Untersuchungsstelle 10 mittelgroße Steine des Bachbetts nach Bioindikatoren (Zeigerlebewesen) abgesucht und anschließend die Gewässergüte nach dem Saprobienindexsystem bestimmt.

### Berechnung der Gewässergüte von der Restwasserstrecke in Kathal:

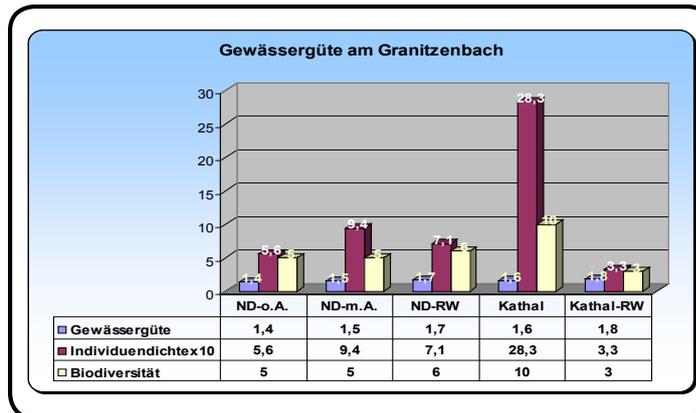
Saprobien - Bioindikatoren	Zahl	Indikatorwert	Produkt
Plecoptera	2	1	2
Trichoptera	30	1,5	45
Gammaridae	1	2	2
<b>Σ Bioindikatoren</b>	<b>33</b>	<b>Σ Produkt</b>	<b>49</b>
<b>Korrekturwert</b>		<b>Errechneter Wert</b>	<b>1,5</b>
Erhöhen bei 13 - 15 Spezies: - 0,2; Bei mehr als 15 Spezies: - 0,3		<b>Korrekturwert</b>	<b>0,3</b>
Verringern bei 3 - 5 Spezies: 0,2; 2 - 1 Spezies: 0,3		<b>Wasserqualität</b>	<b>1,8</b>



**Änderung der abiotischen Faktoren:** Bei den abiotischen Faktoren variieren die Leitfähigkeit und die Sauerstoffsättigung am stärksten. In Kathal ist die Leitfähigkeit durch den anthropogenen Einfluss generell etwas höher.

## 3. Ergebnisse

### Biodiversität und Individuendichte



#### Legende

ND-o.A. - Naturdenkmal oberer Abschnitt  
 ND-m.A. - Naturdenkmal mittlerer Abschnitt  
 ND-RW - Restwasserareal unterhalb des Naturdenkmales  
 Kathal - Granitzenbach im unteren Rhitralsbereich

Die höchste Leitfähigkeit als Maß für die Gewässerverschmutzung wurde wiederum in der Restwasserstrecke in Kathal gemessen, weil dort organisches Material durch die etwas höhere Wassertempera-

tur und geringere Fließgeschwindigkeit mikrobiell besser abgebaut werden kann, was zu einem Anstieg der Leitfähigkeit führt. Im selben Maße nimmt in diesem Restwasserareal die Sauerstoffkonzentration ab. ✨

Diesem Diagramm ist zu entnehmen, dass sich Ausleitungskraftwerke in Hinblick auf Individuendichte und Artenvielfalt negativ auswirken. Während die Individuendichte in der naturbelassenen Strecke in Kathal bei 283 liegt,

### Literatur:

BAUR, W.H. (1987): Gewässergüte bestimmen und beurteilen. 2. Auflage. Paul Parey, Hamburg und Berlin

# :: Junge ForscherInnen starten durch.

Kindern und Jugendlichen einen Einblick in die Welt der Wissenschaft im Bereich der Biotechnologie zu geben – das ist das Ziel der „Generation Innovation Region Krems“.

Text & Bilder: Prof.(FH) Mag. Dana Mezricky

An dem Projekt sind drei Kremser Bildungsinstitutionen beteiligt: die IMC Fachhochschule Krems, das Zentrum für Biomedizinische Technologie der Donau-Universität Krems, sowie die Kirchlich-Pädagogische Hochschule Wien/Krems.

Das Angebot richtet sich an Schülerinnen und Schüler verschiedener Schulstufen, die die Möglichkeit erhalten, biotechnologische Themen im Labor hautnah zu erleben. Die beiden Themenkreise lauten: „Blut - der rote Saft des Lebens“ sowie „Bakterien und Impfstoffe“. Das Projekt möchte auch einen Beitrag dazu leisten, jungen Mädchen Berührungspunkte mit Naturwissenschaft und Technik zu nehmen.

Im Rahmen des Projektes werden die beiden Themen den Schülerinnen und Schülern von Studierenden des Studienganges Pharmazeutische Biotechnologie der IMC Fachhochschule Krems und der Pädago-

gischen Hochschule in gemeinsam gestalteten Unterrichtsstunden nähergebracht. Dadurch entsteht eine intensive Vernetzung der Bildungsinstitutionen, und auch die beteiligten Schulen werden durch Lehrerfortbildungen im Bereich der Biotechnologie in das Projekt einbezogen, sodass ein Wissensaustausch auf allen Ebenen stattfindet.

An dem Projekt nehmen Volksschulen, Hauptschulen, eine Sonderpädagogische Schule, eine Polytechnische Schule, Bundesgymnasien und Oberstufengymnasien aus der Region Krems teil.

Einblick in die Welt der Biotechnologie durch Laborexperimente

Zentrales Element des Projektes sind Forschungstage, an denen Schulklassen für jeweils einen Vormittag die Labors der IMC Fachhochschule Krems und der Donau-Universität Krems besuchen. Im Rahmen des Projekts wurde im Frühjahr 2009 bereits an drei Forschungstagen eifrig gearbeitet, geforscht und Neues entdeckt; drei weitere Forschungstage stehen im Wintersemester 09/10 auf dem Programm. Die Kinder und Jugendlichen erhalten zunächst im Hörsaal eine kurze Theorieeinheit zur Erklärung der Experimente. Danach werden sie mit dem richtigen Verhalten im Labor und den wichtigsten Sicherheitsbestimmungen vertraut gemacht. Nach dem Anlegen der entsprechenden Schutzkleidung dürfen sie dann selbst experimentieren: Experimente zum





Thema Blut umfassen dabei die Herstellung und Färbung eines Blutausstriches und die anschließende mikroskopische Betrachtung und Klassifizierung der verschiedenen Blutzellen, die Beobachtung der Blutgerinnung, sowie die Bestimmung der Blutgruppe, also Themen, die auch im Biologieunterricht behandelt werden. Die Schülerinnen und Schüler werden dabei mit grundlegenden Techniken wie der Handhabung von Pipetten oder Zentrifugen vertraut. Die Experimente werden der

jeweiligen Altersstufe angepasst – neben Blutzellen betrachten vor allem die Jüngeren mit Hingabe auch Schmetterlingsflügel, Haare und Ähnliches unter dem Mikroskop. In einem eigenen Forschungstagebuch dokumentieren die jungen Forscherinnen und Forscher ihre Ergebnisse. Am Ende eines Forschungstages fassen die Kinder selbst ihre Erkenntnisse zusammen und präsentieren sie ihren Kolleginnen. ✨

#### Weitere Informationen:

IMC Fachhochschule Krems  
Medizinische und Pharmazeutische  
Biotechnologie  
Prof.(FH) Mag. Dana Mezricky  
marketing@fh-krems.ac.at  
www.fh-krems.ac.at

Donau-Universität Krems  
Zentrum für Biomedizinische Technologie  
Dr. Jens Hartmann  
Priv.-Doz. Dr. Viktoria Weber  
www.donau-uni.ac.at/biomed



# Biologie & Kunst

Jutta Duschl

↑ Dendritische Zelle  
↓ & Biochemie II

Beide Bilder beschäftigen sich mit Biologie, einem Thema das in meiner Laborarbeit regelmäßig und in meinen Gemälden immerhin gelegentlich auftaucht. „Biochemie II“ ist ein Versuch die genannte Disziplin malerisch darzustellen. Es sind Motive aus Forschung und Laborbetrieb erkennbar, darunter Zellen, eine Membran, eine DNA-Helix, ein Sequenziergel, eine Agarplatte, Antikörper, die Proteinstruktur des Birkenallergens Bet v 1, sowie der dazugehörige Birkenpollen. Von den schwach durchscheinenden und quasi in den Hintergrund tretenden weissen Mäusen abgesehen funktioniert das Werk als nicht-gegenständliches Bild, für Biologen ist es auch ein amüsantes Suchbild. „Dendritische Zelle“ ist eine bewusst nicht zu realistische Darstellung einer dendritischen Zelle, die im Immunsystem für die Erkennung von Bakterien, Viren und Tumorzellen verantwortlich ist. Das Bild ist an sich völlig abstrakt, macht auf viele Betrachter aber einen deutlich bedrohlichen Eindruck. Die gezeigte Zelle ist für den Körper beschützend, Farbwahl und Gestaltung sprechen aber tiefsitzende Bedrohungsmuster an.

Jutta Duschl ist chemisch-technische Assistentin und arbeitet seit 2001 an der Universität Salzburg. Ihre Bilder wurden in zahlreichen Ausstellungen in Österreich, Deutschland und der Schweiz gezeigt. Eine Auswahl ihrer oft surrealistisch inszenierten Öl- und Acrylgemälde wird auf [www.duschl-art.at](http://www.duschl-art.at) gezeigt. Eine Beschäftigung mit wissenschaftlichen Motiven hält sie angesichts ihrer langjährigen Labortätigkeit für unvermeidlich.

Atelier: Ignaz-Rieder-Kai 29, 5020 Salzburg  
web: [www.duschl-art.at](http://www.duschl-art.at)  
mail: [jutta.duschl@sbg.ac.at](mailto:jutta.duschl@sbg.ac.at)  
mobil: +43 (0)664 2317102



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bioskop](#)

Jahr/Year: 2009

Band/Volume: [2009\\_3](#)

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: [Blut 1](#)