



# Newsletter Nr. 24 **FEBRUAR 2006**

**Gesundheitsforschung: Forschung für den Menschen**

## INHALT

■ <b>Wichtige Herzmedikamente zu selten verordnet</b>	2
■ <b>Hausarzt als Lotse – in der Praxis kaum zu realisieren</b> Interview mit Professor Dr. Michael M. Kochen	3
■ <b>19. Februar 2006: Ministerin Schavan eröffnet den Tag der Gesundheitsforschung</b>	3
■ <b>Penicillin schon im Mittelalter angewendet</b>	4
■ <b>Schwingende Quarze verraten die Blutgruppe</b>	6
■ <b>Sport bei Reha-Patienten beliebter als Gemüse und Entspannung</b>	7
■ <b>Vitamin D bremst den Appetit von Fresszellen</b>	8
■ <b>Stammzellen: Alleskönner oder nicht?</b>	9
■ <b>Gelenkverschleiß: Wirkstoffe aus Potenzmitteln könnten Knorpelzellen stimulieren</b>	10
■ <b>Vom Forschungsergebnis zur medizinischen Behandlung</b> Neue Leitlinien für die Therapie von Lungenentzündungen und Sepsis	10
■ <b>Sepsis-Überlebende gründen Betroffeneninitiative</b>	11
■ <b>Was ist eigentlich ...</b> ... die Blutgruppe?	12

## Wichtige Herzmedikamente zu selten verordnet

■ **Patienten mit Herzinsuffizienz („Herzschwäche“) erhalten von ihren Ärzten zu selten so genannte ACE-Hemmer. Das haben Forscher aus Göttingen festgestellt. Die Medikamente gehören bei diesem Krankheitsbild gemäß nationaler und internationaler Leitlinien eigentlich zur Standardtherapie. Sie können das Leben verlängern.**

Wer an Herzinsuffizienz leidet, sollte mit einem so genannten ACE-Hemmer behandelt werden. Diese Therapieempfehlung der medizinischen Fachgesellschaften steht in jedem Fortbildungsartikel zum Thema und ist eigentlich allen Ärzten bekannt. Die Medikamente entlasten das angegriffene Pumporgan und können die Verschlechterung der Krankheit verlangsamen. Trotzdem verschreiben Ärzte jedem dritten bis jedem vierten betroffenen Patienten die Arzneimittel nicht. Zu diesem Ergebnis kommt eine vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Studie. Wissenschaftler der Abteilung für Allgemeinmedizin an der Universität Göttingen hatten etwa 450 Personen mit Herzinsuffizienz ein Jahr lang beobachtet. Jeder fünfte Patient war zu Studienbeginn im Krankenhaus behandelt worden, die Therapie der übrigen Herzkranken hatte allein in der Hand des Hausarztes gelegen. Die Forscher untersuchten in beiden Gruppen die Verordnung der gegen Herzinsuffizienz eingesetzten Medikamente. Ergebnis: 60 Prozent der ausschließlich vom Hausarzt betreuten Patienten nahmen ACE-Hemmer ein. Bei den Klinikpatienten waren es zum Zeitpunkt der Entlassung aus dem Krankenhaus zunächst 75 Prozent, nach einem Jahr Weiterbehandlung durch die Hausärzte ebenfalls 60 Prozent.

### **Skepsis gegen Leitlinien international verbreitet**

Warum Ärzte mit ACE-Hemmern so zurückhaltend umgehen, wissen die Forscher nicht. „Die meisten Hausärzten kennen die Empfehlungen der Leitlinien. Allerdings sagen viele, dass es ihnen oft schwer fällt zu beurteilen, ob ein Patient an einer Herzinsuffizienz leidet. Deshalb seien sie eher vorsichtig mit Medikamenten“, erklärt Dr. Janka Koschack, die an dem Projekt mitarbeitete. „Dann sollte aber nach der Entlassung aus der Klinik, die eine gesicherte Diagnose gestellt hat, die Verordnungsrate dauerhaft höher liegen.“ Interessanterweise werden andere gängige Medikamentengruppen gegen Herzinsuffizienz wesentlich konsequenter verordnet. Kosten oder mögliche Nebenwirkungen sind nach Koschacks Ansicht nicht für diese Unterschiede

verantwortlich: „ACE-Hemmer kosten nicht viel mehr als andere bei Herzinsuffizienz eingesetzte Mittel und sind meistens gut verträglich.“ Dass Leitlinien oft nicht umgesetzt werden, ist keine neue Erkenntnis. Das Phänomen wird auch bei anderen Krankheitsbildern, bei Ärzten aller Fachrichtungen und sowohl in Kliniken als auch im niedergelassenen Bereich beobachtet. Und nicht nur deutsche Ärzte scheinen Leitlinien-Skeptiker zu sein – ihre internationalen Kollegen verhalten sich ähnlich. Die Göttinger Forscher wollen jetzt durch genauere Befragungen von Allgemeinmedizinern mehr Klarheit schaffen. Für den hausärztlichen Bereich vermutet Professor Michael M. Kochen, Leiter der Abteilung Allgemeinmedizin an der Universität Göttingen, dass Leitlinien die Probleme im Praxisalltag oft nicht ausreichend berücksichtigen (s. auch Interview mit Prof. Kochen, S. 3 u. 4).

### **Daten der Praxis-EDV bald breiter nutzbar**

Die Göttinger Studie ist Teil des Projektes MedViP (Medizinische Versorgung in der Praxis). Ziel ist es, die mithilfe der Praxis-EDV in Hausarztpraxen routinemäßig erhobenen medizinischen Daten zu nutzen, um die Patientenversorgung zu verbessern. Bisher werden diese Daten hauptsächlich für die Abrechnung der Arztpraxen mit den Kassenärztlichen Vereinigungen verwendet. Im Rahmen von MedViP entwickeln die Wissenschaftler neue Techniken zur Datenverarbeitung. Mit deren Hilfe sollen die Informationen geschützt und anonymisiert auch unter medizinischen Gesichtspunkten ausgewertet werden können, um zum Beispiel die Qualität der Behandlung zu beurteilen. Das ist keine leichte Aufgabe: „Es gibt ziemlich viele Praxisprogramme auf dem Markt, die sich teilweise erheblich voneinander unterscheiden“, so Dr. Koschack. „Eine technisch saubere Lösung zu finden, die sich in jede Software integrieren lässt, ist sehr aufwändig.“

### ■ **Ansprechpartnerin:**

**Dr. rer. nat. Janka Koschack, Dipl.-Psych.**  
**Abteilung für Allgemeinmedizin**  
**Georg-August-Universität**  
**Humboldtallee 38**  
**37073 Göttingen**  
**Tel.: 05 51/39-1 42 25**  
**Fax: 05 51/39-1 42 22**  
**E-Mail: jkoscha@gwdg.de**

### 19. Februar 2006: Ministerin Schavan eröffnet den Tag der Gesundheitsforschung

Unter dem Motto „Die Welt im Gehirn“ findet am Sonntag, den 19. Februar 2006, der 2. Tag der Gesundheitsforschung statt. Er wird von Bundesforschungsministerin Dr. Annette Schavan um 11.00 Uhr an der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg offiziell eröffnet.

Im Mittelpunkt deutschlandweiter Veranstaltungen stehen an diesem Tag neurologische Erkrankungen wie Schlaganfall, Demenzen oder Multiple Sklerose. Aktuelle Forschungsergebnisse zu Diagnostik und Therapie werden verständlich vorgestellt. Viele lokale Partner, vor allem Universitätskliniken, laden zum Mitmachen ein und wollen zum Beispiel mit Workshops, Führungen und Diskussionsrunden das Verständnis für Gesundheits- und Forschungsfragen fördern.

Mehr Informationen im Internet: [www.tag-der-gesundheitsforschung.de](http://www.tag-der-gesundheitsforschung.de)

## Hausarzt als Lotse – in der Praxis kaum zu realisieren

Interview mit Professor Dr. Michael M. Kochen, Präsident der Deutschen Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DEGAM)



### ■ Herr Professor Kochen, leisten die deutschen Hausärzte gute Arbeit?

Die deutschen Hausärzte leisten ganz überwiegend gute Arbeit. Sie halten mit ihrem Engagement das Gesundheitssystem aufrecht. Hinzu kommt ein hervorragender Service. Längere Wartezeiten auf einen Arzttermin, wie sie

in Großbritannien und auch in Skandinavien die Regel sind, kennen wir in Deutschland nicht.

### ■ Wo hat die hausärztliche Versorgung in Deutschland Schwächen?

Die größte Schwäche ist, dass wir in Deutschland kein Hausarztssystem im engeren Sinn haben, sondern ein System des freien Marktes. Jeder geht mit seiner Chipkarte zu dem Arzt, zu dem er will. Dadurch wird es Hausärzten schwer gemacht, für die Patienten tatsächlich zu Lotsen durch das Gesundheitssystem zu werden, wie es immer wieder gefordert wird. Auch das Gebührensystem hat Defizite. Das Honorar des Arztes sollte sich nicht wie bisher ausschließlich an der Patientenzahl orientieren, sondern zum Beispiel auch daran, wie krank seine Patienten sind. Es leuchtet nicht ein, dass es für die Behandlung eines Patienten mit Schnupfen das gleiche Geld gibt wie für die Betreuung eines schwer kranken, multimorbiden Patienten.

### ■ Sie haben festgestellt, dass viele Ärzte sich nicht an Therapieleitlinien halten. Woran liegt das?

Die meisten Ärzte kennen den Inhalt der Leitlinien durchaus und halten sich trotzdem oft nicht daran. Das ist keineswegs nur ein deutsches, sondern ein internationales Phänomen und gilt im übrigen auch für niedergelassene Spezialisten und Klinikärzte. Warum Leitlinien nicht ausreichend berücksichtigt werden, ist immer noch ein kaum erforschtes Geheimnis. Zu den bekannten Umsetzungsbarrieren in der täglichen Praxis gehören kognitive Faktoren beziehungsweise persönliche Einstellungen und Zeitmangel. In der Allgemeinmedizin ist darüber hinaus von Bedeutung, dass Leitlinien, die von Spezialisten entwickelt wurden, sich nur selten für die Hausarztpraxis eignen. So berücksichtigen manche dieser Empfehlungen zum Beispiel zu wenig, dass viele Patienten in der Hausarztpraxis an mehreren chronischen Krankheiten gleichzeitig leiden. Außerdem wird neben der zwangsläufig unterschiedlichen Arbeitsweise oft auch sträflich vernachlässigt, dass bestimmte Krankheiten bei Fachärzten und bei Hausärzten ganz unterschiedlich häufig vorkommen.

### ■ Wie müssen Leitlinien gestaltet sein, damit sie Hausärzten eine Hilfe sind?

Hausärztliche Leitlinien sollten wissenschaftliche Belege nennen und von Hausärzten verfasst werden. Sie können die Anforderungen und den Arbeitsalltag in der Hausarztpraxis am besten einschätzen. Dann müssen die Leitlinien in hausärztlichen Praxen daraufhin über-

prüft werden, ob sie umsetzbar sind. Die hausärztliche Fachgesellschaft DEGAM hält sich ausnahmslos an diese Regel. Die Leitlinien sollten kurz und übersichtlich sein, sich in die Praxissoftware integrieren lassen und regelmäßig überarbeitet werden. Außerdem dürfen die Autoren nicht im Verdacht stehen, kommerzielle Interessen zu verfolgen. Eine kürzliche Untersuchung in der Zeitschrift *Nature*\* hat ergeben, dass erstaunlich viele Autoren Verbindungen zu Firmen haben, deren Medikamente sie in den Leitlinien empfehlen.

#### ■ **Wie kann die Qualität der hausärztlichen Versorgung weiter verbessert werden?**

Ein wichtiges Instrument sind so genannte Qualitätszirkel. Dort treffen sich regelmäßig interessierte Hausärzte, um Patientenprobleme und bestimmte Vorgehensweisen zu diskutieren. Ein Kollege übernimmt die Moderation, manchmal wird auch ein externer Experte eingeladen. Dieser kollegiale Austausch ist sehr wichtig. Aus demselben Grund begrüße ich den Trend zu Gemeinschaftspraxen. Darüber hinaus müssen sich die Weiterbildungsstrukturen für künftige Hausärzte – vielleicht auch für Spezialisten – verbessern. Wer Hausarzt werden will, ist bei uns meist sich selbst überlassen und muss jeden Teil seiner Weiterbildung mühsam in eigener Regie organisieren. In England oder Holland sind dagegen für jeden angehenden Hausarzt vom ersten bis zum letzten Tag der Ausbildung alle Stationen

festgelegt. Inzwischen gibt es bei uns immerhin einige Verbünde von Kliniken und Praxen, die zukünftigen Allgemeinmediziner die Arbeit auf den verschiedenen Weiterbildungsstationen im Rotationsverfahren ermöglichen. Auch im Hochschulbereich besteht erheblicher Verbesserungsbedarf. Von den 35 medizinischen Fakultäten in Deutschland haben zum Beispiel nur acht einen vollwertigen Lehrstuhl für Allgemeinmedizin. Zwar haben wir in der universitären Lehre trotzdem bereits einen hervorragenden Qualitätsstandard erreicht. Für die Forschung besteht in diesem Bereich aber wegen der relativ geringen kritischen Masse noch Aufholpotenzial.

#### ■ **Woran erkennen Patienten einen guten Hausarzt?**

Die meisten Hausärzte betreuen ihre Patienten über viele Jahre. Das macht einen wichtigen Informationsvorsprung gegenüber den meisten Spezialisten und Krankenhausärzten aus. Dieses langjährige Vertrauensverhältnis stellt schon so etwas wie eine Abstimmung mit den Füßen dar. Allerdings achten die Patienten nicht nur auf die medizinische Qualität, die ja oft auch nur schwer beurteilt werden kann. Für sie ist es genauso wichtig, dass das Personal freundlich ist, dass keine langen Wartezeiten entstehen und dass sich der Arzt Zeit für ihre Anliegen nimmt. Letzteres wird durch unsere Gebührenordnung allerdings gründlich behindert.

\* Taylor R, Giles J: *Nature* 2005; 437: 1065-1066

## Penicillin schon im Mittelalter angewendet

■ **Die Medizin des Mittelalters war fortschrittlicher als vermutet. Schon damals beherrschten Ärzte zum Beispiel Nahttechniken zur Blutstillung, die heute noch angewendet werden. Außerdem setzten sie bereits Penicillin ein, um Wundinfektionen zu bekämpfen. Zu diesem Ergebnis kommt eine aktuelle medizinhistorische Studie.**

Mit negativen Vorurteilen über die Heilkunst des Mittelalters räumt Professor Gundolf Keil vom medizinhistorischen Institut der Universität Würzburg auf. Er untersuchte insbesondere die Geschichte des Aderlasses und stieß dabei auf eine ganze Reihe noch heute aktueller Therapieansätze. Keil wertete mehrere tausend mittelalterliche Schriften aus. Eine wichtige Quelle war das Lorschener Arzneibuch. Es stammt aus dem Jahr 788 und ist das älteste medizinische Buch Deutschlands. „Die

Technik des Aderlasses und die Behandlung seiner Komplikationen folgen einer Tradition, die von der Antike bis in unsere Zeit reicht“, so Keils Fazit. „Das verdeutlicht, dass die Ärzte des Mittelalters keineswegs die rohen Quacksalber waren, als die sie oft dargestellt werden.“ Keil wurde bei seiner Arbeit vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanziell unterstützt.

#### **Aderlass: Gifte aus dem Körper leiten**

Heutzutage wenden Ärzte den Aderlass hauptsächlich bei Patienten mit bestimmten Bluterkrankungen an. Im Mittelalter wurde er zum Beispiel bei Pestkranken eingesetzt, um Gifte aus dem Körper zu leiten. Auch bei Übergewicht und Bluthochdruck war er eine gängige Therapie. „Die Mediziner konnten hohen Blutdruck damals zwar nicht messen, aber sie ließen häufig



Arzt und Patientin beim Aderlass: Die Technik des Aderlasses hat sich seit der Antike kaum verändert. Im Mittelalter ließen Ärzte zum Beispiel Pestkranke und Menschen mit Übergewicht zur Ader. Heute wenden Mediziner den Aderlass hauptsächlich bei Patienten mit bestimmten Bluterkrankungen an. Die Abbildung stammt aus dem *Iatromathematischen Hausbuch* (Nürnberg, 15. Jahrhundert).

Quelle: Bildarchiv des Instituts für Geschichte der Medizin der Universität Würzburg

Menschen mit warmer, feuchter Haut und gerötetem Gesicht zur Ader. Inzwischen wissen wir, dass diese Beschreibung auf viele Bluthochdruck-Patienten zutrifft“, so Keil.

Das Prinzip des Aderlasses ist über die Jahrhunderte gleich geblieben: Man staut die Venen des Armes, eröffnet eine Vene mit einem kleinen Schnitt oder einer hohlen Nadel und lässt eine bestimmte Menge Blut abfließen. Im Mittelalter wurde die Vene bevorzugt mit der Fliete angeritzt – einem feinen Messerchen. Natürlich kam es dabei hin und wieder zu Komplikationen wie Infektionen oder versehentlichen Verletzungen von Arterien. Die Ärzte des Mittelalters reagierten, wie auch ihre modernen Kollegen reagieren würden: Blutungen wurden gestillt – entweder mit einem Druckverband oder mit Nadel und Faden. „Die angewendeten chirurgischen Nahttechniken entsprachen weitgehend den heutigen Techniken zur Blutstillung“, erklärt Keil. Um

Wundinfektionen zu therapieren, wurden auf speziellen Nährböden, die unter anderem Honig und Schafskot enthielten, Schimmelpilze gezüchtet. Die Ärzte schabten die Pilze ab und brachten sie in die Wunde ein. Keil: „Dazu muss man wissen, dass bestimmte Schimmelpilze Penicillin produzieren. Wundinfektionen wurden also schon im Mittelalter mit Penicillin behandelt, auch wenn man die Substanz selbst noch gar nicht kannte.“ Hauptsächlich waren damals Wundärzte für den Aderlass zuständig. Zum Teil führten aber auch Bader den Eingriff durch. „Patienten sind durchaus gerne zum Aderlass gegangen“, so Keil. „Erst wurde über mehrere Stunden gebadet, dann folgte der Aderlass. Das war offensichtlich ganz angenehm.“

#### ■ Ansprechpartner:

Prof. Dr. med. Dr. phil. Dr. h.c. Gundolf Keil  
Institut für Geschichte der Medizin

der Universität Würzburg

Oberer Neubergweg 10a

97074 Würzburg

Tel.: 09 31/7 96 78-0

Fax: 09 31/7 96 78-78

E-Mail: [gesch.med@mail.uni-wuerzburg.de](mailto:gesch.med@mail.uni-wuerzburg.de)

#### Gehirn-Operationen im 14. Jahrhundert

Während seiner Forschungen zur Geschichte des Aderlasses stieß Professor Gundolf Keil vom medizinhistorischen Institut der Universität Würzburg auf einen mittelalterlichen Text, bei dem es sich offensichtlich um einen Bericht über Hirnoperationen handelt.

„Es sieht tatsächlich so aus, als hätte schon im 14. Jahrhundert ein norddeutscher Chirurg einen Hirntumor entfernt“, kommentiert Keil. „Und zwar unter Vollnarkose. Die Mittel, um Patienten in Vollnarkose zu versetzen, kannte man seit dem neunten Jahrhundert.“ Die operierten Personen waren anschließend keineswegs dem Tode geweiht. Skelettfunde zeigen, dass die herausgetrennten Knochenstücke wieder gut in die Schädeldecke einwuchsen. Keil: „Das setzt ja voraus, dass der Patient noch längere Zeit am Leben war.“

## Schwingende Quarze verraten die Blutgruppe

■ **Zeitmessung und Blutgruppenbestimmung hatten bisher wenig gemeinsam. Doch das wird sich bald ändern. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützt die Arbeit an einem neuen System, das die Blutgruppe mithilfe von Schwingquarzen analysiert. Diese Quarze lassen sonst Uhren regelmäßig ticken. Das neue, vollautomatische System soll nicht größer sein als ein Handy.**

Schwingquarze geben Uhren und Herzschrittmachern den Takt vor. Sie regeln, wann die Waschmaschine von einem Programmpunkt zum nächsten springt und steuern das Antiblockiersystem im Auto. Denn Schwingquarze schwingen absolut regelmäßig, sobald sie mit einer elektrischen Wechselspannung angeregt werden. Wenn man an die präzisen Taktgeber eine zusätzliche Masse anlagert, verändert sich die Frequenz der Schwingung. Wissenschaftler der Biosensorikgruppe um Professor Hinnak Northoff von der Universität Tübingen und Professor Christiane Ziegler von der Universität Kaiserslautern messen diesen Effekt. Dadurch können sie Blutgruppen bestimmen.

### **Auch Antikörper lassen sich nachweisen**

Das neue Verfahren klingt kompliziert und bedeutet trotzdem eine Vereinfachung: An die Oberfläche eines Schwingquarzes werden Blutgruppen-Antikörper fixiert, zum Beispiel gegen die Blutgruppe A. Dann bringt man den Quarz mit dem Blut in Kontakt, dessen Blutgruppe man wissen will. Sind in dieser Blutprobe rote Blutkörperchen (Erythrozyten) der Blutgruppe A vorhanden, so werden sie von den Antikörpern auf der Oberfläche des Schwingquarzes eingefangen. Folge: Die Masse des Quarzes steigt und seine Frequenz ändert sich. Damit ist der Nachweis der Blutgruppe aber noch nicht vollständig. Es fehlt die so genannte Gegenprobe. Erst sie liefert letzte Sicherheit. Mit der Gegenprobe werden Blutgruppen-Antikörper nachgewiesen: Menschen mit Blutgruppe A haben Antikörper gegen Blutgruppe B im Blut und umgekehrt (mehr zur Blutgruppe auf Seite 12). Um diese Antikörper aufzuspüren, fixiert man an der Oberfläche des Schwingquarzes Erythrozyten mit bekannter Blutgruppe. Diese fangen die Antikörper in der Blutprobe ein. Allerdings sind die Antikörper zu leicht, um die Frequenz des Quarzes maßgeblich zu ändern. Deshalb folgt ein weiterer Schritt:

Die Erythrozyten und die an sie gebundenen Antikörper werden gemeinsam vom Schwingquarz gelöst und mit einem zweiten Schwingquarz in Kontakt gebracht. Dieser ist mit speziellen Antikörpern beschichtet, die wiederum die Blutgruppen-Antikörper – und dadurch indirekt auch die an ihnen haftenden Erythrozyten – einfangen können. Gemeinsam sind Blutgruppen-Antikörper und Erythrozyten schwer genug, um die Frequenz des zweiten Schwingquarzes zu verändern.

### **Sichere Blutgruppenbestimmung in Notfällen**

Warum braucht man überhaupt ein neues System zur Blutgruppenbestimmung? „Die bisherigen Systeme haben einige Nachteile, vor allem in Notfallsituationen, in denen es sehr schnell gehen muss“, antwortet der Diplom-Physiker Frank Gehring, Leiter der Biosensorikgruppe Tübingen. „Die vollautomatischen Systeme zur Blutgruppenbestimmung, mit denen Labore heute arbeiten, sind zu groß, um sie zum Beispiel im Rettungswagen dabei zu haben. Deshalb bestimmen Ärzte im Notfall die Blutgruppe immer noch mit einem Testbriefchen, in dem sie Antikörper und Blut mischen und beobachten, ob es zu einer Unverträglichkeitsreaktion kommt. Unter Stress schleichen sich dabei leicht Fehler ein.“ Die Schwingquarze bieten die Möglichkeit, ein vollautomatisches System zur Bestimmung der Blutgruppe zu entwickeln, das nicht größer ist als ein Handy. Solche Systeme würden sich auch gut für Arztpraxen eignen.

Dass das Schwingquarz-Prinzip funktioniert, haben Gehring und seine Kollegen mit einem Prototyp schon gezeigt. Jetzt soll das System in Zusammenarbeit mit der Industrie zur Marktreife weiterentwickelt werden. Die Wissenschaftler haben auf ihr Verfahren zwei Patente angemeldet. Gehring denkt aber noch weiter: „Die Anwendungsmöglichkeiten der Schwingquarze in der Labormedizin müssen nicht auf die Bestimmung der Blutgruppe beschränkt bleiben. Im Prinzip können auch andere Antikörper, Proteine und Krankheitserreger wie Bakterien und Viren nachgewiesen werden.“ Darüber hinaus ist das System in der Forschung einsetzbar. Oberflächen von Materialien, die in den Körper eingebracht werden oder mit Blut in Kontakt kommen, lassen sich zum Beispiel daraufhin untersuchen, wie der Körper auf sie reagiert. Gehring: „Wenn man auf einem Schwingquarz die Oberfläche eines Transplantates oder

einer Dialyse-Membran imitiert, kann man überprüfen, welche körpereigenen Substanzen sich an dieser Oberfläche ablagern. Man erkennt also, wie verträglich sich die Oberfläche im Organismus verhält.“

■ **Ansprechpartner:**  
**Frank Gehring, Dipl.-Physiker**  
Leiter der Biosensorikgruppe Tübingen  
Hertie-Verfügungsgebäude  
Otfried-Müller-Straße 27  
72076 Tübingen  
Tel.: 0 70 71/29-8 16 92  
Fax: 0 70 71/29-44 20  
E-Mail: frank.gehring@med.uni-tuebingen.de

## Sport bei Reha-Patienten beliebter als Gemüse und Entspannung

■ Chronisch Kranke haben mehr Lust auf Sport als auf gesunde Ernährung und Entspannung. Das zeigt ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und der Deutschen Rentenversicherung gefördertes Projekt am Institut für Psychologie der Universität Würzburg. Der Psychologe Heiner Ellgring und seine Kollegen führten eine Studie mit 1.266 Patienten aus Rehabilitationskliniken durch, die an Krankheiten des Bewegungsapparates, Diabetes oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen litten. Um die Patienten zu einem gesünderen Lebensstil zu bewegen, sollte die eine Hälfte von ihnen in der Klinik an einem interaktiven Gruppenprogramm teilnehmen. Hier wurden Änderungen des Lebensstils diskutiert und konkret geplant. Die andere Hälfte der Patienten besuchte eine Vortragsreihe, die die gleichen Inhalte theoretisch vermittelte. Teilnehmer der interaktiven Gruppe waren mit dem Programm insgesamt zufriedener als Teilnehmer der Vortragsreihe. Gemessen daran, wie viele Patienten nach der Rehabilitation dauerhaft ihr Leben umstellten, gab es aber kaum Unterschiede zwischen beiden Angeboten.

### **Wenige Patienten in allen Bereichen gesundheitsbewusst**

Etwa jeder dritte Studienteilnehmer gab schon zu Beginn der Rehabilitation an, regelmäßig Sport zu treiben, gegen Ende des Klinikaufenthaltes waren es sogar 60 Prozent. Eine erneute Befragung zwölf Monate später zeigte, dass die Patienten dauerhaft körperlich aktiv waren: Noch 55 Prozent trainierten mehrmals wöchentlich. Von einer Ernährungsumstellung und von Entspannungsübungen waren die Patienten weniger begeistert. Zu Studienbeginn aßen nur sieben Prozent der Patienten ausreichend Obst und Gemüse. Allerdings stieg dieser Anteil während der Rehabilitation an: Am Ende des Klinikaufenthaltes stand bei 16 Prozent der Patienten mehrmals am Tag Obst und Gemüse auf dem

Speiseplan, nach einem Jahr noch bei 13 Prozent – also immerhin bei fast doppelt so vielen wie zu Studienbeginn. Der Anteil der Patienten, die regelmäßig Entspannungstechniken wie autogenes Training praktizierten, betrug zu Studienbeginn 13 Prozent, gegen Ende der Rehabilitation 38 Prozent und nach einem Jahr noch 24 Prozent. Interessanterweise lebte kaum ein Patient in allen Bereichen gesundheitsbewusst: Sportbegeisterte achteten wenig auf Ernährung und Entspannung und umgekehrt.

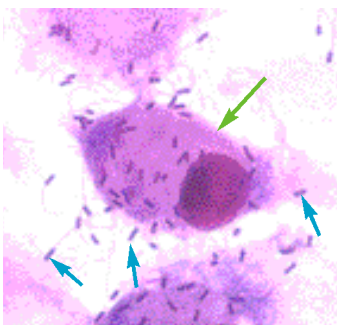
„Sport ist bei uns gesellschaftlich besser akzeptiert als zum Beispiel Entspannungsübungen. Zudem nimmt in der Rehabilitation körperliche Aktivität auch viel breiteren Raum ein“, kommentiert Projektmitarbeiterin Veronika Ströbl die Vorliebe der Patienten für Sport. Projektleiterin Andrea Reusch ergänzt: „Unsere Ergebnisse sprechen dafür, die Patienten bezüglich ihrer Motivation zu Bewegung, Ernährungsumstellung und Entspannungsübungen zu befragen und dann die Angebote während der Rehabilitation individuell anzupassen. Ziel sollte es sein, in allen Bereichen einen gesünderen Lebensstil zu fördern.“

■ **Ansprechpartnerinnen:**  
**Andrea Reusch, Dipl.-Psych.**  
**Veronika Ströbl, Dipl.-Psych.**  
Institut für Psychotherapie u.  
Medizinische Psychologie  
Arbeitsbereich  
Rehabilitationswissenschaften  
Marcusstrasse 9-11  
97070 Würzburg  
Tel.: 09 31/31-20 70  
Fax: 09 31/31-20 78  
E-Mail: a.reusch@mail.uni-wuerzburg.de,  
stroebel@mail.uni-wuerzburg.de

## Vitamin D bremst den Appetit von Fresszellen



■ Makrophagen („Fresszellen“) sind die Müllmänner des Immunsystems. Sie patrouillieren durch den Körper und entsorgen alles, was ihnen fremd erscheint, zum Beispiel Bakterien. Durch den körpereigenen Botenstoff Interferon-gamma werden Makrophagen zusätzlich stimuliert: Sie sammeln sich am Ort einer Bedrohung und attackieren Eindringlinge so heftig, dass sich eine Entzündung entwickelt. Wie Wissenschaftler des Nationalen Genomforschungsnetzes (NGFN) unter der Leitung von Dr. Andreas Lengeling jetzt festgestellt haben, sorgt Interferon-gamma aber auch dafür, dass die Fresszellen ihren Appetit wieder zügeln. Schon während sie in den Kampf ziehen, schütten die aktivierten Makrophagen Vitamin D aus. Das lässt sie nach einer Weile zur Ruhe kommen. Diese Eigenkontrolle des Immunsystems ist wichtig, damit Abwehrreaktionen nicht außer Kontrolle geraten.



Makrophage („Fresszelle“, grüner Pfeil) im Kampf gegen Bakterien der Art *Listeria monocytogenes* (blaue Pfeile).

Bild: Dr. Helming, GBF-Braunschweig

Eine überschießende Immunabwehr würde nicht nur Eindringlinge bekämpfen, sondern auch körpereigenes Gewebe schädigen. Lengeling: „Wir wussten bereits seit längerem, dass Interferon-gamma die Makrophagen dazu anregt, Vitamin D zu produzieren. Jetzt wissen wir auch, warum.“

### Therapieoption bei Autoimmunerkrankungen?

Lengeling und seine Kollegen von der Gesellschaft für Biotechnologische Forschung (GBF) in Braunschweig überlegen nun, ob sich der neu entdeckte Hemmmechanismus therapeutisch nutzen lässt, zum Beispiel gegen Autoimmunerkrankungen wie entzündliches Rheuma. Bei diesen Krankheiten attackiert das Immunsystem fälschlicherweise Gewebe des eigenen Organismus. Die Therapie besteht unter anderem darin, die fehlgeleitete Abwehrreaktion zu unterdrücken. „Neue Medikamente, die ähnlich wie Vitamin D wirken, könnten sich als zusätzliche Therapiemöglichkeit für

Autoimmunerkrankungen eignen“, hofft Lengeling. Das Vitamin selbst einzusetzen, wäre problematisch, da es noch andere wichtige Aufgaben im Organismus erfüllt. Unter anderem reguliert es den Knochenstoffwechsel. Gaben von Vitamin D könnten also schwere Nebenwirkungen auslösen. Neue Medikamente sollten deshalb nur die entzündungshemmenden Eigenschaften des Vitamins aufweisen.

Für ihre Versuche hatten die Forscher mit Makrophagen von Mäusen experimentiert. Sie aktivierten die Makrophagen durch Interferon-gamma und infizierten sie dann mit der Bakterienart *Listeria monocytogenes*. Wurden die Makrophagen zusätzlich mit Vitamin D behandelt, so verhielten sie sich gegenüber den Bakterien deutlich weniger aggressiv. Außerdem wurden Makrophagen von Mäusen untersucht, die genetisch bedingt zu wenig Vitamin D-Rezeptoren bilden. Bei ihnen ließ sich die hemmende Wirkung des Vitamins auf die Makrophagen nicht beobachten. Inzwischen haben die Forscher sogar die Gene identifiziert, die unter Einfluss von Interferon-gamma in den Makrophagen verstärkt abgelesen und durch Vitamin D in ihrer Aktivität wieder gedrosselt werden.

### ■ Ansprechpartner:

**Dr. Andreas Lengeling**  
**GBF – Gesellschaft für Biotechnologische Forschung**  
**Abteilung für Mikrobiologie**  
**Mascheroder Weg 1**  
**38124 Braunschweig**  
**Tel.: 05 31/61 81-2 00**  
**Fax: 05 31/61 81-4 11**  
**E-Mail: lengeling@gbf.de**

Im Nationalen Genomforschungsnetz arbeiten Forscher aus unterschiedlichen Fachrichtungen eng zusammen, um Krankheitsursachen zu erkennen und neue Therapiemöglichkeiten zu entwickeln.

Mehr Informationen im Internet unter: [www.ngfn.de](http://www.ngfn.de)

## Stammzellen: Alleskönner oder nicht?

■ Stammzellen aus dem Knochenmark können sich zu Zellen weiterentwickeln, die Eigenschaften von Muskel- oder Herzmuskelzellen aufweisen. Ob diese Stammzellen aber in der Lage sind, zu voll funktionstüchtigen Muskel- und Herzmuskelzellen heranzureifen, bleibt fraglich. Das ist das Ergebnis von Untersuchungen am Max Planck Institut für Herz- und Lungenforschung in Bad Nauheim unter der Leitung von Professor Thomas Braun.

### Stockender Reifungsprozess

Braun und seine Kollegen isolierten in einem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützten Projekt aus dem Knochenmark von Mäusen zwei Typen von Stammzellen. Bei beiden Typen gab es Hinweise darauf, dass sie sowohl Muskel- als auch Herzmuskelzellen bilden können. Die Stammzellen wurden im Labor vermehrt und verschiedenen Substanzen ausgesetzt, die während der Embryonalzeit die Entwicklung von Muskel- beziehungsweise Herzmuskelgewebe steuern. Die Experimente verliefen

zunächst viel versprechend: Das Erscheinungsbild der Zellen veränderte sich – je nach Versuchsansatz ähnelten sie nach einigen Tagen mehr und mehr Muskel- oder Herzmuskelzellen. Allerdings stockte der Reifungsprozess regelmäßig in einem bestimmten Stadium. Die Zellen wiesen zu diesem Zeitpunkt einige typische Merkmale der gewünschten Zellarten auf, andere Merkmale hingegen fehlten. Reife Muskel- oder Herzmuskelzellen zu züchten, gelang den Forschern nicht.

Stammzellen aus dem Knochenmark gehören zu den so genannten adulten Stammzellen, die auch in anderen Gewebearten des Menschen vorkommen. Mediziner hoffen, mithilfe adulter Stammzellen eines Tages Gewebeschäden „reparieren“ zu können, zum Beispiel nach einem Herzinfarkt. Ob sich diese Hoffnung erfüllen wird, bleibt vor dem Hintergrund der neuen Studienergebnisse fraglich. Denn dafür müssten sich aus adulten Stammzellen voll funktionstüchtige „Ersatz“-Zellen entwickeln können. Studienleiter Braun hat indes die Hoffnung auf einen Durchbruch noch nicht aufgegeben: „Vielleicht haben wir nur noch nicht die geeigneten Methoden gefunden. Wir werden weiter nach Wegen suchen, um die Differenzierung adulter Stammzellen zu vollenden.“ Er hält es allerdings auch für möglich, dass adulte Stammzellen im lebenden Organismus gar nicht die Aufgabe haben, zerstörte Zellen komplett zu ersetzen: „Eventuell besitzen adulte Stammzellen bei der Reparatur von geschädigtem Gewebe lediglich eine Helferfunktion. Auch diese Eigenschaft wäre für neue Therapieansätze höchst interessant.“

Eine mögliche Alternative zu adulten könnten so genannte embryonale Stammzellen bieten. Sie können sich leichter zu den verschiedensten Zellarten weiterentwickeln und sind beliebig vermehrbar. Da embryonale Stammzellen aber aus menschlichen Embryonen gewonnen werden, ist die Arbeit mit ihnen ethisch höchst umstritten.

### Gesundheitsforschung: Forschung für den Menschen

Mit dem Programm „Gesundheitsforschung: Forschung für den Menschen“ verfolgt die Bundesregierung das Ziel, eine optimale medizinische Versorgung der Bevölkerung sicherzustellen. Eine effiziente und qualitativ hochwertige Gesundheitsforschung trägt entscheidend dazu bei. Das Gesundheitsforschungsprogramm setzt daher – gleichrangig zu den inhaltlichen Maßnahmen – einen Schwerpunkt auf strukturelle Verbesserungen in der Forschungslandschaft. Zwei erfolgreiche Beispiele sind die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geschaffenen Koordinierungszentren für klinische Studien oder die Kompetenznetze in der Medizin.

Neben der **Stärkung der Forschungslandschaft durch Strukturoptimierung und -innovation**, werden in weiteren Bereichen Akzente gesetzt: **Effektive Bekämpfung von Krankheiten, Forschung zum Gesundheitswesen und Gesundheitsforschung in Zusammenarbeit von Wirtschaft und Wissenschaft.**

### ■ Ansprechpartner:

**Prof. Dr. Thomas Braun**  
**Max-Planck-Institut für**  
**Herz- und Lungenforschung**  
**Parkstraße 1**  
**61231 Bad Nauheim**  
**Tel.: 0 60 32/7 05-4 02**  
**Fax: 0 60 32/7 05-4 19**  
**E-Mail: thomas.braun@kerckhoff.mpg.de**

## Gelenkverschleiß: Wirkstoffe aus Potenzmitteln könnten Knorpelzellen stimulieren

■ Mediziner versuchen schon seit längerem, Knorpelzellen zu züchten. Professor Thomas Wirth und seine Mitarbeiter von der Universität Ulm haben diese Versuche jetzt vorangebracht. Sie wiesen bei genetisch veränderten Mäusen ein gesteigertes Knorpelwachstum nach. Der zugrunde liegende Mechanismus lässt sich möglicherweise durch Substanzen stimulieren, die auch als Potenzmittel eingesetzt werden. Dadurch könnte es gelingen, Knorpelzellen im Labor zu vermehren und sie in die Gelenke von Menschen mit Arthrose zu übertragen – chronischen Gelenkbeschwerden aufgrund von Knorpelschäden.

Die Wissenschaftler entdeckten die genetische Veränderung, die den Knorpel wachsen lässt, eher zufällig im Rahmen anderer Forschungsarbeiten: Einige Mäuse, mit denen sie experimentierten, hatten längere Zehen und Finger als normale Mäuse und wiesen auch in anderen Körperregionen verlängerte Knochen auf. Genauere Untersuchungen zeigten, dass sich in den so genannten Wachstumsfugen der Knochen dieser Tiere zu viel Knorpel bildet. Ursache ist eine Mutation des Genes, das die Bildung des Wachstumsfaktors CNP reguliert.

„Aufgrund der Mutation stellt der Organismus vermehrt CNP her“, so Professor Thomas Wirth, Leiter des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projektes. „CNP erhöht in Knorpel-

Vorläuferzellen die Konzentration des Botenstoffes cGMP. Der wiederum bewirkt, dass sich diese Zellen zu Knorpelzellen weiterentwickeln.“ Um Knorpelzellen außerhalb des Körpers zu züchten, wollen die Forscher nun versuchen, Vorläuferzellen, die sich zum Beispiel aus dem Knochenmark gewinnen lassen, mithilfe von cGMP zu stimulieren. Ein anderer Weg könnte darin bestehen, das Enzym zu hemmen, das cGMP in den Zellen abbaut und dadurch indirekt die Konzentration von cGMP zu erhöhen. Solche Enzymhemmer existieren bereits – die Wirkstoffe in den neueren Potenzmitteln zum Beispiel. Trotzdem ist es noch ein weiter Weg, bis Ärzte mit gezüchteten Knorpelzellen ihren Patienten helfen können. Professor Wirth: „Wir stehen noch ganz am Anfang. Bisher haben wir nur geklärt, warum die Mutation im CNP-Gen das Knorpelwachstum steigert. Ob es tatsächlich gelingt, auf dieser Basis effizient Knorpel zu züchten, müssen wir erst noch zeigen.“

■ **Ansprechpartner:**  
**Prof. Dr. Thomas Wirth**  
**Abteilung für Physiologische Chemie**  
**Universität Ulm**  
**Albert-Einstein-Allee 11**  
**89081 Ulm**  
**Tel.: 07 31/5 02-32 70**  
**Fax: 07 31/5 02-28 92**  
**E-Mail: thomas.wirth@uni-ulm.de**

---

## Vom Forschungsergebnis zur medizinischen Behandlung

Neue Leitlinien für die Therapie von Lungenentzündungen und Sepsis

■ Lungenentzündungen (Pneumonien) können künftig besser behandelt werden. Auf einem internationalen Symposium in Berlin wurde jetzt die neue deutsche Leitlinie zur Behandlung von Pneumonien diskutiert. Die Empfehlungen, die Ärzte und Patienten bei der Entscheidung über das richtige Behandlungsverfahren unterstützen, entsprechen höchsten methodischen Standards. Sie bauen auf Erfahrungen des vom

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in den letzten Jahren mit über sieben Millionen Euro geförderten Kompetenznetzes für ambulant erworbene Pneumonien (CAPNETZ) auf.

Das Kompetenznetz Sepsis (SepNet) hat zahlreiche Ergebnisse seiner vom BMBF geförderten Forschung in eine neue Leitlinie zur Behandlung der lebensbedroh-

lichen Blutvergiftung eingebracht. Im Rahmen der BMBF-Förderung führte das SepNet große klinische Studien zur Bewertung innovativer Ansätze in der Prävention, Diagnose und Therapie der Sepsis durch.

Die neuen Leitlinien zur Behandlung von Pneumonien und Sepsis zeigen, wie sich aus Gesundheitsforschung schnell und flächendeckend ein Nutzen für Patienten ergibt. Da die Behandlung stark von der individuellen ärztlichen Ausbildung und Erfahrung abhängt, bestehen hier große Unterschiede. Durch die Einführung von Leitlinien werden Patienten sicherer behandelt. Leitlinien sind systematisch entwickelte Darstellungen und Empfehlungen. Sie unterstützen Ärzte und Patienten dabei, unter spezifischen medizinischen Umständen

angemessene Maßnahmen der Krankenversorgung zu ergreifen und geben den aktuellen Stand des Wissens wieder. Während die insgesamt 17 Kompetenznetze in der Medizin grundlegende Ursachen von Krankheiten und deren Therapien erforschen, sind die medizinischen Fachgesellschaften für die Erarbeitung von Leitlinien verantwortlich.

Weitere Informationen zum Kompetenznetz für ambulant erworbene Pneumonie (CAPNETZ) unter [www.capnetz.de](http://www.capnetz.de), zum SepNet unter [www.kompetenznetz-sepsis.de](http://www.kompetenznetz-sepsis.de) und zur Leitlinien-Datenbank der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) unter <http://leitlinien.net>.

---

## Sepsis-Überlebende gründen Betroffeneninitiative

■ Etwa 150.000 Menschen in Deutschland erkranken jedes Jahr an einer Sepsis („Blutvergiftung“). Sie haben eine Überlebenschance von ungefähr 50 Prozent – beste medizinische Versorgung vorausgesetzt. 50 Überlebende der Krankheit wollen jetzt dafür sorgen, dass zukünftige Patienten bessere Chancen haben. Sie gründeten Ende 2005 in Jena eine Betroffeneninitiative. Die Mitglieder kämpfen für Fortschritte bei den Diagnose- und Therapiemöglichkeiten der Sepsis, für eine intensivere Ausbildung der Mediziner in Bezug auf das lebensbedrohliche Krankheitsbild und seine Folgen sowie für die bessere Aufklärung der Öffentlichkeit. In der so genannten Jenaer Deklaration wurden die Forderungen der Initiative zusammengefasst und Bundesgesundheitsministerin Ulla Schmidt übergeben.

Am Gründungsworkshop dieser weltweit ersten Betroffeneninitiative für das Krankheitsbild Sepsis nahm auch Professor Konrad Reinhart teil, Vorsitzender des Kompetenznetzes Sepsis (SepNet). Vor gut einem Jahr hatte

das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanzierte SepNet mit einer Studie Aufsehen erregt, in der die wirkliche Bedeutung des Krankheitsbildes Sepsis aufgezeigt wurde. Die Sepsis ist demnach in Deutschland die dritthäufigste Todesursache. Etwa 30 Prozent des Budgets für Intensivmedizin werden in die Behandlung der Sepsis investiert (s. auch Newsletter 17, Dezember 2004).

Professor Reinhart hat gleichzeitig den Vorsitz der Deutschen Sepsis-Gesellschaft e.V. (DSG) inne, die 2001 aus dem Kreis der Leiter des SepNet gegründet wurde. Die DSG arbeitet eng mit dem Kompetenznetz zusammen. Während das SepNet die Forschungsplattform für klinische Studien darstellt, ist die DSG für Öffentlichkeitsarbeit, Aufklärung sowie Fort- und Weiterbildung verantwortlich. Sie steht Laien und Selbsthilfegruppen beratend zur Verfügung.

Weitere Informationen zur Deutschen Sepsis-Gesellschaft unter [www.sepsis-gesellschaft.de](http://www.sepsis-gesellschaft.de).

## Was ist eigentlich ... ... die Blutgruppe?

■ Die Bedeutung der Blutgruppe zeigt sich, wenn man je einen Tropfen Blut zweier Menschen mischt: In etwa 70 Prozent der Fälle verklumpen die roten Blutkörperchen (Erythrozyten) und bilden kleine Flocken. Dasselbe passiert, wenn man einem Menschen Blut der falschen Blutgruppe überträgt. Die Folgen sind fatal: Die Blutflocken verstopfen die kleinen Blutgefäße, zusätzlich können die Erythrozyten zerfallen. Im schlimmsten Fall stirbt der Patient.

Die Blutgruppe wird durch charakteristische Eigenschaften der Erythrozyten bestimmt. Die wichtigste Rolle spielt das so genannte ABO-System (0 = Null). Der Einteilung nach diesem System liegt die variable Struktur zuckerhaltiger Fettmoleküle auf der Oberfläche der Erythrozyten zugrunde. Vier verschiedene Eigenschaften werden unterschieden: A, B sowie AB und 0. AB bedeutet, dass sowohl die Eigenschaft A als auch B vorliegen, 0 bedeutet, dass weder A noch B anzutreffen sind. Die Blutgruppen A und B vertragen sich nicht: Menschen mit Blutgruppe A weisen Antikörper gegen Blutgruppe B im Blut auf und umgekehrt. Menschen mit Blutgruppe 0 bilden sowohl Antikörper gegen A als auch B, Menschen mit Blutgruppe AB weder Antikörper gegen A noch gegen B – sie tolerieren also beide Eigenschaften. Die Reaktion zwischen den Antikörpern und den charakteristischen Molekülen an der Erythrozytenoberfläche ist dafür verantwortlich, dass die Erythrozyten verklumpen, wenn man verschiedene Blutgruppen mischt.

Neben dem ABO-System hat im medizinischen Alltag vor allem das so genannte Rhesus-System Bedeutung. Menschen, die „Rhesus-positiv“ sind, tragen ein

bestimmtes Merkmal an der Oberfläche ihrer Erythrozyten, den so genannten Rhesus-Faktor. Bei „Rhesus-negativen“ Menschen fehlt dieser Faktor. Anders als beim ABO-System bilden Rhesus-negative Personen nicht automatisch Antikörper gegen den Rhesusfaktor, sondern nur nach Kontakt mit Rhesus-positiven Erythrozyten. Das kann zum Beispiel während einer Schwangerschaft geschehen. Hier gelangen häufig geringe Mengen kindlichen Blutes in den Kreislauf der Mutter. Die Antikörper, die bei der Mutter daraufhin entstehen, können im Falle einer zweiten Schwangerschaft das Kind gefährden, sofern dieses Rhesus-positiv ist: Sie treten durch die Plazenta in den kindlichen Organismus und zerstören dessen Erythrozyten.

Dadurch wird das Kind schwer geschädigt und kann sogar sterben. Das erste Kind hat normalerweise nichts zu befürchten, weil die Antikörper sehr langsam produziert werden – die Schwangerschaft ist meistens schon beendet, wenn der Antikörperspiegel ein gefährliches Niveau erreicht. Ärzte können direkt nach der ersten Schwangerschaft die Antikörperbildung bei der Mutter mithilfe spezieller Medikamente verhindern. Dadurch lässt sich die Gefahr für das zweite Kind im Falle einer erneut ungünstigen Konstellation der Rhesus-Faktoren minimieren.

Zur Bluttransfusion darf nur Blut verwendet werden, das hinsichtlich der ABO-Blutgruppe und des Rhesusfaktors mit dem Blut des Empfängers kompatibel ist. Allerdings sind noch viel mehr variable Merkmale auf der Erythrozytenoberfläche bekannt – insgesamt über 400. Diese lösen jedoch in aller Regel keine schwere Unverträglichkeit aus.

---

## Impressum

### Herausgeber

Bundesministerium für Bildung  
und Forschung (BMBF)  
Referat Gesundheitsforschung  
Friedrichstraße 130b  
10117 Berlin  
[www.bmbf.de](http://www.bmbf.de)  
[www.gesundheitsforschung-bmbf.de](http://www.gesundheitsforschung-bmbf.de)

### Gestaltung

MasterMedia, Hamburg

### Druck

Dürmeyer – Digitale Medien und Druck,  
Hamburg

### Redaktion

Projekträger im DLR  
Gesundheitsforschung  
Dr. Martin Goller  
Dr. Rolf Geserick  
Dr. Brigitte Hirner  
Heinrich-Konen-Straße 1  
53227 Bonn  
Tel.: 02 28/38 21-2 69  
Fax: 02 28/38 21-2 57  
E-Mail: [martin.goller@dlr.de](mailto:martin.goller@dlr.de)

### MasterMedia

Dr. Michael Meyer  
Bodenschwinghstraße 17  
22337 Hamburg  
Tel.: 0 40/50 71 13-38  
Fax: 0 40/59 18 45  
E-Mail: [dr.meyer@mastermedia.de](mailto:dr.meyer@mastermedia.de)