

**UNIVERSITÄTS  
KLINIKUM** FREIBURG

Jahresbericht  
**Universitätsklinikum Freiburg**  
2014

\*\*\*

DER MENSCH

\*\*\*

# UNIVERSITÄTSKLINIKUM FREIBURG

## FALLZAHLEN

\*\*\*



**66.020**

stationäre Fälle

**794.536**

Ambulanz-Besuche



## BETTEN

\*\*\*

**1.525**

Planbetten



**377**

weitere Betten im  
Universitäts-Herzzentrum

## MITARBEITER

\*\*\*

mehr als

**10.600**

rund

**1.400**

Ärzte



rund

**2.900**

Pflegekräfte



## DURCHSCHNITTLICHE FALLSCHWERE (CASE-MIX-INDEX)

Die durchschnittliche Fallschwere 2014 beträgt 1,426.



## SUMME DER BEWERTUNGSRELATIONEN (CASE-MIX)

Der Case-Mix liegt bei 84.823 Punkten.



## EINGEWORBENE DRITTMITTEL

2014 wurden rund 71,4 Millionen Euro eingeworben.

# DER MENSCH

---

JAHRESBERICHT  
UNIVERSITÄTSKLINIKUM FREIBURG

\*\*\*

2014



[www.uniklinik-freiburg.de](http://www.uniklinik-freiburg.de) \*\*\* [facebook.de/uniklinikfreiburg](https://facebook.de/uniklinikfreiburg) \*\*\* [twitter.com/uniklinik\\_fr](https://twitter.com/uniklinik_fr)

# INHALT

## 1 VORWORT

Höhepunkte und Herausforderungen  
des vergangenen Jahres

*Seiten* 4-5

## 2 GEHIRN

Innovative Therapien und neue Ansätze  
der tiefen Hirnstimulation bei Depressionen;  
Behandlung und Forschung bei Schlaf-  
störungen und Autismus

*Seiten* 6-17

## 3 SCHÄDEL

Präoperative Planung, 3-D-Implant-Druck und  
intraoperative Navigation in der Mund-,  
Kiefer- und Gesichtschirurgie

*Seiten* 18-21

## 4 AUGEN

Moderne, schonende Transplantations-  
verfahren bei Hornhauterkrankungen

*Seiten* 22-27

## 5 HERZ

Neue Erkenntnisse zu den Auslösern  
von Herzinfarkten; minimalinvasive,  
herzchirurgische und kardiologische  
Eingriffe bei Mitralklappeninsuffizienz  
und Aortenklappenstenose; Entwicklung  
eines bioinspirierten Klebstoffs für  
Kinderherzen

*Seiten* 28-39

## 6 BLUT

Freiburger Forschung zum Liquid-Biopsy-  
Verfahren; Molekular Tumor Board als neue  
Institution zur Weiterentwicklung der  
personalisierten Medizin

*Seiten* 40-45

## 7 IMMUNSYSTEM

Immundefekte erkennen, verstehen und  
gezielt behandeln; der eindruckliche Fall  
einer Patientin mit lebensbedrohlicher  
Abwehrschwäche

*Seiten* 46-51

## 8 LUNGE

Neue Diagnosemethoden sowie innovative,  
minimalinvasive und gewebesparende  
Operationen bei Lungenkrebs

*Seiten* 52-57

## 9 BRUST

Ganzheitliche Behandlung von Brustkrebs  
unter Einsatz neuer Methoden wie der  
intraoperativen Strahlentherapie

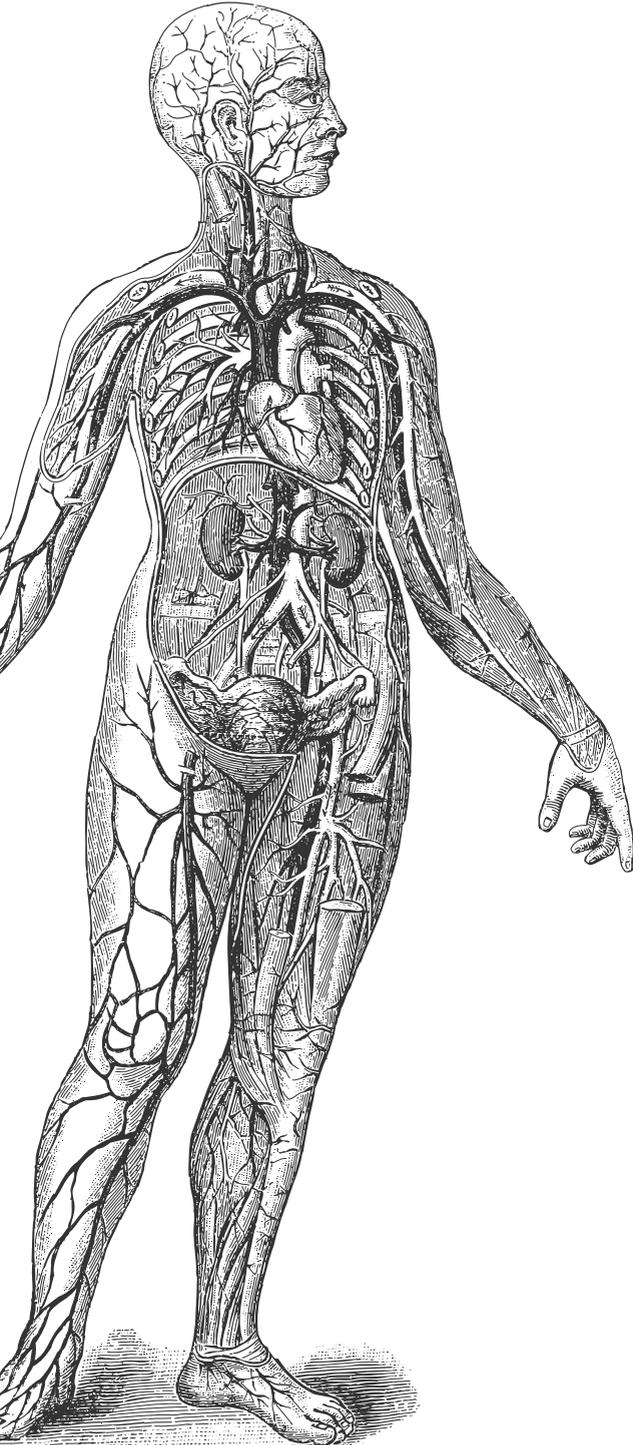
*Seiten* 58-63

## 10 LEBER

Hepatitis C besser verstehen und  
gezielt behandeln; Immuntherapie gegen  
Leberkrebs

*Seiten* 64-69





## 11 NIERE

Neuer Ansatz zur Therapie von Zystennieren

*Seiten* 70-75

## 12 DARM

Fächerübergreifende Behandlung von  
chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen

*Seiten* 76-79

## 13 HAUT

Forschungsansätze für Patienten mit  
seltener Schmetterlingshaut; innovative  
Salbe gegen Symptome des CHILD-Syndroms

*Seiten* 80-85

## 14 MUSKULATUR

Medikament behandelt erstmals genetische  
Ursache der Muskeldystrophie Duchenne;  
Therapieansätze bei Spinaler Muskelatrophie

*Seiten* 86-91

## 15 SKELETT

Operative Behandlung von Frakturen bei  
Osteoporose

*Seiten* 92-97

## 16 ZAHLEN UND FAKTEN

Das Jahr 2014 im Rückblick; Qualität und  
Zahlen; Einrichtungen des Universitäts-  
klinikums

*Seiten* 98-119

---

# WIR ÜBERWINDEN GRENZEN

---

2014 war für uns ein erfolgreiches Jahr, das mit einem schnellen und reibungslosen Wechsel im Vorstand begann. Seit Januar ist Bernd Sahner neuer Kaufmännischer Direktor – zunächst kommissarisch, seit September dann offiziell vom Aufsichtsrat berufen. In der Zusammenarbeit zwischen Klinikum und Fakultät geht Freiburg mit der erstmaligen Einrichtung eines hauptamtlichen Dekanats, das seit April 2014 Prof. Kerstin Krieglstein innehat, einen neuen Weg. Beide Einrichtungen teilen das Verständnis, dass sie nur gemeinsam die hiesige Hochschulmedizin voranbringen können. Gute Zusammenarbeit, und zwar über Fächer- und Professionsgrenzen hinweg, bildete in 2014 auch die Grundlage der Krankenversorgung, Forschung und Lehre. Dahinter stehen viele kluge Köpfe, die nach immer besseren Therapien für ihre Patienten streben. Sie wollen Krankheiten und Patienten in all ihren Ausprägungen verstehen, um eine wirklich personalisierte Medizin anbieten zu können. In welcher Breite das Universitätsklinikum Interdisziplinarität lebt, zeigt der vorliegende Jahresbericht. Von Kopf bis Fuß gibt er Einblicke in die Vielfalt der Freiburger Medizin und Forschung und unterstreicht, wie wichtig es ist, Erfahrung und Wissen zu teilen. Beispiele hierfür sind die 17 interdisziplinären Tumorboards des Tumorzentrums Freiburg – CCCF (siehe u. a. Seite 44 f.) ebenso wie das neu eingerichtete Entzündungsboard des Centrums für Chronische Immundefizienz (siehe Seite 48 ff.).

Grenzen werden täglich auch im Universitäts-Notfallzentrum (UNZ) überwunden, und das mit Erfolg: Fast 50.000 Notfallpatienten wurden hier im vergangenen Jahr behandelt. Sie erhalten Diagnose und Therapie aus einer Hand. Allerdings sind die damit verbundenen hohen Vorhaltekosten an Ärzten und Pflegepersonal kaum noch bezahlbar und durch die Hochschulpauschale ungenügend berücksichtigt. Diese finanzielle Unterdeckung der Universitätsmedizin ist auch bei „Seltene Erkrankungen“ (Extremkostenfälle) sowie in der Supermaximalversorgung von schwer erkrankten Patienten spürbar. Deshalb soll an dieser Stelle noch einmal betont werden, dass wir dringend eine kostendeckende Finanzierung benötigen und die Politik jetzt handeln muss und sich nicht hinter der Selbstverwaltung verstecken darf!

Erfreulich ist, dass aus unserem Masterplan Bau zunehmend sichtbare Projekte erwachsen: Ende 2014 wurde das Baufeld für das Interdisziplinäre Tumorzentrum geräumt und im Frühjahr 2015 der erste Spatenstich gesetzt. Der Bau des Zentrums für Translationale Zellforschung ist vorangeschritten und wird Ende 2015 die Forschung in Onkologie und Immunologie zusammenführen. Die Kinderklinik konnte im vergangenen Jahr den Architektenwettbewerb für den geplanten und dringend nötigen Neubau ausschreiben. Am Universitäts-Herzzentrum in Bad Krozingen fand nur ein Jahr nach Grundsteinlegung das Richtfest der neuen Chirurgie statt, die noch in 2015 eröffnet werden wird. Wir sind also auf Kurs und das belegen die Zahlen: 2014 haben wir mehr als 66.020 Patienten behandelt, 794.536 ambulante Besuche konnten wir verzeichnen. Wir haben mit Erfolg zahlreiche Initiativen gestartet, um Pflegepersonal zu gewinnen und so auch künftig eine sehr gute Krankenversorgung sicherzustellen. Zudem wurden wir erneut KTQ-zertifiziert. 2015 gilt es, unseren Weg weiterzugehen und unserem Leitspruch treu zu bleiben: Wir überwinden Grenzen.



Prof. Dr. Dr. h. c. J. Rüdiger Siewert  
*Leitender Ärztlicher Direktor*



Bernd Sahner  
*Kaufmännischer Direktor*



Prof. Dr. Dr. Rainer Schmelzeisen  
*Stellvertretender Leitender  
Ärztlicher Direktor*



Prof. Dr. Kerstin Kriegelstein  
*Dekanin der Medizinischen Fakultät*



Helmut Schiffer  
*Pflegedirektor*

---

# GEHIRN

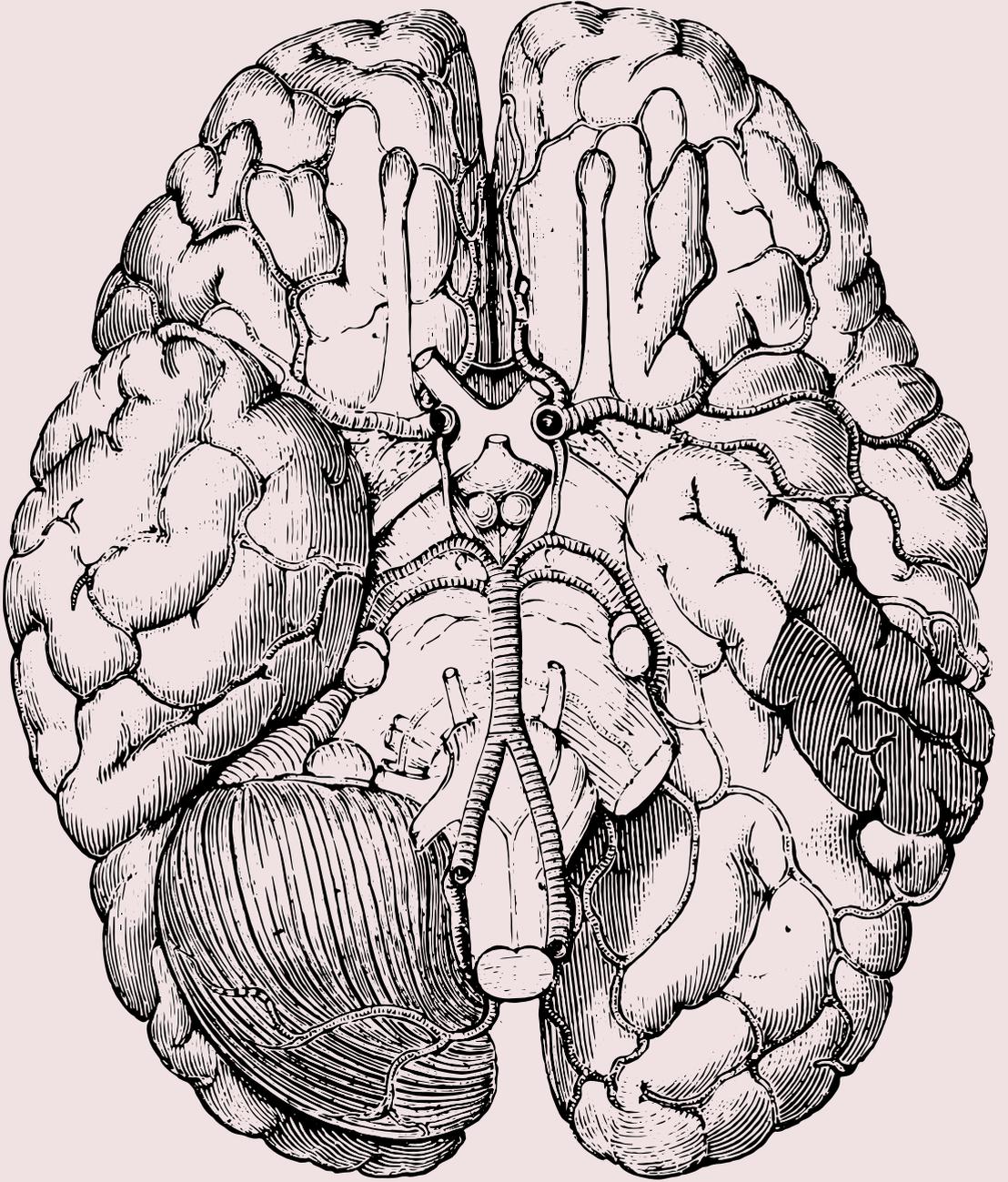
---

\* \* \*

Das Gehirn (lat. cerebrum) ist Teil des Zentralnervensystems. Es verarbeitet Sinneseindrücke, koordiniert fast alle lebenswichtigen Funktionen des Körpers, ermöglicht Menschen zu denken und Situationen emotional zu erleben. Mehr als 80 Milliarden Nervenzellen (Neuronen), die durch etwa 100 Billionen Synapsen miteinander verbunden sind, tauschen kontinuierlich Informationen aus (elektrische Impulse). Das Gehirn wird durch Schädelknochen geschützt und von Hirnhäuten umhüllt.

Vereinfacht wird das Gehirn in Großhirn, Kleinhirn, Zwischenhirn und Hirnstamm unterteilt. Das Großhirn verfügt über eine stark gefaltete, zwei bis vier Millimeter dicke Rinde (Kortex). Auf ihr befinden sich sensorische und motorische Felder sowie Felder für das Denken und Erinnern. Das Kleinhirn (Cerebellum) koordiniert Bewegung, Gleichgewicht und den Spracherwerb. Das Zwischenhirn (Diencephalon) steuert u. a. den Schlaf-Wach-Rhythmus sowie Schmerz- und Temperaturempfinden und verarbeitet Gefühle wie Freude oder Trauer. Der Hirnstamm (Truncus cerebri) leitet Informationen vom Rückenmark zum Großhirn und vom Großhirn zu den motorischen Nerven weiter, er steuert u. a. lebenswichtige Funktionen wie den Herzschlag und die Atmung.

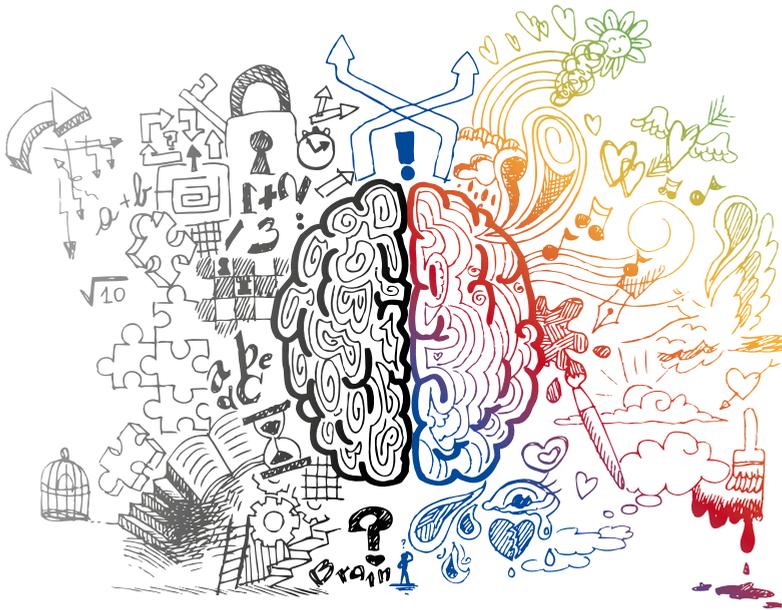
\* \* \*



## DEPRESSION

\* \* \*

Etwa zehn Prozent aller Frauen und fünf Prozent aller Männer entwickeln im Laufe ihres Lebens eine behandlungsbedürftige Depression (lat. deprimere, niederdrücken), sie gehört damit zu den häufigsten Erkrankungen. Die psychische Störung zeigt sich in verschiedenen Symptomen: Betroffene sind niedergeschlagen, antriebslos, können keine Freude und Hoffnung empfinden und fühlen sich innerlich leer. Hinzu kommen körperliche Beschwerden wie Schlafstörungen, Appetitlosigkeit und Schmerzen an unterschiedlichen Stellen des Körpers. Zehn bis 15 Prozent aller Patienten mit schweren depressiven Phasen begehen Suizid. Die Ursachen für depressive Störungen sind vielfältig und noch nicht bis ins Detail erforscht. Es spielen die genetische Veranlagung und neurobiologische Störungen eine Rolle. Auch Entwicklungs- und Persönlichkeitsfaktoren können dazu beitragen, beispielsweise Traumata wie sexueller Missbrauch, Vernachlässigung oder der Verlust eines Elternteils in der Kindheit.



## THERAPIEN

Die Behandlung der Depression basiert auf einer individuellen medikamentösen Therapie, bei der die Krankheitsperiode verkürzt und das Wiederauftreten verhindert werden soll, sowie auf störungsorientierten psychotherapeutischen Methoden. Speziell zur Behandlung von Depressionen entwickelte Psychotherapieverfahren betrachten die lebensgeschichtliche Entwicklung der Depression und ändern depressionsbegünstigende Beziehungs-, Denk- und Verhaltensmuster. Die Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie am Universitätsklinikum Freiburg nutzt für die Behandlung verschiedene evidenzbasierte Module, arbeitet schulübergreifend und entwickelt Methoden weiter.

### **INTERPERSONELLE THERAPIE (IPT)**

Bei akuten und wiederkehrenden Depressionen wendet Freiburg die IPT an – ein Kurzzeitverfahren, das davon ausgeht, dass sich Depressionen stets in einem psychosozialen und interpersonellen Kontext entwickeln. Belastende Lebensereignisse wie eine schwere Trennung oder schwierige Lebensumstände wie Mobbing am Arbeitsplatz können zu Depressionen beitragen. Umgekehrt führt die Depression zu interpersonellen Problemen. Die Therapie zielt darauf ab, diesen Kontext zu verstehen und zu verändern und so die Symptome zu lindern sowie einen Rückfall zu verhindern.

Die Methode wurde in den USA für ambulante Patienten entwickelt und ihre Wirkung ist empirisch sehr gut belegt. Freiburg hat das Verfahren für die stationäre Behandlung von Patienten weiterentwickelt und in ein umfassendes Programm eingebettet. Dieses beinhaltet Einzelsitzungen und verschiedene Gruppentherapien, beispielsweise das Training interpersoneller Fertigkeiten. Die IPT setzt direkt an den Lebensbezügen des Betroffenen an. Der Behandlungsfokus liegt dementsprechend auf dem zwischenmenschlichen Kontext (z. B. Partnerschaftskonflikte, Trauer oder Rollenwechsel), in dem sich die depressive Episode entwickelt hat. Die IPT beruht auf einem biopsychosozialen Modell, die Vorgehensweise ist schulenübergreifend.

### **COGNITIVE BEHAVIORAL ANALYSIS SYSTEM OF PSYCHOTHERAPY (CBASP)**

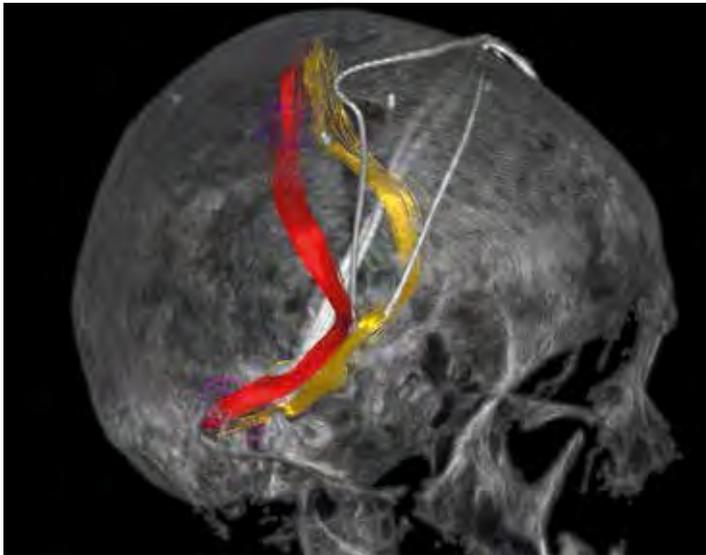
CBASP ist eine innovative Psychotherapie zur Behandlung chronischer Depressionen. Die Methode verbindet behaviorale, kognitive, psychodynamische und interpersonelle Strategien. Sie setzt beim präoperatorischen Denken (selbstzentriertes Denken in einer frühen Entwicklungsphase nach Piaget) der chronisch Depressiven an und bei deren häufig von der Umwelt entkoppelter Wahrnehmung (nach McCullough). Schwierige Prägungen durch missbräuchliche Bezugspersonen werden genau betrachtet, ebenso die Übertragung von schmerzhaften Beziehungserfahrungen auf jetzige Kontaktpersonen. Dann lernen die Patienten interpersonell zu differenzieren, zwischenmenschliche Beziehungen zu gestalten, empathisch zu sein. Ärzte, Pflegepersonal, aber auch Ergo- und Physiotherapeuten sind dafür geschult, dem Patienten dabei zu helfen. Die Patienten sollen die Konsequenzen ihres Handelns erkennen und erlernen, mit sozialen Problemen umzugehen und diese zu bewältigen. Das Besondere und Neue der Methode: Der Therapeut bringt sich persönlich ein, damit der Patient seine eigene destruktive Entwicklungsgeschichte erkennen und ändern kann. Es finden u. a. Achtsamkeits-, Kommunikations- und Beziehungsübungen statt, in denen der Patient auch lernt, mit kritischen Situationen umzugehen. Das Programm wurde im stationären Setting mit einer Pilotstudie evaluiert und zeigte gute Ergebnisse. In einer aktuellen multizentrischen Studie unter der Leitung des Freiburger Zentrums erwies sich der Ansatz einer supportiven Gesprächstherapie überlegen.

Die Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie behandelt zumeist zehn bis zwölf chronisch depressive, bisher therapieresistente Patienten nach der Methode. Außerdem wurde ein Kompetenznetz etabliert, um Methoden zur Behandlung chronischer und episodischer Depression, aber auch anderer psychischer Störungen weiterzugeben. Dafür wurden spezielle Webinare entwickelt, die deutschlandweit Psychiater und Psychotherapeuten für Patientengespräche schulen.

## TIEFE HIRNSTIMULATION BEI SCHWEREN DEPRESSIONEN

\* \* \*

Untersuchungen deuten darauf hin, dass Depressionen auf eine Dysregulation im Belohnungssystem (mesolimbisches System) zurückzuführen sind. Hierbei handelt es sich um ein System aus Nervenzellen, das den Neurotransmitter Dopamin als Botenstoff nutzt und eine wichtige Rolle bei der Entstehung positiver Gefühle spielt. Das Dopamin sorgt dafür, dass Menschen antizipieren, also aufgrund positiver Erlebnisse Erwartungen entwickeln. Menschen werden motiviert, etwas Bestimmtes zu tun, um sich damit zu belohnen. Bei depressiven Patienten ist die Funktion des Belohnungssystems gestört. Es zeigt eine geringere Aktivität von Dopamin. Bestimmte Medikamente (Antidepressiva) können die Dopamin-Ausschüttung erhöhen und so Symptome der Depression mindern, doch sprechen nicht alle Patienten darauf an. Die Erkenntnisse über die Rolle

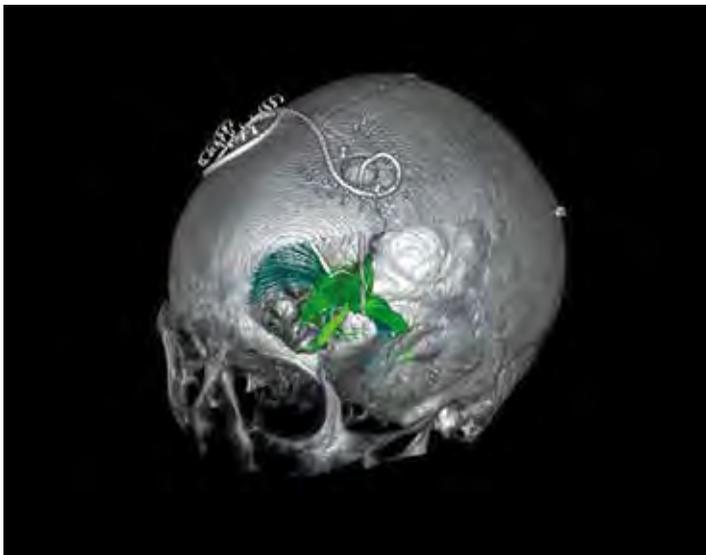


*Beidseitige tiefe Hirnstimulation der Tremorbündel (Dentato-Rubro-Thalamische Trakte; rechts rot und links gelb) bei einem Tremor-Patienten.*

des Belohnungssystems bei depressiven Patienten macht sich die Funktionelle Neurochirurgie zunutze. Seit einigen Jahren wird die tiefe Hirnstimulation angewandt, um chronisch depressive Patienten zu therapieren, die als nicht mehr therapierbar galten. In Frage kommt die Methode für etwa 20 Prozent der chronisch Depressiven.

Etabliert ist die tiefe Hirnstimulation bei der Behandlung von Parkinson-Erkrankungen, auch bei Tremor (sichtbar durch ein unwillkürliches Zittern) wurden Erfolge erzielt. Dafür wird der Kopf des Patienten in einem stereotaktischen Rahmen fixiert, an dem sich ein Zielbügel befindetet, der auf 1,5 Millimeter genau eingestellt werden kann. Der Patient ist während der Behandlung bei Bewusstsein, um den Erfolg der Behandlung prüfen zu können. Über ein kleines Loch in der Schädeldecke wird zunächst mit einer Testelektrode das genaue Zielgebiet geortet. Wenn dieses gefunden wurde und

der Patient auf den Stimulus (elektrischer Impuls) reagiert, wird die eigentliche Elektrode angebracht und verankert. Ein am Schlüsselbein unter die Haut implantiertes Steuerungselement sorgt für die Impulse. Wird dieses eingeschaltet, verschwindet zum Beispiel beim Tremor unmittelbar das Zittern. Forscher der Abteilung Stereotaktische und Funktionelle Neurochirurgie am Universitätsklinikum Freiburg haben eine Methode entwickelt, das zu aktivierende Nervenbündel im Vorfeld genau zu lokalisieren und so künftig Patienten einen Eingriff bei vollem Bewusstsein zu ersparen. Dafür wird das bildgebende Verfahren der Diffusionstensortraktografie genutzt. Mit Hilfe dieser Art der Magnetresonanztomografie kann das Diffusionsverhalten von Wassermolekülen im Gewebe dargestellt werden. Dieses ist bei Erkrankungen des Nervensystems verändert, sodass der genaue Zielort für eine Stimulation lokalisiert werden kann. Eine Freiburger Studie zeigte, dass mit der Methode in 98 Prozent der Fälle die Elektrode sofort richtig positioniert wurde. Eine weitere Studie wird aufgelegt.



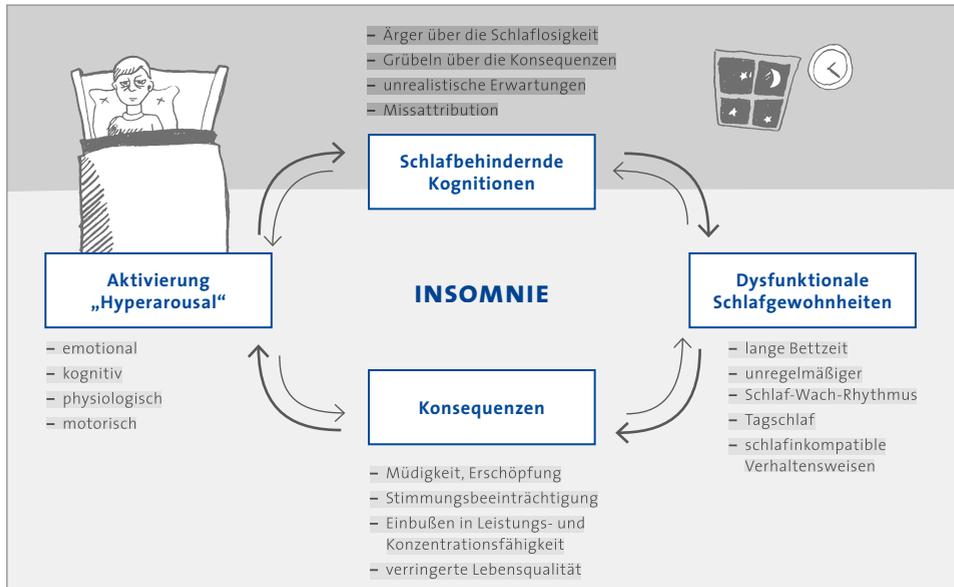
*Implantation bei einem schwerst depressiven Patienten (Elektroden in Weiß sichtbar). Das MFB (grün) wurde mit der Diffusionstensor-Bildgebung dargestellt.*

Tiefe Hirnstimulation bei chronischer Depression wird weltweit in verschiedenen Regionen des Gehirns getestet. In bisherigen Studien zeigte etwa die Hälfte der Patienten eine Besserung der Symptome. Ein Forscherteam aus Freiburg und Bonn konnte u. a. mit Hilfe der Diffusionstensortraktografie einen neuen Zielort für eine Stimulation bei Depressionen lokalisieren, das mediale Vorderhirnbündel (MFB). Dieser Bereich ist quasi die entscheidende Schnittstelle für das Belohnungszentrum. In einer Pilotstudie wurden acht therapieresistenten Patienten Elektroden im medialen Vorderhirnbündel implantiert. Sieben Patienten zeigten bereits nach einer Woche eine deutliche Verringerung der Symptome, vier zeigten keine Symptome mehr. Damit erreichte das Forscherteam eine Responderate von über 85 Prozent (gegenüber 50 bis 60 Prozent bei bisherigen Studien). In einer zweiten, nicht veröffentlichten placebokontrollierten Studie wurden bei 16 weiteren Patienten ähnliche Erfolge erzielt. Eine dritte Studie mit etwa 30 Patienten ist in Planung.

## SCHLAFSTÖRUNGEN

\* \* \*

Etwa ein Drittel des Lebens schläft der Mensch. Auch wenn der Schlaf und seine Funktion nicht vollständig erforscht sind, so gilt als gesichert, dass der Mensch den Schlaf braucht, um sich zu erholen, aber auch um Erlebtes und Gelerntes im Gedächtnis zu festigen. Übermäßig langer Schlafentzug kann zum Tode führen. Wie viel Schlaf der Einzelne braucht, ist unterschiedlich. Der eine Erwachsene benötigt nur fünf Stunden, der andere acht. Kinder schlafen deutlich länger. Wichtig ist die Regelmäßigkeit.



Quelle: Spiegelhalder, Backhaus, Riemann: Insomnie. Hogrefe, 2011 (modifiziert nach Morin, 1993)

Jeder schläft einmal schlecht. Etwa sechs bis acht Prozent der Bevölkerung sind chronisch davon betroffen (Dauer mehr als drei Monate). Hier spricht man von Insomnien, die sich durch Ein- und / oder Durchschlafstörungen, nichterholsamen Schlaf und / oder frühmorgendliches Erwachen auszeichnen. Betroffene sind tagsüber in ihrer Leistungsfähigkeit beeinträchtigt und fühlen sich nicht wohl. Die Schlafstörung bestimmt den Alltag; häufig denken sie bereits nachmittags darüber nach, am Abend schlafen zu müssen. Es handelt sich um eine fehlgeleitete Konditionierung, bei der genetische, familiäre und stressbedingte Faktoren eine Rolle spielen, die sich im chronischen Verlauf verselbstständigen. Also: Der Stress geht, die Schlafstörung bleibt. Durch den Schlafmangel und den damit verbundenen Stress steigt beispielsweise das Risiko einer Herz-Kreislauf-Erkrankung. Insomnien gehen oft mit psychischen Erkrankungen wie Depressionen oder posttraumatischen Belastungsstörungen einher. Sie können aber auch einen Risikofaktor darstellen, an einer Depression zu erkranken. Patienten mit einer Insomnie haben im Vergleich zu gesunden Menschen ein zweimal so hohes Risiko, depressive Symptome zu entwickeln. Vor diesem Hintergrund ist eine frühzeitige Behandlung einer Schlafstörung eine wichtige Präventionsmaßnahme.

## DIAGNOSE

Wesentlich sind eine somatische (körperliche), psychiatrische Anamnese und eine genaue Betrachtung der Vorgeschichte sowie der Ausprägungen der insomnischen Symptome. Die Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie berücksichtigt dabei u. a. auch familiäre Häufungen. In Schlaf-tagebüchern hält der Betroffene zwei Wochen lang seine Bett- und Schlafzeiten fest sowie sein weiteres schlafbezogenes Verhalten (Einnahme von Medikamenten, Alkohol etc.). Bisher werden diese Tagebücher in Papierform geführt, künftig könnten Apps die Einstellung erleichtern. In der Fachwelt kontrovers diskutiert wird der Einsatz der Polysomographie. Dabei werden in einem Schlaflabor unterschiedliche physiologische Funktionen gemessen und ein Schlafprofil wird erstellt. Bisher zeigt sich zwischen den subjektiv erhobenen Daten (Anamnese, Schlaf-tagebuch) und den objektiven Daten der Polysomographie eine Diskrepanz. Letztere zeigt oftmals eine geringere physiologische Beeinträchtigung des Patienten als in den Schlaf-tagebüchern dokumentiert. Interessant wäre der Einbezug der objektiven Daten vor allem bei der Entscheidung, ob eine pharmakologische oder eine verhaltenstherapeutische Strategie angewandt wird. Patienten ohne erkennbare objektive Beeinträchtigungen sollten demnach auf keinen Fall medikamentös behandelt werden. Entsprechende klinische Studien stehen noch aus.

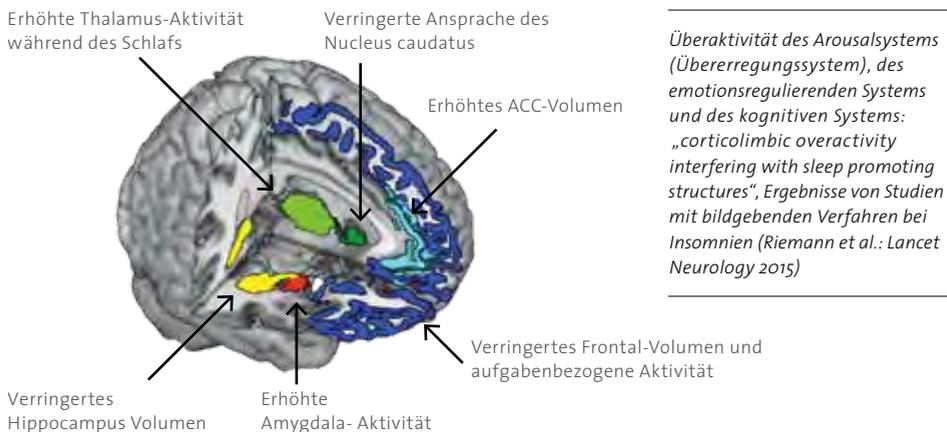
## THERAPIE

Etwa zehn Prozent aller Patienten mit chronischen Schlafstörungen nehmen täglich verschreibungspflichtige Medikamente ein. Diese sind mit Nebenwirkungen wie einer reduzierten Aufmerksamkeit verbunden. Das Gehirn entwickelt zudem eine Toleranz, was zu höheren Dosen, einer Dauersedierung und einer Abhängigkeit führen kann. Die Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie wendet deshalb bei chronischen Schlafstörungen wenn, dann nur kurzzeitig Medikamente an. Untersuchungen haben gezeigt, dass eine kognitive Verhaltenstherapie zu einer Verbesserung der Schlafkontinuität führt. Die Behandlung geht davon aus, dass einer Schlafstörung verschiedene Ursachen zugrunde liegen und diverse Faktoren diese aufrechterhalten.

Die Therapie besteht aus mehreren Elementen, die je nach Patient miteinander kombiniert werden. Zunächst werden die Patienten über die Themen Schlaf und Schlafstörungen sowie über aktuelle Forschungsergebnisse informiert, dabei müssen die Mediziner oftmals unrealistischen Vorstellungen und Erwartungen zum Beispiel zur Menge des benötigten Schlafs begegnen. Aus diesen falschen Annahmen entstehen oft die Angst, zu wenig Schlaf zu bekommen, und eine Fixierung auf die Schlafstörung. Schlafhygienische Maßnahmen sollen ungünstige Gewohnheiten beseitigen. Beispielsweise schauen Insomnie-Patienten nachts oft auf die Uhr, um zu sehen wie lange sie bereits wachliegen oder wie lange sie noch schlafen können. Das führt zu einer Übererregung, die ein Einschlafen verhindert. Auch einfache Regeln müssen konsequent beachtet werden, wie keinen Kaffee nach dem Mittag zu trinken, tagsüber nicht zu schlafen, abends auf Alkohol zu verzichten. Die Stimulustherapie leitet Patienten an, dass das Bett – abgesehen von sexuellen Aktivitäten – nur zum Schlafen da ist. Bei längeren Wachphasen sollen sie aufstehen, in ein anderes Zimmer gehen und dort etwas Schlafförderliches tun. Morgens sollten Patienten immer zur gleichen Zeit aufstehen, egal, wie lang der Nachtschlaf war. Das Konzept der Schlafrestriktion geht davon aus, dass Patienten zu viel Zeit wach im Bett verbringen, was zu einem unregelmäßigen Schlaf-Wach-Rhythmus führt.

Deshalb wird die Schlafzeit mindestens zwei Wochen lang verkürzt (allerdings nicht unter fünf Stunden). Diese Methode hat sich als sehr effektiv erwiesen, hat aber Nebenwirkungen wie Tagesmüdigkeit, Kopfschmerzen und Energielosigkeit, was zu hohen Abbruchraten führt.

Insomnie wird begleitet von einer körperlichen Übererregung (erhöhte Pulsfrequenz, Herzrasen, innere Unruhe). Entspannungsverfahren zielen darauf, diese Übererregung zu reduzieren. Dazu gehören die progressive Muskelentspannung und das autogene Training, wobei sich die Muskelentspannung als wirkungsvollere Methode erwiesen hat. Zu den kognitiven Entspannungsverfahren zählt das Ruhebild – gern in Kombination mit der Muskelentspannung –, bei dem die Vorstellung beruhigender Bilder geübt wird. Damit soll dem zwanghaften Grübeln entgegen gewirkt werden. Kognitive Verfahren verringern negative Gedanken, die den Schlaf verhindern. Dafür wird beispielsweise der Grübelstuhl eingesetzt. Auf diesen Stuhl (außerhalb des Schlafzimmers) setzt sich der Patient, geht wichtige Termine oder Gedanken durch und schreibt diese auf. So können sie nicht vergessen werden, und der Patient muss sie im Bett nicht noch einmal aufarbeiten. Seit einigen Jahren wird auch zunehmend das Konzept der Achtsamkeit angewandt, bei dem sich der Patient ohne wertende Haltung auf den Augenblick konzentriert und diesen bewusst wahrnimmt. Diese Methode in Kombination mit der Stimuluskontrolle reduziert die Übererregung besonders wirksam. Die beschriebenen Methoden sind für viele Insomnie-Patienten nicht oder nur unzureichend verfügbar. Bisher bekommt gerade einmal ein Prozent der Betroffenen eine entsprechende Therapie. Umso wichtiger ist es, internetbasierte Therapien anzubieten. Verfügbar ist beispielsweise die englischsprachige Seite [www.sleepio.com](http://www.sleepio.com).



## FORSCHUNG

In Freiburg werden die psychologischen und neurobiologischen Auswirkungen von Schlafstörungen sowie der Zusammenhang zwischen anderen psychischen Erkrankungen und Schlaf erforscht. Die Mediziner wollen chronische Schlafstörungen besser verstehen und so zielgerichtet neue Behandlungswege entwickeln. Genutzt werden dafür die Polysomnographie, neuropsychologische, endokrinologische und bildgebende Methoden. Die aktuelle Forschungsarbeit ist unter [www.uniklinik-freiburg.de/psych](http://www.uniklinik-freiburg.de/psych) dokumentiert.

## AUTISMUS

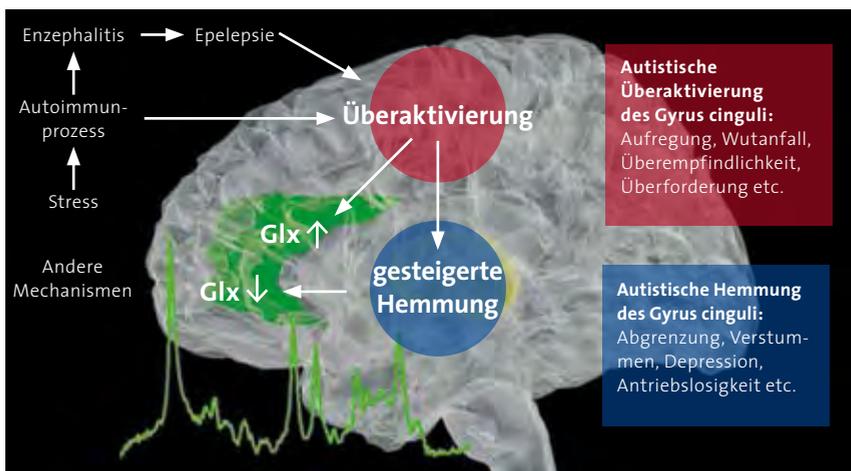
\* \* \*

Die so genannten Autismus-Spektrum-Störungen (ASS) haben keine einheitliche Ursache. Viele autistische Syndrome sind genetisch bedingt. Autismus kann aber auch durch Krankheiten wie eine Hirnentzündung (Enzephalitis) entstehen. Die Symptomatik zeigt sich regelhaft in der ersten Lebensdekade. Der Begriff Autismus ist als Sammelbegriff zu verstehen, der u. a. den frühkindlichen Autismus, den hochfunktionalen Autismus und das Asperger-Syndrom beinhaltet. Die Symptome sind vielfältig und unterscheiden sich in ihrer Ausprägung. Sie reichen von einer leichten Verhaltensauffälligkeit bis zur schweren geistigen Behinderung. Die Patienten sind in ihrem Sozialverhalten beeinträchtigt, haben Schwierigkeiten, mit anderen Menschen zu kommunizieren, Gesagtes, Mimik und Körpersprache zu deuten. Sprache wird wörtlich verstanden, was wiederum zu Problemen im Umgang mit anderen führt. Autisten beantworten Fragen meist sehr direkt, offen und ehrlich, sind also oft nicht in der Lage, situationsbedingt Notlügen zu erfinden, um beispielsweise den anderen nicht zu verletzen. Ihnen fällt es schwer, Gefühlslagen oder stille Absichten anderer Menschen zu erkennen (verminderte „kognitive Empathie“). Das bedeutet aber nicht, dass autistische Menschen kein Mitleid empfinden. Sie sind sehr reizempfindlich. Auf Änderungen in ihrer Umgebung wie umgestellte Möbel oder einen plötzlichen Ortswechsel reagieren sie unruhig, manchmal auch panisch. Teilweise begegnen Autisten diesen Stresssituationen mit stereotypischen Bewegungen wie dem Schaukeln des Oberkörpers. Vermutlich dienen diese Handlungen dazu, sich zu beruhigen. Nicht selten wird das Schaukeln Kindern bereits früh abtrainiert, weil Eltern befürchten, diese Verhaltensweisen könnten ihre Kinder sozial stigmatisieren. Gelegentlich treten später vor allem bei Mädchen und Frauen an deren Stelle andere Verhaltensweisen zur Beruhigung wie Selbstverletzungen.

Frühkindlicher Autismus zeigt sich vor dem 3. Lebensjahr und geht meist mit einer verzögerten Sprachentwicklung, mit motorischen Schwierigkeiten und nicht selten mit einem niedrigeren geistigen Leistungsvermögen einher. Beim hochfunktionalen Autismus verfügen die Betroffenen über Sprache und eine normale, nicht selten auch überdurchschnittliche Intelligenz zumindest im technisch-instrumentellen Bereich. Dennoch fehlt diesen Menschen meist die Fähigkeit, Freundschaften und informelle Kontakte zu knüpfen, sie sind – beispielsweise in der Schule, an der Universität oder im Berufsleben – oft Außenseiter. Zu viele Sinneswahrnehmungen überfordern sie, was weitere Konflikte mit der Umwelt zur Folge haben kann. Trotz oder gerade wegen ihrer Schwierigkeiten, Emotionen ihrer Mitmenschen richtig zu deuten, sind Personen mit hochfunktionalem Autismus und Asperger-Syndrom meist darauf bedacht, möglichst wenig aufzufallen. Sie versuchen die Emotionen und Intentionen, die sie in den Gesichtern und am Verhalten der anderen nicht spontan „lesen“ können, logisch-analytisch zu erschließen, was nicht selten zu Überforderung und Erschöpfung führt. Idealerweise sollten ASS in der Kindheit erkannt und behandelt werden, weil die Diagnose für eine angemessene Identitätsentwicklung meist hilfreich ist. Im Erwachsenenalter ist eine Diagnose schwieriger, da Auskünfte durch Dritte, vor allem durch die Eltern, oft nur schwer zu organisieren sind. Nicht selten wird eine Diagnose erst erkannt, wenn Erwachsene mit Folgeerkrankungen wie Depression, Angsterkrankungen, Borderline-Persönlichkeitsstörungen oder Essstörungen bei einem Arzt vorstellig werden. Etwa ein bis zwei Prozent der Menschen haben das Asperger-Syndrom oder einen hochfunktionalen Autismus.

## THERAPIE

In Freiburg wurde für die Behandlung erwachsener Menschen mit hochfunktionalem Autismus das FASTER-Therapieprogramm entwickelt (Freiburger Autismus Spezifisches Therapieprogramm für ERwachsene). Es umfasst verschiedene Elemente (Psychoedukation, Emotionsregulationsübungen, Achtsamkeitsübungen, Training sozialer Kommunikationssituationen) und geht über einen Zeitraum von mindestens drei Monaten. Die Edukation zielt darauf ab, Betroffene und Umwelt optimal auf die autistischen Besonderheiten einzustellen. Im Berufsleben sollten Kollegen und vor allem der Chef informiert sein, um Besonderheiten des Verhaltens richtig einordnen zu können. Es ist beispielsweise wichtig, die hohe Reizempfindlichkeit, die ein Arbeiten in einem Großraumbüro unmöglich macht, zu erkennen und adäquat darauf zu reagieren. Auch die Kommunikationsstörungen, die immer wieder zu Konflikten führen, werden in der Gruppentherapie intensiv thematisiert. Im Austausch untereinander wird der Umgang mit typischen Situationen, die Stress verursachen, gelernt. Gemeinsam werden Möglichkeiten gesucht, die Anspannung zu regulieren. Zudem erarbeiten die Betroffenen mit ihren Therapeuten Umgehungsstrategien. Es folgen Übungen zur Affektregulation. Das heißt, die Betroffenen werden mit unangenehmen Erfahrungen konfrontiert und lernen die dadurch ausgelösten negativen Emotionen zu regulieren. Das Vertiefungsmodell beinhaltet Rollenspiele, die gefilmt und besprochen werden.



*Forscher des Universitätsklinikums Freiburg zeigen mit Hilfe von Magnetresonanztomographie (MRS) die Auswirkungen einer verringerten Konzentration der Glutamat-Signale im Gyrus cinguli bei hochfunktionalem Autismus auf die Affektregulation.*

## FORSCHUNG

Es sind immer noch viele Fragen zu den Ursachen des Autismus offen. Die Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie hat gemeinsam mit der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie im Kindes- und Jugendalter zahlreiche Forschungsprojekte zur Neurobiologie, Neuropsychologie, Psychometrie, Neurophysiologie, Psychophysik, Bildgebung und Genetik von Autismus-Spektrum-Störungen gestartet. Ziel ist es, die Störung besser zu verstehen, zu diagnostizieren und die Erkenntnisse in neue Behandlungsansätze einzubinden. Freiburger Forscher fanden mittels Magnetresonanztomographie (MRS) heraus,

dass bei Personen mit hochfunktionalem Autismus die Konzentration der Glutamat-Signale im Gyrus cinguli verringert ist. Der Gyrus cinguli beeinflusst als Teil des limbischen Systems die Aufmerksamkeit und die Affektregulation. Dabei korreliert in der Studie die Intensität des Glutamat-Signals mit dem Vorhandensein kommunikativer Defizite. Dieses Ergebnis unterstützt die Hypothese, dass bei Autisten ein Ungleichgewicht exzitatorischer (erregender) und inhibitorischer (hemmender) Botenstoffen besteht. Denn vor dem Hintergrund genetischer Vorbelastung führen beispielsweise unbekannte Abläufe, Stress, autoimmune oder enzephalitische (entzündliche) Prozesse zu einer Überaktivierung des Gyrus cinguli. Dies geht einher mit autistischen Symptomen wie Unruhe, Wut und Reizempfindlichkeit. Die Überaktivierung stößt im Sinne einer Autoregulation inhibitorische neuronale Prozesse an und verursacht so eine Hemmung des Gyrus cinguli. Das zeigt sich in autistischen Symptomen wie Rückzug und Reizabschirmung, Kommunikationsdefiziten, Depression, Antriebslosigkeit. Die durch die MRS gewonnenen Erkenntnisse verdeutlichen den Nutzen der Methode bei der künftigen Betrachtung neurochemischer Prozesse nicht nur bei Autismus, sondern auch bei anderen neuropsychiatrischen Krankheiten.

---

#### **Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie**

*Gehört zu den besten Kliniken deutschlandweit, u. a. in der Behandlung von Depression, Angst, Zwang und Alzheimer.*

- 37 Ärzte und 12 Psychologen
- 111 Pflegekräfte
- Rund 1.000 Patienten werden stationär behandelt, rund 5.000 ambulant
- 70 Prozent der überwiegend chronisch depressiven und bislang therapieresistenten Patienten verlassen remittiert die Klinik.

Hauptstraße 5, 79104 Freiburg, Telefon: +49 761 270-65010,  
[www.uniklinik-freiburg.de/psych](http://www.uniklinik-freiburg.de/psych)




---

#### **Abteilung Stereotaktische und Funktionelle Neurochirurgie Klinik für Neurochirurgie, Neurozentrum**

- 5 Ärzte
- 26 Pflegekräfte und Hilfspersonal in Voll- und Teilzeit
- 40 bis 50 tiefe Hirnstimulationen im Jahr
- 24 tiefe Hirnstimulationen bei schwer depressiven Patienten von etwa 300 potenziellen Patienten weltweit

Breisacher Straße 64, 79106 Freiburg, Telefon: +49 761 270-50630,  
[stereotaxie@uniklinik-freiburg.de](mailto:stereotaxie@uniklinik-freiburg.de)  
[www.uniklinik-freiburg.de/stereotaxie](http://www.uniklinik-freiburg.de/stereotaxie)




---

#### **Zentrum für Schlafmedizin**

*Fächerübergreifende Behandlung durch Experten im Bereich Pneumologie, Psychiatrie, HNO und Kinder- und Jugendmedizin.*

[www.uniklinik-freiburg.de/schlafzentrum](http://www.uniklinik-freiburg.de/schlafzentrum)



---

# SCHÄDEL

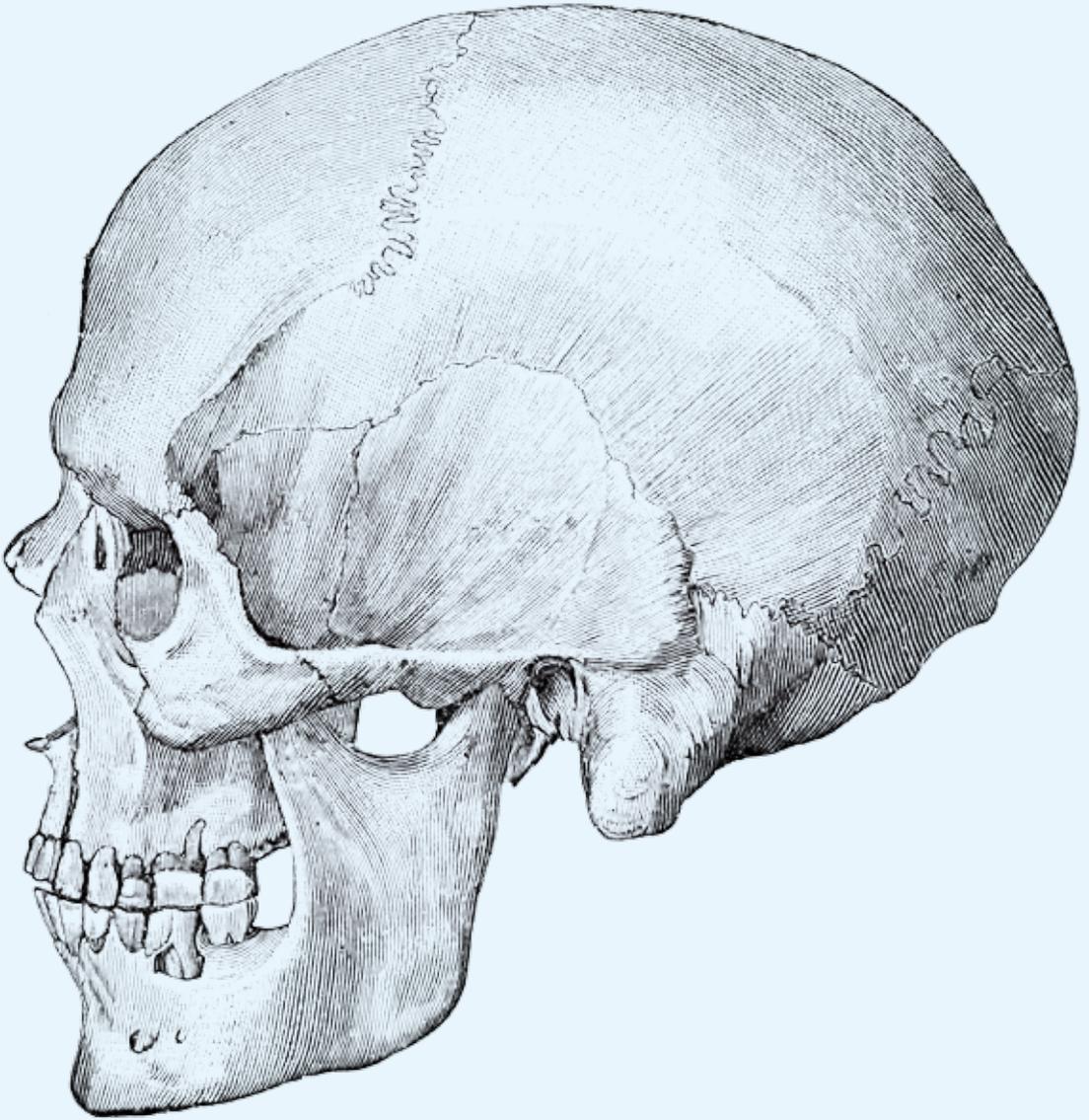
---

\* \* \*

Der menschliche Schädel besteht aus 22 unregelmäßig geformten Einzelknochen, die durch Knochennähte miteinander verbunden sind. In einigen Darstellungen werden 30 Knochen genannt und beispielsweise Zungenbein (*Os hyoideum*) sowie Gehörknöchelchen (*Ossicula auditus*) mitgezählt. Einziger beweglicher Schädelknochen ist der Unterkiefer (*Mandibula*). Der Schädel wird in Gehirn- und Gesichtsschädel unterteilt. Der Gehirnschädel (*Neurocranium*) besteht aus Schädelbasis sowie Schädeldach und umhüllt das Gehirn. Er ist über Kopfgelenke mit der Halswirbelsäule verbunden. Die Knochen des Gesichtsschädels (*Viscerocranium*) formen u. a. die Augen-, Mund- und Nasenhöhlen.

In der Kulturgeschichte findet sich der Schädel als Symbol wieder. Er steht für die Vergänglichkeit des Lebens. Besonders eindrücklich zeigt sich diese Symbolik auf den Totentanzbildern des ausgehenden Mittelalters und den zumeist barocken Vanitas-Stillleben.

\* \* \*

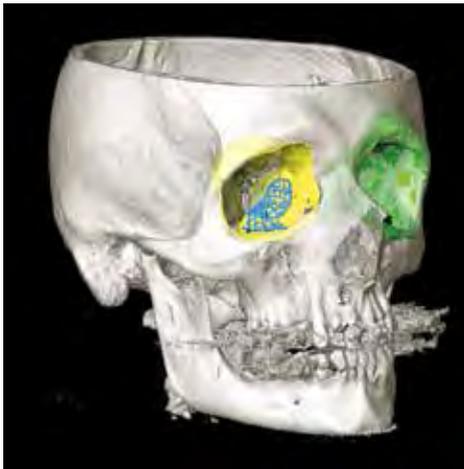


## AUGENHÖHLEN-CHIRURGIE UND KIEFERVERLAGERENDE OPERATIONEN

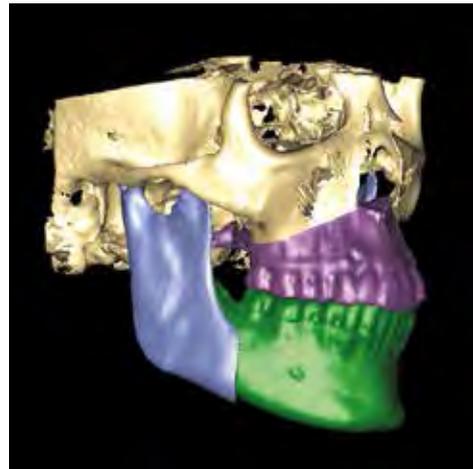
\* \* \*

Ein schwerer Unfall, selten auch Tumore des Oberkiefers oder angeborene Fehlstellungen der Knochen können zu einer Deformation des knöchernen Mittelgesichtes und der Augenhöhle (Orbita) führen. Oft sind es Fehlbildungen, ältere oder bereits vorbehandelte Verletzungen, mit denen Patienten in der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie (MKG) vorstellig werden. Ist die Augenhöhle betroffen, fehlt häufig die knöcherne Abgrenzung zwischen Auge und Kiefer- bzw. Nasenhöhle, das Auge liegt weiter zurück und steht tiefer als auf der gesunden Seite. Eine Rekonstruktion der Augenhöhle ist oft unumgänglich, da die Patienten auch unter Doppelbildersehen leiden. Im Orbita-Zentrum erhalten Patienten eine fächerübergreifende Behandlung, an der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen sowie Augenärzte beteiligt sind. Zusätzlich werden Neurochirurgen und HNO-Ärzte eingebunden. Angeborene Kieferfehlstellungen können heute schonend (endoskopgestützt, Verwendung von Piezo-Instrumenten für Knochenschnitte) und computergestützt operiert werden. Bei allen Verfahren können Narben im sichtbaren Bereich vermieden werden.

### PRÄOPERATIVE PLANUNG



*3-D-Rekonstruktion des Schädels mit präoperativer Planung, Spiegelung der unverletzten (grün) auf die verletzte (gelb) Seite, virtuelles Orbita-Implantat (blau).*



*3-D-Operationsplanung für Kieferverlagerungen, der Oberkiefer (violett) und der Unterkiefer (grün) werden in eine neue Position gebracht.*

Noch vor einigen Jahren waren Röntgenbilder die alleinige Planungsgrundlage. Heute stehen hochauflösende und strahlungsärmere digitale Volumentomographien (DVT), moderne Navigationstechniken und die intraoperative 3-D-Bildgebung zur Verfügung. Aus 2-D-Schnittbildern werden computergestützt 3-D-Ansichten des Schädels sowie – zum Beispiel durch Spiegelung der unverletzten Augenhöhle – ein Idealbild generiert. Virtuell lässt sich daraufhin die Differenz zwischen Soll- und Ist-Bild mit einem exakten Orbita-Implantat ausgleichen. Die Freiburger haben ein Standardimplantat entwickelt, das für einen Großteil der Verletzungen und Wiederherstellungen einsetzbar ist.

### 3-D-IMPLANTAT-DRUCK

Für eine formgenauere Rekonstruktion der Augenhöhle und speziell des Orbita-Bodens haben sich Implantate aus Titan durchgesetzt. Diese sind als anatomisch vorgeformte Implantate vorrätig oder werden vor dem operativen Eingriff auf Basis der computergestützten Daten mit speziellen 3-D-Druckern hergestellt. Bei Knochenverlagerungen des Ober- oder Unterkiefers werden vor dem Eingriff exakte Osteosynthese-Platten angefertigt, die das Operationsergebnis vorgeben: Passen die Platten an den operierten Bereich, ist der Kiefer in seiner idealen Position. Die Zähne sind dann in der gewünschten Stellung und die Weichgewebe in der vorgeplanten Projektion. In Zukunft könnten Titanimplantate eventuell durch ein biologisches Konstrukt abgelöst werden. Freiburger Wissenschaftler der Klinik für Plastische und Handchirurgie sowie des Institutes für Mikrosystemtechnik – IMTEK – haben mit der Entwicklung eines Druckverfahrens begonnen, das aus Zellen von Knochen und Blutgefäßen funktionsfähige Knochen erzeugt. Mit einem Einsatz des 3-D-Zelldruckers rechnen sie in fünf bis sieben Jahren. Parallel wird an der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie die Nutzung von Stammzellen erforscht, die den Vorteil hätten, mitzuwachsen und sich anzupassen. Weitere Verfahren sind in der Erprobung.

### INTRAOPERATIVE NAVIGATION / INTRAOPERATIVE 3-D-BILDGEBUNG

Ein kleiner Schnitt unter dem Augenlid genügt, um Endoskop, Kamera sowie im Laufe des Eingriffes das vorgeformte Implantat einzuführen und das Operationsfeld während der Operation auf einem Großmonitor zu übertragen. Die Freiburger Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie setzt intraoperative Navigationsgeräte ein, um das rekonstruierte Idealbild und die während des Eingriffes erhobenen Daten abzugleichen. Die dreidimensionalen Bilder werden übereinandergelegt, sodass der Chirurg das Ergebnis unmittelbar beurteilen und qualitativ kontrollieren kann. Für den Patienten bedeutet diese Methode mehr Sicherheit, da das Resultat präzise und vorher-sagbar ist. Eine weitere Operation zur Korrektur ist in der Regel nicht mehr nötig. Eingesetzt wird dieses Verfahren nicht nur in der Augenhöhlenrekonstruktion. Auch andere Eingriffe der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie wie die Kieferverlagerung erfolgen computerassistent und mittels präformierter Implantate. Kieferverlagerungen werden minimalinvasiv und endoskopgestützt durchgeführt, (schwingungs)unterstützte Knochensägen verringern oder trennen Knochenanteile sehr sicher und reduzieren das Risiko für mögliche Nervverletzungen.

#### **Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie**

*Ausstattung mit vier Operationssälen, die weltweit zu den modernsten ihrer Art gehören.*

**Leistungen:** Traumatologie, wiederherstellende Chirurgie – Augenhöhlen-Chirurgie  
 – Behandlung von Neoplasien im Kopf-Hals-Bereich – ästhetisch-plastische Chirurgie  
 – dentoalveoläre Chirurgie mit Knochenaufbau und Implantologie – Gesichtsfehl-  
 bildungen / Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalt-Chirurgie – Korrekturen von Kieferfehlstellungen  
 – Behandlung und Prävention von Kiefernekrosen – Speicheldrüsenchirurgie

Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg, Telefon: +49 761 270-49400,  
[www.uniklinik-freiburg.de/mkg](http://www.uniklinik-freiburg.de/mkg)



---

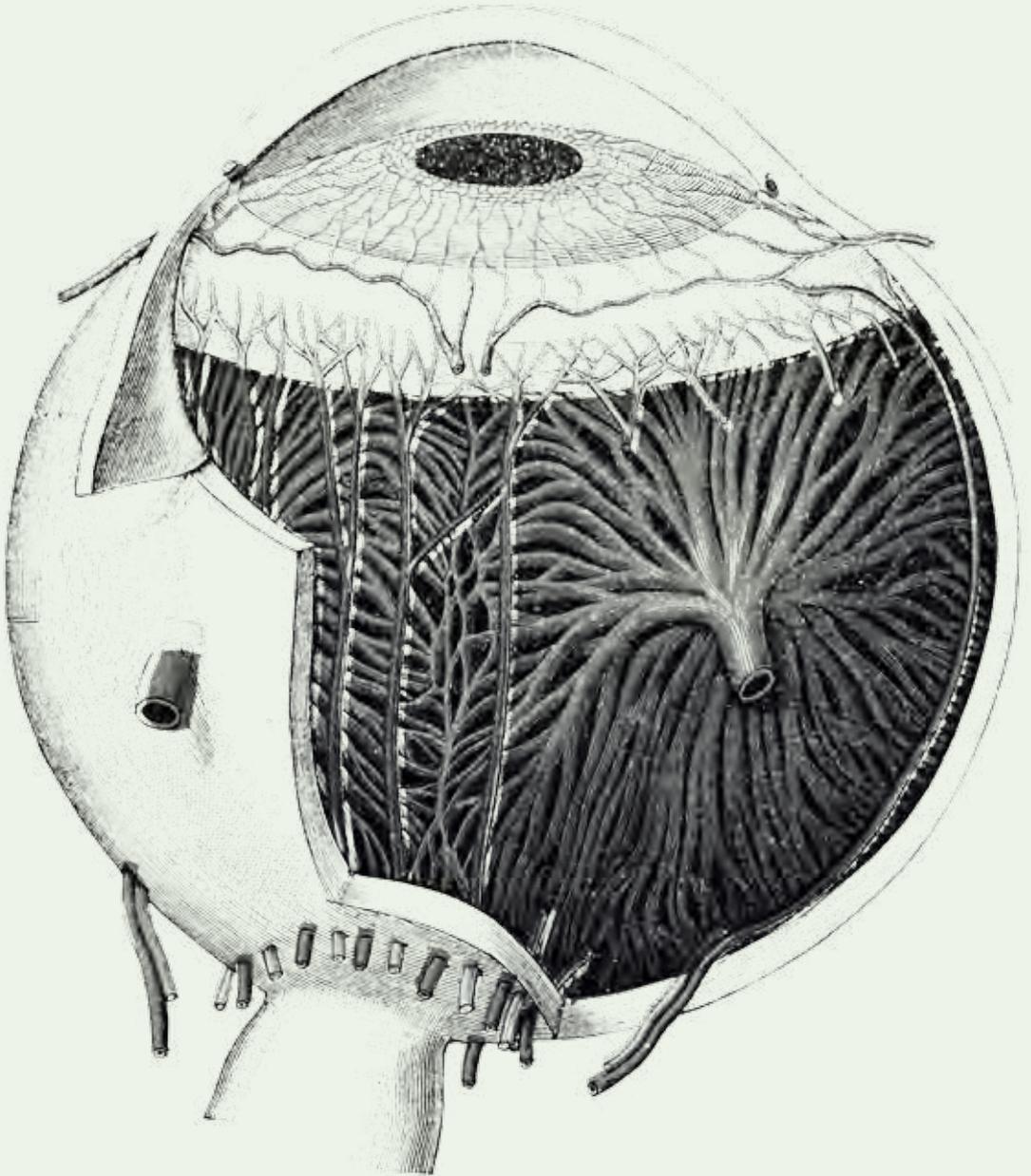
# AUGE

---

\* \* \*

Das Auge ist das menschliche Sehorgan. Pro Sekunde nimmt es bis zu zehn Millionen Informationen auf und leitet diese an das Gehirn weiter. In seiner Funktion ist es vergleichbar mit einer Kamera: Das von einem Gegenstand reflektierte Licht wird durch Hornhaut, vordere Augenkammer, Pupille, Linse und Glaskörper geleitet. Die Augenlinse bündelt das Licht auf der Netzhaut (Retina). Die unterschiedliche Helligkeit des Bildes wird durch Photorezeptoren (Stäbchen und Zapfen der Netzhaut) in elektrische Impulse umgewandelt und an das Gehirn weitergeleitet. Dieses verarbeitet sie zu optischen Eindrücken, bezieht dabei aber auch Erfahrungen und Stimmungen des Menschen ein. Ein räumliches Bild der Umgebung entsteht durch die Kombination der Eindrücke beider Augen.

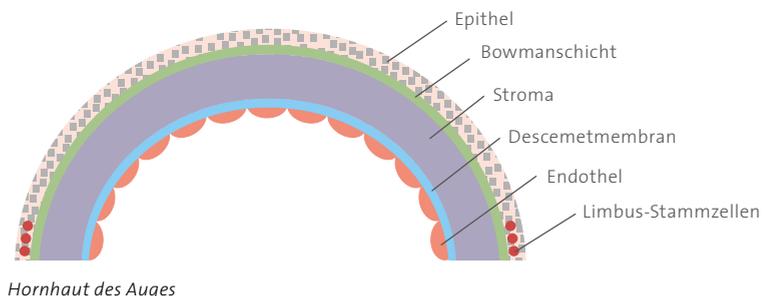
\* \* \*



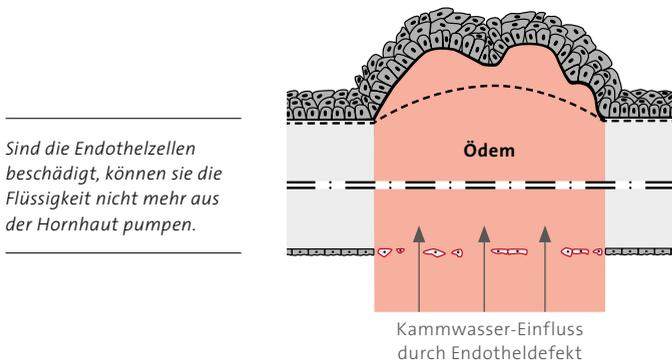
## DIE HORNHAUT UND IHRE ERKRANKUNGEN

\* \* \*

Die Hornhaut schützt das Auge und fungiert gleichzeitig als „Fenster“. Sie muss klar sein, eine glatte Oberfläche und eine gleichmäßige Krümmung haben, damit das Licht ungehindert eindringen und mit einer durchschnittlichen Hornhautbrechkraft von 43 Dioptrien gebündelt werden kann. Die Hornhaut trägt wesentlich dazu bei, dass auf der Netzhaut eine scharfe Abbildung entsteht.



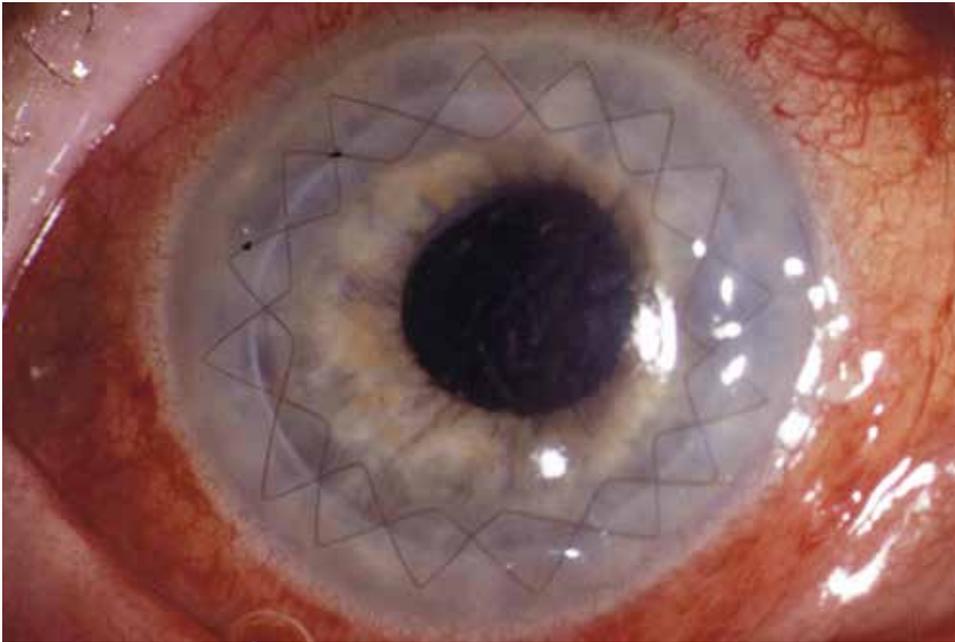
Das Epithel ist die äußerste Schicht der Hornhaut. Die darunterliegende sehr dünne Bowmanschicht und das Stroma (eine Art „Bindegewebe“) verleihen der Hornhaut Stabilität. Auf der Descemetmembran an der Hornhauthinterfläche befindet sich das Endothel. Es grenzt das Augeninnere ab, pumpt Flüssigkeit aus der Hornhaut und hält sie damit klar. Das Endothel ist nicht regenerationsfähig.



Bei etwa jedem zweiten Patienten mit einer Trübung der Hornhaut in der Klinik für Augenheilkunde Freiburg ist diese auf eine Erkrankung der hinteren Hornhautschichten zurückzuführen. Die Endothelzellen können durch angeborene Erkrankungen in ihrer Funktion gestört sein, zum Beispiel bei der Fuchsschen Hornhautendotheldystrophie. Bei dieser Erkrankung sind mit zunehmendem Alter die Endothelzellen nicht mehr in der Lage, Flüssigkeit aus der Hornhaut zu pumpen. Die Hornhaut quillt. Die Sehschärfe des Patienten vermindert sich und die Blendungsempfindlichkeit steigt. Eine Endothelerkrankung kann zudem erworben werden, beispielsweise durch eine komplizierte Operation des Grauen Stars (Kataraktoperation).

### THERAPIE

Das Endothel ist nicht regenerationsfähig, sodass eine Hornhauttransplantation die einzige Möglichkeit ist, die Funktion wiederherzustellen. Heute wird möglichst nicht die ganze Hornhaut ersetzt, sondern nur die erkrankte Innenschicht (DMEK = Descemet's Membrane Endothelial Keratoplasty).



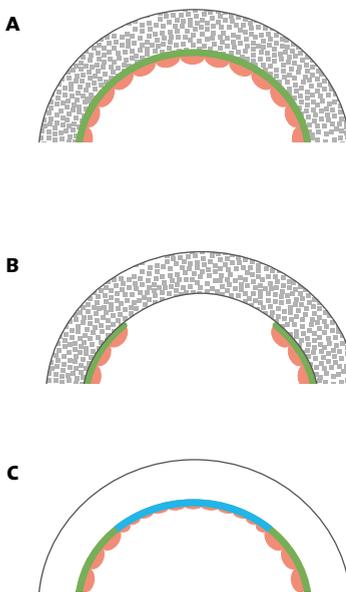
*Kreuzstichnaht nach einer konventionellen perforierenden Hornhauttransplantation.*

### VOLLSTÄNDIGE HORNHAUTTRANSPLANTATION

Die konventionelle perforierende (durchgreifende) Keratoplastik ist ein seit über hundert Jahren angewandtes Verfahren, bei dem der gesamte zentrale Teil der Augenhornhaut transplantiert und mit dünnen Nylonfäden durch einen doppelt fortlaufenden Kreuzstich an der Wirtshornhaut befestigt wird (siehe Bild). Die letzten Fäden werden nach einer Heilungszeit von etwa 18 Monaten gezogen. Das Verfahren bietet zuverlässig gute Sehergebnisse, hat aber den Nachteil einer sehr langen Erholungsphase. Es dauert mehrere Monate, teilweise über ein Jahr, bis der Patient eine gute Sehschärfe erreicht. Zudem kommt es zu einer operationsbedingten Hornhautverkrümmung, die oft nur durch Kontaktlinsen optimal ausgeglichen werden kann.

### TRANSPLANTATION DER DESCOMETMEMBRAN MIT ENDOTHELZELLEN

Die konventionelle perforierende Hornhauttransplantation wird zunehmend – sofern es aufgrund des Krankheitsbildes möglich ist – von neuen, minimalinvasiven Methoden abgelöst. Dazu gehört die Descemet's Membrane Endothelial Keratoplasty (DMEK) zur Therapie des erkrankten Hornhautendothels. Hierbei wird nicht mehr die ganze Hornhaut ersetzt, sondern nur die betroffene Hornhautinnenschicht (lamelläre Hornhauttransplantation). Bei dem schonenden Verfahren wird zunächst die erkrankte Schicht über einen kleinen Zugang entfernt und dann das Transplantat (Descemetmembran mit Endothelzellen) mit Hilfe einer Luftblase nahtfrei im Auge fixiert. Der Patient entwickelt wenige Wochen nach dem Eingriff eine gute Sehschärfe. Das Sehergebnis ist zumeist besser als bei einer kompletten Hornhauttransplantation. Aufgrund des kleinen Zugangs (3 Millimeter) fällt auch die Hornhautverkrümmung (viel) geringer aus.



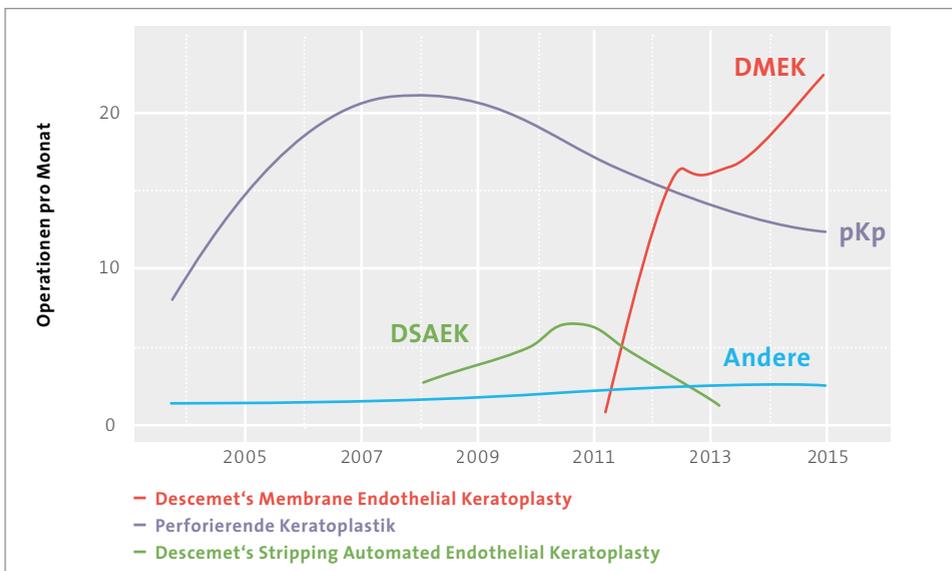
- 
- A:** Verdickte, trübe und gequollene Hornhaut durch eine erkrankte Innenschicht
- B:** Die erkrankte Innenschicht wird samt Descemetmembran (grün) entfernt.
- C:** Anstelle der entfernten Descemetmembran wird eine Descemetmembran (hellblau) mit gesunder Innenschicht durch einen kleinen Schnitt ins Auge eingebracht und nahtfrei adaptiert. Durch die gesunde Innenschicht wird die Hornhaut wieder dünner und durchsichtiger.
- 

Vorgängerverfahren der DMEK ist die DSAEK (Descemet's Stripping Automated Endothelial Keratoplasty). Bei dieser Methode wird das Endothel mit Stromaanteilen transplantiert. Nachteil ist eine mögliche Vernarbung dort, wo Transplantstoma und Wirtstoma aufeinandertreffen. Zudem müssen der Faserverlauf des Transplantats und der Wirtshornhaut „kompatibel“ sein, um eine gute Sehschärfe zu erzielen. Die Ergebnisse der DMEK sind deutlich besser als bei der DSAEK, deshalb wird Letztere in Deutschland nur noch selten angewandt.

Die Klinik für Augenheilkunde führt seit 2011 routinemäßig DMEK durch. Seitdem erfolgten 748 Eingriffe, 2014 waren es 238 Eingriffe. Zudem fanden im vergangenen Jahr 143 perforierende (durchgreifende) sowie zwei vordere lamelläre Hornhauttransplantationen statt.

### HORNHAUTBANK

Die Lions Hornhautbank Baden-Württemberg ist Teil der Klinik für Augenheilkunde und somit des Universitätsklinikums Freiburg. Ihre Aufgabe ist es, Hornhautspender zu finden, die Transplantate zu entnehmen, sie im Labor der Hornhautbank zu untersuchen, zu konservieren und qualitätsgesichert für Hornhauttransplantationen zur Verfügung zu stellen. Im Gegensatz zu durchblutenden Organen wie Herz oder Leber kann die Hornhaut noch bis zu 72 Stunden nach dem Tod transplantiert werden. Dafür wird nicht das Auge, sondern nur ein Quadratzentimeter der Hornhaut genutzt. 2014 wurden 721 Hornhäute entnommen. 383 davon transplantierte die Klinik für Augenheilkunde mittels perforierender Keratoplastik oder DMEK.



Transplantationen in der Augenklinik am Universitätsklinikum Freiburg.

#### Klinik für Augenheilkunde (2014)

Behandlung von Erkrankungen der Hornhaut und der Bindehaut über die Schielbehandlung und Kinderophthalmologie bis hin zu Erkrankungen der Netzhaut und des Sehnervs.

- 58 Ärztinnen und Ärzte bzw. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler
- 116 Pflegekräfte und weitere Mitarbeiter
- 69.582 ambulante Patientenbesuche
- Insgesamt 25.075 operative Eingriffe
- 2,3 Millionen Euro eingeworbene Drittmittel
- 19 multizentrische Studien, 11 Grundlagenforschungsprojekte (gefördert durch Stiftungen, DFG und BMBF)
- 70 Publikationen in Peer-Review-Zeitschriften



Killianstraße 5, 79106 Freiburg, Telefon: +49 761 270-40020,  
 augenklinik.service@uniklinik-freiburg.de  
 www.uniklinik-freiburg.de/augenklinik

---

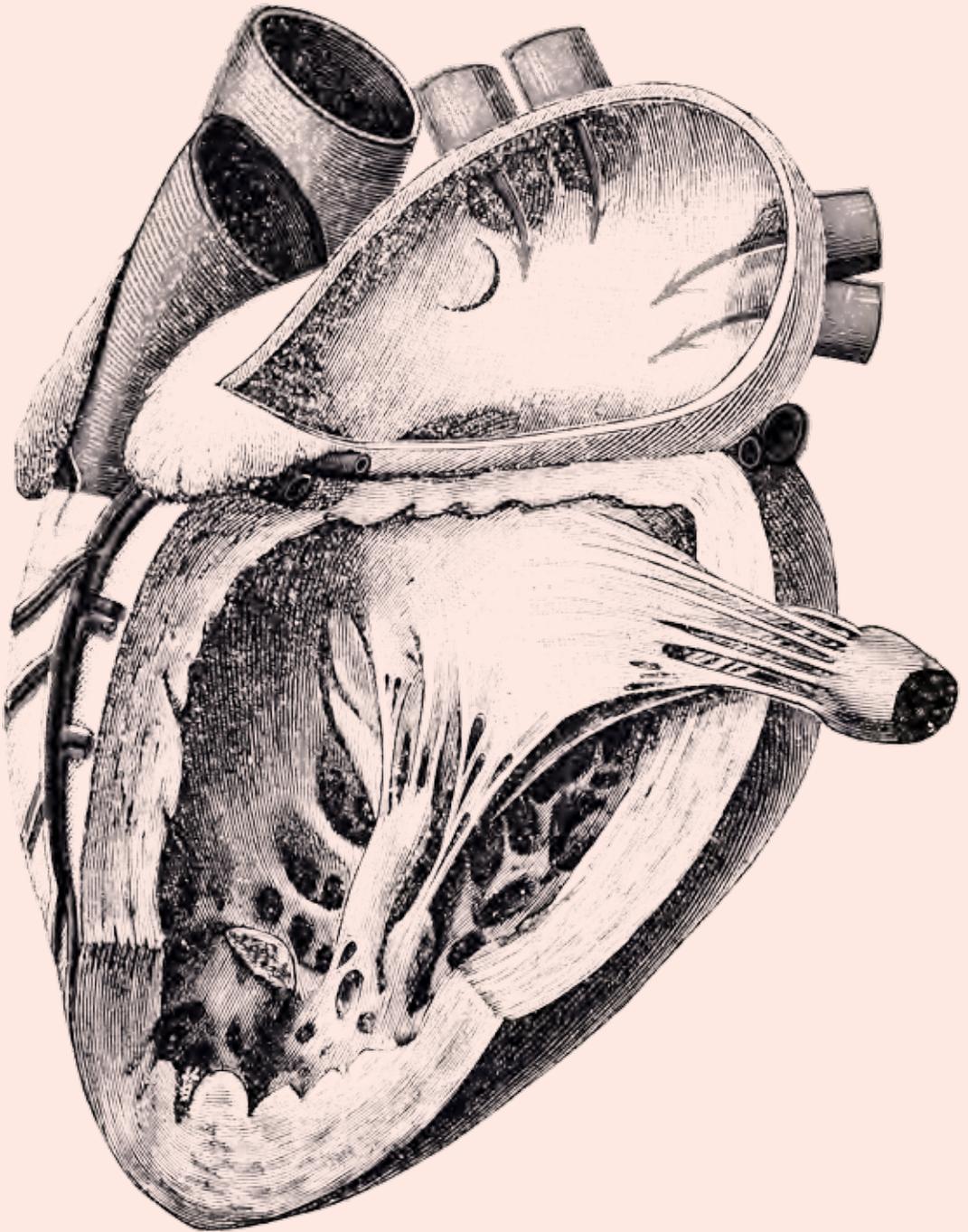
# HERZ

---

\* \* \*

Das Herz ist der wichtigste Muskel im menschlichen Körper und zentral für den Blutkreislauf. Es funktioniert wie eine Druck- und Saugpumpe und pumpt durch rhythmische Kontraktionen einmal pro Minute das gesamte Blut durch den Körper (fünf bis sechs Liter pro Minute). Mehr als 7.000 Liter Blut werden so jeden Tag durch das Herz bewegt. Es liegt geschützt vor Verletzungen etwas links (selten auch rechts) schräg hinter dem Brustbein und den Rippen. Das Herz schlägt 70- bis 80-mal im Ruhezustand, ist durchschnittlich etwa faustgroß und wiegt rund 300 Gramm. Eigentlich besteht das Herz aus zwei Pumpen: Die rechte transportiert sauerstoffarmes Blut in die Lunge, gibt dort das mitgebrachte Kohlendioxid ab und nimmt Sauerstoff auf („kleiner“ Lungenkreislauf). Die linke Herzhälfte pumpt das sauerstoffreiche Blut über die Aorta (Hauptschlagader) in den Körperkreislauf und versorgt so alle anderen Organe. Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind Todesursache Nummer eins in Deutschland.

\* \* \*



## HERZINFARKT

\* \* \*

Bei einem Herzinfarkt werden Teile des Herzmuskels nicht mehr durchblutet. Grund dafür ist der akute Verschluss eines Herzkranzgefäßes; Herzmuskeln sterben ab. Die Symptome differieren. Männer klagen häufig über einen plötzlich auftretenden, mehrere Minuten anhaltenden starken Schmerz im Brustbereich, der oftmals linksseitig in die Schultern, Arme, den Oberbauch oder Rücken ausstrahlt. Begleitend kommt es zu Schweißausbrüchen, einem Engegefühl in der Brust, Angst und Unruhe. Bei Frauen treten auch atypische Symptome wie Übelkeit, Schwindel oder Bauchschmerzen auf. Wenn die Durchblutung nicht innerhalb weniger Stunden wiederhergestellt ist, kann dies tödlich enden. Herzinfarkte sind trotz abnehmender Tendenz weiterhin eine der häufigsten Todesursachen in Europa. Begünstigt werden sie durch einen hohen Cholesterinspiegel, durch Rauchen, Bluthochdruck, eine vorliegende Diabetes oder durch eine familiäre Vorbelastung.

### CHRONISCHER STRESS ALS AUSLÖSER

Es gilt als gesichert, dass sich akuter Stress – also ein plötzlicher emotionaler Ausnahmezustand – auf Herz und Kreislauf auswirkt. Herzfrequenz, Sauerstoffverbrauch des Herzmuskels und Blutdruck verändern sich und bei Menschen mit einer Vorerkrankung kann das zu einem Herzinfarkt führen. Eine Studie, die während der Fußballweltmeisterschaft 2006 durchgeführt wurde, zeigt, dass während der Spiele der deutschen Nationalmannschaft gefährliche Herzrhythmusstörungen und die Infarktrate anstiegen. Bisher unzureichend erklärt ist der Effekt von chronischem Stress. Studien belegen beispielsweise ein verdoppeltes Herzinfarkt- oder Schlaganfallrisiko bei Menschen mit Depressionen – letztlich eine Form der dauerhaften, psychischen Belastung. Diese Häufung lässt sich mit der Verbindung der Psyche und der physiologischen Regelkreisläufe im Körper erklären. Stress aktiviert das sympathische Nervensystem, das die Aktionsfähigkeit bei emotionaler Belastung steuert. Der Körper wird in hohe Leistungsbereitschaft versetzt und wappnet sich – einfach formuliert – für Angriff oder Flucht. Forscher des Universitäts-Herzzentrums konnten im Tiermodell zeigen, dass in dieser Situation über die Regulation eines körpereigenen Botenstoffes (Faktor CXCL12) die blutbildenden Stammzellen im Knochenmark angeregt werden. Diese bilden daraufhin vermehrt neutrophile Granulozyten und Monozyten. Dabei handelt es sich um Untergruppen der weißen Blutkörperchen, die für Entzündungsreaktionen und die körpereigene Abwehr verantwortlich sind. Ist die Anzahl dieser Zellen in der Gefäßwand zu groß, können entzündliche Plaques an den Gefäßinnenwänden aufbrechen, die Arterien verstopfen und einen Herzinfarkt oder Schlaganfall auslösen. Die experimentelle Gabe eines  $\beta_3$ -Rezeptorblockers hemmte den Rezeptor, der für die Bildung der Entzündungszellen verantwortlich ist, und verhinderte somit deren Vermehrung. Die Forscher beobachteten, dass bei gezielt unter Stress gesetzten Mäusen durch Gabe eines  $\beta_3$ -Blockers die Anzahl der weißen Blutkörperchen im Blut begrenzt und deren Risiko für Arteriosklerose gesenkt wurde. Die Hemmung des  $\beta_3$ -Rezeptors könnte somit ein therapeutischer Ansatz sein. Ihre Theorie überprüften die Forscher parallel an 29 Ärzten einer Intensivstation, bei denen aufgrund hoher Arbeitsbelastung, Schichtdienst und Entscheidungszwang in kurzer Zeit von einem hohen Stresspegel ausgegangen werden konnte. Die Auswertung von Fragebögen zum Stressempfinden und Blutproben ergab einen direkten Zusammenhang zwischen Stress und erhöhter Anzahl an weißen Blutkörperchen.



*Implantation des „Guardian“ (Wächter) am Universitäts-Herzzentrum.*

### **THERAPIE**

Bei einem Herzinfarkt zählt jede Minute. Das Notarzt-Team leitet Erstmaßnahmen ein und überwacht dabei kontinuierlich Herzfrequenz, Herzrhythmus, Sauerstoffsättigung und Blutdruck der Patienten über ein EKG (Elektrokardiographie). Es wird eine Nasensonde gelegt, um den Patienten mit Sauerstoff zu versorgen, je nach Bedarf verabreicht der Notarzt über eine Vene Medikamente oder setzt den Defibrillator ein. Für die weitere Behandlung im Krankenhaus sind eine sehr gute Ausstattung des Klinikums und eine gewisse Routine der Mediziner entscheidend. Das geschlossene Gefäß muss innerhalb der ersten eineinhalb Stunden nach den ersten Symptomen geöffnet werden, um eine Ausdehnung des Infarkts zu verhindern. Das Universitäts-Herzzentrum verfügt über 15 Herzkatheterlabore, die Tag und Nacht für Patienten bereitstehen. Im Katheterlabor wird das betroffene Herzkranzgefäß mit einem medikamentenbeschichteten Ballonkatheter geweitet und ein Stent (Gefäßstütze) in die verengte Stelle eingesetzt. Ein erneuter Verschluss wird somit verhindert. Danach werden die Aktivität des Herzmuskels (EKG) und der Blutdruck des Patienten noch für mindestens zwei bis drei Tage auf der Intensivstation überwacht. Der Patient wird medikamentös behandelt und Schritt für Schritt mit physiotherapeutischen Maßnahmen wieder mobilisiert. Der Klinikaufenthalt dauert ein bis zwei Wochen; dann beginnt die Betreuung in einer Rehabilitationsklinik oder ambulant.

Für Menschen mit einem besonders hohen Herzinfarktrisiko haben Wissenschaftler des Universitäts-Herzzentrums den „Guardian“ (Wächter) entwickelt. Dieser wird wie ein Herzschrittmacher implantiert und mit dem Herzen verbunden. Das Gerät fungiert als kontinuierliches EKG. Es erkennt eine Durchblutungsstörung frühzeitig und sendet ein Warnsignal an den Patienten und an die Rettungsleitstelle, der zudem der Standort des Patienten mitgeteilt wird. Es kann ein sofortiger Rettungseinsatz erfolgen.

## MITRALKLAPPENINSUFFIZIENZ

\* \* \*



*Darstellung der Herzklappen.*

Die Mitralklappe ist eine der vier Herzklappen. Sie verhindert den Blut-Rückfluss aus der linken Herzkammer in den linken Vorhof. Nach einem Herzinfarkt, einer Herzklappenentzündung oder beispielsweise aufgrund einer Durchblutungsstörung kann es zur Zerstörung des Klappengewebes kommen. Die Herzklappe wird undicht oder verschließt nicht mehr richtig, was zu einem Rückfluss des Blutes führt. Neben dieser erworbenen Mitralklappeninsuffizienz, kann diese auch angeboren oder durch angeborene Erkrankungen ausgelöst sein. Eine schwere Mitralklappeninsuffizienz wird begleitet durch leichte Erschöpfbarkeit und Atemnot. Patienten nehmen Herzrhythmusstörungen in Form von Herzrasen oder Herzstolpern wahr.

### **DIAGNOSE UND THERAPIE**

Bezeichnend für eine Mitralklappeninsuffizienz ist ein hochfrequentes so genanntes holosystolisches Herzgeräusch, das durch ein Stethoskop deutlich hörbar ist. Es ist am lautesten in der Herzspitze und wird in die linke Achsel fortgeleitet. Teilweise ist auch ein verlagertes Herzspitzenstoß fühlbar. Mittels Echokardiographie (Ultraschall) wird die veränderte Mitralklappe sichtbar, die Öffnungsweite lässt sich bestimmen und eine Insuffizienz nachweisen. Während einer Herzkatheteruntersuchung kann durch ein Kontrastmittel das Füllungsverhalten des linken Vorhofes analysiert werden. Daraus lässt sich der Schweregrad der Insuffizienz ableiten. Die Untersuchung wird bei Bedarf durch eine transösophageale Echokardiographie (von innen, dreidimensional, „Schluck-Echo“) ergänzt.

Die Standardtherapie ist der chirurgische Mitralklappenersatz oder die Mitralklappenrekonstruktion. Bei Patienten mit erhöhtem operativem Risiko, beispielsweise durch schwere Begleiterkrankungen wie Niereninsuffizienz, kommt eine minimalinvasive, kathetergestützte Methode wie das MitraClip-Verfahren in Frage. Angesichts der vielfältigen Therapiemöglichkeiten sprechen Kardiologen sowie Herz- und Gefäßchirurgen des Universitäts-Herzzentrums wöchentlich im Rahmen eines gemeinsamen Herzklappen-Kolloquiums über alle Patienten mit Herzklappen-erkrankungen. Unter Berücksichtigung der aktuellen Untersuchungsergebnisse legen die Ärzte für jeden Patienten individuell die optimale Therapie fest.

#### **MINIMALINVASIVE OPERATION**

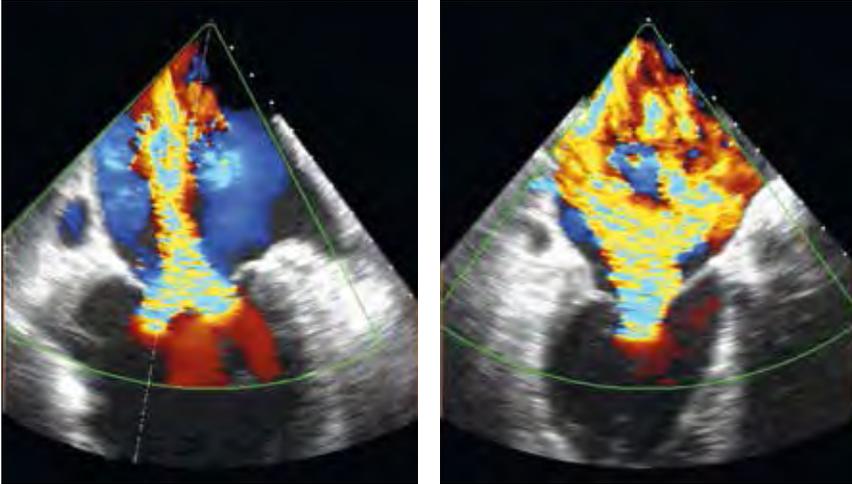
Mehr als 250 Mitralklappenoperationen führen die Herzchirurgen des UHZ jährlich an den beiden Standorten Freiburg und Bad Krozingen durch. Dabei können über 95 Prozent der Mitralklappen rekonstruiert werden. Der Eingriff erfolgt minimalinvasiv, das heißt, ein kleiner Schnitt von fünf bis zehn Zentimetern genügt, um am Herzen zu operieren. Das OP-Team setzt über die Öffnung einen sogenannten Kameraport ein, der das Operationsfeld auf einen Bildschirm überträgt. Die vergrößerte Darstellung ermöglicht es den Chirurgen, mit speziellen Instrumenten die Mitralklappe präzise zu reparieren oder zu ersetzen. Im Vergleich zu traditionellen Verfahren, bei denen das Brustbein mit einem etwa 15 Zentimeter langen Schnitt geöffnet werden muss, ist die minimalinvasive Methode schonender, weil sie mit weniger Blutverlust verbunden ist. Das Risiko einer Infektion minimiert sich. Für den Patienten wird der Krankenhausaufenthalt kürzer, er erholt sich schneller und das kosmetische Ergebnis des Eingriffs ist ansprechender.



*Reparatur der Mitralklappe mit künstlichen Sehnenfäden.*

#### **MITRACLIP-VERFAHREN**

Patienten, bei denen beispielsweise aufgrund von Begleiterkrankungen ein operativer Eingriff nicht möglich ist, werden von den Kardiologen des Universitäts-Herzzentrums mit einer kathetergestützten Methode wie dem MitraClip-Verfahren behandelt. Der MitraClip wird – an einem Katheter befestigt – über die Leiste eingeführt und durch die Vene bis in den linken Vorhof des Herzens vorgeschoben. Moderne Bildgebung über eine transösophageale Echokardiographie ermöglicht nicht nur eine kontinuierliche Kontrolle des Eingriffs, sondern auch die Ausrichtung des Clips sowie



*Mitralklappen-Schlussunfähigkeit (Insuffizienz) in der Echokardiographie.*

die genaue Platzierung an der Klappe am schlagenden Herzen. Der Clip wird am vorderen und hinteren Mitralsegel befestigt. Dadurch entsteht eine ständige Verbindung; die Mitralklappeninsuffizienz wird reduziert. Der Erfolg der Implantation kann durch dieses Verfahren unmittelbar kontrolliert werden. Sollte es nötig sein, ist eine Repositionierung des Clips unproblematisch möglich. Der Brustkorb muss für den Eingriff nicht geöffnet werden, auch der Einsatz der Herz-Lungen-Maschine ist nicht notwendig. Von diesem schonenden Verfahren profitieren die Patienten, die oftmals bereits am Folgetag wieder aufstehen können. Eine umfangreiche Studie belegt die Sicherheit und die Wirksamkeit der Methode.

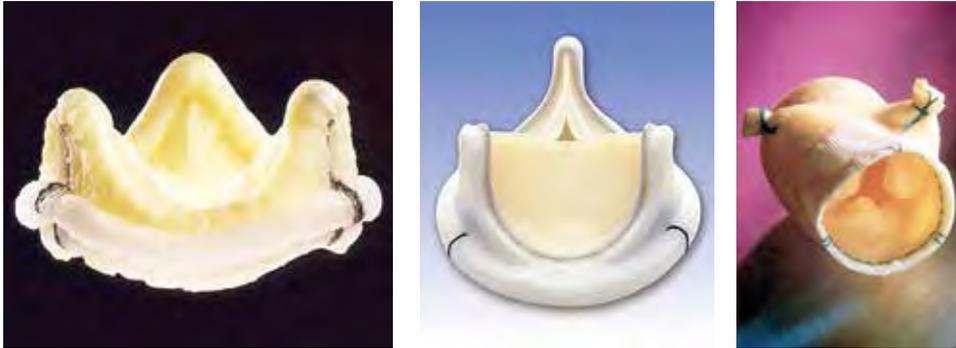
## AORTENKLAPPENSTENOSE

\* \* \*

Eine der vier Herzklappen ist die Aortenklappe (Valva aortae). Sie besteht aus drei halbmondförmigen Taschen (Valvulae) und reguliert den Blutfluss aus der Aorta in die linke Herzkammer. Ist die Aortenklappe aufgrund einer Fehlbildung verengt und behindert den Blutfluss, spricht man von einer Aortenklappenstenose. Dabei handelt es sich um eine der häufigsten Herzklappenerkrankungen im Alter. Das Herz versucht die Störung durch höhere Pumparbeit zu überbrücken und überlastet so den Herzmuskel. Der Patient spürt Herzrasen, Schmerzen im Brustkorb, Luftnot und ist schnell ermüdet. Bleibt die Stenose unbehandelt, führt sie in den ersten drei Jahren nach Auftreten der Symptome bei 75 Prozent der Erkrankten zum Tod. Neben einer angeborenen Verengung können Infektionen (Endokarditis) zur Aortenklappenstenose führen. Häufigste Ursache ist das rheumatische Fieber, ausgelöst durch eine allergische Reaktion auf bestimmte Bakterien. Aber auch der natürliche Altersprozess verändert das Herzklappengewebe. Es wird steif, Kalk lagert sich ein, die Klappenanteile schrumpfen oder verwachsen. Zudem kann ein Herzinfarkt Teile des Herzmuskels zerstören und so auch die Klappenfunktion beeinträchtigen.

### DIAGNOSE UND THERAPIE

Das Abhören der Herztöne ermöglicht eine erste Diagnose, da bei einer Erkrankung Strömungsgeräusche beim Öffnen und Schließen der Klappen wahrnehmbar sind. Die Echokardiographie (Ultraschalluntersuchung) bestätigt den Befund. Um den Klappenfehler genau zu verorten, wird anschließend eine Herzkatheteruntersuchung durchgeführt und der Druck im Herzen gemessen.



*Klappentypen: biologische Prothesen*

*Links: Schweineklappe (SJM Epic)*

*Mitte: Rinder-Perikardklappe (Edwards Perimount)*

*Rechts: gerüstfreie Bioprothese (Medtronic Freestyle)*

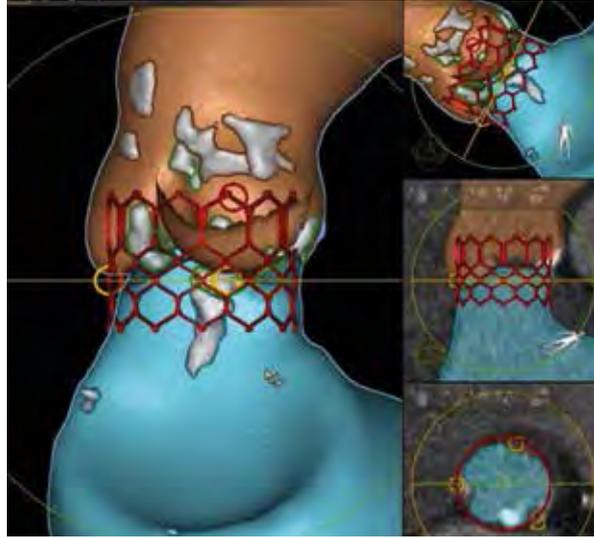
Die Aortenklappenstenose wird wie die Mitralklappeninsuffizienz chirurgisch behandelt. Kann der Patient aufgrund des fortgeschrittenen Alters oder der Begleiterkrankungen nicht operiert werden, dann bietet sich eine kathetergestützte Aortenklappenimplantation (transcatheter aortic valve implantation, TAVI) an.

### MECHANISCHER UND BIOLOGISCHER KLAPPENERSATZ

Die Chirurgen des Universitäts-Herzzentrums setzen in erster Linie minimalinvasive, also schonende Methoden ein, um die defekte Herzklappe zu entfernen und eine mechanische oder biologische Klappenprothese zu implantieren. Der Vorteil mechanischer Herzklappen liegt neben der guten Verträglichkeit in ihrer Langlebigkeit, weshalb sie sich besonders für jüngere Patienten eignen. Allerdings können sich Blutgerinnsel an der Klappe bilden, beispielsweise wenn Blut mit dem körperfremden Material in Berührung kommt. Der Patient muss demnach lebenslang und ärztlich kontrolliert ein gerinnungshemmendes Medikament einnehmen. Alternativ werden am UHZ biologische Herzklappen eingesetzt. Bei diesen Implantaten ist die Gefahr einer Blutgerinnselbildung gering, sodass der Patient auf eine lebenslange Medikation verzichten kann. Biologische Klappen bestehen aus Herzklappen- oder Herzbeutelgewebe von Schweinen oder Rindern, das auf einem Gerüst (Stent) aufgebaut wird. Seltener nutzen die Chirurgen gerüstfreie biologische Klappen (stentless), die sich aus kompletten Aortenklappen von Schweinen herstellen lassen. Zudem werden auch menschliche Pulmonal- oder Aortenklappen (Homografts) eingesetzt. Nachteil der biologischen Herzklappe ist die Haltbarkeit. Es kann zu Verkalkungen und einer damit einhergehenden erneuten



*Computertomographie eines Patienten mit einer akuten Aortendissektion.*



*Biologischer Aortenklappenersatz über einen transapikalen Zugang.*

Verengung kommen, was eine weitere Operation erforderlich macht. Grundsätzlich entscheiden die Ärzte gemeinsam mit dem Patienten, welche Therapie für ihn die geeignetste ist. Jährlich werden knapp 400 Aortenklappen an den Standorten Freiburg und Bad Krozingen implantiert, mehr als 50 davon sind mechanisch, rund 350 biologisch.

### **KATHETERGESTÜTZTE AORTENKLAPPENIMPLANTATION (TAVI)**

Bei der kathetergestützten Aortenklappenimplantation (TAVI) setzen Kardiologen sowie Herz- und Gefäßchirurgen gemeinsam dem Patienten eine in einem Metallgeflecht verankerte Bioprothese über die Leistenarterie oder über die Herzspitze ein. Dieses Verfahren eignet sich vor allem für ältere Menschen, bei denen eine Operation nicht mehr möglich ist. Die Klappenimplantation kann am schlagenden Herzen und ohne den Einsatz der Herz-Lungen-Maschine erfolgen und schont somit den Patienten. Bei Hochrisikopatienten kommt es weniger zu Komplikationen und der Heilungsprozess kann verkürzt werden. TAVI ist eine der wichtigsten und häufigsten Kathetereingriffe an Herzklappen. Das Universitäts-Herzzentrum zählt zu den führenden Einrichtungen auf diesem Gebiet.

## ANGEBORENE HERZFEHLER

\* \* \*

Herzprobleme haben auch bei Kindern große Relevanz. In Deutschland kommt jedes hundertste Baby mit einem angeborenem Herzfehler auf die Welt. Das sind mehr als 6.500 Kinder pro Jahr. Damit sind angeborene Herzfehler die häufigste angeborene Fehlbildung beim Menschen und weisen in sich zudem eine große Vielfalt auf. Während vor 40 Jahren noch ein Viertel dieser Kinder früh verstorben ist, erreichen nun mehr als 90 Prozent das Erwachsenenalter. Das ist dem Fortschritt der Diagnostik und Therapie in der Kinderkardiologie und der Kinderherzchirurgie zu verdanken.

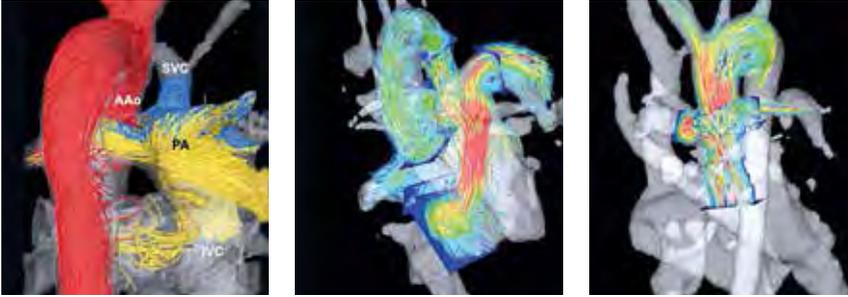


*Computertomographie eines Kindes mit hochgradiger Aortenisthmusstenose.*

Die häufigsten Herzfehler sind durch Löcher in der Herzscheidewand entweder zwischen den beiden Vorkammern oder zwischen den Herzkammern bedingt. Vorhofseptumdefekte (Defekt in der Scheidewand zwischen den beiden Vorkammern, auch Atriumseptumdefekt, häufigster Typ ASD II) lassen sich zumeist mit Herzkathetertechnik und einem so genannten Schirmchenverschluss ohne offene Operation behandeln. Die Mehrzahl der großen Ventrikelseptumdefekte (Loch in der Herzscheidewand zwischen den Kammern, VSD) wird während einer offenen Herz-Lungen-Maschinen-Operation vollständig korrigiert. Komplexe Herzfehler wie das hypoplastische Linksherz-Syndrom (Fehlen der linken Herzhälfte mit Mitral- und Aortenatresie und hypoplastischem Aortenbogen) erfordern in den ersten Lebensjahren mehrere operative und katheterinterventionelle Eingriffe, die gut aufeinander abgestimmt sein müssen. Auch kindliche Herzklappen können sowohl mittels Kathetertechnik als auch operativ behandelt werden. Seit Neuestem gelingt die minimalinvasive kathetergestützte Implantation einer neuen biologischen Pulmonalklappe bei Kindern bereits im Vorschulalter.

### FORSCHUNG

Die Forschung der Klinik für Angeborene Herzfehler ist vielfältig und umfasst neben Studien zur Medikamententestung bei kindlicher Herzschwäche auch die klinische Testung neuer, speziell entwickelter Babystents sowie den bioinspirierten Klebstoff, der bisher im Schweinemodell zur Blutstillung führt. Dieser UV-Licht-aktivierbare Kleber scheint sehr gut gewebeverträglich. Studien des Universitäts-Herzzentrums zum amplitudenintegrierten EEG, bei dem die Gehirnströme des Babys während der Herz-Lungen-Maschinen-Operation und der Intensivbehandlung abgeleitet werden, sollen zu einer schonenden Operation und Narkose und letztlich zu einer höheren Sicherheit für die Gehirnentwicklung des Kindes trotz großer Herzoperationen beitragen.



Kardio-MRTs mit Blutflussmessungen bei drei bereits operierten angeborenen Herzfehlern

Links: TCPC, totale cavopulmonale connection bei hypoplastischem Linksherz,

Mitte: Fallotsche Tetralogie, Rechts: d-Transposition der großen Gefäße nach arterieller Switch-OP.

Im Mäusemodell gelang es in einem Kooperationsprojekt zwischen der Kinderkardiologie und dem Institut für Pharmakologie II, die bei Kindern vorkommende Aortenisthmusstenose durch ein Bändchen an der Mäuseaorta zu imitieren und auf Makro- und Mikroebene Belastungs- und Erholungspotenzial der jungen Herzen zunächst im Tiermodell zu erforschen.

### Universitäts-Herzzentrum Freiburg · Bad Krozingen

[www.herzzentrum.de](http://www.herzzentrum.de)

#### Kliniken für Kardiologie und Angiologie I und II

- Mehr als **1.100** behandelte Herzinfarkte pro Jahr
- **5.063** Kathetereingriffe an Koronararterien (PCI – percutaneous coronary intervention) in 2014
- **2.822** Kathetereingriffe an peripheren Arterien (PTA), vor allem Beinarterien, in 2014
- **1.396** Ablationsbehandlungen von Herzrhythmusstörungen in 2014
- **325** Katheter gestützte interdisziplinäre Implantationen von Aortenklappenprothesen (TAVI) in 2014
- Bisher wurden über **200** MitraClip-Implantation an den UHZ-Standorten in Freiburg (ISAH-Team) und in Bad Krozingen gemeinsam von Kardiologen, Herz- und Gefäßchirurgen im Katheterlabor oder im hochmodernen Hybrid-OP durchgeführt

**Leistungen (Auszug):** Herzkatheteruntersuchung und Behandlung bei Erkrankungen der Herzkranzgefäße, der Herzklappen, Bestimmung der Herzfunktion – Intervention bei strukturellen und angeborenen Herz-Kreislauf-Erkrankungen in interdisziplinärer Zusammenarbeit – Kathetergestützte Behandlung von Herzrhythmusstörungen (Ablation) und von peripheren Gefäßen (z. B. Beinarterien) – Herzultraschalllabor zur modernen Echokardiographie – Hochleistungsmedizin auf internistischen Intensivstationen

#### Klinik für Kardiologie und Angiologie I

Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg und Südring 15, 79189 Bad Krozingen  
 Telefon: +49 761 270-34411 (Freiburg), +49 7633 402-3211 (Bad Krozingen)  
[christoph.bode@universitaets-herzzentrum.de](mailto:christoph.bode@universitaets-herzzentrum.de)



### Klinik für Kardiologie und Angiologie II

Südring 15, 79189 Bad Krozingen, Telefon: +49 7633 402-0  
 franz-josef.neumann@universitaets-herzzentrum.de



### Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie

- Etwa **4.650** Operationen im Jahr, davon rund **250** Mitralklappen- und knapp **400** Aortenklappeneingriffe
- **17** Herztransplantationen in 2014
- Mehr als **700** Bypassoperationen pro Jahr
- **17** Herztransplantationen in 2014
- **6** OP-Säle und Hybrid-OP

**Leistungen** (Auszug): Aortokoronare Bypassoperationen – Herzklappenchirurgie mit Ersatz und Rekonstruktion der erkrankten Herzklappen, insbesondere in minimalinvasiver Technik – Aortenchirurgie und endovaskuläre Stentimplantation – Gefäßchirurgie – Herztransplantation – Implantation von Herzunterstützungssystemen – Korrektur angeborener Herzfehler – Rhythmuschirurgie bei Vorhofflimmern – Freiburger Cardiac Survival Network

Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg / Südring 15, 79189 Bad Krozingen  
 Telefon: +49 761 270-28180 (Freiburg), Telefon: +49 7633 402-2601 (Bad Krozingen)  
 friedhelm.beyersdorf@universitaets-herzzentrum.de



### Klinik für Angeborene Herzfehler und Pädiatrische Kardiologie

- Ambulante und stationäre Behandlungen von jährlich mehr als **4.000** Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen mit angeborenem Herzfehler
- Erstes zertifiziertes überregionales Zentrum für Erwachsene mit angeborenem Herzfehler
- Jährlich mehr als **250** Herzkathetereingriffe bei angeborenen Herzfehlern, überwiegend mit Interventionen (Interventionsspektrum: Verschlüsse von ASD, PFO, VSD, PDA und Kollateralen. Gefäß-Stenting der großen und kleinen venösen und arteriellen Gefäße. Ballondilatation von Gefäßen, transfemorale Pulmonalklappenimplantation, MELODY)
- Diagnose und Intensivbetreuung in Zusammenarbeit mit der Kinderherzchirurgie mit mehr als **200** Operationen pro Jahr. Ferner Spezialisierung auf Hybrideingriffe, Kinder-Herztransplantation und Kreislaufersatzverfahren bei Säuglingen und größeren Kindern

**Leistungen** (Auszug): Ambulanz für Angeborene Herzfehler (Echokardiographie, EKG, Langzeit-EKG, Langzeit-Blutdruckmessungen, Belastungsuntersuchungen, Spiroergometrie) – Spezialsprechstunden (Herzschrittmacher, Herztransplantation, Marfan, pulmonalarterielle Hypertonie, Erwachsene mit angeborenem Herzfehler, pränataldiagnostische Beratung etc.)

Mathildenstraße 1 im Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin, 79106 Freiburg,  
 Telefon: +49 761 270-43170/-43230



---

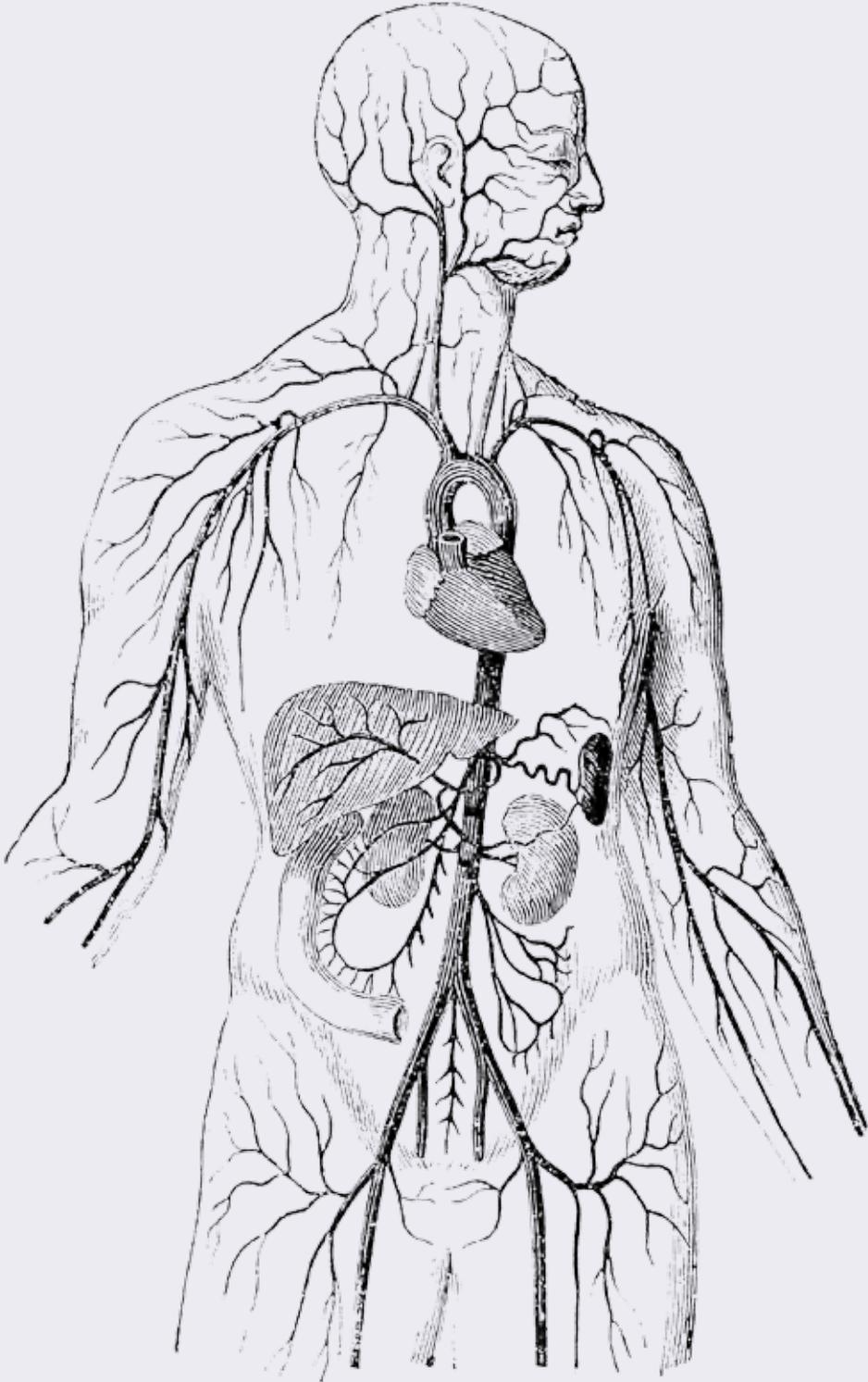
# BLUT

---

\* \* \*

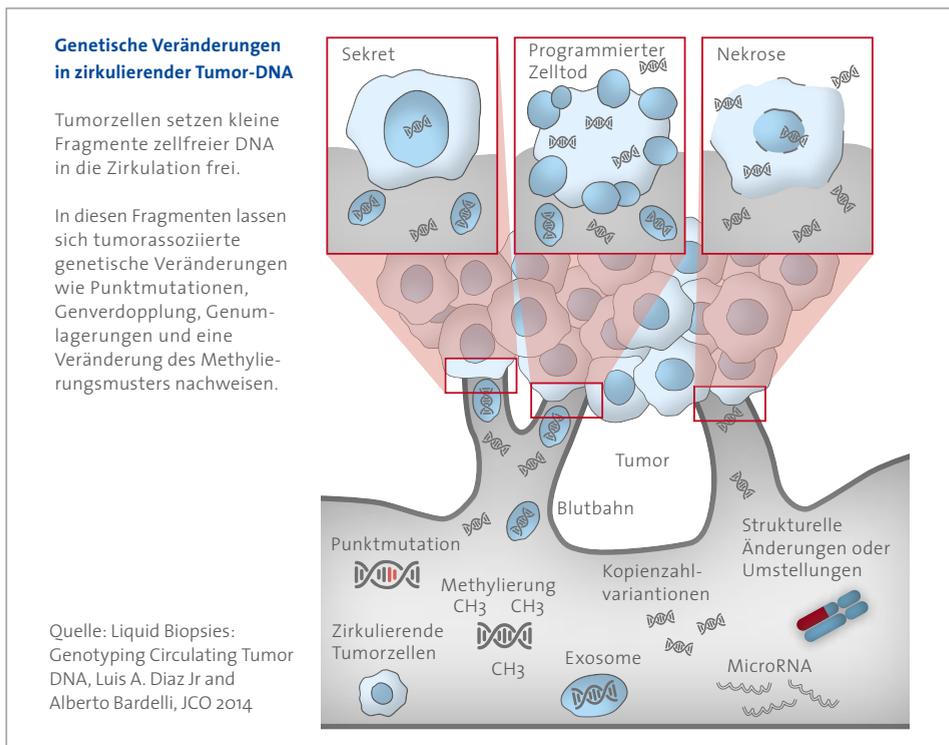
Blut besteht aus Blutplasma – eine nichtzelluläre Flüssigkeit, die sich zu 90 Prozent aus Wasser sowie aus weiteren Substanzen wie Elektrolyten, Proteinen und Hormonen zusammensetzt – und aus Blutzellen. Letztere treiben im Blutplasma. Zu den Blutzellen zählen rote Blutkörperchen (Erythrozyten), weiße Blutkörperchen (Leukozyten) und Blutplättchen (Thrombozyten). Das Blut übernimmt zahlreiche Transport- und Regulierungsaufgaben und erreicht über das Gefäßsystem fast alle Bereiche des Körpers. Es befördert Nährstoffe, Abbauprodukte sowie Hormone und sorgt für den Gasaustausch. Das heißt, es liefert dem Gewebe Sauerstoff und leitet Kohlendioxid ab. Das Blut verteilt zudem die Wärme im Körper und spielt eine wichtige Rolle bei der Immunabwehr. Die enthaltenen weißen Blutkörperchen und Antikörper eliminieren Fremdkörper und Giftstoffe. Blut kann gerinnen und so nach Verletzungen Blutungen zum Stillstand bringen. Die Zusammensetzung des Blutes deutet auf mögliche Erkrankungen hin; deshalb zählen Blutuntersuchungen zu den grundlegenden Diagnoseverfahren. Die Hämatologie beschäftigt sich mit den Erkrankungen des Blutes, zu denen u. a. Leukämie (Blutkrebs) zählt.

\* \* \*



## LIQUID BIOPSY

\* \* \*



Bösartige Tumore setzen einzelne Tumorzellen sowie Teile ihrer Erbmoleküle (DNA, RNA) in die Blutzirkulation frei (siehe Abbildung). Die zirkulierende Tumor-DNA enthält tumorspezifische genetische Veränderungen. Damit kann im Blut die genetische Signatur des Tumors nachgewiesen und quantifiziert werden. Die Analyse der im Blut vorkommenden Nukleinsäuren (DNA oder RNA), auch Liquid Biopsy genannt, ist ein vor allem für die Krebsdiagnose und -therapie spannender neuer Ansatz. Mittels der molekularen Blutuntersuchung kann der Erfolg einer Krebstherapie kontrolliert werden. Das im Blut vorhandene Erbmaterial zeigt an, ob die operative, medikamentöse oder Strahlentherapie wirkt. Dabei kann ein früher Abfall der tumorspezifischen Mutation im Blut ein Ansprechen vorhersagen, das mit herkömmlichen Verfahren wie der Computertomographie erst später festgestellt werden kann. Das Vorhandensein tumorspezifischer Mutationen kann daher auch zur Nachsorge eingesetzt werden und so ein Rezidiv anzeigen, bevor das Karzinom durch bildgebende Verfahren überhaupt sichtbar wird. Bisher ist die Biopsie und Analyse von Gewebeprobe die wichtigste Methode zur Erkennung und Verlaufskontrolle von Krebserkrankungen. Dabei wird der Tumor anhand des entnommenen Gewebes quasi zu einer bestimmten Zeit an einem bestimmten Ort betrachtet. Allerdings ändert sich die genetische Komposition des Tumors kontinuierlich, da ein Tumorzellverband aus genetisch unterschiedlichen Klonen besteht. Insbesondere unter Behandlung können so bestimmte Subklone Überhand

gewinnen, die gegenüber der Behandlung unempfindlich sind. Heute nicht relevante Klone können morgen prädominant sein. Eine feingewebliche Biopsie eignet sich nicht, diese Veränderungen regelmäßig zu kontrollieren, weil sie für den Patienten zu belastend ist. Die „Liquid Biopsy“ ermöglicht die Darstellung dynamischer Veränderungen der genetischen Komposition des Tumors.

Doch die neue Methode hat Grenzen. Manche Tumoren setzen nur sehr wenig DNA in die Zirkulation frei, die dann nicht sichtbar wird. Daneben kann es zu „Fehlalarmen“ kommen. Es wird mutierte DNA sichtbar, die aber nicht zwangsläufig Krebs bedeutet. Sicherheit müssen neue Verfahren geben, die eine hohe Empfindlichkeit mit einer hohen Spezifität vereinen.

### FORSCHUNG

Das Liquid-Biopsy-Verfahren muss verlässlicher werden, um im klinischen Alltag bestehen zu können. Deshalb führt die Klinik für Innere Medizin I (Hämatologie und Onkologie) ein aktives Programm zur technischen Entwicklung und Validierung von DNA-basierten Plasma-Biomarkern (Merkmale, die auf einen krankhaften Prozess hindeuten) durch. Wissenschaftler verschiedener Fachrichtungen decken tumorspezifische Mutationen im Blutplasma auf und vervielfältigen sie. Dieses Verfahren könnte künftig als Biomarker dienen, um verschiedene Tumorarten im Blut zu erkennen und deren Verlauf vorherzusagen. Erforscht werden gemeinsam mit Medizinerinnen des jeweiligen Faches Biomarker bei gastrointestinalen Stromatumoren (GIST, Bindegewebstumor im Verdauungstrakt) sowie gastrointestinalen Krebserkrankungen, beim Lungenkarzinom (Kooperationsprojekt mit Thoraxchirurgie), beim Melanom (Kooperationsprojekt mit Dermatologie), bei Weichteiltumoren (Kooperationsprojekt plastischer und Handchirurgie) und bei Mastozytose. Derzeit führt das Universitätsklinikum eine deutschlandweite multizentrische Biomarkerstudie durch, die die Nutzung zirkulierender Tumor-DNA (ctDNA) bei GIST betrachtet. Das Freiburger Uniklinikum besitzt für den Nachweis von ctDNA bei GIST ein europäisches sowie ein US-amerikanisches Patent.

Zudem beschäftigen sich weitere Arbeitsgruppen mit dem Liquid-Biopsy-Verfahren. Beispielsweise untersucht die Klinik für Frauenheilkunde, ob miRNA als Biomarker bei Brustkrebs eingesetzt werden kann. Umweltmediziner betrachten Plasmavesikel (Bläschen im Blutplasma) und Exosomen (Bläschen, die von Tumorzellen gebildet werden) und deren Anwendung als Biomarker.

---

#### **Tumorzentrum Freiburg – CCCF**

*Das Tumorzentrum Freiburg – CCCF ist als eines der zwölf von der Deutschen Krebshilfe ausgezeichneten onkologischen Spitzenzentren führend in der umfassenden Behandlung von Krebspatienten sowie in der Krebsforschung.*

Sir-Hans-A.-Krebs-Straße, 79106 Freiburg, Telefon: +49 761 270-71510  
 tumorzentrum@uniklinik-freiburg.de  
 www.uniklinik-freiburg.de/cccf



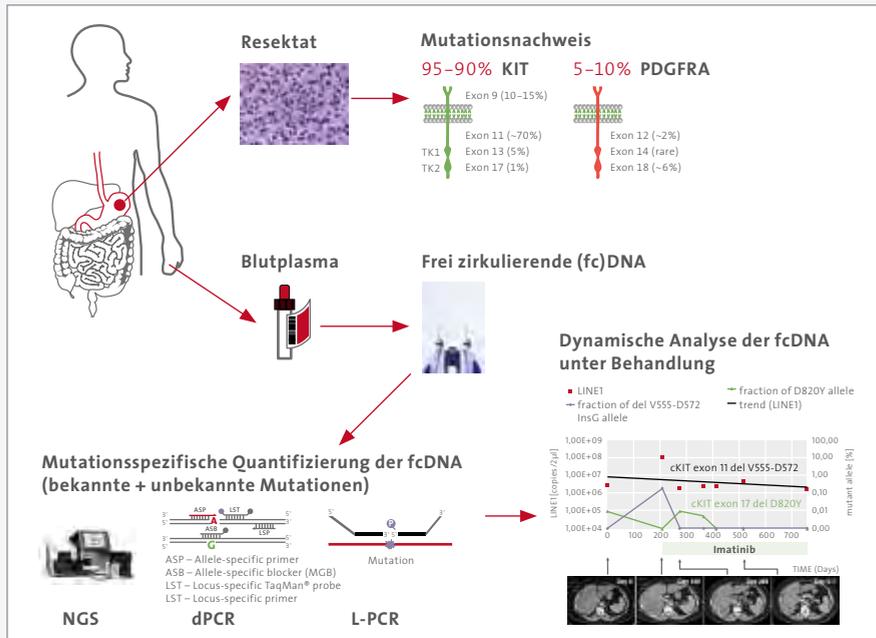
## FREIBURGER MOLEKULAR TUMORBOARD

\* \* \*

Es ist Mittwochmorgen, 7:30 Uhr, der kleine Besprechungsraum ist gefüllt. Zum dritten Mal trifft sich das neu eingerichtete Molekulare Tumorboard, das künftig alle zwei Wochen neue Diagnose- und Therapieverfahren für Krebspatienten bespricht, bei denen die Behandlung nicht erfolgreich war oder deren Tumorerkrankung selten bzw. nicht klassifizierbar ist. Das Interesse der versammelten Mediziner ist tiefergehend. Sie wollen verstehen, wie die jeweilige Tumorerkrankung molekular „tickt“, das heißt, welche Signalwege aktiviert sind und somit therapeutisch blockiert werden könnten. Prof. Nikolas von Bubnoff von der Klinik für Innere Medizin I (Hämatologie und Onkologie) und Prof. Silke Laßmann vom Institut für Klinische Pathologie leiten das gut aufeinander abgestimmte Team aus Medizinern und Naturwissenschaftlern verschiedener Fachbereiche. Die erste Patientengeschichte wird vorgestellt. Der Patient leidet unter GIST, einem selten auftretenden gastrointestinalen Stromatumor (Krebsform im Verdauungstrakt). Operiert werden kann er nicht, dafür ist der Krebs zu groß; medikamentöse Therapien blieben erfolglos. Das Kernteam des Molekularen Tumorboards hat die Krankengeschichten in der vergangenen Woche gründlich betrachtet, sie mit ähnlichen Fällen verglichen, molekulare Analysen durchgeführt und vergleichbare Studien sowie entsprechende Literatur recherchiert. Die Mediziner sind den Gründen für die Resistenz gegen die bisherigen Therapien auf der Spur. Häufig ist diese genetisch bedingt. Bei dem GIST-Patienten konnte die Mutation einer Phosphoinositid-3-Kinase (PI3-Kinase, PI3K) festgestellt werden. Dabei handelt es sich um ein Enzym, das eine wichtige Rolle bei der Signalvermittlung innerhalb der Zelle und bei zahlreichen zellulären Schlüsselfunktionen (z. B. Zellwachstum) spielt. Ist dieses Enzym mutiert, kann das u. a. zu Krebs führen. Damit hat das Team eine therapeutische Zielstruktur identifiziert – in diesem Fall die Hemmung der defizienten Phosphoinositid-3-Kinase – und muss nun nach einem entsprechenden Medikament suchen. Hier beginnt die schwierigste Aufgabe für die Mediziner. Selten sind bereits Medikamente auf dem Markt; mit etwas Glück gibt es eine passende klinische Studie zu einem neuen Mittel, an der der Patient teilnehmen kann. Oft ist beides aber nicht verfügbar. Dann bespricht das Team eine mögliche „Off-Label“-Behandlung, also eine Therapie mit einem Medikament, das es zwar gibt und das den richtigen Wirkstoff enthält, aber nicht für die Erkrankung zugelassen ist. In Einzelfällen kann der Hersteller eines bisher noch nicht auf dem Markt befindlichen Medikaments auch um eine Nutzung im Rahmen eines „Compassionate Use“-Programms (so genannte Anwendung aus Mitgefühl) gebeten werden.

Im Fall des GIST-Patienten konnte das Team im Vorfeld eine aktuelle klinische Studie recherchieren, die derzeit eine entsprechende medikamentöse Kombinationstherapie aus zwei Substanzen testet. Allerdings ist die Studie bereits geschlossen. Deshalb wurde der Hersteller formal angefragt, das noch nicht zugelassene Medikament für den schwerkranken und nicht therapierbaren Patienten anzuwenden. Der Hersteller hat – nicht zuletzt, um die laufende Studie nicht zu gefährden – zwar keiner Kombinations- aber einer Monotherapie mit einem Wirkstoff zugestimmt. Das Molekulare Tumorboard diskutiert den Behandlungsansatz

und formuliert gemeinsam eine Empfehlung für das eigentlich verantwortliche Tumorboard für Gastrointestinale Tumore, das bei diesem Fall um Unterstützung geben hatte. Es werden an diesem Morgen noch vier weitere, sorgfältig vorbereitete Patientenfälle besprochen. Nicht immer kann dabei eine Behandlung vorgeschlagen werden. Oftmals geht es zunächst um weitere Diagnoseansätze, um den Grund für die Therapieresistenz zu identifizieren.



Prinzip der fcDNA am Beispiel GIST.

Mit der molekularen Betrachtung der Krebserkrankungen wird das Denken in „Organ-Schubladen“ zunehmend aufgegeben. Es geht nicht mehr nur um Brustkrebs oder Magenkrebs, sondern um dahinterliegende Merkmale. Diese zeigen an, ob bestimmte Therapien wirksam sein können oder eben nicht. Damit verbunden ist auch ein Neudenken von klinischen Studien. Die Medizin wird personalisierter, und bestimmte Therapien helfen nur einer begrenzten Anzahl an Patienten. Demnach sind kleiner angelegte Studien notwendig. Das Molekulare Tumorboard sieht sich in dieser Entwicklung als Beratungsgremium für die Organboards. Gleichzeitig soll das recherchierte Wissen auch bei künftigen Fällen Verwendung finden. Deshalb werden alle Unterlagen und Empfehlungen entsprechend den Krebserkrankungen und den genetischen Mutationen dokumentiert. Entdeckt das Board seltene Mutationen, die erfolgreich therapiert werden konnten, dann führt es diese Erfahrung in klinische Studien über, um die neuen Ansätze künftig für weitere Patienten nutzbar zu machen. Das Universitätsklinikum Freiburg hat neben dem Molekularen Tumorboard insgesamt 16 Tumorboards etabliert, in denen Experten verschiedener Fachrichtungen Diagnose und Therapie besprechen und für jeden Patienten eine individuelle Behandlung festlegen.

---

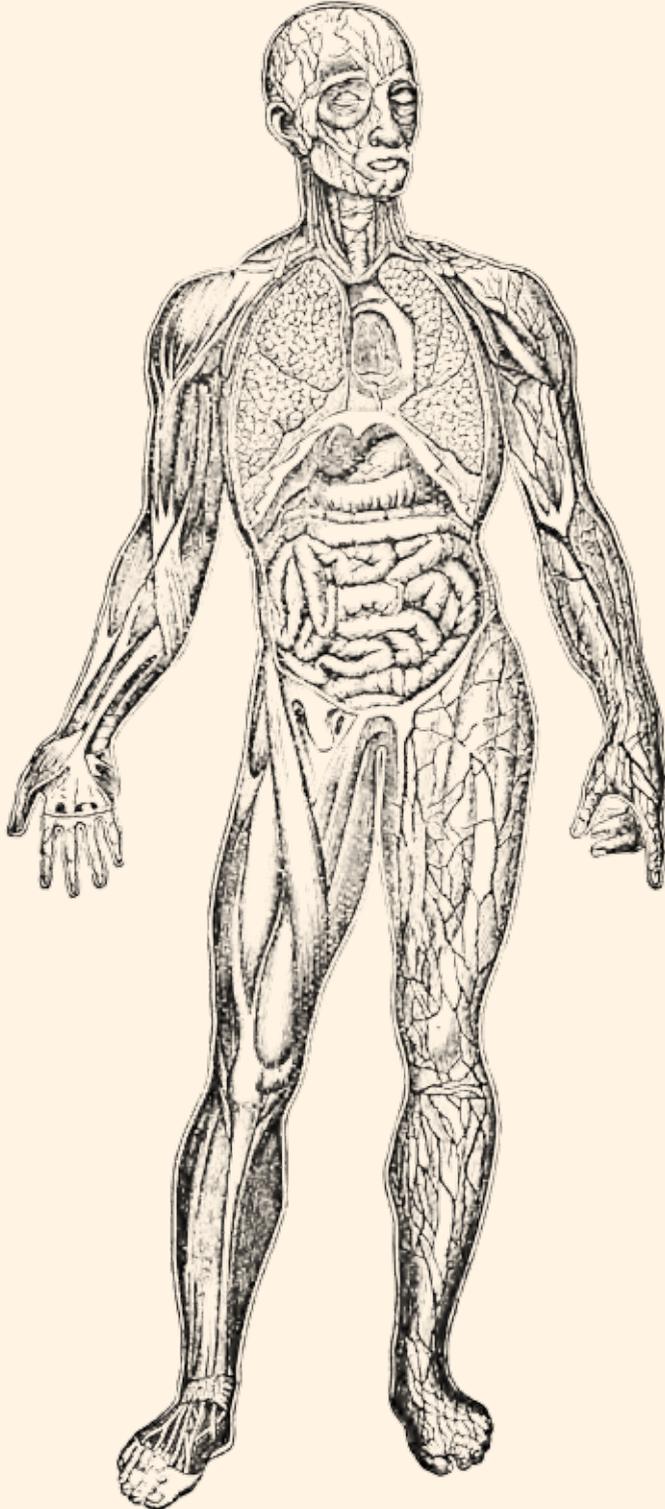
# IMMUNSYSTEM

---

\* \* \*

Das Immunsystem (Abwehrsystem) erkennt und entfernt fremde Substanzen sowie schädliche Mikroorganismen (Bakterien, Viren, Pilze, Parasiten etc.) aus dem Körper und schützt ihn so vor Krankheitserregern. Zudem kann es krankhaft veränderte eigene Körperzellen zerstören. Das Immunsystem ist komplex aufgebaut. Es besteht aus Eiweißen (Antikörpern), Immunzellen (Entzündungszellen wie Granulozyten / weiße Blutkörperchen und Lymphozyten, u. a. zur Abwehr von Tumorzellen) und Immunorganen (z. B. Knochenmark, Lymphknoten). Die Reaktion des Immunsystems auf körperfremde Stoffe heißt Immunantwort. Richtet sich das Immunsystem gegen körpereigene Strukturen, dann ist von einer Autoimmunreaktion die Rede.

\* \* \*



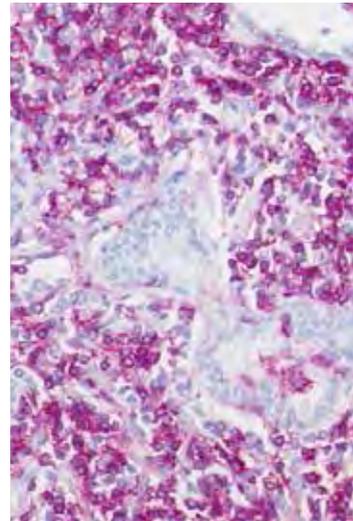
## IMMUNDEFEKT

\* \* \*

Der Begriff Immundefekt (Immundefizienz) bezeichnet eine geschwächte Abwehrfunktion des Körpers gegen Krankheitserreger, die zu unterschiedlichen Erkrankungen führen kann. Sichtbar wird die Immundefizienz durch eine hohe Anfälligkeit für Infekte, die von ungewöhnlich häufigen und schweren Erkältungskrankheiten bis hin zu lebensbedrohlichen Infekten wie Lungen-, Hirnhaut- und Leberentzündungen reichen. Eine gestörte Immunantwort kann auch Fieberschübe, Milz- und Lymphdrüenschwellungen, Granulome (knotenartige Gewebeneubildung), entzündliche Darmerkrankungen und verschiedene Autoimmunerkrankungen zur Folge haben. Die unterschiedlichen Symptome erschweren oftmals eine Diagnose. Das führt nicht selten zu einer Odyssee für die betroffenen Patienten, bis sie in einem spezialisierten Zentrum wie dem fächerübergreifend aufgestellten Centrum für Chronische Immundefizienz (CCI) in Freiburg diagnostiziert und behandelt werden können.



*Granulomatöse Veränderungen in der Lunge (granulomatous infiltrative lung disease).*



*Infiltration von CD4+ T-Zellen in die Lunge.*

Die Ursache für den Immundefekt kann angeboren oder erworben sein. Bei den genetisch bedingten, also angeborenen Erkrankungen zeigen sich die Symptome allerdings nicht zwangsläufig im Kindesalter. Wissenschaftler des CCI in Freiburg haben nachgewiesen, dass auch Immundefekte, die erst im Erwachsenenalter sichtbar werden, genetisch bedingt sein können. Auch Infektionen können zu einer Abwehrschwäche führen. Bekanntestes Beispiel ist der durch den HI-Virus hervorgerufene Immundefekt AIDS. Zudem kann eine immunsuppressive Therapie (Hemmung der Immunreaktion beispielsweise nach einer Organ- oder Knochenmarkstransplantation oder bei der Behandlung von Autoimmunerkrankungen) eine Immundefizienz zur Folge haben.

### **SPEZIALISIERTES FORSCHUNGS- UND BEHANDLUNGSZENTRUM**

Für die Diagnose und Behandlung von Immundefekten ist ein erfahrenes und vor allem fächerübergreifendes Team notwendig, da die Erkrankung an allen Organen Entzündungen hervorrufen kann. In Freiburg wurde mit dem Centrum für Chronische Immundefizienz (CCI) ein deutschlandweit einzigartiges Referenzzentrum für Immundefekte etabliert, das als ausgezeichnetes Integriertes Forschungs- und Behandlungszentrum durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird. Im CCI arbeiten Kinderärzte, Internisten, Spezialisten für das Abwehrsystem, für Infektionserkrankungen, für Bluterkrankungen und Knochenmarkstransplantationen sowie Biologen eng zusammen, um den Patienten eine fundierte Diagnose und individuelle Therapie zu bieten. Gleichzeitig erforschen sie Immundefekte, um diese besser zu verstehen und aus den Erkenntnissen neue Behandlungswege abzuleiten.

### **DIAGNOSE UND THERAPIE**

Die Diagnostik am CCI beinhaltet neben einer gründlichen fachärztlichen Untersuchung immunologische Tests (Immunzellphänotypisierung, zelluläre Funktionsdiagnostik), genetische Analysen (Abklärung von Gendefekten) und feingewebliche Betrachtungen. Das CCI analysiert auch eingesandte Proben anderer medizinischer Einrichtungen und gibt Empfehlungen für die weitere Behandlung des Patienten ab. Die untersuchten Proben stammen aus Blut, Knochenmark, Gewebe oder Lymphknoten und werden u. a. durch Biopsien entnommen. Das CCI entwickelt die Testverfahren auf Grundlage neuer Forschungsergebnisse kontinuierlich weiter. In wöchentlich stattfindenden klinischen Konferenzen werden aktuelle Fälle vorgestellt, Therapien diskutiert und festgelegt. Im Rahmen der Entzündungskonferenz tauschen sich zudem einmal im Monat Experten aus der Klinischen Immunologie, Infektiologie, Pharmakologie, Rheumatologie, Hämatologie, Gastroenterologie, Neurologie, Pathologie und Mikrobiologie über neueste diagnostische und therapeutische Entwicklungen aus.

Wenn der Immundefekt genau diagnostiziert ist, kann eine gezielte oftmals medikamentöse Therapie angeschlossen werden. Es stehen diverse Medikamente zur Verfügung, die die Immunzellen stimulieren oder im Falle von Fehlregulation unterdrücken bzw. vernichten. Antikörperinfusionen bieten zudem einen wesentlichen Schutz gegen Infektionen. Bei angeborenen Immundefekten wird auch die Stammzelltransplantation genutzt, um kranke Abwehrzellen durch gesunde zu ersetzen. Erforscht werden derzeit weitere Formen der Behandlung mit Zellen sowie gentherapeutische Ansätze.

---

#### **Centrum für Chronische Immundefizienz (CCI)**

Breisacher Straße 117, 79106 Freiburg, Telefon: +49 761 270-77550  
cci-uni@uniklinik-freiburg.de  
www.cci.uniklinik-freiburg.de

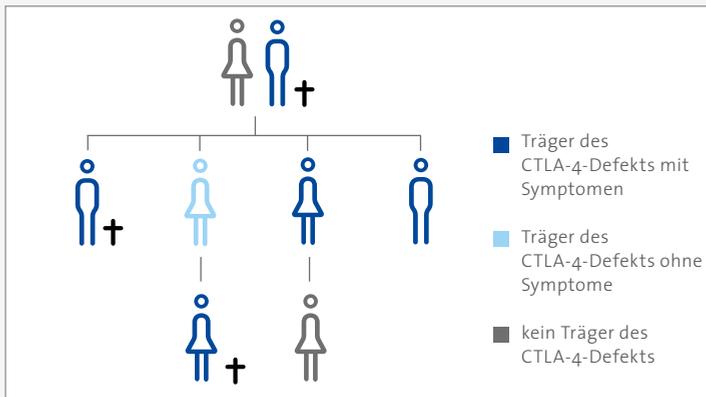


## EIN FALLBEISPIEL

\* \* \*

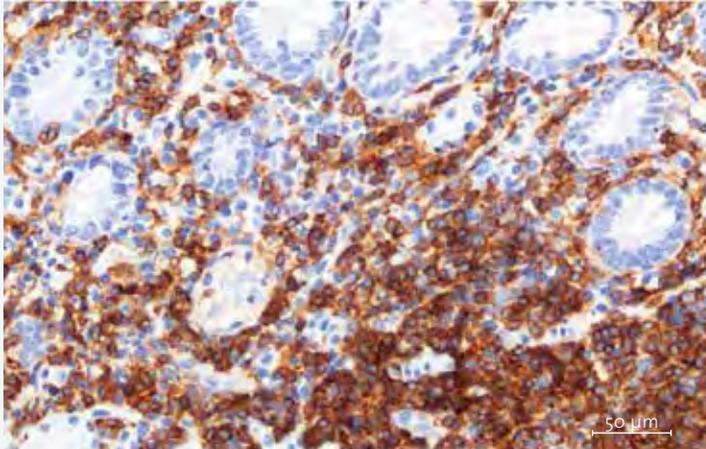
Die Krankengeschichte der 40-jährigen Patientin war lang, als sie zum ersten Mal am Centrum für Chronische Immundefizienz (CCI) untersucht wurde. Bereits seit ihrer Kindheit litt sie unter Magen-Darm-Beschwerden, die sich in Durchfällen zeigten. Eine Ursache konnten die Ärzte nicht finden, sie vermuteten psychische Gründe. Es folgten entsprechende Therapien; die Symptome verschlimmerten sich. Zuletzt verlor sie bis zu drei Liter Stuhl täglich und nahm 30 Kilogramm ab. Sie konnte nicht mehr vor die Tür gehen, ihr fehlte die Kraft für Alltägliches – eine schwere Belastung für sie und ihre Familie. Andere Organe wurden in Mitleidenschaft gezogen; die Nieren versagten und es bildete sich ein Magenkrebs. Als sie 2012 zur Behandlung des Karzinoms in eine Klinik kam, äußerte erstmals ein Arzt die Vermutung, dass der lange Leidensweg eine immunologische Ursache haben könnte, und überwies die Frau an das CCI.

## DIAGNOSE UND ERSTE THERAPIE IM CCI



*Familienstammbaum der Patientin mit CTLA-4-Defekt.*

Im Sommer 2012 fand die erste Untersuchung in Freiburg statt. Zu dieser Zeit wog die Patientin knapp über 40 Kilogramm. Auch wenn bis zu 20 Ärzte an Diagnose und Therapie mitwirken, hat die Patientin von Beginn an nur einen Ansprechpartner. In intensiven Gesprächen wurden ihre Krankengeschichte und ihre Familie beleuchtet. Ihr Vater starb bereits früh an einem Nierenversagen. Der ältere Bruder litt unter einer schweren Magen-Darm-Erkrankung, bevor er im Alter von 23 Jahren einem Lebersversagen erlag. Die Tochter der Schwester starb mit nur 15 Jahren an einer Lungenfibrose. Ein weiterer Bruder zeigt ebenfalls Symptome. Der Familienstammbaum unterstrich die Vermutung einer genetisch bedingten Immunschwäche, die Entzündungen in verschiedenen Organen hervorrufen kann. Blutuntersuchungen und eine Knochenmarksbiopsie belegten das Fehlen der für die Bildung von Antikörpern wichtigen B-Lymphozyten. Der dahinterliegende Gendefekt konnte nicht identifiziert werden. Zunächst wurde erfolgreich das Krebsgeschwür im Magen der Patientin entfernt. Dann folgte 2013 eine



*Massive Infiltration von CD4-positiven T Zellen in der Dünndarmschleimhaut eines CTLA-4-defizienten Patienten mit lebensbedrohlicher chronisch-entzündlicher Darmerkrankung.*

stationäre Therapie mit Immunsuppressiva. Allerdings zeigte die Patientin eine Unverträglichkeitsreaktion auf die Behandlung. Ein neuer Ansatz musste gefunden werden. Im Frühjahr 2014 stießen die Mediziner auf eine Mutation des Gens CTLA-4. CTLA-4 spielt eine wichtige Rolle bei der Regulierung der Immunabwehr und verhindert eine Überreaktion des Immunsystems. Ist dieses Gen defekt, richtet sich das Immunsystem gegen körpereigene Zellen. Bei der Patientin zeigte sich die Überreaktion in einer chronisch-entzündlichen Darmerkrankung. Der neu entdeckte Gendefekt wurde von Freiburger Wissenschaftlern zunächst bei 14 Patienten nachgewiesen, die teilweise unter lebensbedrohlichen Autoimmunerkrankungen des Darms, der Lunge und anderer Organe litten.

#### **THERAPIEANSATZ BEI CTLA-4-DEFEKT**

Der Fall der Patientin wurde im Entzündungsboard vorgestellt und mit Experten verschiedener Fachrichtungen diskutiert. Es lag für die Mediziner nahe, das nicht funktionstüchtige CTLA-4-Gen zu ersetzen. Bei der Suche nach möglichen Wirkstoffen stießen sie auf ein Medikament gegen rheumatische Arthritis, das den Effekt erzielen konnte. Da dieses Medikament bei Immundefekten bisher nicht erprobt war, wurde die Anwendung genau abgewogen. Im März 2014 erläuterte der behandelnde Arzt der Patientin den neuen Ansatz. Die Therapie begann stationär. Es dauerte drei Monate, bis sich neue, gesunde B-Lymphozyten bildeten und eine Normalisierung der Immunabwehr eintrat. Nach der stationären Behandlung führte die Patientin die Therapie durch Injektion in den Bauch fort. Ihr Stuhlgang reduzierte sich von 15-mal am Tag auf zwei- bis dreimal. Sie begann ein neues, fast normales Leben. Während der gesamten Therapie hat die Patientin Tagebuch geführt und, wenn sie nicht stationär behandelt wurde, wöchentlich mit ihrem Arzt telefoniert. Diese genaue Dokumentation des Krankheits- und Therapieverlaufs fließt in die weitere Erforschung der Mutation des CTLA-4-Gens ein.

---

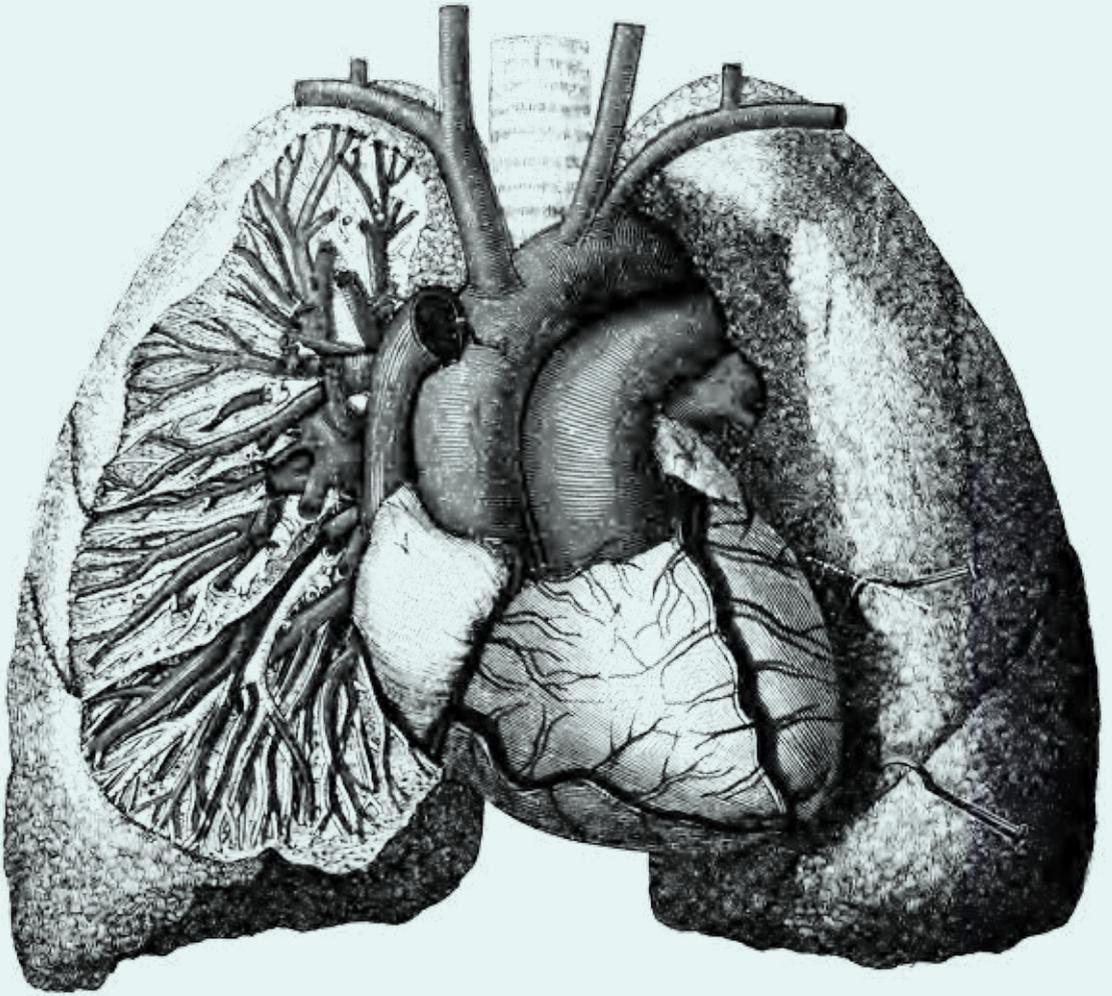
# LUNGE

---

\* \* \*

Die Lunge dient der Atmung des Menschen. Durch sie kann sauerstoffhaltige Luft in den Körper gelangen und sauerstoffarme abgegeben werden. Die Luft wird über Nase oder Mund aufgenommen und durch die Luftröhre in die Luftröhrengabel geführt. Diese verteilt die Luft in die zwei Hauptbronchien des linken und rechten Lungenflügels. Die Lungenflügel werden in Lungenlappen unterteilt, wobei der rechte Flügel drei und der linke nur zwei Lappen aufweist. Das Lungengewebe besteht aus einem luftführenden Teil (Bronchien) und einem Teil für den Gasaustausch (Lungenbläschen, Alveolen). Die Lunge nimmt fast den gesamten Brustraum ein. Das Lungenvolumen eines Erwachsenen beträgt im Durchschnitt fünf bis sechs Liter.

\* \* \*



## LUNGENKREBS

\* \* \*

Lungenkrebs ist der dritthäufigste bösartige Tumor. Bei Männern ist er Todesursache Nummer eins unter den Krebserkrankung; bei Frauen liegt er hinter Brustkrebs und Dickdarmkrebs an dritter Stelle. Durch eine Verbesserung der diagnostischen Möglichkeiten und durch innovative Therapieansätze konnte die Überlebensrate in den vergangenen Jahren gesteigert werden. Auch thoraxferne Tumoren wie Dickdarmkrebs können in Form von Metastasen (Tumorabsiedlungen) die Lunge befallen.

Die Symptome des Lungenkarzinoms sind oft unspezifisch wie Husten, teilweise Bluthusten, Gewichtsabnahme, Schmerzen im Brustkorb oder Rücken, Atemnot oder Fieber. Deshalb bleiben diese oft lange Zeit unerkannt. Es kann auch zu tumorspezifischen Symptomen kommen, beispielsweise zu einer zunehmenden Heiserkeit, wenn der Tumor in den Stimmbandnerv einwächst.



*Links: PET-Befund eines Patienten mit einem rechtszentralen Lungenkarzinom und Verdacht auf eine mediastinale Lymphknotenmetastase.*

*Mitte: PET-CT des gleichen Patienten mit der Lokalisationsdiagnostik der PET-positiven Befunde.*

*Rechts: Bronchoskopischer Befund des gleichen Patienten mit Tumornachweis im Bereich des rechten Lungenunterlappenbronchus.*

### DIAGNOSE

Zunächst erfolgt eine Röntgenuntersuchung von Brustkorb und Lunge. Allerdings kann ein unauffälliges Röntgenbild nicht ausschließen, dass ein zentral gelegenes oder noch kleines Karzinom vorhanden ist. Deshalb empfiehlt sich bei begründetem Verdacht eine anschließende Computertomographie. Wenn sich hierbei ein Karzinom zeigt, muss eine feingewebliche Untersuchung durch die Pathologie stattfinden. Die dafür nötige Gewebeprobe wird zumeist über eine Bronchoskopie entnommen. Die Klinik für Thoraxchirurgie am Universitätsklinikum Freiburg nutzt seit 2007 die innovative Methode der Bronchoskopie mit endobronchialen Ultraschall. Dafür wird ein flexibles optisches System, in das ein Ultraschallkopf integriert ist, über Nase oder Mund in die Luftröhre eingeführt. Bei dem speziellen Verfahren ist es im Gegensatz zu anderen Bronchoskopien möglich, auch Gewebeprobe außerhalb der Atemwege sowie der im Mittelfellraum befindlichen mediastinalen Lymphknoten und der Tumormassen, die an den Atemwegen anliegen, zu entnehmen.

Vor allem die feingewebliche Betrachtung der Lymphknoten ist wichtig, um das weitere therapeutische Vorgehen bei Lungenkrebs zu planen. Vorteil der Bronchoskopie mit endobronchialen Ultraschall ist das Echtzeit-Ultraschallbild, das die Probengewinnung (Punktion mit einer Nadel oder Zange) erleichtert und eine sonographische Beurteilung der punktierten Struktur ermöglicht. Das Verfahren ist für den Patienten komplikationsarm und wenig belastend.

### **THERAPIE**

Derzeit werden drei Therapiemodalitäten zur Behandlung von Lungenkrebs eingesetzt: die Operation, die Strahlentherapie und eine medikamentöse, systemische Therapie. Das Universitätsklinikum Freiburg setzt auf eine Kombination der verschiedenen Ansätze, weil diese die besten Langzeitergebnisse aufweist. Das gilt vor allem bei Patienten im mittleren Erkrankungsstadium, wenn die Lymphknoten durch Tumorzellen befallen sind, aber noch keine Metastasierung stattgefunden hat. Für jede Behandlungsmethode gibt es spezialisierte Kliniken (Klinik für Thoraxchirurgie, Klinik für Strahlentherapie und Klinik für Hämatologie und Onkologie), die im Zentrum für Thorakale Tumore (ZTT) eng zusammenarbeiten. Das ZTT ist Teil des Tumorzentrums Freiburg – CCCF, das die Expertisen für die Behandlung von Tumorpatienten bündelt und die Krebsforschung vorantreibt. Als eine der ersten Kliniken bundesweit wurde das Universitätsklinikum Freiburg bereits 2009 als Lungenkrebszentrum zertifiziert. In wöchentlich stattfindenden Tumorboards besprechen Spezialisten der Thoraxchirurgie, der Strahlenheilkunde und der Onkologie sowie Radiologen, Nuklearmediziner, Pathologen und Pneumologen die Befunde der Lungenkrebspatienten und legen gemeinsam Therapieempfehlungen fest. Aufgrund der individuellen biologischen Verhaltensmuster der Tumoren eignet sich eine standardisierte Therapie nicht für jeden Patienten. Deshalb rücken bei den Konferenzen zunehmend personalisierte Behandlungsansätze in den Mittelpunkt, die auf genetischen Untersuchungen beruhen.

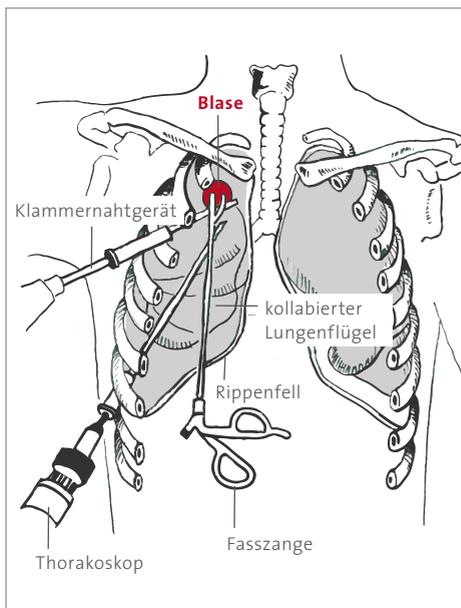
### **MINIMALINVASIVE, GEWEBESPARENDE LUNGENRESEKTION**

Der chirurgische Eingriff kann zu einer deutlichen Steigerung der Überlebensrate auf 50 bis 90 Prozent führen, sofern der Tumor operabel ist und bestimmte Kriterien erfüllt. Der Tumor darf noch nicht metastasiert haben und er muss vollständig entfernbar sein. Zudem sollte der Patient über eine ausreichend gute Kondition verfügen. Häufig ist der Tumor durch einen operativen Eingriff komplett heilbar. Die Klinik für Thoraxchirurgie setzt eine besonders schonende, minimalinvasive Operationstechnik ein, die so genannte Schlüsselloch-Chirurgie. Bei diesem Verfahren wird nicht mehr der gesamte Brustbereich geöffnet, sondern es sind nur kleine Schnitte (2 bis 4 cm) notwendig. Über diese werden spezielle Instrumente, die in ihrer Funktion denen der offenen Chirurgie gleichen (Schere, Pinzette etc.), zwischen den Rippen in die Brust eingeführt. Der Eingriff erfolgt videobasiert (Videoassistierte thorakoskopische Lobektomie). Das heißt, über eine wenige Millimeter kleine Öffnung wird eine stabartige Videokamera eingeführt. Die Bilder des Operationsgebiets werden vergrößert auf einen Monitor übertragen. Somit kann der Operateur das krankheitsbefallene Gewebe, den betroffenen Lungenlappen oder einen ganzen Lungenflügel präzise entfernen. Die Vergrößerung und die Ausleuchtung des Operationsgebietes ermöglichen es, auch Bereiche zu erkennen, die mit bloßem Auge nicht sichtbar sind.

Die Entfernung des Tumorgewebes erfolgt mit Hilfe speziell für die minimalinvasive Chirurgie entwickelter Klammernahtgeräte. Das Verfahren führt im Vergleich zu offenen Operationsmethoden zu einer geringeren Gewebeschädigung. Dadurch entstehen weniger Entzündungen und für den Patienten weniger Schmerzen. Auch kann auf eine Spreizung der Rippen verzichtet werden. Der Patient ist schneller wieder mobil und auch die Atemfunktion erholt sich zügiger.



Schlüsselloch-Operation in der Klinik für Thoraxchirurgie.



Schemazeichnung eines minimalinvasiven Eingriffs.

Die Manschettenresektion ist ein weiteres schonendes, gewebesparendes Verfahren, das die komplette Entfernung des Lungenflügels vermeidet. Bei der in Freiburg angewandten hochkomplexen Technik werden nur die tumor betroffenen Teile des Bronchialsystems entfernt und die gesunden Gewebeteile wieder miteinander verbunden. So kann der Lungenlappen oder der ganze Lungenflügel erhalten bleiben, was sich auf die Lungenfunktion positiv auswirkt. Lungenmetastasen werden – nachdem das Tumorboard eine entsprechende Behandlung festgelegt hat – zumeist gewebeschonend laserbasiert entfernt. Das Verfahren wurde in Freiburg entwickelt und verhindert den Verlust von gesundem Lungengewebe.

### FORSCHUNG

Das Forschungsengagement der Klinik für Thoraxchirurgie zielt in verschiedene Richtungen. Es werden beispielsweise die Vorteile der Bronchoskopie mit endobronchialen Ultraschall im Vergleich zu herkömmlichen Methoden (Mediastinoskopie) untersucht. Klinische Studien betrachten die Möglichkeiten der Lungenlappenentfernung über eine Schlüsselloch-Operation. Freiburger Wissenschaftler beteiligen sich zudem an internationalen Studien zu einem Impfstoff, der nach der Operation eines Lungenkarzinoms die Heilungschancen verbessern soll. Auch wird betrachtet,

wie das körpereigene Immunsystem Krebszellen besser erkennen und bekämpfen kann. Die Grundlagenforschung beschäftigt sich mit den Mechanismen der Metastasierung von Lungentumoren, um das Wachstum und die Streuung des Tumors besser zu verstehen und darauf Behandlungsansätze aufzubauen. Freiburg kann für die Grundlagenforschung, die Bewertung von Therapieerfolgen sowie für die Entwicklung neuer diagnostischer Methoden und Therapiekonzepte auf eine Tumorbank zurückgreifen, in der Tumorgewebe aufbewahrt wird.

### **Klinik für Thoraxchirurgie**

- Über **3.000** operative Eingriffe pro Jahr
- Mehr als **1.400** stationäre und **3.500** ambulante Patienten pro Jahr
- Jährlich über **1.000** Bronchoskopien, davon **400** Bronchoskopien mit endobronchialem Ultraschall
- Operative Behandlung von etwa **170** Lungenkarzinomen pro Jahr

**Leistungen:** bronchologische Intervention – Bronchoskopie – Emphysemchirurgie – endoskopische Lungenvolumenreduktion – Laserchirurgie – Luftröhrenchirurgie – Lungenchirurgie – radikale Entfernung von Lungenkrebs – lungenschonende Chirurgie – Lungentransplantation – minimalinvasive Thoraxchirurgie / Schlüsselloch-Chirurgie – Portambulanz – Thoraxchirurgie bei Kindern – Videoassistierte thorakoskopische (VATS) Lobektomie

Robert-Koch-Klinik, Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg, Telefon: +49 761 270-24570  
 bernward.passlick@uniklinik-freiburg.de  
[www.uniklinik-freiburg.de/thoraxchirurgie](http://www.uniklinik-freiburg.de/thoraxchirurgie)



### **Klinik für Pneumologie**

**Leistungen:** interstitielle Lungenerkrankungen – chronisch-obstruktive Lungenerkrankungen und Lungenemphyse – nichtinvasive Beatmung bei akutem und chronischem Atemversagen – Weaning, Entwöhnung von der Langzeitbeatmung – Schlaflabor – Mukoviszidose – pulmonale Hypertonie – allergologische Immuntherapie – Lungentransplantation

Killianstraße 5, 79106 Freiburg, Telefon: +49 761 270-37060  
[www.uniklinik-freiburg.de/pneumologie](http://www.uniklinik-freiburg.de/pneumologie)



### **Klinik für Strahlenheilkunde**

Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg, Telefon: +49 761 270-94620  
[www.uniklinik-freiburg.de/strahlenheilkunde](http://www.uniklinik-freiburg.de/strahlenheilkunde)



### **Klinik für Innere Medizin I Hämatologie, Onkologie und Stammzelltransplantation**

Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg, Telefon: +49 761 270-34050  
[www.uniklinik-freiburg.de/medizin1](http://www.uniklinik-freiburg.de/medizin1)



---

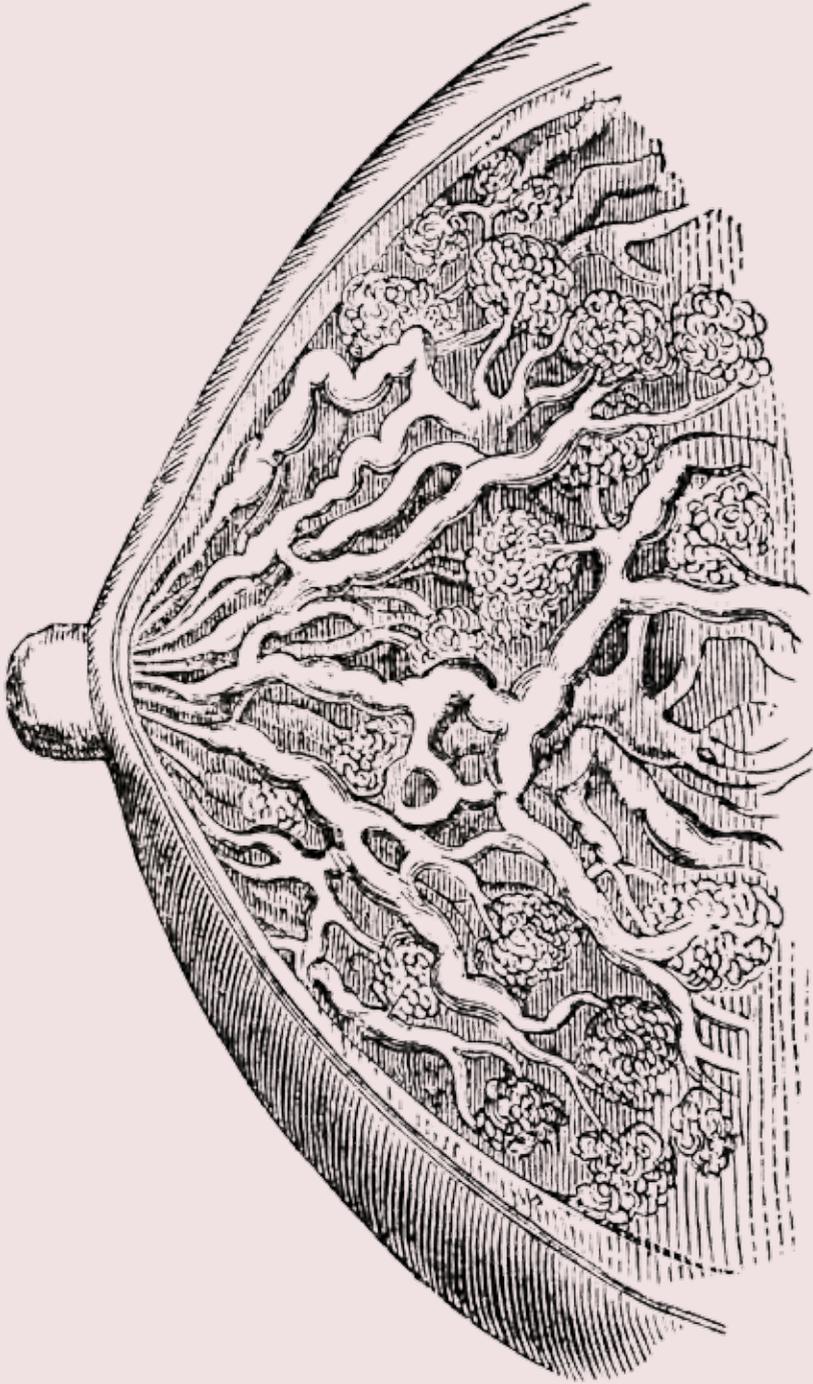
# BRUST

---

\* \* \*

Die weibliche Brust (lat. Mamma) dient dem Stillen des Nachwuchses und ist zudem sekundäres Geschlechtsmerkmal. Sie besteht aus Fett- und Bindegewebe sowie aus milchproduzierendem Drüsengewebe (Glandula mammaria). Letzteres setzt sich aus 15 bis 20 traubenförmigen Drüsenläppchen zusammen; diese sind über Milchgänge mit der Brustwarze verbunden. Nerven, Adern und Lymphgefäße durchziehen die Brust, wobei die Lymphgefäße in Richtung Achselhöhlen, Brust- und Schlüsselbein verlaufen und durch Lymphknoten unterbrochen sind. In den normalerweise weichen, kaum tastbaren Lymphknoten werden u. a. Krankheitserreger gefiltert.

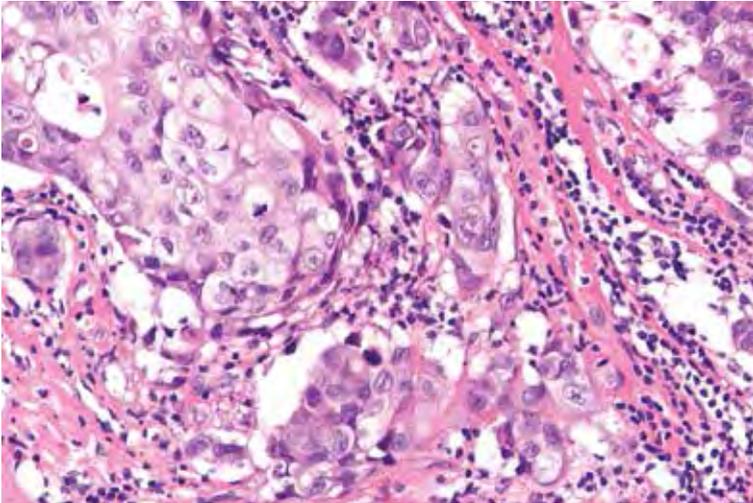
\* \* \*



## BRUSTKREBS

\* \* \*

Mehr als 70.000-mal im Jahr wird in Deutschland die Diagnose Brustkrebs gestellt, über 17.000 Frauen versterben daran. Damit ist er die häufigste bösartige Tumorerkrankung bei Frauen. Das Risiko, daran zu erkranken, steigt ab dem 40. Lebensjahr. Sehr selten können auch Männer betroffen sein, wobei ein Mann auf etwa 115 Frauen kommt. Die eigentliche Ursache des Krebses ist wie bei den meisten Tumoren noch nicht geklärt, doch sind Risikofaktoren bekannt. Dazu zählen Hormontherapien, Alkoholkonsum und Übergewicht. Etwa fünf bis zehn Prozent der Fälle sind genetisch bedingt. Deshalb kann bei einer familiären Häufung von Brust- und Eierstockkrebs ein Gentest in Betracht gezogen werden.



*Invasives Mammakarzinom (ehemals invasiv duktal), Standard-Hämatoxylin-Eosin-Färbung.*

Grundsätzlich kann Brustkrebs von den Zellen der Drüsenläppchen oder den Zellen der Milchgänge ausgehen. Wobei die letztere Form am häufigsten auftritt. Wenn sich Tumorzellen auch in den Lymphknoten finden, dann besteht die Gefahr, dass der Krebs auf andere Körperbereiche streut. Die Rate der Neuerkrankungen steigt kontinuierlich, trotzdem sinkt seit einigen Jahren die Zahl der Sterbefälle. Diese Entwicklung zeigt, dass sich die Behandlungsmöglichkeiten von Brustkrebs verbessert haben.

### DIAGNOSE

Manche Geschwulste entdecken die betroffenen Frauen bei einer Selbstuntersuchung. Tastbare Tumoren sind allerdings oft groß, also bereits fortgeschritten, was die Heilungschancen verschlechtert. Ab dem 30. Lebensjahr ist eine klinische Untersuchung der Brust durch den Arzt Bestandteil des Krebs-Früherkennungsprogramms. Frauen über 50 Jahren wird die regelmäßige Mammographie empfohlen. Für Beratung, Diagnose sowie Vor- und Nachsorgebetreuung bietet das Brustzentrum am Universitätsklinikum Freiburg eine spezialisierte Brustsprechstunde an.



*In der Mammographie sichtbares Karzinom.*

Molekulargenetische Untersuchungen werden gemeinsam mit dem Institut für Humangenetik durchgeführt. Zeigt sich eine Auffälligkeit, wird diese durch digitale Mammographie (Röntgenaufnahme mit niedriger Strahlenbelastung), Mammasonographie (hochauflösender Ultraschall ohne Strahlenbelastung) und Mamma-MRT (Kernspintomographie) abgeklärt. Bleiben die Befunde weiterhin unklar, wird eine Biopsie durchgeführt. Die benötigten Gewebeproben werden ambulant und ohne Operation oder Vollnarkose mittels einer so genannten ultraschallgesteuerten Hochgeschwindigkeits-Stanzbiopsie oder einer stereotaktischen Vakuumbiopsie entnommen.

#### **THERAPIE**

Die Behandlung am Universitätsklinikum Freiburg ist auf die jeweilige Patientin zugeschnitten. Jeder einzelne Fall wird im Tumorboard von Experten verschiedener Fächer betrachtet und diskutiert, bevor diese einen individuellen Behandlungsplan festlegen. Der beinhaltet je nach Stadium und Ausprägung der Erkrankung eine Kombination aus Hormon-, Chemo-, Strahlen- und Antikörpertherapie sowie operative Eingriffe und wird mit der Patientin besprochen. Im Frühstadium soll die Therapie heilen, bei einem metastasierten Karzinom das Leben verlängern und im Spätstadium Beschwerden lindern. Grundlage für die Behandlung sind die Leitlinien der Deutschen Krebsgesellschaft und der medizinischen Fachgesellschaften, die regelmäßig aktualisiert werden.

#### **OPERATION**

Das Universitätsklinikum wendet verschiedene Operationsmethoden an, die sich an der Erkrankung der Patientin orientieren. Ziel ist es, die Krebszellen vollständig zu entfernen und so eine Metastasierung (Ausbreitung) zu verhindern. Am häufigsten werden brusterhaltende Operationen (BEO oder BET) durchgeführt, bei denen der Tumor mit umliegendem Gewebe entfernt wird. Die Brustform wird im Anschluss mit verschiedenen Methoden rekonstruiert. Ob der brusterhaltende Eingriff möglich ist, hängt von verschiedenen Faktoren ab wie von der Tumorgöße und von der Frage, ob der Tumor bereits in die Muskulatur oder Haut eingedrungen ist. Während der Operation wird zudem der so genannte Wächterlymphknoten entfernt. Dieser ist der erste Lymphknoten,



*Intraoperative Radiotherapie am Universitätsklinikum Freiburg.*

durch den das Gewebewasser der Brust zu den Lymphknoten im Achselbereich fließt. Er ist demnach auch die erste Station, in der sich Krebszellen zeigen. Der Wächterlymphknoten wird sofort analysiert. Ist er frei von Tumorzellen, dann sind auch die anderen Lymphknoten nicht befallen. Auf eine komplette Entfernung der Achsellymphknoten kann in diesem Fall verzichtet werden und der Eingriff ist schonender für die Patientin. Zeigen sich Krebszellen, werden die Achsellymphknoten vollständig entfernt. Ist der Brustkrebs zu groß, dann wird die gesamte Brust entfernt. Die Brust kann danach mit Implantaten oder Eigengewebe wieder aufgebaut werden. Hier arbeiten die Brustchirurgen der Frauenklinik eng mit der Klinik für Plastische Chirurgie zusammen.

#### **PERKUTANE UND INTRAOPERATIVE STRAHLENTHERAPIE**

Neben der Operation ist die Strahlentherapie die zweite Säule der brusterhaltenden Therapie. Deshalb ist die Klinik für Strahlenheilkunde Teil der interdisziplinären Tumorkonferenz, die über die individuelle Behandlung der Brustkrebspatientinnen berät. Nach der brusterhaltenden Operation wird in der Regel zunächst die gesamte Brust bestrahlt, gefolgt von einer gezielten so genannten kleinvolumigen Aufsättigungsbestrahlung (Boost) im ehemaligen Tumorbett. Die lokale Trefferquote für die Boost-Therapie wird umso höher, je genauer der Tumor während der Operation lokalisiert wurde. Seit kurzem verfügt das Universitätsklinikum über ein Gerät für die intraoperative Radiotherapie (IORT), das im Operationstrakt der Frauenklinik eingesetzt wird. Damit kann die Operationshöhle direkt nach der Entfernung des Tumors während des Eingriffs versorgt werden. Die Zielgenauigkeit der Bestrahlung schützt gesundes Gewebe und ermöglicht dadurch die sehr hohe, wirkungsvolle Dosierung. Die anschließende perkutane („durch die Haut gehende“) Strahlentherapie verkürzt sich so um eine Woche.

#### **CHEMOTHERAPIE**

Eine Systemtherapie soll eventuell verbliebene Krebszellen nach der Operation abtöten. Ob diese medikamentöse Behandlung notwendig ist, wird anhand verschiedener Faktoren entschieden, wie dem Stadium oder der Art des Krebses. Es stehen Chemo-, Antikörper- und Chemotherapie zur Verfügung. Die Form der Chemotherapie ist abhängig vom Zustand der Patientin,

vom Tumor und vom Risiko einer Neuerkrankung. In der Regel werden in bestimmten Abständen so genannte Zytostatika verabreicht, die das Wachstum der Krebszellen hemmen und diese abtöten. Am Universitätsklinikum werden Zytostatika nach dem Freiburger Modell durch speziell qualifizierte Pflegekräfte gegeben. Dieses Verfahren setzt Standards im klinischen Bereich. Im Universitätsklinikum erfolgt die Chemotherapiebestellung und Protokollpflege über die Datenbank ChemoAS. Damit verbunden ist ein transparentes, effizientes Arbeiten sowie eine optimale Patientensicherheit. Neben der Klinik für Innere Medizin I und der Klinik für Frauenheilkunde sind die Gastroenterologie und Neurochirurgie an ChemoAS angeschlossen. Die Integration weiterer Abteilungen wird derzeit umgesetzt.

### GANZHEITLICHE BETREUUNG

Die Behandlung am Universitätsklinikum geht über den rein medizinischen Aspekt hinaus. Krebspatienten und deren Angehörige werden in der schweren Zeit durch umfangreiche Angebote unterstützt. Dazu zählen die Beratung zu sozialrechtlichen und finanziellen Fragen, zu künftigen Möglichkeiten, den Beruf auszuüben, oder zur häuslichen Pflege ebenso wie Gruppen-, Paar- und Familientherapien. Die Patienten erhalten Hilfestellungen bei Nebenwirkungen der Therapie wie Schlafstörungen und finden professionelle Unterstützung bei Fragen zur krankheitsbedingten eingeschränkten Sexualität. Auch die Umstellung der Ernährung und auf Onkologiepatienten zugeschnittene Sportangebote gehören in das Programm. Informationen zu den Angeboten finden sich auf der Website des Tumorzentrums Freiburg – CCCF, [www.uniklinik-freiburg.de/cccf](http://www.uniklinik-freiburg.de/cccf).

### STUDIEN

Das Brustzentrum am Universitätsklinikum Freiburg nimmt an nationalen und internationalen Studien teil, um aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse für die Patientinnen nutzbar zu machen und einen schnellen Zugang zu neuen Medikamenten und Therapien zu ermöglichen.

#### **Brustzentrum**

**Leistungen:** Diagnostik – Therapie und langfristige Nachsorge durch ein interdisziplinäres Expertenteam an Frauenärzten – Plastischen Chirurgen – Radiologen – Pathologen – medizinischen Onkologen – Nuklearmedizinern und Strahlentherapeuten

Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg, Telefon: +49 761 270-31480  
[brustzentrum@uniklinik-freiburg.de](mailto:brustzentrum@uniklinik-freiburg.de)  
[www.uniklinik-freiburg.de/frauenheilkunde/senologie](http://www.uniklinik-freiburg.de/frauenheilkunde/senologie)



#### **Strahlenheilkunde im Medizinischen Versorgungszentrum (MVZ) und Klinik für Strahlenheilkunde**

**Leistungen:** Kurative Strahlentherapie zur vollständigen Zerstörung des Tumors – präventive Bestrahlung nach einer Operation, um einzelne, noch verbliebene Tumorzellen zu vernichten – palliative Therapie, wenn bereits Metastasen vorhanden sind, um Beschwerden und Symptome zu lindern

Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg, Telefon: +49 761 270-94620  
[www.uniklinik-freiburg.de/strahlenklinik](http://www.uniklinik-freiburg.de/strahlenklinik)



---

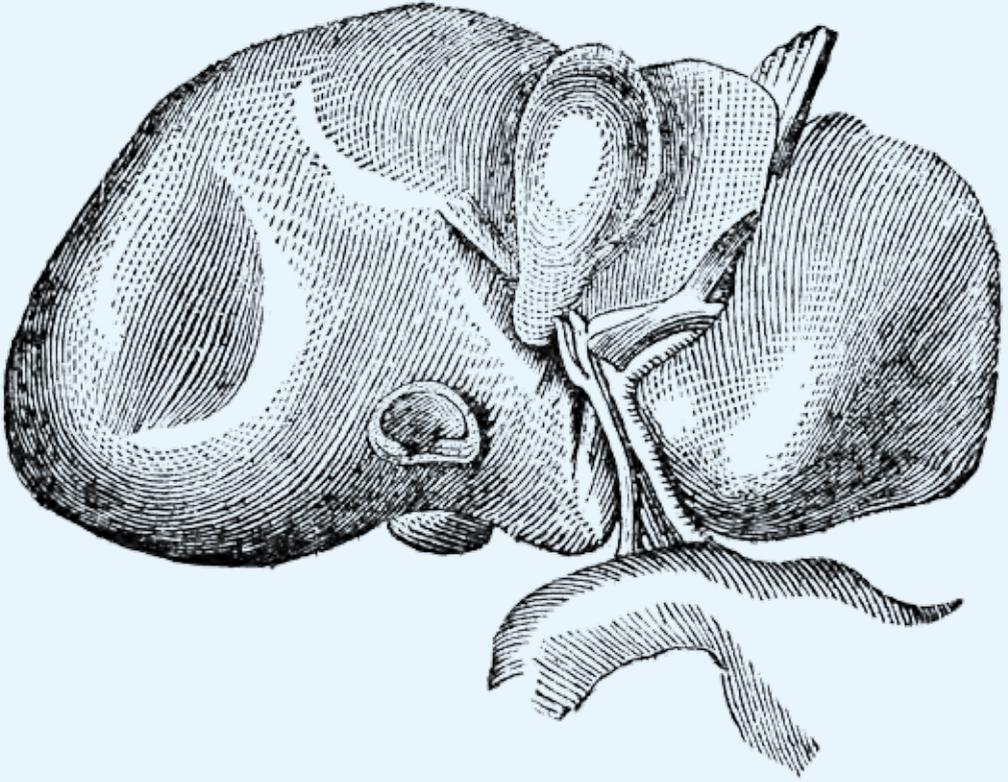
# LEBER

---

\* \* \*

Die Leber besitzt eine zentrale Funktion für den gesamten Stoffwechsel. Sie produziert wichtige Eiweiße (u. a. Gerinnungsfaktoren) und speichert Glucose, Fette und zahlreiche Vitamine sowie Eisen. Die Leber bildet Galle, die wesentlich für die Fettverdauung, aber auch für den Abbau und die Ausscheidung von Cholesterin, Medikamenten, Giften und weiteren Stoffwechselprodukten ist. Gerade in ihrer Funktion als Hauptentgiftungsorgan ist die Leber zahlreichen Schadstoffen und Erregern ausgesetzt. Auch wenn Leberzellen sehr gut regenerationsfähig sind, werden diese bei einer besonders starken oder lang anhaltenden Belastung, zum Beispiel durch übermäßigen Alkoholkonsum, Fettleibigkeit oder chronische Virusinfektionen (Hepatitis B, C und D), zerstört. Die Folge sind eine Leberzirrhose und ein erhöhtes Risiko, an Leberkrebs (hepatozelluläres Karzinom, HCC) zu erkranken. Dieser bösartige Krebs gehört mittlerweile weltweit zu den am häufigsten tödlichen Tumoren. Sein Auftreten hat sich in Deutschland in den vergangenen Jahrzehnten verdoppelt. Noch sind die Behandlungsmöglichkeiten begrenzt, sodass nur etwa einer von fünf Erkrankten geheilt werden kann.

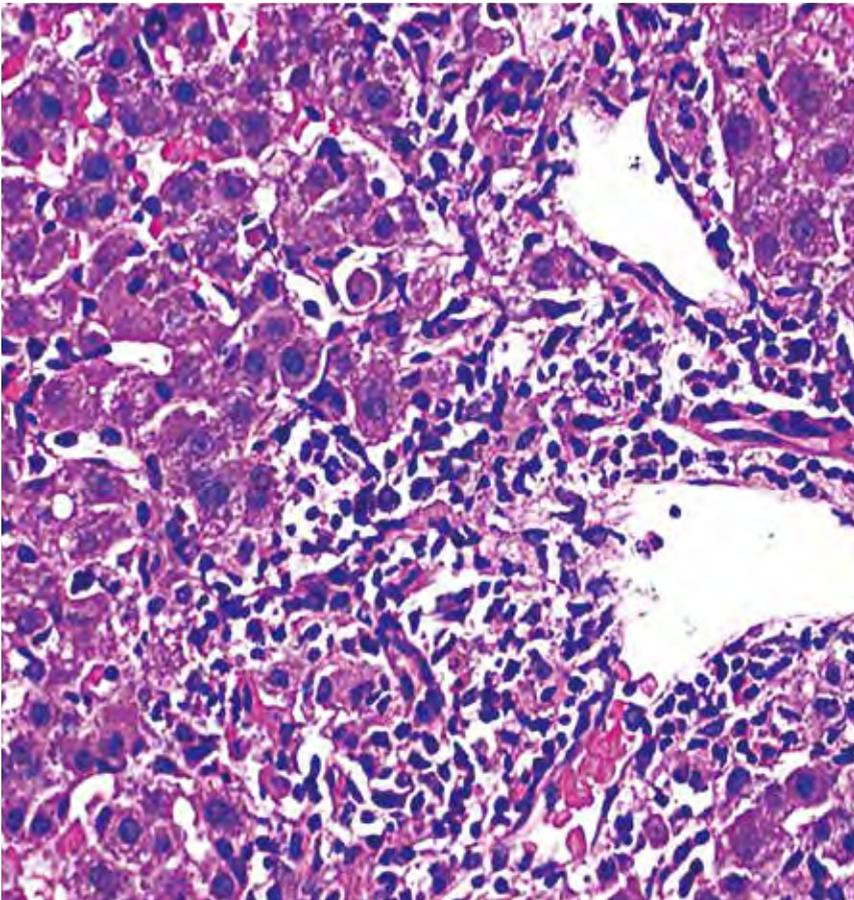
\* \* \*



## HEPATITIS C, LEBERZIRRHOSE UND LEBERKREBS

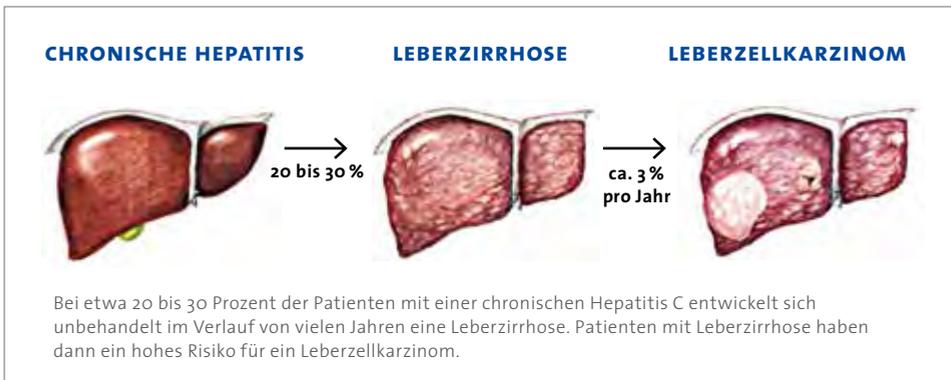
\* \* \*

In Deutschland leidet etwa eine halbe Million Menschen an einer chronischen Infektion mit dem Hepatitis-C-Virus. Weltweit wird von bis zu 130 Millionen Erkrankten ausgegangen. Das Virus überträgt sich über das Blut. Eigentlich ist das menschliche Immunsystem in der Lage, sich gegen das Hepatitis-C-Virus zu wehren, sodass bei einem Teil der Infizierten der Erreger wieder verschwindet. Doch bei über der Hälfte der Erkrankten versagt der Abwehrmechanismus und es kommt zu einer chronischen Infektion. Bei einem Teil dieser Patienten führt die Infektion langfristig zu einer Leberzirrhose und im schlimmsten Fall zu einem oft nicht heilbaren Leberkarzinom. In Europa ist die chronische Hepatitis-C-Infektion der häufigste Grund für eine Lebertransplantation. Allerdings übersteigt die Zahl der Menschen, die eine Transplantation benötigen, deutlich die verfügbaren Spenderlebern.



*Hepatitis C verursacht eine Entzündungsreaktion im Lebergewebe. In dem histologischen Bildausschnitt sind zahlreiche kleine dunkel-violette Entzündungszellen zwischen den größeren, heller-violetten Leberzellen zu erkennen.*

Die Akutphase der Hepatitis-C-Infektion verläuft häufig symptomlos. Es kann in der Inkubationszeit zu Müdigkeit, Appetitlosigkeit, Gelenkschmerzen oder einem Druckgefühl im Oberbauch kommen. Doch führen diese Symptome selten zu einer Hepatitis-C-Diagnose. Die durch den Erreger verursachte Leberentzündung bleibt auch im chronischen Verlauf schmerzfrei und somit oft unentdeckt. Das ist fatal für die Betroffenen, da in einem fortgeschrittenen Stadium teilweise keine antivirale Therapie mehr möglich ist. Erhöhte Leberwerte (Transaminasen GOT / AST und GPT / ALT) im Blut deuten auf eine Entzündung hin. Ob und welche Virusinfektion diese verursacht, zeigt dann die Untersuchung des Bluts auf Antikörper gegen Hepatitis A, B, C, D und E. Zudem können die Viren über eine so genannte Polymerase-Kettenreaktion nachgewiesen werden. Hierfür wird die Virus-RNA vervielfältigt, was ein Erkennen der Infektion bereits in einem sehr frühen Stadium ermöglicht.



Die Sonografie (Ultraschalluntersuchung) dient dem Arzt dazu, die Lebergröße und Leberstruktur zu beurteilen. Oft lässt sich dabei die genaue Ursache der Entzündung nicht erfassen. Die Klinik für Innere Medizin II (Gastroenterologie, Hepatologie, Endokrinologie und Infektiologie) nutzt zudem für die Diagnose von Lebererkrankungen die farbkodierte Dopplersonographie, um die Leberdurchblutung und die Durchblutung der Bauchorgane zu betrachten. Ein Kontrastmittelultraschall kann unklare Leberherde, aber auch Läsionen (Verletzungen) anderer Organe aufgrund ihrer Durchblutung und ihres unterschiedlichen Speicherverhaltens differenzieren. Mit einem speziellen Ultraschallapparat, dem Fibro-Scan, bestimmen die Freiburger Mediziner bei chronischen Lebererkrankungen das Ausmaß der Lebergewebsschädigung (Fibrose-Zirrhose). Eine zuverlässige Aussage über das Stadium der Erkrankung kann zudem anhand einer Leberbiopsie getroffen werden.

### THERAPIE

Wenn eine Hepatitis-C-Infektion früh erkannt wird, dann kann diese medikamentös mit Virusblockern behandelt werden. Diese Therapie verhindert eine weitere Vermehrung der Viren, bekämpft diese und kann im günstigsten Fall eine Leberzirrhose nicht nur aufhalten, sondern auch rückgängig machen. Da sich das Virus schnell verändert und in verschiedenen so genannten Genotypen auftritt, muss die Therapie individuell ausgesucht werden. Schwere Nebenwirkungen

wie grippeähnliche Symptome oder depressive Beschwerden wie unter der früher üblichen Interferontherapie sind mit den modernen Therapien heute selten. Während sich bei virusbedingten Leberentzündungen die Behandlungsmöglichkeiten in den vergangenen Jahren gebessert haben, konnte die Forschung bisher noch keinen durchgängig erfolgreichen Therapieansatz gegen Leberkrebs in die klinische Versorgung übertragen. Um diesen Patienten gerecht zu werden und alle Möglichkeiten der Medizin auszuschöpfen, besprechen in Freiburg Hepatologen, Radiologen, Chirurgen, Strahlentherapeuten und Nuklearmediziner im Rahmen wöchentlich stattfindender Tumorboards die derzeit besten Behandlungsansätze für ihre Patienten.

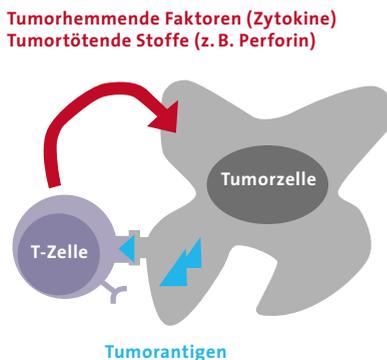
### IMMUNTHERAPIE GEGEN LEBERKREBS

Wissenschaftler des Universitätsklinikums Freiburg untersuchen die Rolle des körpereigenen Immunsystems bei der Bekämpfung von Leberkarzinomen. Sie zeigten 2014 in einer Studie, dass bei etwa der Hälfte der Patienten das Immunsystem die Krebszellen erkannte. In diesen Fällen leben die Erkrankten länger, auch wenn der Verlauf langfristig trotzdem zum Tode führt. Demnach konnte in der Studie ein antitumoraler Effekt des Immunsystems nachgewiesen werden. Auch erkannten die Forscher auf der Oberfläche der Tumorzellen Strukturen, an denen die Immunzellen angreifen und die Zellen zerstören können. Die Freiburger wollen auf diesen Erkenntnissen eine immunbasierte Therapie aufbauen. Auch die Entwicklung eines Impfstoffes wäre möglich.

Bevor es aber so weit ist, muss geklärt werden, warum das Immunsystem anfangs die Tumorzellen kontrolliert, später aber versagt. Diesen Fragen geht die von der Deutschen Krebshilfe geförderte Forschergruppe derzeit nach. Das Team ist optimistisch, in den kommenden Jahren Antworten zu finden und erste klinische Studien zu Immuntherapien bis 2018 zu starten.

#### MÖGLICHE IMMUNTHERAPIE BEI LEBERZELLKARZINOM

Immunzellen (sog. T-Zellen), die bestimmte Tumorstoffe (sog. Tumorantigene) erkennen, werden in Zellkultur vermehrt und können dann Tumorzellen entweder in ihrem Wachstum hemmen oder sie sogar ganz abtöten.



### GRUNDLAGENFORSCHUNG ZUM HEPATITIS-C-VIRUS

Bei einem Teil der Hepatitis-C-Infizierten kann das körpereigene Immunsystem das Virus unschädlich machen. Dabei spielen Immunzellen eine wichtige Rolle, die einen CD8-Rezeptor (Erkennungsmolekül) auf der Oberfläche tragen. Wie diese Zellen das Virus bekämpfen, war bisher nicht bekannt. Freiburger Wissenschaftler haben deshalb ein Zellkulturmodell entwickelt, um die Wirkungsweise der Immunzellen zu betrachten. Dabei fanden sie heraus, dass das Hepatitis-C-Virus auf zwei Wegen zerstört wird: Zum einen werden die Leberzellen, in denen sich das Virus vermehrt, direkt eliminiert. Zum anderen setzt der Körper bestimmte Eiweißstoffe wie Interferon-Gamma frei, die eine Vermehrung des Erregers in der Zelle hemmen. Dabei bleiben die Leberzellen erhalten. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse können neue Therapien entwickelt werden, die künftig einer Infektion vorbeugen oder diese behandeln.

---

#### **Klinik für Innere Medizin II**

#### **Gastroenterologie, Hepatologie, Endokrinologie und Infektiologie**

- *Interdisziplinäres Leberzentrum als gemeinsame Einrichtung der Klinik für Innere Medizin II und der Klinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie, in Kooperation mit der Klinik für Radiologie, der Klinik für Innere Medizin I und dem Tumorzentrum Freiburg – CCCF*
- *Rund 7.000 ambulante Fälle pro Jahr im Leberzentrum*

**Forschung:** *Etablierung eines international führenden Zentrums zur Erforschung der Hepatitis-B-Virus- und der Hepatitis-C-Virus-Infektion sowie der Komplikationen bei Leberzirrhose*

*Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg, Telefon: +49 761 270-34010  
leberzentrum@uniklinik-freiburg.de  
www.uniklinik-freiburg.de/medizin2*



---

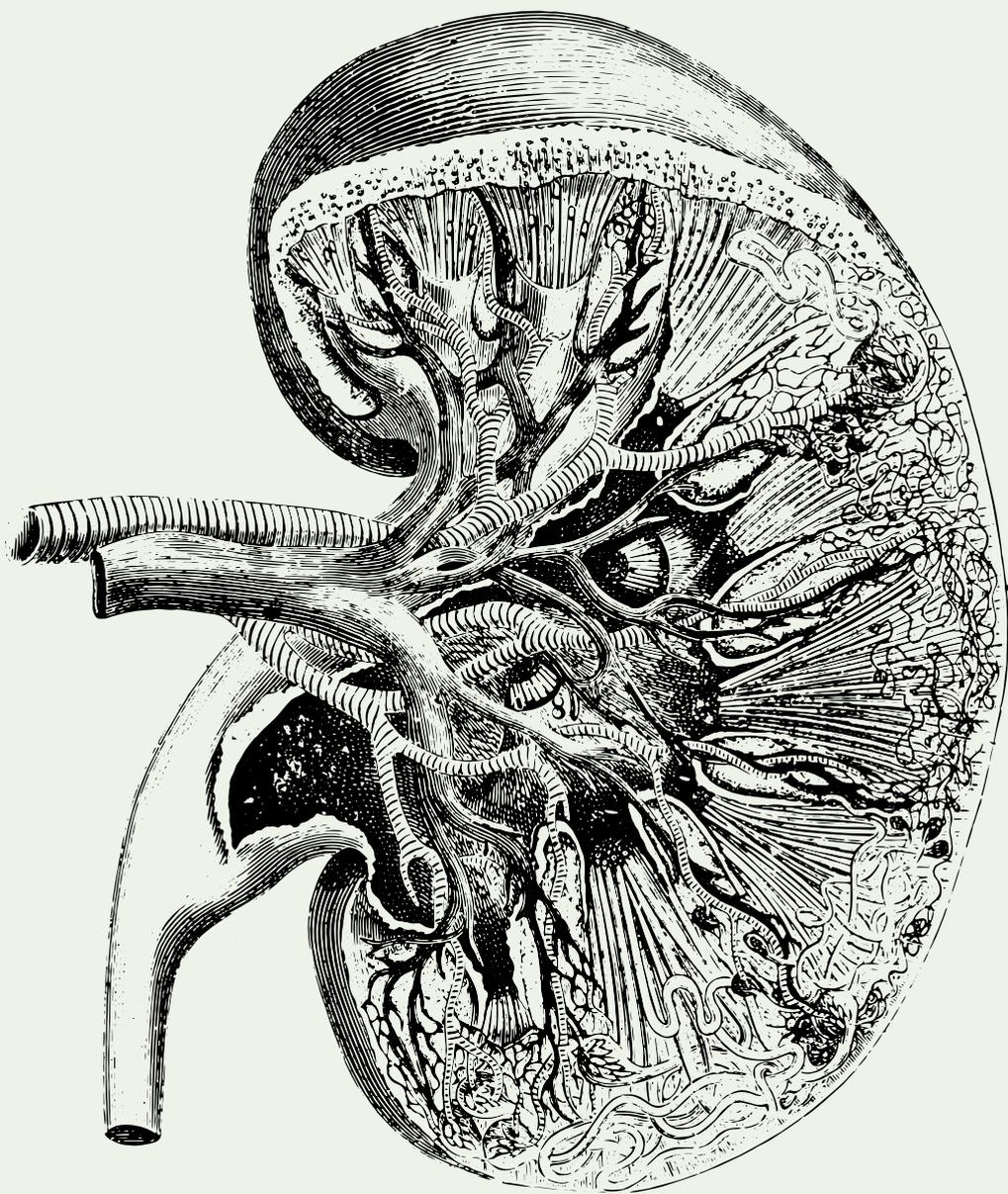
# NIERE

---

\* \* \*

Die Niere ist ein bohnenförmiges Organ des Harnsystems und paarig angelegt. Sie reinigt den Körper von schädlichen Substanzen und scheidet über den Harnweg Endprodukte des Stoffwechsels sowie Giftstoffe aus. Dafür wird das Blut in den Nierenkörperchen gefiltert. Während kleine Moleküle passieren können, werden größere Moleküle und Eiweiße zurückgehalten. So entsteht der so genannte Primärharn, der allerdings noch zahlreiche für den Körper wertvolle Stoffe enthält. Diese Stoffe (Zucker, Aminosäuren, Elektrolyte) werden anschließend durch die Nierenkanälchen in den Blutkreislauf zurückgeführt. Auch ein großer Teil des abgefilterten Wassers wird dem Körper wieder zur Verfügung gestellt. Der verbleibende, konzentrierte Endharn wird als Urin ausgeschieden. Die Niere reguliert zudem den Blutdruck, den Wasser-, Elektrolyt- und den Säure-Basen-Haushalt. Gleichzeitig produziert sie wichtige Hormone wie das Erythropoetin für die Blutbildung.

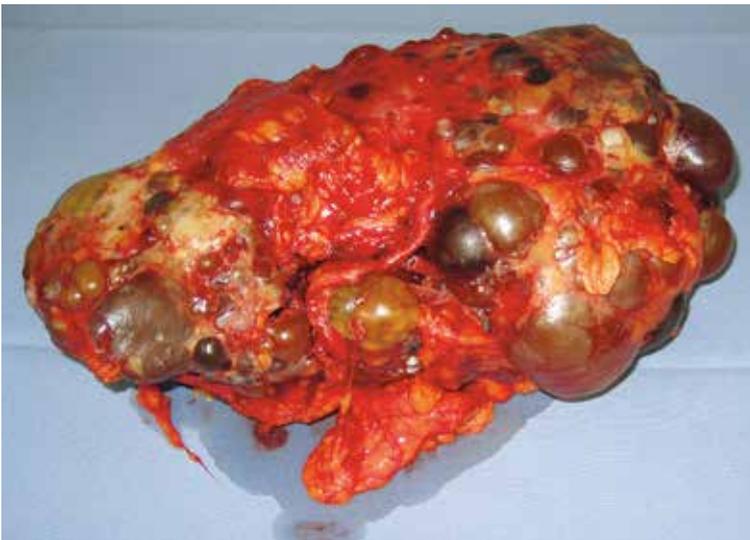
\* \* \*



## ZYSTENNIEREN

\* \* \*

Zystennieren gehören zu den häufigsten mono-genetischen Erkrankungen. In Deutschland leiden rund 80.000 Menschen an der autosomal-dominanten Form. Dabei wird die Erkrankung durch Mutation in einem von zwei Genen (PKD1, PKD2) vererbt. Sechs bis acht Prozent der Fälle sind auf eine Spontanmutation zurückzuführen. Bei mehr als der Hälfte der Betroffenen führt die Erkrankung in der zweiten Lebenshälfte zum chronischen Nierenversagen. Zystennieren bilden zahlreiche flüssigkeitsgefüllte Bläschen (Zysten) aus, die zu einer erheblichen Einschränkung der Filterfunktion führen. Betroffene leiden unter Bluthochdruck, blutigem Urin, Harnwegsinfekten und dumpfen Schmerzen im Bauchraum. Platzt eine Zyste, ist dies mit starken Schmerzen verbunden. Die Krankheit kann sich auch außerhalb der Nieren zeigen und wird in einigen Fällen beispielsweise von Leberzysten, Gallengangsveränderungen, Hirnbasisaneurysmen und Zysteninfektionen begleitet. Ein Drittel der Patienten bildet bis zum endgültigen Nierenversagen keine wesentlichen Symptome aus. Die Erkrankung schreitet langsam voran, wobei auch die Größe der Niere kontinuierlich zunimmt. Teilweise erreichen beide Nieren ein Volumen von über einem Liter (normal: 400 Milliliter), bevor ein Funktionsverlust auftritt. Je nach Form der Mutation (PKD1- oder PKD2-Mutation) ist das Zystenwachstum verlangsamt. Bei einer PKD1-Mutation versagt die Niere im Durchschnitt im Alter von 54,3 Jahren – bei einer PKD2-Mutation mit durchschnittlich 74 Jahren.



*Zystenniere, die im Rahmen einer Nierentransplantation entnommen wurde.*

Das Krankheitsbild ist komplex und erfordert eine enge Zusammenarbeit verschiedener Fachdisziplinen. Deshalb wurde in Freiburg das Nationale Zentrum für Zystennieren (NZZN) eingerichtet, in dem u. a. die Expertise von Nephrologen, Gastro- und Hepatologen, Humangenetikern, Chirurgen, Urologen, Radiologen und Infektiologen vereint ist. Die Einrichtung ist international als Schwerpunktzentrum für Zystennieren bekannt.

## DIAGNOSE

Ein wichtiges Indiz ist die Erkrankung eines Elternteils. Liegt diese vor oder weisen die genannten Symptome auf eine Erkrankung hin, lässt sich die Zystenniere durch Ultraschall oder andere bildgebende Verfahren wie die Magnetresonanztomografie (MRT) nachweisen. Die Diagnose kann daher bereits bei 20-Jährigen gestellt werden. Eine individuelle Abschätzung, wann der Betroffene auf eine Dialyse angewiesen sein wird, lässt sich aus dem Nierenvolumen, der Nierenfunktion (estimated glomerular filtration rate, eGFR), dem Alter und Geschlecht ableiten. Basis dafür ist eine sehr genaue Ausmessung des Nierenvolumens (MRT, stereologische Analyse) und ein entsprechender Algorithmus. Für viele Betroffene ist es wichtig, genau zu wissen, wann das chronische Nierenversagen beginnt, um daran die persönliche Lebensplanung auszurichten. Da eine frühe Diagnose zurzeit noch mit Nachteilen zum Beispiel bei der Berufswahl oder beim Abschluss von Versicherungen verbunden sein kann, beschränkt sich das Screening bei Kindern allerdings auf Blutdruckmessungen, die ab dem 5. Lebensjahr durchgeführt werden. Sobald aber eine neue Therapie (siehe „Therapie“) verfügbar ist, könnte es hier zu einem Paradigmenwechsel kommen und die genetische Diagnostik vor allem bei Kindern und Jugendlichen an Bedeutung gewinnen. Dann wäre eine frühzeitige Diagnose wichtig, um gerade bei rapiden Krankheitsverläufen früh mit der Behandlung beginnen zu können.



*Elektronenmikroskopische Aufnahme eines Nierenröhrchens. Die fadenförmigen Anhängsel auf den Nierenzellen (roter Strich) sind Zilien. Störungen dieser Struktur werden für das Entstehen von Zysten verantwortlich gemacht.*

## THERAPIE

Bisher werden nur die Symptome behandelt, wobei die Therapie häufig erst Jahre nach der Diagnose mit der Blutdruckeinstellung beginnt. Bei Zysteninfektionen erhalten die Patienten Antibiotika; der Bluthochdruck wird medikamentös gesenkt. Etwa ab dem 50. bis 60. Lebensjahr



*Die rötlichen Strukturen werden als Glomerula bezeichnet. Sie stellen die Filtereinheit in der Niere da. Täglich werden 150 Liter Blut gefiltert, um Gifte insbesondere aus dem Proteinstoffwechsel auszuschleiden.*

versagt die Niere und es muss mit der Dialyse begonnen werden. Einzige Heilungschance ist eine Nierentransplantation. In Kürze wird erstmals ein Medikament für die Therapie von Zystennieren auf dem europäischen Markt zugelassen. Dabei handelt es sich um Tolvaptan, einem so genannten Vasopressin-2-Rezeptor-Antagonisten, der das Fortschreiten der Zystenentwicklung und somit auch das Versagen der Nierenfunktion verlangsamt. Bisher wird das Medikament u. a. zur Behandlung schwerer Herzinsuffizienz genutzt. Eine klinische Studie belegt die Wirksamkeit bei Patienten mit autosomal-dominanten polyzystischen Nierenerkrankungen. 1.445 Erwachsene zeigten bei Gabe von Tolvaptan in einem Zeitraum von drei Jahren einen verlangsamt Krankheitsverlauf. Allerdings wurde innerhalb der Studie auch eine Erhöhung der Leberenzyme festgestellt. Deshalb muss nach der Freigabe des Medikaments ein sorgfältiges Monitoring erfolgen. Deutliche Auswirkungen auf den Alltag der Patienten wird eine andere Nebenwirkung haben: Das Medikament führt zu Polyurie (erhöhte Urinausscheidung) und Nykturie (nächtliches Wasserlassen) mit einem Urinvolumen von sechs bis acht Litern pro Tag. Der Patient muss demnach sehr viel Flüssigkeit zu sich nehmen. Deshalb sollte genau abgewogen werden, für welche Patienten das Medikament geeignet ist. Einen hohen Nutzen haben beispielsweise junge Patienten (unter 30 Jahre) mit einem großen Nierenvolumen (größer als 1.500 Milliliter) und einer bereits eingeschränkten Nierenfunktion. Bei diesen Betroffenen würde in weniger als 20 Jahren ein Nierenversagen eintreten, das durch das

Medikament herausgezögert werden könnte. Die Therapie sollte in einem Referenzzentrum stattfinden, das den Krankheitsverlauf engmaschig kontrollieren kann. Ein wichtiger Diskussionspunkt für den Einsatz der neuen Therapie sind die Kosten. Sie liegen für das Medikament voraussichtlich bei mehr als 100.000 Euro jährlich. Dem gegenüber steht die ebenfalls aufwendige Dialyse, die durch das Medikament herausgezögert werden kann. Der ökonomische Aspekt stellt sicherlich für den Arzt eine Herausforderung dar. Umso wichtiger ist es, sehr genau gemeinsam mit dem Patienten den Nutzen der Therapie und mögliche Risikofaktoren zu besprechen.

### FORSCHUNG

Die Klinik für Innere Medizin IV (Nephrologie und Allgemeinmedizin) am Universitätsklinikum Freiburg zählt zu den führenden Einrichtungen in der Erforschung von Zystennieren. Mediziner und Wissenschaftler setzen sich mit der Entstehung von Zystennieren auseinander, betrachten deren molekularbiologische Grundlage und die daraus resultierenden Funktionsstörungen. Ihnen ist es wichtig, die Erkrankung und deren Auswirkungen zu verstehen, um gezielt Therapien entwickeln, in vorklinischen und klinischen Studien testen und dem Patienten verfügbar machen zu können.

Ein neuer von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) mit 10 Millionen Euro geförderter Sonderforschungsbereich untersucht genetisch bedingte Nierenerkrankungen unter dem Titel „Nierenerkrankungen – vom Gen zum Mechanismus (KIDGEM)“. An dem Projekt sind Wissenschaftler verschiedener Fachbereiche des Universitätsklinikums Freiburg, der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg und des Max-Planck-Instituts für Immunbiologie und Epigenetik, Freiburg, beteiligt. Im Mittelpunkt stehen die molekularen und zellulären Auswirkungen fehlerhafter Gene auf die Entwicklung und Funktion der Niere. Die Wissenschaftler werden bereits existierende Patientenregister auswerten und zudem genetische Veränderungen an unterschiedlichen Tiermodellen und in Zellkulturmodellen untersuchen. Ziel ist es, zunächst herauszufinden, was den Gendefekt auslöst, um im zweiten Schritt zu verstehen, wie sich dieser auswirkt, und letztlich daraus Therapien abzuleiten.

---

#### **Nationales Zentrum für Zystennieren (NZZN)** **Klinik für Innere Medizin IV, Nephrologie und Allgemeinmedizin**

- Etwa **40** Ärztinnen und Ärzte
- Rund **60** Pflegekräfte
- **4.000** ambulante und **1.800** stationäre Patienten im Jahr
- **50** Diagnosen von Zystennieren pro Jahr
- **200** Patienten in Behandlung aufgrund von Zystennieren
- **90** Nierentransplantationen in 2014, davon **10** Transplantationen bei inkompatiblen Blutgruppen

Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg, Telefon: +49 761 270-34010  
[www.uniklinik-freiburg.de/medizin4](http://www.uniklinik-freiburg.de/medizin4)



---

# DARM

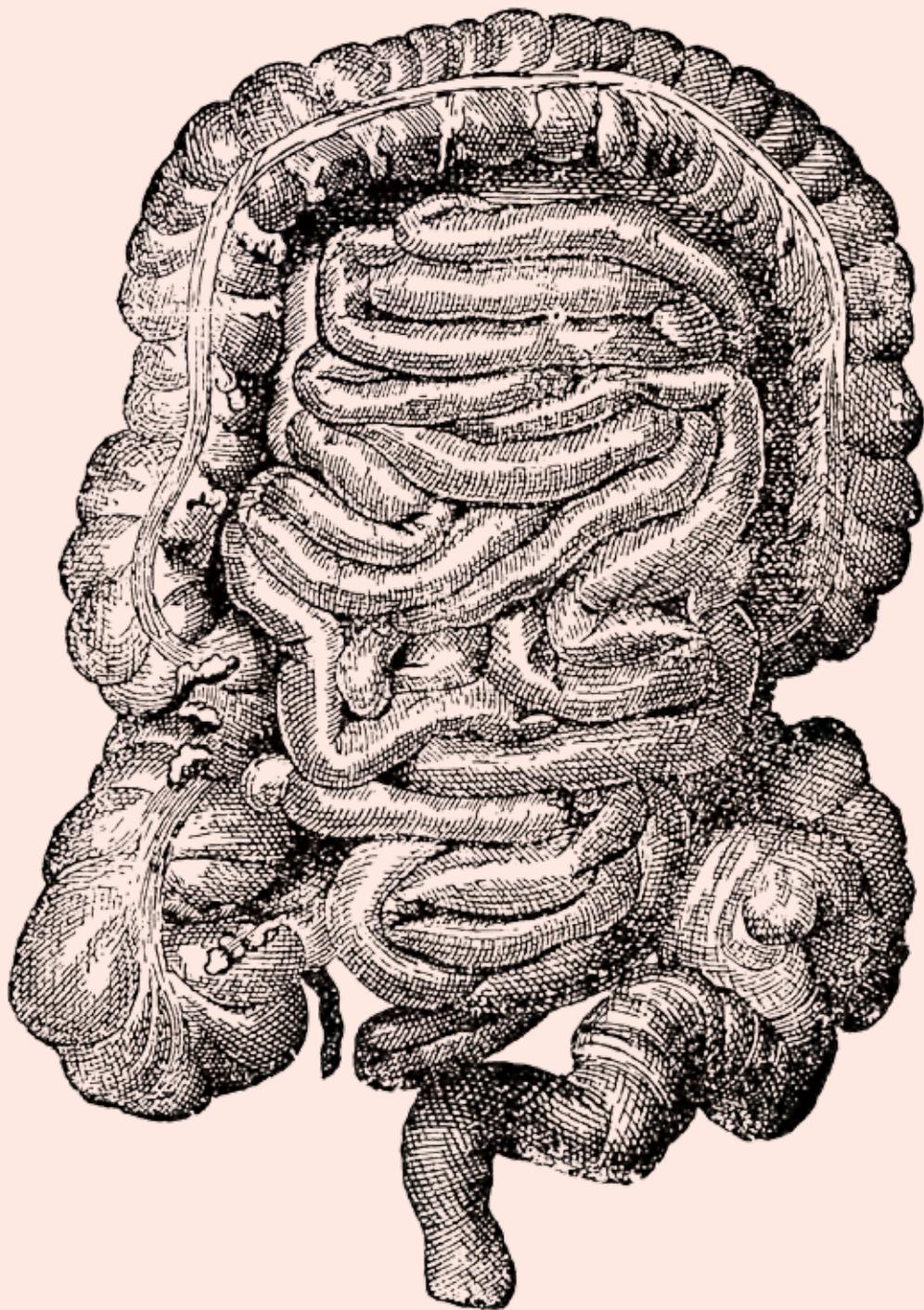
---

\* \* \*

Der Darm spielt eine zentrale Rolle bei der Verdauung. Im Dünndarm wird mit Hilfe von Enzymen aus der Bauchspeicheldrüse die Nahrung in ihre Bestandteile wie Kohlenhydrate und Fettsäuren zerlegt und über die Schleimhaut aufgenommen. Nicht verwertbare Nahrungsbestandteile und Abbauprodukte werden über den Dickdarm im Stuhl ausgeschieden. Die Funktionen des Darms beschränken sich aber nicht auf Verdauungsaufgaben: Im Darm lebt eine Vielzahl von Bakterien (Darmflora bzw. Mikrobiom), die den Körper mit Vitaminen und Nährstoffen versorgen und vor Angriffen durch krankmachende Keime schützen. Störungen dieses Mikrobioms spielen eine wesentliche Rolle bei der Entstehung zahlreicher Darmerkrankungen, fördern aber möglicherweise auch Krankheiten, die Organe außerhalb des Darms betreffen. Infektionen des Darms durch Durchfallerreger gehören zu den häufigsten Infektionskrankheiten des Menschen und belegen die engen Überschneidungen zwischen der Gastroenterologie und Infektiologie.

Darmkrebs gehört weltweit zu den häufigsten Tumorerkrankungen. Die Krebsentstehung lässt sich aber durch Vorsorgeuntersuchungen verhindern, in denen endoskopisch Krebsvorstufen (sog. Polypen bzw. Adenome) entfernt werden können. Neben der Vorsorge und Diagnostik ist die Klinik für Innere Medizin II über das Zentrum für Gastrointestinale Tumore im CCCF wesentlich in die onkologische Therapie von Tumorerkrankungen des Verdauungstrakts eingebunden.

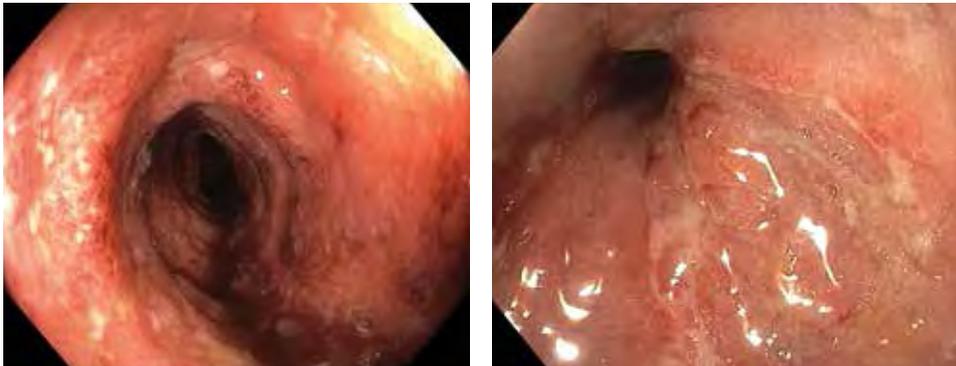
\* \* \*



## CHRONISCH-ENTZÜNDLICHE DARMERKRANKUNGEN

\* \* \*

Chronisch-entzündliche Darmerkrankungen (CED, Colitis ulcerosa und Morbus Crohn) entstehen als Folge einer überschießenden Entzündungsantwort des Immunsystems gegen die Darmflora und führen zu einer oft anhaltenden Schädigung des Darms mit Durchfall, Bauchschmerzen und Gewichtsverlust. Diese Erkrankungen treten meist bei jüngeren Patienten auf, verlaufen in der Regel chronisch bzw. schubförmig über viele Jahrzehnte und können zu erheblichen Beeinträchtigungen und Behinderungen führen. Die Klinik für Innere Medizin II stellt ein überregionales Referenzzentrum für die Versorgung von Patienten mit CED dar, die in enger fächerübergreifender Zusammenarbeit mit der Klinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie, der Klinik für Radiologie und in der klinikeigenen Interdisziplinären Gastrointestinalen Endoskopie behandelt werden.



*Colitis ulcerosa als eine Form der chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen.*

### DIAGNOSE

Zur Diagnosestellung und Verlaufsbeurteilung von CED sind neben Laboruntersuchungen und bildgebenden Verfahren wie der Sonographie vor allem endoskopische Untersuchungen erforderlich. Im Rahmen der Ileokoloskopie („Darmspiegelung“) können die Lokalisation und das Ausmaß der Entzündungsaktivität direkt beurteilt und durch Entnahme von Gewebeproben für die histologische Untersuchung durch Pathologen objektiviert werden. Je nach Krankheitsausprägung zeigen sich entzündliche Veränderungen, die von einfachen Rötungen bis zu schweren Geschwüren (so genannte Ulcera) reichen. Neben der Endoskopie spielen bildgebende Verfahren wie die Kernspintomographie eine wesentliche Rolle für die Diagnostik des Morbus Crohn im Dünndarm.

### THERAPIE

Die Therapie von CED erfolgt in der Regel ambulant über die CED Hochschulambulanz, bei schweren Verläufen aber auch im Rahmen eines stationären Aufenthaltes. Da kausale Therapieansätze für CED (noch) nicht zur Verfügung stehen, beruht die medikamentöse Behandlung meist auf einer Hemmung der überschießenden Entzündungsreaktion beispielsweise durch Kortikosteroide, Immunsuppressiva und Antikörpertherapien. Trotz erheblicher Fortschritte bei diesen medikamentösen Therapieformen in den vergangenen Jahren können im Verlauf der Erkrankung Komplikationen

auftreten, die eine Operation erforderlich machen. Daher ist die enge Zusammenarbeit zwischen Gastroenterologen und Viszeralchirurgen eine wesentliche Voraussetzung für die zeitgemäße Behandlung von CED. Am Universitätsklinikum Freiburg finden wöchentlich interdisziplinäre CED-Besprechungen und gemeinsam mit niedergelassenen Gastroenterologen und Mitarbeitern benachbarter Kliniken alle sechs Wochen interdisziplinäre CED-Fallkonferenzen statt, in denen individuell die jeweils optimalen Therapiestrategien diskutiert und kontinuierlich Fortbildungen angeboten werden.

Bei unzureichendem Therapieansprechen können Patienten auch in der monatlich stattfindenden Entzündungskonferenz des Centrums für Chronische Immundefizienz (CCI) vorgestellt werden (siehe Seite 48). In diesem Board suchen Experten verschiedener Fachrichtungen nach neuen, innovativen Therapieoptionen für Patienten mit chronisch-entzündlichen Krankheitsprozessen, die auf die etablierte Standardtherapie nicht ausreichend angesprochen haben. Die Klinik für Innere Medizin II nimmt zudem an zahlreichen multizentrischen Therapiestudien teil, bei denen neue Therapieverfahren für CED untersucht werden. Im Rahmen grundlagenwissenschaftlicher Arbeiten werden Veränderungen des Immunsystems untersucht, die der Entstehung von CED möglicherweise zugrunde liegen. Einen weiteren Schwerpunkt stellen neue immunsuppressive Therapieverfahren für therapierefraktäre Patienten dar. So konnte in Kooperation mit der Klinik für Innere Medizin I in den vergangenen Jahren ein Therapieverfahren für Patienten mit Morbus Crohn etabliert werden, bei dem durch eine hochdosierte Chemotherapie und nachfolgende Blutstammzelltransplantation das „fehlgeleitete“ körpereigene Immunsystem ausgelöscht und wieder in einen Ruhezustand zurückversetzt wird, der zur Abheilung der Entzündung im Darm führen kann.

**Klinik für Innere Medizin II**  
**Gastroenterologie, Hepatologie, Endokrinologie und Infektiologie**

- 60 Ärztinnen und Ärzte
- 60 Pflegekräfte
- 2 Forschergruppen zum Thema CED
- Jährlich 3.000 Besuche in der Magen-Darm-Ambulanz sowie der Crohn- / Colitis-Ambulanz – Magen-Darm-Ambulanz pro Jahr
- Rund 11.000 Eingriffe und Untersuchungen in der Interdisziplinären Gastrointestinalen Endoskopie



**Diagnoseverfahren (Auswahl):** Ösophago-Gastro-Duodenoskopie (ÖGD) – Ileo-Koloskopie

- Intestinoskopie – Single-Ballon-Enteroskopie – ERCP – Cholangioskopie
- Rektoskopie – Proktoskopie – Kapselendoskopie des Dünndarmes – perkutane transhepatische Cholangiographie (PTC) – Laparoskopie – Leber- und Organpunktionen des Bauchraumes – intraoperative Endoskopie – transjuguläre Druckmessung des Pfortaderdruckes – Endosonographie des oberen Magen-Darm-Traktes und des Enddarmes – pH-Metrie – Impedanzmessung – Ösophagus- und Analmanometrie
- Chromoendoskopie

Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg, Telefon: +49 761 270-34010  
 darmambulanz@uniklinik-freiburg.de  
 www.uniklinik-freiburg.de/medizin2

---

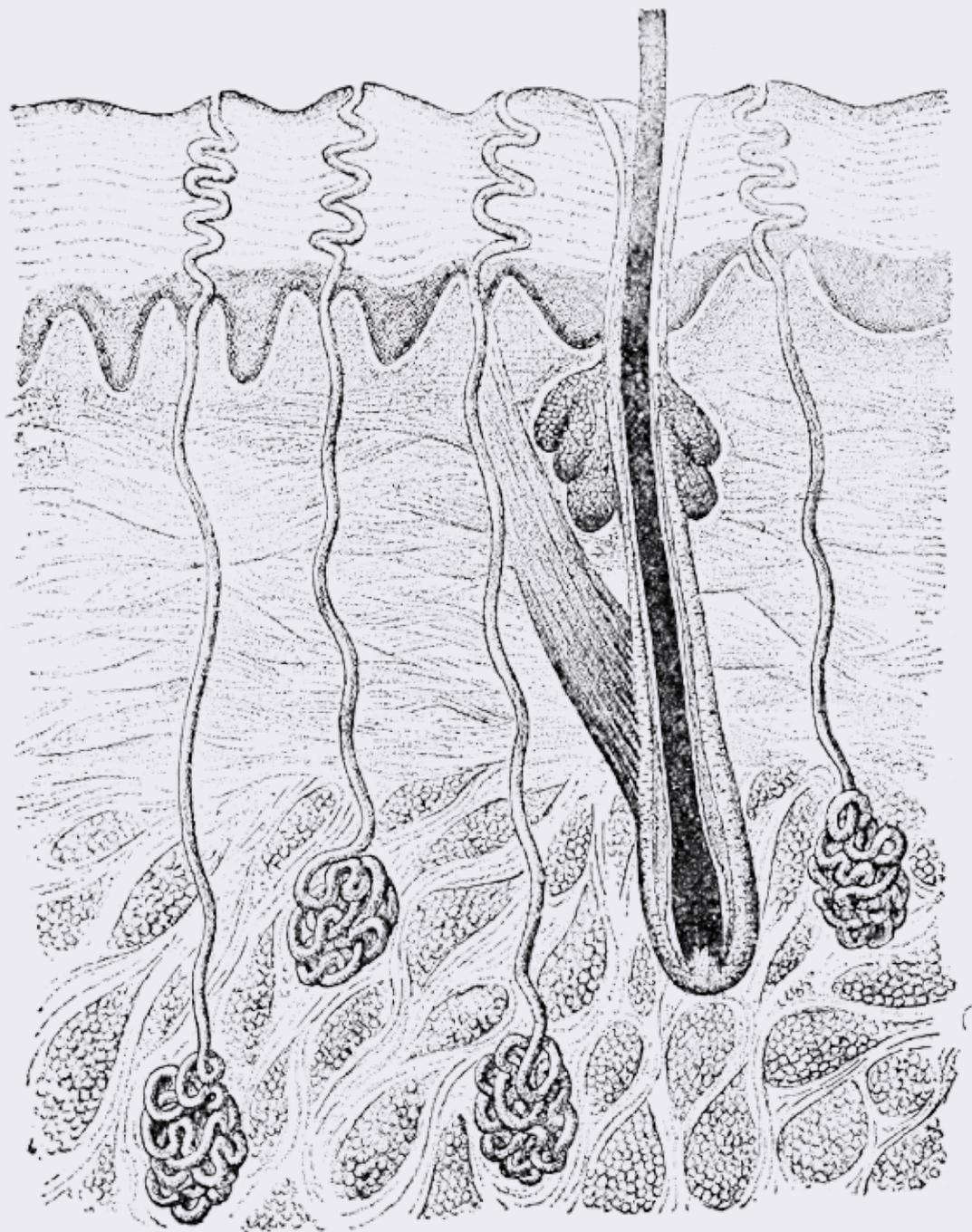
# HAUT

---

\* \* \*

Die Haut ist das größte Organ des Menschen. Ihre Aufgabe ist es, den Organismus von der Außenwelt abzugrenzen, ihn vor Umwelteinflüssen wie UV-Strahlen und Krankheitserregern zu schützen, die Wärme zu regulieren (u. a. Schweißproduktion gegen Überhitzung), Fett zu speichern und so Energiereserven vorzuhalten. Die Haut nimmt Sinnesreize auf (kalt, warm, Berührung, Druck) und sorgt für die Bildung von Vitamin D. Sie wird untergliedert in Oberhaut (Epidermis), Lederhaut (Dermis) und Unterhaut (Subcutis). Bei der Oberhaut handelt es sich um ein 0,03 bis 0,05 Millimeter dickes, mehrschichtiges, verhornendes Gewebe. In der wesentlich dickeren Lederhaut finden sich zahlreiche feine Blutgefäße sowie die Talg- und Schweißdrüsen. Die Unterhaut enthält das Fettgewebe, das dient der Energiespeicherung und schützt vor Kälte.

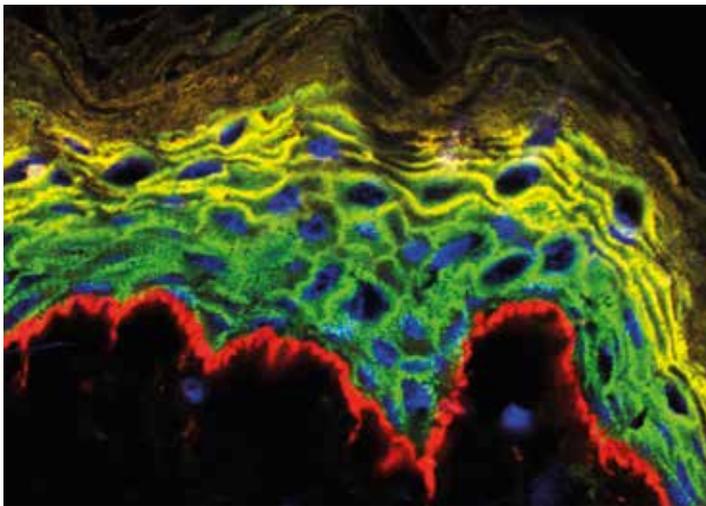
\* \* \*



## SELTENE ERKRANKUNGEN

\* \* \*

Als selten gilt in der Europäischen Union eine Erkrankung, wenn weniger als fünf von 10.000 Menschen betroffen sind. Derzeit sind etwa 8.000 verschiedene Seltene Erkrankungen bekannt, jedes Jahr kommen neue Krankheitsbilder hinzu. Allein in Deutschland leiden schätzungsweise rund vier Millionen Menschen darunter. Etwa 80 Prozent sind erblich. Im Freiburg Zentrum für Seltene Erkrankungen (FZSE) bündeln Ärzte verschiedener Fachgebiete, Forscher und Pflegende ihr Wissen und ihre Erfahrungen, um den betroffenen Menschen eine spezialisierte Diagnose und Versorgung zu bieten sowie gleichzeitig die Erforschung der Krankheiten voranzutreiben. Das FZSE deckt ein breites Spektrum an Seltenen Erkrankungen ab. Schwerpunkte sind Kleinwuchs, Skelettdysplasien, Muskeldystrophien, genetische Nierenerkrankungen, hämatologische Erkrankungen, Immundefekte, Netzhautdystrophien und fragile Haut.



*Immunfluoreszenz-Färbung der Haut. Publiziert in: Molecular Dermatology, Eds. Cristina Has, Cassian Sitaru, Springer Protocols, Humana Press 2013.*

### SELTENE SCHMETTERLINGSHAUT

Epidermolysis bullosa ist ein Beispiel für eine seltene, genetisch bedingte Hauterkrankung. Etwa zwei bis drei von 100.000 Menschen leiden darunter. Die Haut der Betroffenen ist sensibel wie die Flügel eines Schmetterlings und wird deshalb umgangssprachlich auch als Schmetterlingshaut bezeichnet. Minimale Verletzungen, Reibung oder Druck führen zu Hautblasen oder Wunden, zumeist an Händen und Füßen, aber auch an Schleimhäuten beispielsweise im Mund oder im Verdauungsbereich. In den Blasen sammelt sich Blasenflüssigkeit oder – wenn tiefere Hautschichten betroffen sind – Blut. Heilen die durch die blutgefüllten Blasen entstandenen Wunden ab, entstehen oftmals Narben und es kann zu Verwachsungen zum Beispiel an Händen und Füßen kommen. Menschen mit schweren Krankheitsverläufen können eine geringe Lebenserwartung haben, erkranken beispielsweise infolge der verletzlichen Haut an Haut- oder Speiseröhrenkrebs, entwickeln eine Sepsis

(Blutvergiftung) oder erleiden ein Nierenversagen. Ist die Speiseröhre angegriffen, ist die Nahrungsaufnahme erschwert und die Betroffenen sind häufig auf eine Magensonde angewiesen. Weil sich die Epidermolysis bullosa nicht nur in der geschädigten Haut, sondern auch in darauf folgenden Organerkrankungen zeigen kann, haben sich Spezialisten verschiedener Fachbereiche des Universitätsklinikums Freiburg zu einem Epidermolysis bullosa-Zentrum zusammengeschlossen. Patienten soll somit nicht nur eine ganzheitliche und abgestimmte Behandlung geboten werden, ihnen wird auch die Teilnahme an klinischen Studien zu neuartigen Therapien eröffnet. Das Freiburger Epidermolysis bullosa-Zentrum koordiniert zudem das nationale Kompetenznetz Epidermolysis bullosa, das mit der Finanzierung vom Bundesministerium für Bildung und Forschung aufgebaut wurde.

### **THERAPIE UND FORSCHUNG**

Es gibt zwei Wege, den Betroffenen zu helfen: die Therapie der genetischen Ursache und die Behandlung der Symptome. Bisher wurde allerdings noch kein Ansatz gefunden, den genetischen Defekt auszugleichen, nicht zuletzt, weil die molekularen Mechanismen noch nicht in Gänze geklärt sind. Es wurden 18 verschiedene Gene identifiziert, die eine Epidermolysis bullosa auslösen können. Zuletzt haben die Freiburger Forscher 2012 ein neues Gen und damit eine weitere Form entdeckt. Die Wissenschaftler und Mediziner wollen verstehen, welche molekularen Mechanismen hinter der Erkrankung stehen, wie Protein mit Protein sowie Zelle und ihre Bindungspartner (für die Bindung von Rezeptoren verantwortlich) interagieren, um auf Basis der Erkenntnisse neue Diagnose- und Therapieansätze zu entwickeln. Zurzeit wird in präklinischen Studien (Tiermodell) ein so genanntes Eiweißrekombinat getestet, das – unter die Haut gespritzt – eine Form des Gendefekts ausgleichen könnte. Eine klinische Studie ist bereits in Planung. Für die Erforschung der Erkrankung verfügt das Epidermolysis bullosa-Zentrum über das deutschlandweit größte Labor. Zudem können die Wissenschaftler auf umfangreiche Patientendaten und sehr genau dokumentierte Krankheits- und Therapieverläufe zurückgreifen. Daraus lassen sich auch Ansätze für eine verbesserte Behandlung der Symptome ableiten. Freiburger Forscher nutzen ihre Erkenntnisse, um gezielt nach Wirkstoffen zu suchen, die die Begleiterscheinungen der Blasenbildung lindern. Oft finden sie diese Wirkstoffe in bereits für andere Krankheiten zugelassenen Medikamenten. Derzeit wird beispielsweise ein Medikament getestet, das bisher gegen Muskeldystrophie (siehe S. 88 f. / Kapitel „Muskeln“) eingesetzt wird. Präklinische Studien haben gezeigt, dass es die Blasenbildung verringern könnte. Eine entsprechende klinische Studie ist in Planung.

### **DAS SELTENE CHILD-SYNDROM**

Eine seltene und besonders schwere Form der Ichthyose (Verhornungsstörung der Haut) ist das CHILD-Syndrom (kongenitale Hemidysplasie mit ichthyosiformem Naevus und Gliedmaßen / Limb-Defekten). Verursacht wird die Erkrankung durch einen Gendefekt, der zu einem gestörten Cholesterinstoffwechsel führt. Statt des normalen Cholesterins (Lipid, das die Hautoberfläche quasi „zusammenhält“) sammeln sich abnorme Formen von so genannten Cholesterinvorläufern in der Haut. Die Haut ist schuppig, gerötet und entzündet, wobei die Symptome oft nur auf einer Körperhälfte sichtbar sind. Es können zudem Fehlbildungen der Gliedmaßen auftreten oder innere Organe betroffen sein.

### THERAPIE UND FORSCHUNG

Wissenschaftler der Klinik für Dermatologie und Venerologie am Universitätsklinikum Freiburg haben eine Salbe entwickelt, die beim CHILD-Syndrom zu einer kompletten Normalisierung der Haut führt. Die von den Freiburger Wissenschaftlern entwickelte Salbe enthält den Wirkstoff Simvastatin. Dieser Lipidsenker hemmt die Cholesterinsynthese, sodass keine abnormalen Cholesterinvorläufer mehr gebildet werden. Gleichzeitig enthält die Salbe gesundes Cholesterin, das das krankhafte ersetzt. Simvastatin ist ein in der Medizin bereits bekannter Cholesterinsenker zur Behandlung von Blutfettstörungen. Die Salbe wurde über einen Zeitraum von zwei Jahren von Patientinnen des Freiburger Universitätsklinikums getestet. Anfangs musste sie zweimal täglich, am Ende nur noch alle drei Wochen aufgetragen werden. Es kam zu keinen Nebenwirkungen. Untersuchungen zeigten, dass sich die Haut der Patientinnen vollständig normalisierte. Auch wenn dadurch begleitende Fehlbildungen nicht behoben werden konnten, so bedeutet die neue Therapie für die Betroffenen einen erheblichen Gewinn an Lebensqualität. Für die Freiburger war mit der Entwicklung der Salbe auch die wichtige Erkenntnis verbunden, dass der Fokus der Forschung nicht immer auf dem Gendefekt liegen sollte. Oft ist es für die Betroffenen hilfreicher, zunächst die Symptome zu heilen. Die Zutaten der Salbe sind überall zugänglich und können von jedem Apotheker einfach zusammengemischt werden.

#### Normalisierung der Hautstruktur



*Vor der Behandlung.*



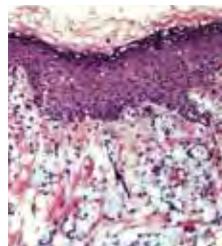
*Nach der Behandlung.*

Gefördert wurde das Forschungsprojekt vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (als Teil des internationalen Forschungsnetzwerkes E-RARE) und von der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Im nächsten Schritt wollen die Freiburger ihre Erkenntnisse nutzen, um gemeinsam mit nationalen und internationalen Zentren Ansätze für die Behandlung anderer seltener Erkrankungen der Haut zu entwickeln.

#### Haematoxylin/Eosin-Färbung



*Vor der Behandlung.*



*Nach der Behandlung.*

### FALLBEISPIEL

Viktor leidet unter der seltenen und schwerwiegenden Hauterkrankung Epidermolysis bullosa. Der angeborene Gendefekt führt zu Blasen am ganzen Körper des Siebenjährigen. Bei geringsten Belastungen hebt sich seine Haut ab, entzündet sich und vernarbt. Vor allem an den Händen des Jungen zeigen sich die Folgen der Erkrankung. Alle Finger sind zusammengewachsen und liegen wie in einem Fäustling gebeugt in der Handfläche. Auch die Daumen sind narbig mit der Hand verwachsen. Nach etwas greifen oder spielen ist für ihn unmöglich. Viktor lebt in Moldawien. In seinem Heimatland konnte ihm nicht geholfen werden, deshalb wandten sich seine Eltern an die Klinik für Plastische und Handchirurgie am Universitätsklinikum Freiburg. Im September 2014 kommt die Familie dank der finanziellen Unterstützung ihrer Heimatstadt nach Deutschland. Die Handchirurgen des Universitätsklinikums wenden eine neue, in der Klinik entwickelte Operationsmethode für Epidermolysis-bullosa-Patienten an und legen jeden einzelnen Finger des Jungen frei. Alle beteiligten Abteilungen führen die Behandlung des Siebenjährigen so kostengünstig wie möglich durch. Die Unterkunft für den notwendigen sechswöchigen Aufenthalt der Familie wird gesponsert. Wenige Wochen nach der Operation kann Viktor seine Finger bewegen, etwas greifen und einen Stift halten. Stück für Stück lernt er seine Finger einzusetzen und damit ein normales Leben zu führen.

#### **Klinik für Dermatologie und Venerologie**

**Leistungen:** *Diagnose und Therapie von Erkrankungen der Haut, der hautnahen Schleimhäute sowie des oberflächlichen Venensystems – Kompetenzzentrum fragile Haut und Epidermolysis bullosa-Zentrum, im Hauttumorzentrum, in der klinischen und experimentellen Allergologie – Dokumentationszentrum für schwere Hautreaktionen und des Forschungszentrums Skinitial*

Hauptstraße 7, 79104 Freiburg, Telefon: +49 761 270-67010  
 sabine.acker-heinig@uniklinik-freiburg.de  
 www.uniklinik-freiburg.de/hautklinik



#### **Freiburg Zentrum für Seltene Erkrankungen (FZSE)**

**Leistungen:** *spezialisierte, multiprofessionelle und koordinierte Diagnostik und Versorgung von Kindern und Erwachsenen mit seltenen Erkrankungen durch Teams aus mehr als 20 Kliniken und Instituten verschiedener Fachrichtungen*

www.uniklinik-freiburg.de/fzse



#### **Klinik für Plastische und Handchirurgie**

*Die plastischen Chirurgie vereint die rekonstruktive Chirurgie, die Handchirurgie, die Brustchirurgie, die Verbrennungschirurgie und die ästhetische Chirurgie.*

Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg, Telefon: +49 761 270-27790  
 www.uniklinik-freiburg.de/plastischechirurgie



---

# MUSKULATUR

---

\* \* \*

Die Muskulatur bezeichnet die Gesamtheit der Muskeln im menschlichen Körper. Der Muskel ist ein kontraktiles Organ. Das heißt, er ist in der Lage, sich aktiv zusammenzuziehen, und ermöglicht so die Bewegung einzelner Körperteile, unterstützt aber auch viele innere Körperfunktionen. Es wird zwischen quergestreifter und glatter Muskulatur unterschieden. Die Namensgebung erfolgte aufgrund der charakteristischen Musterung, die unter dem Mikroskop sichtbar wird. Zur quergestreiften Muskulatur gehören die Skelettmuskulatur (Bewegungsmuskulatur), die für die Motorik verantwortlich ist, sowie die Herzmuskulatur. Die glatte Muskulatur wird vom vegetativen Nervensystem gesteuert und beeinflusst die inneren Organe. Sie befindet sich in den Wänden der so genannten Hohlgänge wie dem Darm, der Atemwege oder der Blutgefäße. Die Kontraktion ist ein mechanischer Vorgang, der durch Impulse der Nerven ausgelöst wird. Hört dieser Impuls auf, erschlafft der Muskel (Muskelrelaxation).

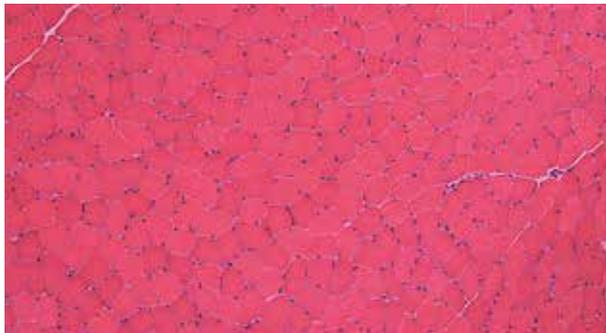
\* \* \*



## MUSKELDYSTROPHIE DUCHENNE (DMD)

\* \* \*

Die Muskeldystrophie Duchenne (DMD) ist die häufigste erblich bedingte Muskelerkrankung im Kindesalter. Sie kommt etwa bei einem von 3.500 männlichen Neugeborenen vor. Aufgrund des X-chromosomal-rezessiven Erbgangs sind ausschließlich Jungen betroffen. Frauen besitzen noch ein zweites X-Chromosom und erkranken deshalb nicht. Sie können die Krankheit aber an ihre Kinder übertragen. DMD ist gekennzeichnet durch eine zunehmende Muskelschwäche, die sich bereits im Kleinkindalter zeigt. Erkrankte Kinder haben aufgrund einer schwachen Becken- und Oberschenkelmuskulatur Schwierigkeiten, vom Boden aufzustehen oder Treppen zu steigen. Im Alter von zehn bis zwölf Jahren können sie nicht mehr gehen und sind auf einen Rollstuhl angewiesen. Ab dem Jugendalter betrifft die Muskelschwäche zunehmend auch die Atmung und das Herz, sodass die Patienten im jungen Erwachsenenalter versterben.



*Normales Muskelgewebe im Querschnitt. HE-Färbung. Typ-I-Fasern sind im Vergleich zu Typ-II-Fasern etwas kräftiger gefärbt. Die einzelnen Fasern sind polygonal begrenzt und die Zellkerne liegen am Rand.*

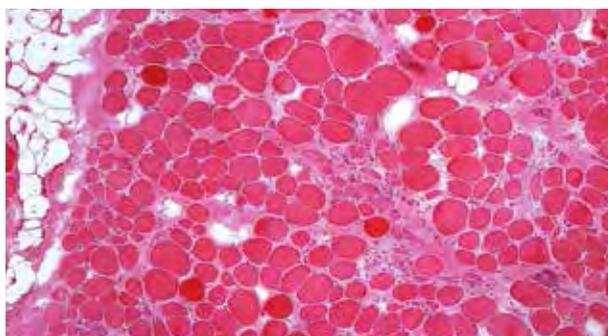
### DIAGNOSE

Die Klinik für Neuropädiatrie und Muskelerkrankungen bietet in einem fächerübergreifenden Muskelzentrum gemeinsam mit Kardiologen, Orthopäden, Pneumologen, Neurologen, Humangenetikern, Physiotherapeuten und Sozialarbeitern eine Muskelsprechstunde an. Spezialisierte Ärzte führen zunächst eine Anamnese (systematische Befragung der Eltern durch den Arzt) und gemeinsam mit den Physiotherapeuten eine umfassende klinische Untersuchung durch. Eine molekulargenetische Analyse aus dem Blut oder eine Muskelbiopsie mit anschließender feingeweblicher Untersuchung ermöglicht eine exakte Diagnose.

### THERAPIE

Das Freiburger Muskelzentrum gehört zu den wenigen Einrichtungen, die sich auf die Behandlung von Muskeldystrophie-Duchenne-Patienten spezialisiert haben. Derzeit werden etwa hundert Patienten betreut. Auch wenn bereits seit 30 Jahren bekannt ist, dass die Ursache der Erkrankung ein Defekt des Dystrophin-Gens ist, gibt es bisher keine befriedigende medikamentöse Therapie, die den Defekt und die dadurch fehlende Synthese des Muskelstrukturproteins Dystrophin ausgleicht und so

die Muskelschwäche verhindert. Deshalb erfolgt eine vorwiegend symptomatische Therapie, bestehend aus physiotherapeutischen Maßnahmen, um die bestehenden Muskelfunktionen zu erhalten oder zu verbessern, und aus der Behandlung der Atmungsstörungen (u. a. nächtliche Beatmung über eine Maske). Eine zu starke Verkrümmung der Wirbelsäule lässt sich operativ behandeln. Dabei wird die Wirbelsäule gezielt versteift, um Knochen und Gelenke zu schützen und Atmungsproblemen entgegenzuwirken. Bereits seit 20 Jahren ist bekannt, dass die Gabe von Kortison den Krankheitsverlauf verzögert und den Kindern ermöglicht, länger laufen zu können. Auch werden herzunterstützende Medikamente gegeben und orthopädische sowie technische Hilfsmittel (wie ein Rollstuhl oder Laptop für die Schule) eingesetzt. Mit diesen Maßnahmen wird die Lebensqualität der Erkrankten verbessert und deren Leben verlängert. Hinzu kommt eine psychosoziale Beratung vor allem für die Eltern der betroffenen Kinder.



*Muskelgewebe eines 5-jährigen Jungen mit Muskeldystrophie Duchenne im Querschnitt. HE-Färbung. Es zeigen sich Fasernekrosen, Muskelgewebe wurde durch Fettgewebe und Bindegewebe ersetzt.*

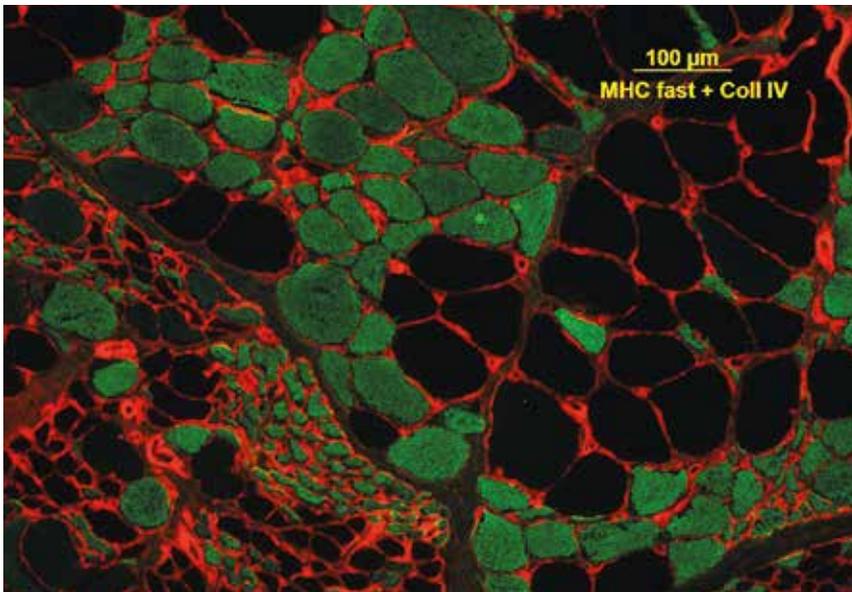
#### **ERSTES MEDIKAMENT, DAS AM GENETISCHEN DEFECT ANSETZT**

Einige, wenn auch wenige Patienten können zurzeit mit dem neu zugelassenen Medikament Ataluren behandelt werden. Mit dieser Therapie soll der genetische Defekt übersprungen und so eine gewisse Dystrophin-Synthese ermöglicht werden, die die Erkrankung in einen milderen Verlauf umgewandelt. Das Universitätsklinikum Freiburg beteiligt sich als hochspezialisiertes Zentrum an internationalen Studien, um die Wirksamkeit des Medikaments zu testen. Auch wenn erste Ergebnisse Hoffnung machen, so ist diese Therapie im Moment nur für zehn bis 15 Prozent der Patienten geeignet und nur für Patienten zugelassen, die noch gehen können. Freiburg hat das von der Europäischen Union geförderte Projekt CARE-NMD geleitet, das die Versorgung von über tausend Patienten mit Muskeldystrophie Duchenne und deren Familien in sieben Ländern untersucht. Dabei zeigte sich, dass die Patienten oftmals trotz ihrer Beeinträchtigungen zufrieden sind. Deutlich wurde aber auch, dass die Lebenserwartung und -zufriedenheit stark von der verfügbaren medizinischen Versorgung abhängt. So leben beispielsweise Patienten in Dänemark, denen u. a. eine 24-Stunden-Assistenz zusteht, deutlich länger als Erkrankte in Bulgarien. Diese Erkenntnis wirft die Frage auf, was die Gesellschaft bereit ist, in die Versorgung und Lebensqualität der Betroffenen zu investieren.

## SPINALE MUSKELATROPHIE (SMA)

\* \* \*

Die Spinale Muskelatrophie (SMA) ist eine Seltene Erkrankung, die nur bei einem von 10.000 Neugeborenen im Jahr auftritt. Ein genetischer Defekt führt dazu, dass motorische Nervenzellen im Rückenmark verkümmern und somit nicht mehr in der Lage sind, Impulse an die Muskeln weiterzuleiten. Die wenig beanspruchten Muskelzellen werden abgebaut; es kommt zu einem Muskelschwund (Atrophie). Erst lässt die Kraft der Patienten nach, zunehmend wird die Bewegung eingeschränkt, bis keine Tätigkeiten mehr allein ausgeführt werden können. Schlimmstenfalls ist die Atemmuskulatur betroffen und der Patient stirbt, wenn er keine Atemunterstützung erhält.



*Darstellung der Skelettmuskulatur bei Spinaler Muskelatrophie im Querschnitt. Die Wände der einzelnen Muskelzellen sind durch Immunfluoreszenz rot markiert. Die schnellen Muskelfasern erscheinen grün, die langsamen Muskelfasern bleiben dunkel. Durch die fehlende Innervation schrumpfen ganze Gruppen von Muskelfasern und sind extrem klein. Normale Muskelfasern haben einen Durchmesser von 50 bis 70 µm.*

Es gibt ein breites Spektrum an Schwergraden der Erkrankung. Die SMA Typ 1 („akute infantile SMA“ oder „Morbus Werdnig-Hoffmann“) ist der schwerwiegendste und wird bereits in den ersten sechs Lebensmonaten sichtbar. Der ganze Körper ist von der Muskelschwäche betroffen. Die Säuglinge können oft ihren Kopf nicht allein heben und halten. Später lernen sie nicht zu sitzen oder zu gehen. Die Kinder versterben oft in den ersten Lebensjahren aufgrund einer Atemmuskelschwäche. Bei Patienten mit SMA Typ 2 („intermediäre Spinale Muskelatrophie“) zeigen sich erste Symptome zwischen dem achten und 18. Lebensmonat. Die Kinder lernen zu sitzen, aber nie zu laufen. Die Muskelschwäche nimmt über viele Jahre hinweg langsam zu. Die Patienten erreichen zwar meist das Erwachsenenalter, die Lebenserwartung ist aber deutlich eingeschränkt. SMA Typ 3 („juvenile Spinale Muskelatrophie“ oder „Morbus Kugelberg-Welander“) wird zwischen dem

ritten und 30. Lebensjahr sichtbar. Hier ist die Muskelschwäche nur wenig ausgeprägt, sodass die Betroffenen laufen lernen, auch wenn sie später auf einen Rollstuhl angewiesen sein können. Ihre Lebenserwartung ist normal. Wie schwer der Patient betroffen ist, hängt von den körpereigenen Möglichkeiten ab, das defekte oder fehlende Gen zu kompensieren. Diese Fähigkeit ist derzeit auch ein wichtiger Ansatz für die Entwicklung neuer Therapien.

#### DIAGNOSE

Die Diagnose und Behandlung findet in der fächerübergreifenden Muskelsprechstunde am Universitätsklinikum Freiburg statt. Zunächst wird die Krankengeschichte erfasst und der Patient körperlich untersucht. Bei Kindern kontrolliert der Arzt beispielsweise, ob das Kind allein sitzen kann, bei Erwachsenen finden Belastungstests statt. Da die Symptome auch auf andere Erkrankungen hindeuten können, werden zusätzlich mittels Elektroneurografie und Elektromyografie die Leitungsgeschwindigkeit der Nerven und die Aktivität der Muskeln gemessen. Mit modernen Ultraschallgeräten kann die Struktur der Muskulatur genau dargestellt werden. Der letzte Nachweis der Erkrankung erfolgt aber bei der genetischen Untersuchung in der Blutprobe.

#### THERAPIE

Eine ursächliche Therapie, also eine Beeinflussung des Gendefekts, ist bisher nicht möglich. Es gibt zwar erste Forschungsansätze und Erfolge im Tiermodell. Inwieweit sich diese aber auf den Menschen übertragen lassen, wird zurzeit im Rahmen von Phase-III-Studien geprüft, an denen auch das Universitätsklinikum Freiburg beteiligt ist. Die gegenwärtige Behandlung konzentriert sich deshalb auf die Linderung der Symptome. Die Beatmungstherapie spielt beispielsweise eine wichtige Rolle und hat dazu geführt, dass die Lebenserwartung bei Patienten mit SMA Typ 2 im Durchschnitt um bis zu zehn Jahre verlängert werden konnte. Physiotherapeutische Maßnahmen sollen die Beweglichkeit der Gelenke erhalten. Die Patienten erhalten zudem orthopädische Hilfsmittel wie einen Elektrorollstuhl.

---

#### **Klinik für Neuropädiatrie und Muskelerkrankungen**

**Leistungen:** *Diagnose und Behandlung von Entwicklungsstörungen sowie Verletzungen, Fehlbildungen oder Krankheiten der Muskeln, der Nerven und des Gehirns (z. B. Schlaganfall, Spastiken, Epilepsie, Muskelschwund) bei Kindern und Jugendlichen – Erforschung von kinderneurologischen Erkrankungen und Entwicklung neuer Methoden zur Diagnose und Therapie, Forschungsschwerpunkte sind neuromuskuläre Erkrankungen und Epilepsien*

*Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin, Mathildenstraße 1, 79106 Freiburg,  
Telefon: +49 761 270-43140  
muskelzentrum@uniklinik-freiburg.de  
www.uniklinik-freiburg.de/paed-neuro*



---

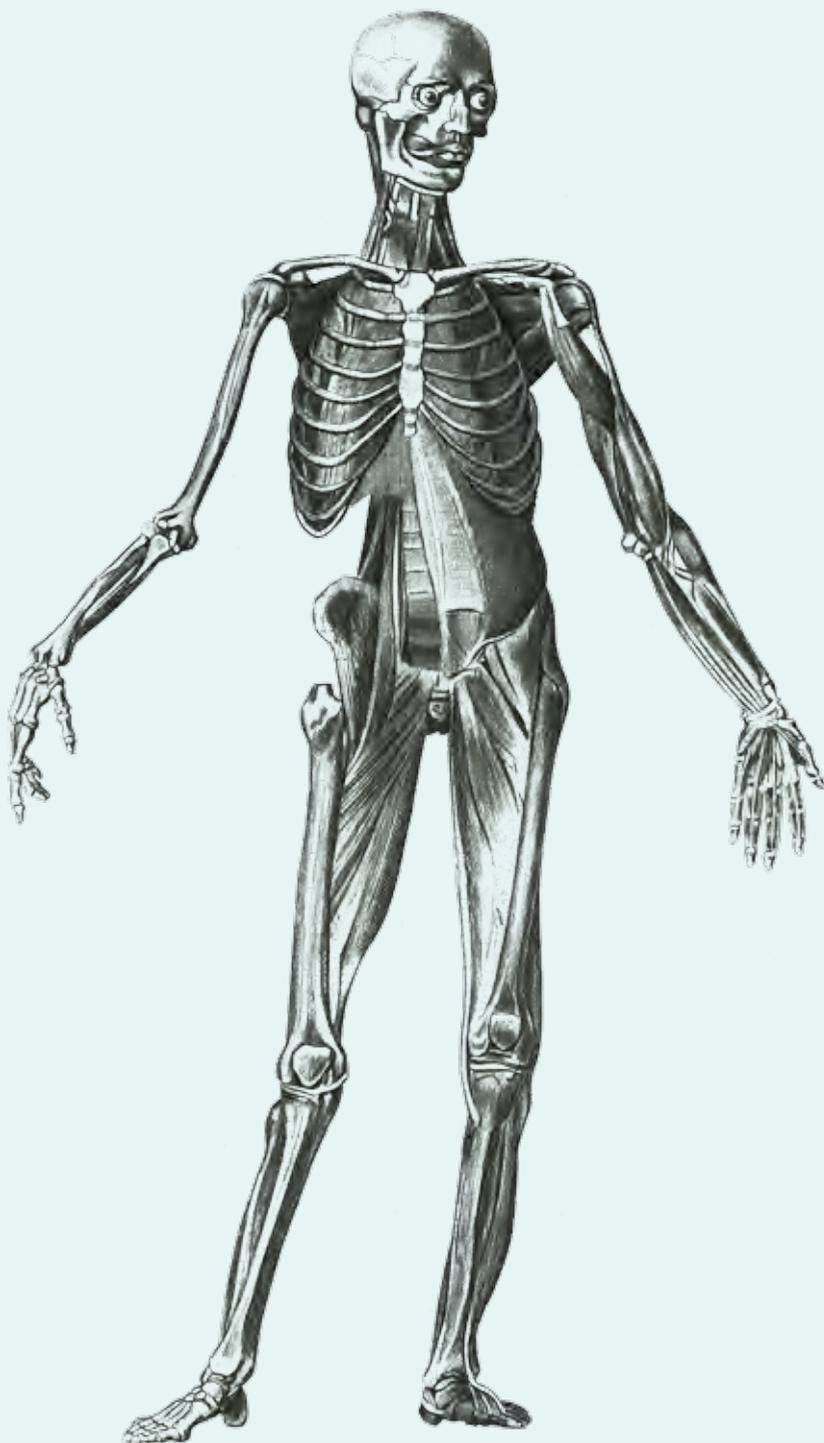
# SKELETT

---

\* \* \*

Das Skelett eines erwachsenen Menschen besteht aus bis zu 214 Knochen. Die Knochen sind vielgestaltig, sie können u. a. flach wie das Schulterblatt oder der Schädel, blockförmig wie die Wirbel der Wirbelsäule oder röhrenförmig wie Knochen in Armen und Beinen sein. Das Skelett schützt innere Organe und bildet das Gerüst des Körpers, wobei die Wirbelsäule die Hauptstütze darstellt. Es ist gemeinsam mit den Muskeln, Sehnen und Bändern sowie den Gelenken für die Bewegung verantwortlich. Das Knochengewebe speichert zudem Mineralsalze (vor allem Kalzium) und setzt diese bei Bedarf frei. Bei Erwachsenen findet sich in Schädelknochen, Schlüssel- und Brustbein, Rippen, Wirbelkörpern, Becken sowie teilweise in Oberarm- und Oberschenkelknochen das Knochenmark. Es ist das wichtigste blutbildende Organ des Menschen.

\* \* \*



## OSTEOPOROSE

\* \* \*

Normalerweise baut der Mensch in den ersten drei bis vier Lebensjahrzehnten Knochenmasse auf, bevor – abhängig von der Ernährung, der sportlichen Aktivität und der Lebensweise – die Knochendichte abnimmt und der Knochen an Stabilität verliert. Findet dieser Knochenabbau übermäßig schnell statt, wird dies als Osteoporose bezeichnet. Häufigstes Symptom der auch Knochenschwund genannten Erkrankung sind Knochenbrüche, die bereits bei einer geringen Belastung oder teilweise ohne ersichtlichen Unfall auftreten. Häufigste Manifestation sind Frakturen der Wirbelkörper, der hüftgelenksnahen Oberschenkelknochen, der handgelenksnahen Speichen, des Oberarmkopfs oder des Beckens. Bei über 90 Prozent der Fälle handelt es sich um eine altersbedingte primäre Osteoporose, die nicht Folge einer anderen Erkrankung ist. Liegen der Osteoporose eindeutige Ursachen wie die Einnahme von Kortison, hormonelle Störungen oder andere Erkrankungen zugrunde, so handelt es sich um eine sekundäre Osteoporose. Von Osteoporose betroffen sind größtenteils Frauen nach den Wechseljahren. Der Grund dafür liegt im Östrogenmangel. Dieses Sexualhormon ist wichtig für die Bildung und Wirkung der Hormone Calcitonin und Vitamin D, die den Knochenaufbau fördern. Zusätzlich begünstigen eine kalziumarme Kost und zu wenig Bewegung eine Abnahme der Knochendichte. Ohne eine entsprechende Behandlung kann die Osteoporose zu schweren Funktionseinbußen bis hin zur Invalidität führen.

### DIAGNOSE

Die meisten Patienten stellen sich erst beim Arzt vor, nachdem Knochenbrüche aufgetreten sind. Eine Röntgenuntersuchung zeigt diese Frakturen auf. Oftmals deuten Verformungen der Wirbelkörper – als Folge von Brüchen und einem „Zusammensacken“ der Wirbel – auf eine Osteoporose hin. Der Arzt erkennt bereits im Röntgenbild die bei der Erkrankung typische abnehmende Knochenmasse. Bestätigt und verfeinert wird die Diagnose durch die Messung der Knochendichte (Osteodensitometrie). Die Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie am Universitätsklinikum Freiburg nutzt die so genannte DXA-Methode. Hierbei handelt es sich um den „Goldstandard“ zur

**Gesunde Lendenwirbelsäule**



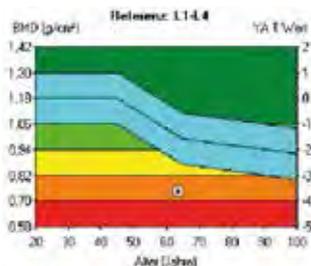
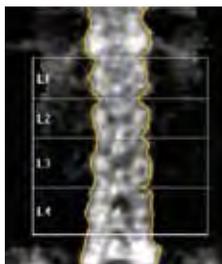
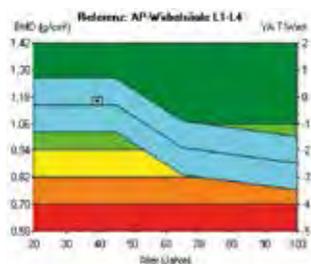
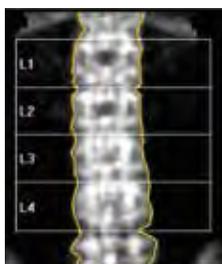
**Osteoporose**



*Röntgenaufnahmen einer gesunden Lendenwirbelsäule seitlich und von vorne (links) und die eines an Osteoporose erkrankten Patienten (rechts). Es finden sich mehrere so genannte Sinterungen (rote Pfeile). Hierbei handelt es sich um Brüche der Wirbelkörper, die ohne große Krafteinwirkung entstehen können.*

Sicherung der Diagnose einer Osteoporose. Dafür wird mit niedrigdosierten Röntgenstrahlen die Knochendichte an der Wirbelsäule und am Oberschenkelhalsknochen gemessen und mittels einer entsprechenden Software dem Mittelwert der jeweiligen Altersgruppe gegenübergestellt. Liegt der Knochendichtewert (T-Wert) signifikant unter dem Durchschnittswert und liegen entsprechende Risikofaktoren vor, handelt es sich um eine Osteoporose. Ergänzend findet noch eine Blutuntersuchung statt, um den Kalzium- und Phosphatspiegel sowie die Kreatinin-Clearance (Beurteilung der Nierenfunktion) und weitere Parameter zu analysieren.

*DXA-Knochendichtemessungen eines jungen Patienten mit einem Knochenmineralsalz im Referenzbereich (oben) und eines Patienten mit deutlich erniedrigter Knochendichte (unten). Der sog. „T-Wert“ beschreibt die gemessene Knochendichte in Relation zur Knochendichte junger gesunder Erwachsener und wird in Standardabweichungen ausgedrückt. In Abhängigkeit von T-Wert, Patientenalter, Geschlecht und individuellen Risikofaktoren kann die Diagnose einer Osteoporose gestellt werden.*



## THERAPIE

Eine Osteoporose sollte behandelt werden, um ein weiteres Fortschreiten zu hemmen und den Betroffenen eine normale Lebenserwartung zu ermöglichen. Die Therapie richtet sich nach dem Grad der Erkrankung und wird am Universitätsklinikum gemeinsam mit dem Patienten während der Osteoporosesprechstunde festgelegt. Grundsätzlich empfiehlt sich die (vorbeugende) Einnahme von Kalzium und Vitamin D, am besten über eine gesunde, ausgewogene Ernährung. Kalzium findet sich vor allem in Milchprodukten und in grünen Gemüsesorten (Spinat, Broccoli). Fettreicher Fisch, Eier, Butter und Milch beinhalten Vitamin D; jedoch nicht genug, um den täglichen Bedarf zu decken. Der Körper kann mittels UV-Strahlung auch selbst Vitamin D produzieren; ein täglicher Spaziergang reicht jedoch nicht für eine ausreichende Produktion aus. In Absprache mit dem Arzt sollten bei einem Vitamin-D-Mangel Nahrungsergänzungsmittel eingesetzt werden. Bewegung unterstützt ebenfalls die Osteoporose-Therapie und beginnt bei täglichen Spaziergängen. Auch ein leichtes Lauftraining und Schwimmen oder Wassergymnastik eignen sich gut, um einem Knochenabbau entgegenzuwirken. Der individuelle Trainingsplan wird gemeinsam mit Sportmedizinern und Orthopäden erarbeitet. Für fortgeschrittene Formen der Osteoporose stehen mittlerweile Medikamente zur Verfügung. Diese können den Knochenabbau aufhalten und zum Teil sogar rückgängig machen. Dadurch wird das Risiko von Knochenbrüchen ganz erheblich gesenkt.

### OPERATIVER EINGRIFF BEI FRAKTUREN

Sofern sich ein Bruch nicht konservativ (beispielsweise durch eine Stabilisierung und Ruhigstellung in einem Gips) behandeln lässt, erfolgt ein operativer Eingriff unter Einsatz moderner bildgebender Verfahren, diese Eingriffe werden in der Regel minimalinvasiv durchgeführt. Solche gewebeschonenden Operationsmethoden sind vor allem mit Blick auf eine Minimierung von Risiken wie Nachblutungen oder Wundinfektionen empfehlenswert. Bei einer Knochenbruchbehandlung sollte immer die Biomechanik des strukturell geschädigten Knochens berücksichtigt werden. So genannte „winkelstabile Implantate“ (Platte und Marknägel, die im Knochenmark verankert werden) können selbst bei porösen Knochen eine ausreichende Festigkeit und Ruhigstellung bei gleichzeitiger Gewebeschonung garantieren. Die Platte verteilt den auf den Knochen wirkenden Druck und entlastet ihn so. Auch werden beispielsweise Zementplomben in den geschädigten Knochen eingesetzt, um die Schrauben besser zu verankern.



*Fixateur intern der Lendenwirbelsäule zur Ruhigstellung gebrochener Wirbel.*

Ein gebrochener Wirbel im Bereich der Brust- oder Lendenwirbelsäule kann mit einem so genannten „Fixateur interne“ (Schrauben-Stab-System) operativ behandelt werden. Dieses System ist mit einer Klammer oder Brücke vergleichbar (siehe Bild), die den gebrochenen Wirbel umfasst und somit ruhigstellt. Hierzu werden in die benachbarten, unbeschädigten Wirbelkörper spezielle Schrauben eingedreht, diese können bei verminderter Knochenqualität zusätzlich durch Knochenzement stabilisiert werden. Folgend wird ein Längsträger (Stange) an den Schraubenköpfen befestigt. Diese spangenartige Konstruktion sorgt für eine Entlastung des verletzten Wirbelkörpers.

Für einen solchen Eingriff sind lediglich vier kleine Hautschnitte nötig. In der Vergangenheit musste für einen solchen operativen Eingriff die komplette Rückenmuskulatur abgelöst werden, um an den entsprechenden Wirbel zu gelangen. Heutzutage wird über die oben erwähnten minimalinvasiven Zugänge die Muskulatur aufgedehnt, um anschließend die Schrauben in den Wirbelkörper zu platzieren. Die Stange zur Stabilisierung verläuft unter der Muskulatur.



*Polyaxiale (in alle Richtungen bewegliche) Pedikelschraube ohne und mit einliegendem Längsstab.*

Operative Eingriffe erfolgen in Freiburg hochstandardisiert. Ein spezielles Neuromonitoring kontrolliert permanent, ob die Operation zu nahe an Nerven stattfindet und sendet, wenn dies der Fall ist, ein optisches und akustisches Signal. Die Chirurgen nutzen Mikroskope oder Lupenbrillen, die das Operationsgebiet zehn- bis 30-fach vergrößern, um so eine Schädigung von Nerven zu verhindern. Zusätzlich besteht die Möglichkeit der Durchführung von intraoperativen Röntgenbildern, dies optimiert die Platzierung von Implantaten.

### **Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie**

**Leistungen:** umfassende Kompetenzen in der Traumatologie / Unfallchirurgie

– Orthopädie – Sportorthopädie und -traumatologie – Kinderorthopädie – Kniegelenkchirurgie / Knorpelchirurgie – Endoprothetik / künstlicher Gelenkersatz – Wirbelsäulenchirurgie – Kindertraumatologie – Schulterchirurgie – Osteoporose – Tumorchirurgie – Fußchirurgie

- 45 Ärzte
- 79 Pflegemitarbeiter
- **24-Stunden-Bereitschaft** für Notfallpatienten mit Verletzungen aller Schweregrade in unseren Universitäts-Notfallzentrum
- Rund **22.000** ambulant versorgte Notfälle
- Weitere **25.000** geplante ambulante Behandlungen
- Jährlich **5.000** Patienten werden stationär betreut

### **Beteiligung an fachübergreifenden Einrichtungen am Universitätsklinikum Freiburg**

- Universitäres-Notfallzentrum UNZ
- Zentrum für Wirbelsäulenchirurgie
- Zentrum für Fußchirurgie
- Tumorzentrum Freiburg – CCCF
- Zentrum für Chirurgische Metastasen-Therapie der Universitätsklinik Freiburg
- Intensive Forschung u. a. im Bereich der Knorpelzelltransplantation mit dem Ziel, Knorpelimplantate zu verbessern, diese künftig direkt im OP züchten und einsetzen zu können

Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg, Telefon: +49 761 270-26990  
[www.uniklinik-freiburg.de/unfallchirurgie](http://www.uniklinik-freiburg.de/unfallchirurgie)



---

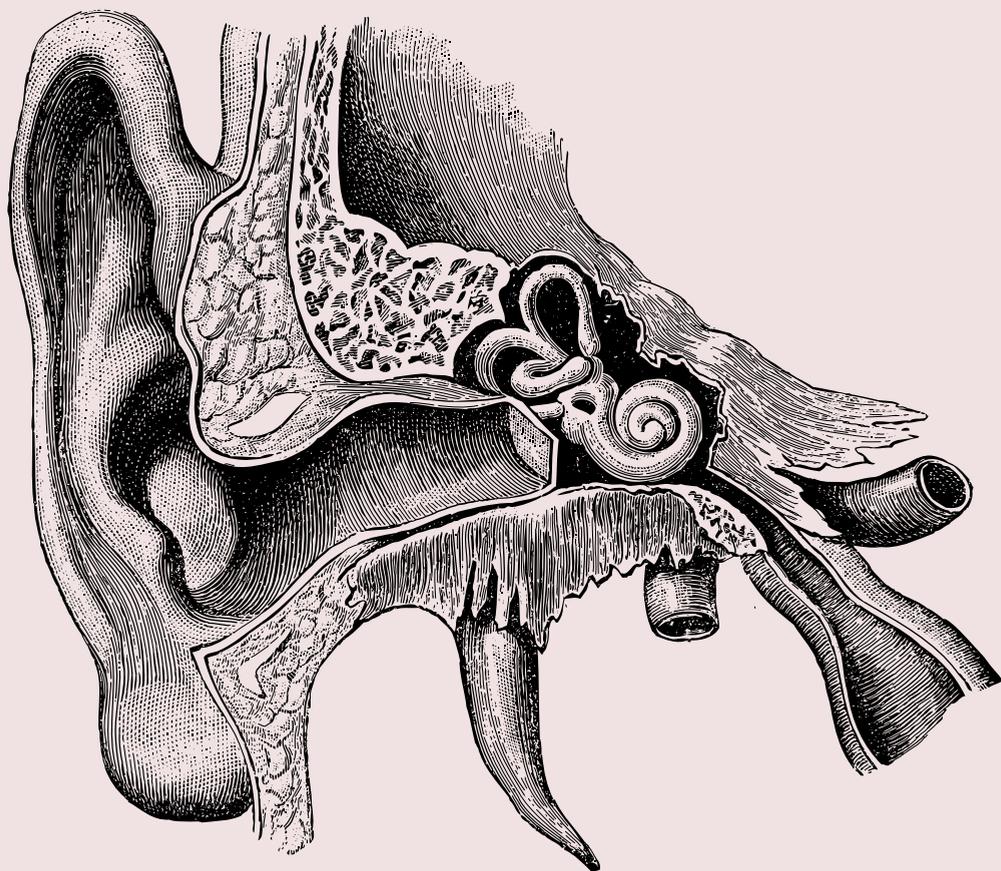
# ZAHLEN UND FAKTEN

---

\* \* \*

Der folgende Rückblick auf das Jahr 2014 zeigt nur einen Ausschnitt des Engagements der Mitarbeiter des Universitätsklinikums Freiburg und des Universitäts-Herzzentrums Freiburg · Bad Krozingen. Sie sind täglich für ihre Patienten da und wollen sie bestmöglich versorgen. Sie suchen zudem nach immer neuen Ansätzen, um die Medizin voranzubringen. Drei Viertel der Patienten, das belegen Umfragen des Qualitätsmanagements, sind mit den Ärzten und Pflegekräften zufrieden. Diese Leistungen spiegeln sich auch in den Zahlen wider – insbesondere in den gestiegenen Erlösen aus der Krankenversorgung, auch wenn diese erhöhten Personal-, Sach- und Materialaufwendungen gegenüberstehen.

\* \* \*

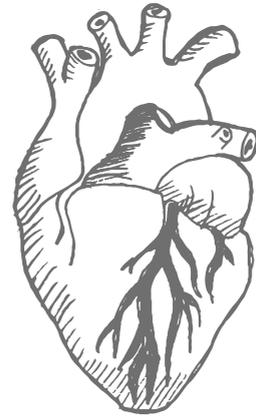


## DAS JAHR 2014 IM RÜCKBLICK

\* \* \*

**Januar 2014** Für ihr Engagement um Palliative-Care-Fortbildungen werden Silke Walter, Stationsleiterin der Klinik für Palliativmedizin, und Beatrix Werner, Kurskordinatorin, mit dem Preis des End-of-Life Nursing Education Consortium (ELNEC) geehrt.

**7. Januar** Ärzte und Wissenschaftler des Centrums für Chronische Immundefizienz (CCI) am Universitätsklinikum Freiburg entdecken mit Forschern und Medizinerinnen aus Ulm, Kanada und Schweden einen Gendefekt, der für den raschen Säuglingstod durch schwere Infektionen verantwortlich sein kann. Publikation im Fachmagazin New England Journal of Medicine.



**14. Januar** Ein internationales Forscherteam um die Assistenzärztin (Pädiatrie und Kinderkardiologie) Dr. Nora Lang hat einen neuen chirurgischen Klebstoff entwickelt, der die Korrektur angeborener Herzfehler bei Kindern erleichtern könnte. Publikation im Fachmagazin Science Translational Medicine. Mehr auf Seite 37.

**22. Januar** Der ehemalige Ärztliche Direktor der Inneren Medizin II und Dekan der Medizinischen Fakultät Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Hubert E. Blum erhält die höchste Auszeichnung des Universitätsklinikums Freiburg, die Matthäus-Hummel-Medaille.



*Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Hubert E. Blum*

**25. Januar** Dr. Achim Lothar, Klinik für Kardiologie und Angiologie I des Universitäts-Herzzentrums Freiburg - Bad Krozingen (UHZ) erhält für seine Arbeiten zu den molekularen und zellulären Grundlagen der Herzinsuffizienz den Forschungspreis der Dresdner Herz-Kreislauf-Tage 2014.

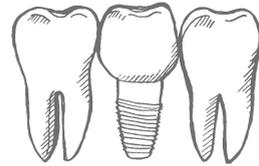
**31. Januar** Das Universitätsklinikum gehört bundesweit zu den Top-Five-Arbeitgebern im Bereich „Gesundheit und Soziales“. Das ermittelten das Nachrichtenmagazin Focus, das Netzwerk XING und das Arbeitgeberportal kununu.

- 13. Februar** Die Klinik für Thoraxchirurgie wird als „Kompetenzzentrum für Thoraxchirurgie“ zertifiziert. Mehr auf Seite 54.
- 26. Februar** Prof. Tobias Huber, Klinik für Nephrologie und Allgemeinmedizin, erhält eine EU-Förderung von zwei Millionen Euro für die Erforschung der diabetischen Nierenerkrankung.
- 10. März** Ein Forscherteam um Prof. Gabriele Niedermann, Klinik für Strahlenheilkunde, entwickelt ein klinisch relevantes Verfahren für die Bildgebung von Tumorstammzellen.
- 15. März** Interdisziplinäres ALS-Symposium im Neurozentrum.
- 24. März** Online-Schaltung der neuen Website des Universitätsklinikums.
- 14. April** Sanierung der Universitäts-Frauenklinik abgeschlossen.
- 28. April** Die Klinik für Urologie und das Fraunhofer-Institut IFAM Bremen erhalten eine rund 1,7 Millionen Euro hohe Förderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Die Freiburger Urologen Dr. Martin Schönthaler und Dr. Arkadiusz Miernik entwickeln gemeinsam mit Bremen einen neuartigen, bioinspirierten Klebstoffs zur kompletten endoskopischen Entfernung von Harnsteinen.
- 5. Mai** Nur etwa ein Jahr nach dem Spatenstich findet das Richtfest für den Neubau der Herz- und Gefäßchirurgie des Universitäts-Herzzentrums in Bad Krozingen statt.



- 10. Mai** Tag der offenen Tür unter der Überschrift „Hochleistungsmedizin zum Anfassen“.

- 15. Mai** Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) bewilligt die Förderung von drei Projekten zur „Stimmforschung“ des Freiburger Instituts für Musikermedizin (FIM).
- 19. Mai** Das Team um Prof. Robert Zeiser, Klinik für Innere Medizin I und Mitglied des Exzellenzclusters BLOSS Centre for Biological Signalling Studies, entschlüsselt zelluläre Mechanismen, die nach einer allogenen Stammzelltransplantation zu einer unerwünschten Reaktion des Empfänger-Immunsystems (Graft-versus-Host-Erkrankung) führen können. Publikation im Fachmagazin Nature Medicine.
- 28. Mai** Dr. Chune Liu, Abteilung für Endokrinologie und Diabetologie der Klinik für Innere Medizin II, wird für ihre Forschungsarbeiten zum „Diabetes mellitus“ mit dem Fritz-Wörwag-Nachwuchsforschungspreis ausgezeichnet.
- 5. Juni** Eine Arbeitsgruppe um Prof. Wael Att, Klinik für Zahnärztliche Prothetik, erhält für ihre Arbeit zum Abnutzungsverhalten neuer Hochleistungskeramiken den 1. Preis der Scientific Award Competition der European Academy of Esthetic Dentistry.
- 23. bis 25. Juni** In Freiburg findet in Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum die internationale Tagung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) „Effektive, bezahlbare und evidenzbasierte Dengue-Frühwarnsysteme und Gegenmaßnahmen: für einen rechtsgültigen Notfallplan“ statt.
- 24. Juni** Kardiologen des Universitäts-Herzzentrums erklären erstmals den Zusammenhang zwischen Stress und schädlichen Gefäßablagerungen. Publikation im Fachmagazin Nature Medicine. Mehr auf Seite 30.
- 9. Juli** Universitäts-Notfallzentrum lehrt Schüler Reanimationsmaßnahmen.
- 1. September** 128 junge Menschen starten Ausbildung am Universitätsklinikum, dem größten Arbeitgeber in Südbaden.
- 10. September** 100. Nierentransplantation bei inkompatiblen Blutgruppen.
- 12. September** Das Forscherteam um Prof. Volker Arnd Coenen, Ärztlicher Leiter der Abteilung für Stereotaktische und Funktionelle Neurochirurgie, spürt mit bildgebendem Verfahren das bei Tremor zu aktivierende Nervenfaserbündel im Gehirn auf. Langfristig soll dadurch die tiefe Hirnstimulation in Vollnarkose durchgeführt werden können. Publikation im Fachmagazin Neurosurgery. Mehr auf Seite 10.



- 21. September** Laut Krankenhausranking des Nachrichtenmagazins Focus gehört das Universitätsklinikum Freiburg zu den fünf besten Kliniken deutschlandweit.
- 30. September** Bernd Sahner wird zum Kaufmännischen Direktor des Universitätsklinikums Freiburg bestellt. Er bleibt zudem Kaufmännischer Geschäftsführer der Universitäts-Herzzentrum Freiburg · Bad Krozingen GmbH.
- 3. Oktober** „Maus“-Fans schauen am „Türöffner-Tag“ hinter die Kulissen des Freiburger Universitätsklinikums.
- 9. Oktober** Freiburg ist ein Standort der größten Gesundheitsstudie Deutschlands, der Nationalen Kohorte „Gemeinsam forschen für eine gesündere Zukunft“.
- 21. Oktober** Eine internationale Forschergruppe unter Leitung von Prof. Bodo Grimbacher, Wissenschaftlicher Direktor am Centrum für Chronische Immundefizienz (CCI), zeigt, dass die angeborene Genmutation in CTLA4 zu Immundefizienz und Autoimmunerkrankungen führt. Publikation im Fachmagazin Nature Medicine. Mehr auf Seite 50.
- 7. November** Freiburger Urologen entwickeln ein endoskopisches Lasersystem mit automatischer Objektanalyse für medizinische Anwendungen.
- 13. November** Am Universitätsklinikum Freiburg werden Vierlinge geboren.



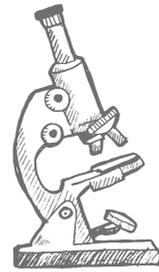
- 26. November** Universitäts-Kinderklinik Freiburg und Universitäts-Kinderspital beider Basel weiten Kooperation aus.

**28. November** Das Universitätsklinikum Freiburg zertifiziert 35 neue Praxisanleiter für Pflegeberufe.

**1. Dezember** Prof. Marco Prinz, Ärztlicher Direktor des Instituts für Neuropathologie, wird mit dem Sobek-Forschungspreis 2014 geehrt.

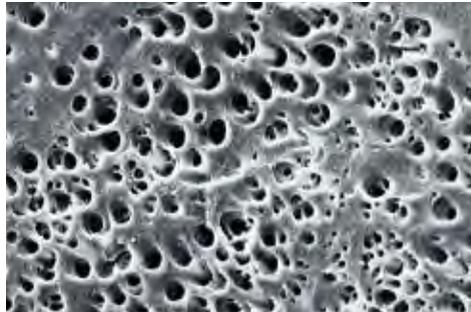
**2. Dezember** Das Universitätsklinikum und das St. Josefskrankenhaus Freiburg schließen einen Vorvertrag für eine Kooperation im Bereich der Kinder- und Jugendmedizin.

**3. Dezember** Forscher des Universitätsklinikums Freiburg und der Universitäten Hohenheim und Konstanz zeigen, wie das Zell-Kraftwerk des gefährlichen Cholera-Erregers aufgebaut ist und wie es funktioniert. Publikation im Fachmagazin Nature.



**11. Dezember** Universitätsklinikum und St. Josefskrankenhaus richten interdisziplinäre Emphysemkonferenz ein.

**18. Dezember** Das Team um Dr. Merja Neukamm und Prof. Dr. Volker Auwärter vom Institut für Rechtsmedizin entwickelt mit Prof. Dr. Markus Altenburger von der Klinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie ein Verfahren, mit dem Morphin, Kokain, Ecstasy und fünf weitere Stoffe in Zähnen nachgewiesen werden können.



## QUALITÄT

\*\*\*

Entscheidend für eine optimale Behandlungsqualität ist das tägliche Engagement der etwa 10.000 Mitarbeiter des Universitätsklinikums. Hier entsteht Qualität. Um diese in der Krankenversorgung kontinuierlich weiterzuentwickeln und an den Bedürfnissen der Patienten und Kunden auszurichten, hat das Universitätsklinikum Freiburg vor mehr als 15 Jahren ein QM-System eingeführt. Es unterstützt das Personal im ärztlichen, pflegerischen und administrativen Bereich sowohl bei der Umsetzung der gesetzlichen Anforderungen als auch bei der Optimierung der patientenorientierten Prozesse. Die Zertifizierung des QM-Systems dient dem Universitätsklinikum Freiburg als Bestätigung, dass geltende Normen umgesetzt werden. Darüber hinaus wird durch unabhängige Experten das Engagement der Mitarbeiter für die kontinuierliche Weiterentwicklung der Prozesse gewürdigt.

Mit einem hervorragenden Ergebnis wurde das Klinikum im März 2014 zum vierten Mal nach KTQ zertifiziert und stellte seine überdurchschnittlichen Leistungen insbesondere in den Kategorien „Sicherheit“ (73 Prozent) und „Patientenorientierung“ (70 Prozent) erneut unter Beweis.

Neben der seit 2005 kontinuierlich fortgeführten KTQ-Gesamtzertifizierung des Klinikums wiesen auch im Jahr 2014 viele Teilbereiche zusätzliche Zertifikate nach DIN EN ISO Normen auf. So waren beispielsweise zum Jahreswechsel 2014/2015 20 Bereiche nach der DIN EN ISO 9001, drei Bereiche nach DIN EN ISO 17025 und drei Bereiche nach DIN EN ISO 15189 zertifiziert.

## Zertifizierungen des Universitätsklinikums 2014

### KTQ-Gesamtzertifizierung

seit 2005 kontinuierlich

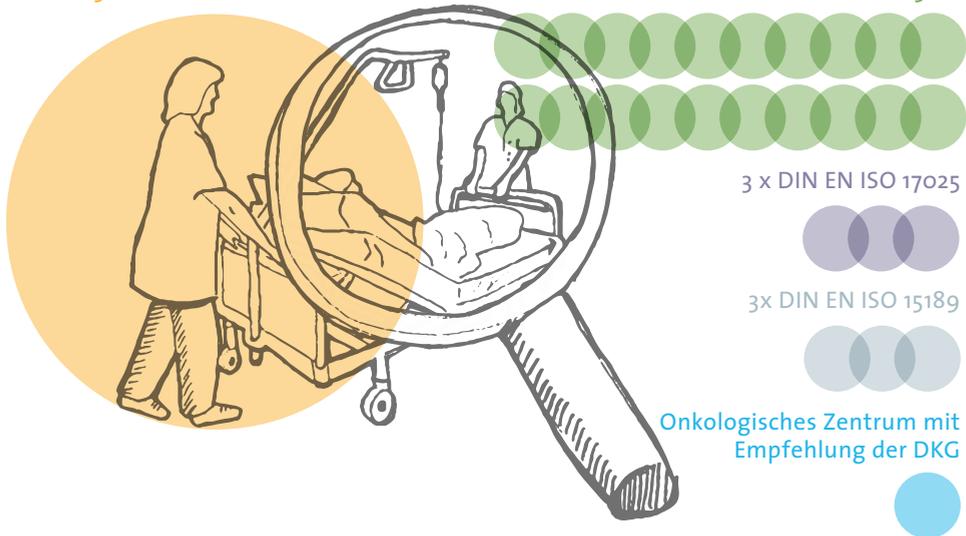
### Spezialzertifizierungen

20 x DIN EN ISO 9001

3 x DIN EN ISO 17025

3 x DIN EN ISO 15189

Onkologisches Zentrum mit  
Empfehlung der DKG

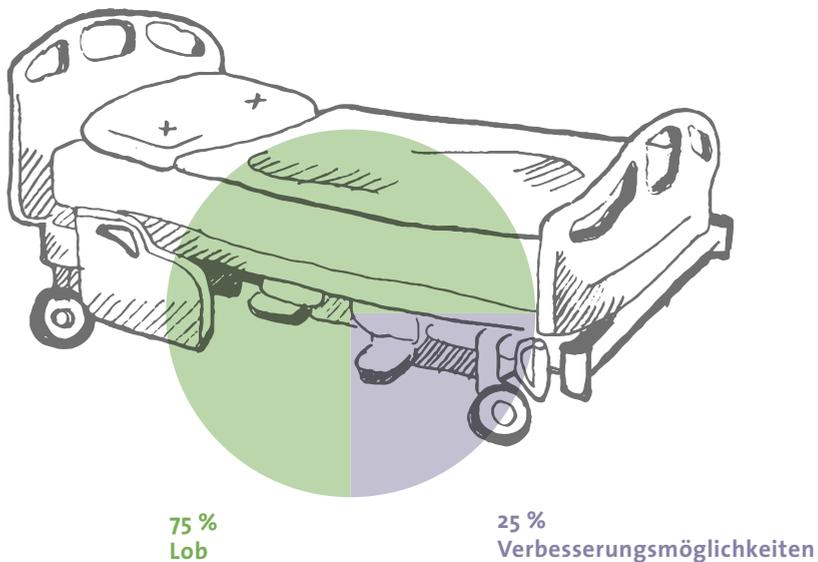


Im Frühjahr 2015 schloss das Tumorzentrum Freiburg – CCCF die im Herbst 2014 begonnene Zertifizierung als onkologisches Zentrum nach den Richtlinien der Deutschen Krebsgesellschaft inkl. der Integration von neun Organkrebszentren erfolgreich ab.

Ein Schwerpunkt zur Weiterentwicklung des QM-Systems im Jahr 2014 war die Umsetzung weiterer wirkungsvoller Maßnahmen zur Erhöhung der Patientensicherheit. Zu nennen sind hier risikomindernde Maßnahmen im Bereich des sicheren Operierens, der Start der Einführung von Patientenidentifikationsarmbändern sowie die Durchführung eines Risikoaudits. Darüber hinaus wurde mit der Einführung des Beinahe-Fehler-Meldesystems CIRSmedical im Klinikum das vorhandene klinische Risikomanagement weiterentwickelt. Auch die kontinuierlichen Rückmeldungen der Patienten lieferten Informationen zu Verbesserungspotenzialen im Klinikum.

Insgesamt gingen im Berichtsjahr 2014 in 37 klinischen Bereichen 5.602 Patientenrückmeldungen ein. Davon verteilten sich 75 Prozent auf Lob und 25 Prozent auf Verbesserungsmöglichkeiten. Hochgerechnet auf die stationären Fallzahlen des Universitätsklinikums haben damit etwa acht Prozent der stationär behandelten Patienten in 2014 eine schriftliche Rückmeldung abgegeben. Diese hohe Beteiligung ist ein Indiz für ein funktionierendes Beschwerdewesen.

## 5.602 PATIENTENRÜCKMELDUNGEN



Zusammengefasst haben die Patienten dem Klinikum für das Jahr 2014 die folgenden Stärken und Verbesserungspotenziale zurückgemeldet (TOP 3):

**Stärken**

- Freundlichkeit der Mitarbeiter
- Kompetenz der Ärzte
- Freundlichkeit der Pflege

**Verbesserungspotenziale**

- Speiseversorgung
- Organisatorische Abläufe
- Wartezeiten am Termin

Zukünftig bietet das Klinikum auch den Einweisern die Möglichkeit, unkompliziert über unsere Homepage Rückmeldungen über Ihre Erfahrungen mit dem Klinikum zu geben.

**SCHWERPUNKT:  
PATIENTENSICHERHEIT****Sicheres Operieren**

Um Operationen noch sicherer zu gestalten, wurden als risikomindernde Maßnahmen im Jahr 2014 die vorhandenen präoperativen Checklisten standardisiert sowie die Regelungen zur Eingriffsmarkierung und das Team-Time-out vor Beginn einer Operation weiter ausgebaut. Erste Maßnahmen hierzu wurden bereits im Rahmen des WHO High 5s Projekts „Vermeidung von Eingriffsverwechslungen“ seit 2009 am Klinikum durchgeführt. Für die aktive Teilnahme an dem internationalen Patientensicherheitsprojekt der WHO wurde dem Klinikum im Juni 2015 die Anerkennung durch das Bundesministerium für Gesundheit, das Aktionsbündnis Patientensicherheit und das ÄZQ bekräftigt.

**Einführung der Patientenidentifikationsarmbänder**

Im Juli 2014 wurde vom Klinikumsvorstand die Einführung von Patientenidentifikationsarmbändern für alle stationären und alle ambulanten Patienten beschlossen. Ziel ist es, die Identifikation der Patienten während ihres gesamten Aufenthaltes von der Aufnahme bis zur Entlassung noch sicherer zu machen und Patientenverwechslungen in Zukunft noch wirksamer vorzubeugen. Mit der Einführung der Patientenidentifikationsarmbänder wurde eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe betraut, die nach Auswahl eines geeigneten Produkts im Herbst 2014 bis Ende 2015 die Kliniken bei der Einführung der Patientenidentifikationsarmbänder begleitet und unterstützt.

**Risikoaudit**

Im Februar 2014 fand in unserer Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie ein klinisches Risikoaudit durch eine Gesellschaft für Risikoberatung statt. Die Beraterfirma überprüfte während des Audits den gesamten Behandlungsprozess auf mögliche Risiken. Als Ergebnis bestätigte uns die unabhängige Beratungsfirma die erfolgreiche Einführung unseres umfassenden klinischen Risiko-Management-Systems mit einer Urkunde.

## ZAHLEN 2014

\* \* \*

## Gewinn- und Verlustrechnung (in TEUR)

	2013	2014
<b>Erträge</b>		
Erlöse aus Krankenhausleistungen	345.877	<b>366.647</b>
Erlöse aus ambulanten Leistungen	103.621	<b>117.273</b>
Sonstige Erlöse/Erträge	138.649	<b>140.721</b>
Erträge aus Zuschüssen	4.923	<b>4.789</b>
<b>Aufwand</b>		
Personalaufwand	-373.305	<b>-400.972</b>
Sachaufwand / Materialaufwand	-146.789	<b>-158.109</b>
Sonstige Aufwendungen	-63.379	<b>-64.206</b>
Abschreibungen auf immaterielle Vermögensgegenstände und Sachanlagen	-6.624	<b>-7.597</b>
Betriebsergebnis	2.973	<b>-1.454</b>
Investitionsbedingte Effekte, Finanzergebnis, Steuern	2.552	<b>3.408</b>
Neutrales Ergebnis	-2.970	<b>-1.044</b>
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>2.555</b>	<b>910</b>

Das Universitätsklinikum Freiburg schloss das Geschäftsjahr 2014 mit einem positiven Ergebnis in Höhe von 0,9 Millionen Euro ab (Rückgang im Vergleich zum Vorjahr um rund 1,6 Millionen Euro). Die Erlöse aus Krankenhausleistungen stiegen, verglichen mit 2013, um rund 20,8 Millionen Euro. Eine Steigerung um rund 13,7 Millionen Euro verzeichnete das Universitätsklinikum bei ambulanten Leistungen. Auch 2014 musste das Klinikum wieder höheren Personalkosten begegnen. Diese stiegen in 2014 um rund 27,7 Millionen Euro auf insgesamt 401,0 Millionen Euro an. Die Sach- und Materialaufwendungen beliefen sich auf 158,1 Millionen Euro und stiegen demnach im Vergleich zu 2013 um rund 11,3 Millionen Euro.

**Bilanz (in TEUR)**

	2013	2014
<b>Aktiva</b>		
Anlagevermögen		
Immaterielle Vermögensgegenstände	3.981	<b>3.177</b>
Sachanlagen	546.650	<b>540.694</b>
Finanzanlagen	126.314	<b>116.330</b>
Umlaufvermögen		
Vorräte	18.678	<b>18.787</b>
Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände	106.980	<b>118.667</b>
Wertpapiere des Umlaufvermögens	464	<b>3.164</b>
Kassenbestand, Guthaben bei Kreditinstituten	23.295	<b>39.586</b>
Rechnungsabgrenzungsposten	147	<b>204</b>
<b>Summe Aktiva</b>	<b>826.509</b>	<b>840.609</b>
<b>Passiva</b>		
Eigenkapital	135.160	<b>136.070</b>
Sonderposten aus Zuwendungen zur Finanzierung des Anlagevermögens	473.729	<b>461.307</b>
Rückstellungen	115.508	<b>111.085</b>
Verbindlichkeiten	102.112	<b>132.147</b>
<b>Summe Passiva</b>	<b>826.509</b>	<b>840.609</b>

## ZAHLEN 2014 (UHZ)

\* \* \*

Gewinn- und Verlustrechnung (in TEUR)		
	2013	2014
<b>Erträge</b>		
Erlöse aus Krankenhausleistungen	147.983	<b>150.707</b>
Erlöse aus ambulanten Leistungen	3.740	<b>4.703</b>
Sonstige Erlöse/Erträge	15.908	<b>17.965</b>
Erträge aus Zuschüssen	2.172	<b>2.102</b>
<b>Aufwand</b>		
Personalaufwand	-75.592	<b>-79.018</b>
Sachaufwand / Materialaufwand	-78.636	<b>-79.180</b>
Sonstige Aufwendungen	-12.092	<b>-13.580</b>
Abschreibungen auf immaterielle Vermögensgegenstände und Sachanlagen	-2.216	<b>-2.439</b>
Betriebsergebnis	1.267	<b>1.260</b>
Investitionsbedingte Effekte, Finanzergebnis, Steuern	-394	<b>-429</b>
Neutrales Ergebnis	-658	<b>-1.743</b>
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>215</b>	<b>-912</b>

Das Universitäts-Herzzentrum Freiburg - Bad Krozingen schloss das Geschäftsjahr 2014 mit einem negativen Ergebnis in Höhe von 0,9 Millionen Euro ab. Dies ist im Wesentlichen auf einen Rückgang der Erlöse durch den Katalogeffekt in Höhe von ca. 4,7 Millionen Euro zurückzuführen. Trotz dieses Effekts sind die Krankenhausleistungen um 2,7 Millionen Euro gestiegen. Die übrigen Erlöse sind in 2014 um 2,95 Millionen Euro angestiegen. Bei den Personalkosten gab es im Universitäts-Herzzentrum eine Steigerung um 3,4 Millionen Euro auf 79 Millionen Euro. Der Anstieg der Sachaufwendungen konnte auf 0,5 Millionen Euro begrenzt werden. Dieser betrug 79,2 Millionen Euro.

**Bilanz (in TEUR)**

	2013	2014
<b>Aktiva</b>		
Anlagevermögen	17.205	<b>16.740</b>
Immaterielle Vermögensgegenstände	599	<b>677</b>
Sachanlagen	16.529	<b>15.986</b>
Finanzanlagen	77	<b>77</b>
Umlaufvermögen	42.101	<b>52.687</b>
Vorräte	6.261	<b>8.928</b>
Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände	35.785	<b>36.696</b>
Wertpapiere des Umlaufvermögens		
Kassenbestand, Guthaben bei Kreditinstituten	55	<b>7.063</b>
Rechnungsabgrenzungsposten	563	<b>140</b>
<b>Summe Aktiva</b>	<b>59.869</b>	<b>69.567</b>
<b>Passiva</b>		
Eigenkapital	7.216	<b>6.304</b>
Sonderposten aus Zuwendungen zur Finanzierung des Anlagevermögens	8.907	<b>7.493</b>
Rückstellungen	8.364	<b>8.707</b>
Verbindlichkeiten	35.382	<b>47.063</b>
<b>Summe Passiva</b>	<b>59.869</b>	<b>69.567</b>

## KLINIK FÜR ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN

\* \* \*

Über 120 Ärztinnen und Ärzte sowie mehr als 200 Pflegemitarbeiterinnen und -mitarbeiter der Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin behandeln jährlich über 40.000 Patienten in den Fachbereichen Anästhesie (Narkose), Intensivmedizin, Schmerzmedizin und Notfallmedizin. Unterstützt durch modernste Medizintechnik ist die Klinik derzeit an 79 Arbeitsplätzen in allen Operationsbereichen des Universitätsklinikums, in acht Aufwacheinheiten, einer 14-Betten-Intensivtherapiestation und in der akuten Schmerztherapie rund um die Uhr zum Wohle unserer Patienten ärztlich tätig. Die Aufrechterhaltung höchster Sicherheitsstandards, kombiniert mit modernsten Behandlungsverfahren in der Anästhesie und Intensivmedizin, wird über die universitäre Kompetenzstruktur der Klinik mit ihren ausgewiesenen Fachärztinnen und -ärzten (viele mit internationalen Zusatzqualifikationen des Fachgebietes) gewährleistet.



*Sicherheit im OP*



*Intensive Therapie*



*Für den Notfall bereit*

Erfolgreiche Forschung in den vielen Forschungsgruppen sichert zusätzlich besten Stand des Wissens in der Medizin. Speziell ausgebildete Klinikärztinnen und -ärzte beteiligen sich ebenfalls am Notarztwesen in Freiburg und angrenzenden Versorgungsgebieten. Damit gehört die Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, akkreditiert auch als Weiterbildungsstätte der European Society of Anaesthesiologists und nationales Kompetenzzentrum für Kinderanästhesie, nicht nur quantitativ zu den Top 5 unter den Universitätskliniken in Deutschland.

---

***Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin***

*Geschäftsführender und Ärztlicher Direktor*  
 Prof. Dr. med. Hartmut Bürkle  
 Hugstetter Straße 55, 79106 Freiburg, Telefon: +49 761 270-23060  
[hartmut.buerkle@uniklinik-freiburg.de](mailto:hartmut.buerkle@uniklinik-freiburg.de)  
[www.uniklinik-freiburg.de/anaesthesie](http://www.uniklinik-freiburg.de/anaesthesie)



## EINRICHTUNGEN DES UNIVERSITÄTSKLINIKUMS

\* \* \*

**Vorstand**

<b>Leitender Ärztlicher Direktor, Vorstandsvorsitzender</b> <b>Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Jörg Rüdiger Siewert</b>	leitende.aerztliche.direktion@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-18060
<b>Stellvertretender Leitender Ärztlicher Direktor</b> <b>Prof. Dr. Dr. Rainer Schmelzeisen</b>	rainer.schmelzeisen@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-49400
<b>Kaufmännischer Direktor</b> <b>Bernd Sahner</b>	kaufmaennische.direktion@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-21050 /-21060
<b>Dekanin der Medizinischen Fakultät</b> <b>Prof. Dr. Kerstin Kriegelstein</b>	dekan@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-72350
<b>Pflegedirektor</b> <b>Helmut Schiffer</b>	helmut.schiffer@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-34000

**Department innere Medizin (Medizinische Universitätsklinik)**

<b>Klinik für Innere Medizin I: Hämatologie und Onkologie</b> <b>Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Justus Duyster</b>	direktion-med1@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-34050
<b>Klinik für Innere Medizin II: Gastroenterologie, Hepatologie, Endokrinologie und Infektiologie</b> <b>Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Robert Thimme</b>	robert.thimme@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-34040
<b>Klinik für Innere Medizin III: Interdisziplinäre Internistische Intensivmedizin</b> <b>Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. Christoph Bode</b>	christoph.bode@universitaets-herzzentrum.de +49 761 270-34410
<b>Klinik für Innere Medizin IV: Nephrologie und Allgemeinmedizin</b> <b>Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Gerd Walz</b>	gerd.walz@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-32500
<b>Klinik für Pneumologie</b> <b>Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Joachim Müller-Quernheim</b>	direktion-pneumologie@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-37060
<b>Klinik für Rheumatologie und Klinische Immunologie</b> <b>Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Reinhard E. Voll</b>	reinhard.voll@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-34490
<b>Klinik für Palliativmedizin</b> <b>Ärztliche Direktorin: Prof. Dr. Dipl.-Theol. Dipl.-Caritaswiss. Gerhild Becker M. Sc. Palliative Care</b>	gerhild.becker@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-95412
<b>Klinik für Kardiologie und Angiologie I (assoziiert, UHZ)</b> <b>Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. Christoph Bode</b>	christoph.bode@universitaets-herzzentrum.de +49 761 270-34410
<b>Institut für Bewegungs- und Arbeitsmedizin</b> <b>Ärztlicher Leiter: Prof. Dr. Peter Deibert</b>	ibam@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-74540

---

**Department Chirurgie (Chirurgische Universitätsklinik)**

<b>Klinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie</b> <b>Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. Ulrich T. Hopt</b>	ulrich.hopt@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-28060
<b>Klinik für Thoraxchirurgie</b> <b>Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Bernward Passlick</b>	bernward.passlick@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-24570
<b>Klinik für Urologie</b> <b>Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Ulrich Wetterauer</b> <b>Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr. Roland Schüle</b>	sekretariat.urologie@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-28910 roland.schuele@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-63100
<b>Klinik für Plastische und Handchirurgie</b> <b>Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. G. Björn Stark</b>	bjoern.stark@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-28170
<b>Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie</b> <b>Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Norbert Südkamp</b>	norbert.suedkamp@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-26990
<b>Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie (assoziiert, UHZ)</b> <b>Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. Friedhelm Beyersdorf</b>	friedhelm.beyersdorf@universitaets-herzzentrum.de +49 761 270-28180

---

**Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin (Department)**

<b>Klinik für Allgemeine Kinder- und Jugendmedizin</b> <b>Ärztliche Direktorin: Prof. Dr. Ute Spiekerkötter</b>	ute.spiekerkoetter@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-43060
<b>Klinik für Neuropädiatrie und Muskelerkrankungen</b> <b>Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Rudolf Korinthenberg</b>	rudolf.korinthenberg@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-43150
<b>Klinik für Pädiatrische Hämatologie und Onkologie</b> <b>Ärztliche Direktorin: Prof. Dr. Charlotte Niemeyer</b>	charlotte.niemeyer@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-45060
<b>Klinik für angeborene Herzfehler und Pädiatrische Kardiologie (assoziiert, UHZ)</b> <b>Ärztliche Direktorin: Prof. Dr. Brigitte Stiller</b>	brigitte.stiller@universitaets-herzzentrum.de +49 761 270-43230

---

**Department für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde**

<b>Klinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie</b> <b>Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Elmar Hellwig</b>	elmar.hellwig@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-49570
<b>Klinik für Zahnärztliche Prothetik</b> <b>Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. Jörg R. Strub</b>	joerg.strub@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-49060
<b>Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie</b> <b>Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. Dr. Rainer Schmelzeisen</b>	rainer.schmelzeisen@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-49400
<b>Klinik für Kieferorthopädie</b> <b>Ärztliche Direktorin: Prof. Dr. Britta A. Jung</b>	zmk-kfo-sekretariat@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-49440

**Department für Radiologische Diagnostik und Therapie****Klinik für Radiologie****Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Mathias Langer****Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr. Jürgen Hennig**mathias.langer@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-38060  
juergen.hennig@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-38360**Klinik für Strahlenheilkunde****Ärztliche Direktorin: Prof. Dr. Anca-Ligia Grosu**anca.grosu@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-94610**Klinik für Nuklearmedizin****Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Dr. Philipp Tobias Meyer**philipp.meyer@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-39160**Klinik für Neuroradiologie****Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Horst Urbach**horst.urbach@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-51810**Zentrum für Psychische Erkrankungen (Department)****Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie****Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Mathias Berger**mathias.berger@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-65050**Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie****Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Michael Wirsching**michael.wirsching@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-68050**Klinik für Psychiatrie, Psychotherapie und Psychosomatik im Kindes- und Jugendalter****Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Eberhard Schulz**eberhard.schulz@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-65550**Neurozentrum (Department)****Klinik für Neurochirurgie****Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Josef Zentner**josef.zentner@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-50060**Klinik für Neurologie und Neurophysiologie****Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Cornelius Weiller**cornelius.weiller@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-53060**Klinik für Neuroradiologie****Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Horst Urbach**horst.urbach@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-51810**Institut für Neuropathologie****Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Marco Prinz**marco.prinz@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-51060**Interdisziplinäres Schmerzzentrum im Neurozentrum****Ärztliche Leiterin: Dr. Kristin Kieselbach**kristin.kieselbach@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-93490**Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin****Geschäftsführender Ärztlicher Direktor:  
Prof. Dr. Hartmut Bürkle**hartmut.buerkle@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-23060**Klinik für Augenheilkunde (Universitäts-Augenklinik)****Geschäftsführender Ärztlicher Direktor:  
Prof. Dr. Thomas Reinhard**thomas.reinhard@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-40060

**Klinik für Dermatologie und Venerologie (Universitäts-Hautklinik)**

<b>Geschäftsführende Direktorin:</b> Prof. Dr. Leena Bruckner-Tuderman	sabine.acker-heinig@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-67160 (Sekretariat)
---	--

**Klinik für Frauenheilkunde (Universitäts-Frauenklinik)**

<b>Ärztlicher Direktor:</b> Prof. Dr. Dr. h. c. Gerald Gitsch	gerald.gitsch@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-30240
--	--

**Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde**

<b>Geschäftsführender Ärztlicher Direktor:</b> Prof. Dr. Dr. h. c. Roland Laszig	roland.laszig@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-42060
---	--

**Universitäts-Herzzentrum Freiburg · Bad Krozingen**

<b>Klinik für Kardiologie und Angiologie I</b> Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. Christoph Bode	christoph.bode@universitaets-herzzentrum.de +49 761-270-34410
---	--

<b>Klinik für Kardiologie und Angiologie II</b> Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Franz-Josef Neumann	birgit.martin@universitaets-herzzentrum.de +49 7633 402-2001 (Sekretariat)
---	---

<b>Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie</b> Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. Friedhelm Beyersdorf	friedhelm.beyersdorf@universitaets-herzzentrum.de +49 761 270-28180
---	--

<b>Klinik für angeborene Herzfehler und Pädiatrische Kardiologie</b> Ärztliche Direktorin: Prof. Dr. Brigitte Stiller	brigitte.stiller@universitaets-herzzentrum.de +49 761 270-43230
--	--

**Medizinisches Versorgungszentrum**

<b>Bereich Humangenetik</b> Ärztliche Leitung: Prof. Dr. Dr. Judith Fischer	judith.fischer@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-70510
--	---

<b>Bereich Strahlentherapie</b> Ärztliche Leitung: Prof. Dr. Anca-Ligia Grosu	anca.grosu@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-94610
--	---

<b>Bereich Transfusionsmedizin</b> Ärztliche Leitung: Dr. Florian Emmerich	florian.emmerich@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-34710
---	---

**KLINISCH-THEORETISCHE EINRICHTUNGEN**

\* \* \*

**Department für medizinische Biometrie und Medizinische Informatik**

<b>Institut für Medizinische Biometrie und Statistik</b> Direktor: Prof. Dr. rer. nat. Martin Schumacher	ms@imbi.uni-freiburg.de +49 761 203-6661
---	---

<b>Institut für Qualitätsmanagement und Sozialmedizin</b> Kommissarische Leitung: Prof. Dr. rer. nat. Martin Schumacher	ms@imbi.uni-freiburg.de +49 761 203-6661
--	---

**Department für medizinische Mikrobiologie und Hygiene**

<b>Institut für Virologie</b> <b>Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Hartmut Hengel</b>	hartmut.hengel@uniklinik-freiburg.de +49 761 203-6534
<b>Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene</b> <b>Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. Georg Häcker</b>	georg.haecker@uniklinik-freiburg.de +49 761 203-6531
<b>Institut für Immunologie</b> <b>Direktor: Prof. Dr. sc. nat. Hanspeter Pircher</b>	hanspeter.pircher@uniklinik-freiburg.de +49 761 203-6521

**Department für Pathologie**

<b>Institut für Klinische Pathologie</b> <b>Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Martin Werner</b>	direktion-pathologie@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-80060
<b>Institut für Neuropathologie</b> <b>Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. Marco Prinz</b>	marco.prinz@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-51060

**Institut für Humangenetik**

<b>Ärztliche Direktorin:</b> <b>Prof. Dr. Dr. Judith Fischer</b>	judith.fischer@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-70510
---	---

**Institut für Musikermedizin (fim)**

<b>Institutsleitung:</b> <b>Prof. Dr. Claudia Spahn, Prof. Dr. Bernhard Richter</b>	fim@mh-freiburg.de +49 761 270-61610
--	---

**Institut für Rechtsmedizin**

<b>Geschäftsführender Direktor:</b> <b>Prof. Dr. Drs. h. c. Stefan Pollak</b>	legalmed@uniklinik-freiburg.de +49 761 203-6853
--	--

**Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene**

<b>Direktor:</b> <b>Prof. Dr. Volker Mersch-Sundermann</b>	volker.mersch-sundermann@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-82070
<b>Sektion Krankenhaushygiene</b> <b>Kommisarisische Sektionsleitung: Dr. Winfried Ebner</b>	winfried.ebner@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-82620

**ZENTRALE EINRICHTUNGEN – MEDIZINISCH**

\* \* \*

**Centrum für chronische Immundefizienz (CCI)**

<b>Medizinischer Direktor: Prof. Dr. Stephan Ehl</b> <b>Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr. Bodo Grimbacher</b>	cci-uni@uniklinik-freiburg.de +49 761 270-77550
---	--

**Evidenz in der Medizin (Deutsches Cochrane Zentrum)**

<b>Direktor:</b> <b>Prof. Dr. rer. nat. Gerd Antes</b>	antes@cochrane.de +49 761 203-6706
---	---------------------------------------

**Freiburg Zentrum für Seltene Erkrankungen (FZSE)**

Lenkungsgremium: Prof. Dr. Leena Bruckner-Tuderman,  
Klinik für Dermatologie und Venerologie;  
Prof. Dr. Bernhard Zabel, Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin;  
PD Dr. Charlotte Reiff, Universitäts-Augenklinik;  
PD Dr. Anna Köttgen, M.P.H., Innere Medizin IV: Nephrologie

Zentrale Kontaktstelle  
fzse@uniklinik-freiburg.de

**Institut für klinische Chemie und Laboratoriumsmedizin**

Ärztlicher Direktor:  
Prof. Dr. med. Karl Winkler

karl.winkler@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-35160

**Institut für Prävention und Tumorepidemiologie**

Direktorin:  
Prof. Dr. Dr. Karin Michels

tumorepidemiologie@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-77360

**Institut für Zell- und Gentherapie (IZG)**

Direktor:  
Prof. Dr. phil. Toni Cathomen

toni.cathomen@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-34800

**Klinikumsapotheke**

Direktor:  
PD Dr. Martin J. Hug

apotheke.sekretariat@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-54500

**Krankenhaushygiene**

Kommisarisische Sektionsleitung:  
Dr. Winfried Ebner

winfried.ebner@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-82620

**Klinisches Studienzentrum**

Direktor:  
Rainer Bredenkamp

studienzentrum@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-77780

**Tumorzentrum Freiburg – Comprehensive Cancer Center Freiburg (CCCF)**

Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr. Christoph Peters  
Klinischer Direktor: Prof. Dr. Justus Duyster

tumorzentrum@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-71510

**Universitäts-Notfallzentrum**

Ärztliche Leiter des Notfallzentrums:  
PD Dr. Hans-Jörg Busch, Dr. Thorsten Hammer

notfallzentrum@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-33333

**Zentrum für Geriatrie und Gerontologie Greiburg (ZGGF)**

Ärztlicher Leiter: Dr. Bernhard Heimbach  
Wissenschaftlicher Leiter: PD Dr. Stefan Klöppel

angelika.kotz@uniklinik-freiburg.de  
+49 761 270-70980 (Sekretariat)

## ZENTRALE EINRICHTUNGEN – ADMINISTRATIV

\* \* \*

**Akademie für medizinische Berufe****Akademieleitung:****Franz-Josef Overhoff**

akademie@uniklinik-freiburg.de

+49 761 270-92410

**Klinikrechenzentrum****Leitung:****Dr. Michael Kraus**

michael.kraus@uniklinik-freiburg.de

+49 761 270-22060

## MEDIZINISCHE FAKULTÄT

\* \* \*

**Dekanat****Dekanin:****Prof. Dr. Kerstin Kriegelstein**

dekan@uniklinik-freiburg.de

+49 761 270-72350

**Prodekane, Studiendekane****Prodekan für Akademische Angelegenheiten:****Prof. Dr. Norbert Südkamp (Stellvertreter der Dekanin)**

sekretariat.dot@uniklinik-freiburg.de

+49 761 270-26990

**Prodekan für Struktur und Entwicklung:****Prof. Dr. Elmar Hellwig**

elmar.hellwig@uniklinik-freiburg.de

+49 761 270-49570

**Prodekanin für Forschung:****Prof. Dr. Carola Hunte**

carola.hunte@biochemie.uni-freiburg.de

+49 761 203-5279

**Studiendekan Humanmedizin:****Prof. Dr. Rudolf Korinthenberg**

rudolf.korinthenberg@uniklinik-freiburg.de

+49 761 270-43150

**Studiendekan Zahnmedizin:****Prof. Dr. Jörg Strub**

joerg.strub@uniklinik-freiburg.de

+49 761 270-49060

**Studiendekan Molekulare Medizin:****Prof. Dr. Christoph Peters**

christoph.peters@mol-med.uni-freiburg.de

+49 761 203-9601

## INSTITUTE DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

\* \* \*

### Institut für Ethik und Geschichte der Medizin

<b>Institutsdirektor:</b> Prof. Dr. Giovanni Maio	maio@ethik.uni-freiburg.de +49 761 203-5034
--	--

### Institut für Anatomie und Zellbiologie

<b>Geschäftsführerin:</b> Prof. Dr. Tanja Vogel	tanja.vogel@anat.uni-freiburg.de +49 761 203-5086
--	--

### Physiologisches Institut

<b>Institutsleiter (Physiologie II):</b> Prof. Dr. Bernd Fakler	bernd.fakler@physiologie.uni-freiburg.de +49 761 203-5175
--	--

### Institut für Biochemie und Molekularbiologie

<b>Geschäftsführender Direktor:</b> Prof. Nikolaus Pfanner	nikolaus.pfanner@biochemie.uni-freiburg.de +49 761 203-5223
---	--

### Institut für molekulare Medizin und Zellforschung

<b>Direktor:</b> Prof. Dr. Christoph Peters	christoph.peters@mol-med.uni-freiburg.de +49 761 203-9600
--	--

### Institut für Experimentelle und Klinische Pharmakologie und Toxikologie

<b>Direktor Abteilung I:</b> Prof. Dr. Dr. Klaus Aktories	klaus.aktories@pharmakol.uni-freiburg.de +49 761 203 -5301
--	---

<b>Direktor Abteilung II:</b> Prof. Dr. Lutz Hein	lutz.hein@pharmakol.uni-freiburg.de +49 761 203-5314
--	---

### Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie

<b>Kommissarische Leitung:</b> PD Dr. Harald Baumeister	baumeister@psychologie.uni-freiburg.de +49 761 203-3044
--	--

### Biologische Anthropologie

<b>Leitung:</b> Prof. Dr. Ursula Wittwer-Backofen	ursula.wittwer-backofen@uniklinik-freiburg +49 761 203-6896
--	--

## IMPRESSUM

\* \* \*

---

**Kontakt**

Universitätsklinikum Freiburg  
Hugstetter Straße 49  
D-79106 Freiburg  
Telefon: +49 761 270-0  
Telefax: +49 761 270-20200  
E-Mail: [info@uniklinik-freiburg.de](mailto:info@uniklinik-freiburg.de)  
[www.uniklinik-freiburg.de](http://www.uniklinik-freiburg.de)

---

**Konzept, Redaktion und Gestaltung**

Ketchum Pleon GmbH  
Goetheallee 23  
D-01309 Dresden

---

**Bildnachweis**

Um Schlag: [istockphoto.com/ilbusca](http://istockphoto.com/ilbusca); S. 2/3: [shutterstock.com/Hein Nouwens](http://shutterstock.com/Hein Nouwens); S. 5/31/35/56/103/112/113: [Britt Schilling, www.brittschilling.de](http://Britt Schilling, www.brittschilling.de); S. 7/71: [shutterstock.com/Morphart Creation](http://shutterstock.com/Morphart Creation); S. 8: [fotolia.com/carlacastagno](http://fotolia.com/carlacastagno); S. 10/11: [Universitätsklinikum Freiburg/Volker Arnd Coenen](http://Universitätsklinikum Freiburg/Volker Arnd Coenen); S. 14: [Riemann D, Nissen C, Palagini L, Otte A, Perlis M, Spiegelhalter K: The neurobiology, investigation and treatment of chronic insomnia. Lancet Neurology, 2015, 14, 547-558](http://Riemann D, Nissen C, Palagini L, Otte A, Perlis M, Spiegelhalter K: The neurobiology, investigation and treatment of chronic insomnia. Lancet Neurology, 2015, 14, 547-558); S. 16: [Magnetic resonance spectroscopy comparing adults with high functioning autism and above average IQ, L. T. van Elst, S. Maier, T. Fangmeier, D. Endres, G.T. Mueller, K. Nickel, D. Ebert, T. Lange, J. Hennig, M. Biscaldi, A. Riedel and E. Perlov.; S. 19/23/29/41/53/65/77/81: \[istockphoto.com/ilbusca\]\(http://istockphoto.com/ilbusca\)](http://Magnetic resonance spectroscopy comparing adults with high functioning autism and above average IQ, L. T. van Elst, S. Maier, T. Fangmeier, D. Endres, G.T. Mueller, K. Nickel, D. Ebert, T. Lange, J. Hennig, M. Biscaldi, A. Riedel and E. Perlov.; S. 19/23/29/41/53/65/77/81: istockphoto.com/ilbusca); S. 20: [Universitätsklinikum Freiburg/Prof. Metzger](http://Universitätsklinikum Freiburg/Prof. Metzger); S. 24/25/26/27: [Universitätsklinikum Freiburg/Klinik für Augenheilkunde](http://Universitätsklinikum Freiburg/Klinik für Augenheilkunde); S. 32: [fotolia.com/Sagittaria](http://fotolia.com/Sagittaria); S. 33/34/36: [Universitäts-Herzzentrum](http://Universitäts-Herzzentrum); S. 35: Links: [SJM Epic](http://SJM Epic), Mitte: [Edwards Perimount](http://Edwards Perimount), Rechts: [Medtronic Freestyle](http://Medtronic Freestyle); S. 37/38: [Universitäts-Herzzentrum/Klinik für Angeborene Herzfehler und Pädiatrische Kardiologie](http://Universitäts-Herzzentrum/Klinik für Angeborene Herzfehler und Pädiatrische Kardiologie); S. 45: [Universitätsklinikum Freiburg/Klinik für Innere Medizin I](http://Universitätsklinikum Freiburg/Klinik für Innere Medizin I); S.47: [istockphoto.com/mstroz](http://istockphoto.com/mstroz); S. 48, 51: [Universitätsklinikum Freiburg/Centrum für Chronische Immundefizienz](http://Universitätsklinikum Freiburg/Centrum für Chronische Immundefizienz); S. 56: [Universitätsklinikum Freiburg/Klinik für Thoraxchirurgie](http://Universitätsklinikum Freiburg/Klinik für Thoraxchirurgie); S.59: [istockphoto.com/andipantz](http://istockphoto.com/andipantz); S. 60: [Universitätsklinikum Freiburg/Institut für Klinische Pathologie](http://Universitätsklinikum Freiburg/Institut für Klinische Pathologie); S. 61: [istockphoto.com/ksass](http://istockphoto.com/ksass); S. 62: [Universitätsklinikum Freiburg/Klinik für Strahlenheilkunde/Dr. Scholber](http://Universitätsklinikum Freiburg/Klinik für Strahlenheilkunde/Dr. Scholber); S. 66: [Universitätsklinikum Freiburg/Klinik für Pathologie](http://Universitätsklinikum Freiburg/Klinik für Pathologie); S. 7/68/78: [Universitätsklinikum Freiburg/Klinik für Innere Medizin II](http://Universitätsklinikum Freiburg/Klinik für Innere Medizin II); S. 72: [Universitätsklinikum Freiburg/Dr. Jänigen](http://Universitätsklinikum Freiburg/Dr. Jänigen); S. 73/74: [Universitätsklinikum Freiburg/Prof. T.B. Huber](http://Universitätsklinikum Freiburg/Prof. T.B. Huber); S. 84: [Universitätsklinikum Freiburg/Klinik für Dermatologie](http://Universitätsklinikum Freiburg/Klinik für Dermatologie); S.87/93: [istockphoto.com/CraigNeilMcCausland](http://istockphoto.com/CraigNeilMcCausland); S. 88, 89, 90: [Universitätsklinikum Freiburg/Klinik für Neuropädiatrie und Muskelerkrankungen](http://Universitätsklinikum Freiburg/Klinik für Neuropädiatrie und Muskelerkrankungen); S. 94/95: [Universitätsklinikum Freiburg/Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie](http://Universitätsklinikum Freiburg/Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie); S. 96: [DePuySynthes](http://DePuySynthes); S. 97: [Globus medical](http://Globus medical); S. 99: [shutterstock.com/Hein Nouwens](http://shutterstock.com/Hein Nouwens); S. 100: [Universitätsklinikum Freiburg](http://Universitätsklinikum Freiburg); S. 101: [Universitätsklinikum Freiburg/Patrick Seeger](http://Universitätsklinikum Freiburg/Patrick Seeger); S. 104: [Universitätsklinikum Freiburg/Neukamm](http://Universitätsklinikum Freiburg/Neukamm); [Universitätsklinikum Freiburg/Altenburger](http://Universitätsklinikum Freiburg/Altenburger)

As Gründen der Lesbarkeit wird in dieser Broschüre zumeist die männliche Form verwendet. Frauen und Männer sind damit gleichermaßen gemeint.

# UNIVERSITÄTS-HERZZENTRUM

## FALLZAHLEN

\*\*\*



**22.634**

stationäre Fälle

**44.360**

Ambulanz-Besuche



## BETTEN

\*\*\*

**377**



## MITARBEITER

\*\*\*

(ohne BKeV und ohne UHZ-Service)



**258**

Ärzte

**1.404**

**597**

Pflegekräfte



## DURCHSCHNITTliche FALLSCHWERE (CASE-MIX-INDEX)

Die durchschnittliche Fallschwere 2014 beträgt 1,979.



## SUMME DER BEWERTUNGSRELATIONEN (CASE-MIX)

Der Case-Mix liegt bei 43.600 Punkten.

