

**Ursachen verstehen
Heilung fördern
Gesund leben**

Leben nach dem Herzeingriff

Kerstin Bauer · Jürgen Ennker · Stefan Bauer



Springer

Kerstin Bauer

Jürgen Ennker

Stefan Bauer

Leben nach dem Herzeingriff

Kerstin Bauer
Jürgen Ennker
Stefan Bauer

Leben nach dem Herzeingriff

Mit 29 Abbildungen und 7 Tabellen

 Springer

Dr. med. Kerstin Bauer

MediClin Herzzentrum Lahr/Baden
Oberärztin der Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie

Prof. Dr. med. Jürgen Ennker

Ärztlicher Direktor des MediClin Herzzentrums Lahr/Baden
Chefarzt der Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie

Prof. Dr. med. Stefan Bauer

MediClin Herzzentrum Lahr/Baden
Oberarzt der Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie

ISBN-13 978-3-642-17179-6 Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Springer Medizin

Springer-Verlag GmbH
ein Unternehmen von Springer Science+Business Media

springer.de
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Produkthaftung: Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag keine Gewähr übernommen werden. Derartige Angaben müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall anhand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

Planung: Dr. Fritz Kraemer, Heidelberg
Projektmanagement: Barbara Knüchel, Heidelberg
Zeichnungen: Atelier Kühn, Heidelberg;
Regine Gattung-Petith, Edingen-Neckarhausen
G. u. O. Hippmann, Schwarzenbruck
Layout und Umschlaggestaltung: deblik Berlin
Satz: TypoStudio Tobias Schaedla, Heidelberg

SPIN: 80020819

Gedruckt auf säurefreiem Papier 2111 – 5 4 3 2 1 0

Vorwort

Erkrankungen der Herz-Kreislauf-Organen stellen die häufigste Todesursache in Deutschland dar. Etwa 50% aller Todesfälle sind durch Herz-Kreislauf-Erkrankungen verursacht, davon wiederum 50% durch ein Infarktgeschehen am Herzmuskel. Diese Tatsache verdeutlicht umso mehr, wie wichtig es ist, Menschen über das Krankheitsbild »Herzkrankungen« zu informieren.

Das Ziel unseres Patientenratgebers ist es, einen umfassenden Einblick in die Herzkrankungen im Erwachsenenalter und deren Therapie einschließlich modernster minimalinvasiver Therapieverfahren zu gewähren. Der Ratgeber beinhaltet kardiologische und herzchirurgische Therapien sowie ihre Komplikationen und das Verhalten nach einem Eingriff am Herzen und den herznahen Gefäßen.

Neu an diesem Ratgeber ist, dass Patienten und deren Angehörige oder interessierte Laien zusammengefasst in einem Buch einen Einblick in die wichtigsten Herzkrankungen gewinnen können. Die Gliederung des Buches erlaubt, jeden Themenkreis isoliert zu betrachten, sodass Sie sich die Kapitel, die für Sie von Interesse sind, aussuchen können.

Ein ganz entscheidender Punkt liegt darin, dass Sie mit den Inhalten des Ratgebers selbst etwas für Ihre Gesundheit tun können. Die Verantwortung für die Gesundheit obliegt auch den Patienten. Der Ratgeber soll Ihnen aufzeigen, dass es auch in Ihren Händen liegt, ob und in welchem Ausmaß sich eine Herzkrankung bei Ihnen auswirkt. Deswegen finden Sie in diesem Buch auch alltagstaugliche Wegweiser zu einem gesunden Leben. Der Ratgeber möchte Sie motivieren, ihre alltäglichen Verhaltensmuster zu hinterfragen, damit das gesunde Leben nicht nur ein gesunder Vorsatz bleibt. Beim Verfassen der Texte haben wir darauf geachtet, die medizinischen Sachverhalte in einer gut verständlichen Weise zu beschreiben.

Mit dem Ratgeber wollen wir den Betroffenen und Angehörigen auch die Sorgen und Angst vor der Herzkrankung und ihrer Therapie nehmen. Diese Ängste beruhen nur allzu oft auf der Unkenntnis über die hervorragenden neuzeitlichen Behandlungsstandards und Therapiemöglichkeiten in den sich ergänzenden medizinischen Fachbereichen Kardiologie und Herzchirurgie. Auf diesen Gebieten kommen verstärkter Aufklärung und Information über die Möglichkeiten der Therapie der Herzkrankungen große Bedeutung zu, um Ängste vor Diagnostik abzubauen und damit die Sterblichkeit an den Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu senken.

Eine Anmerkung zum Schluss: Wenn im Buch das generische Maskulinum verwendet wurde, dann nur in seiner geschlechtsneutralen Form, um die Lesbarkeit zu verbessern. Sofern die Geschlechtszugehörigkeit von Bedeutung war, wurde selbstverständlich sprachlich differenziert.

Herzzentrum Lahr / Baden
im November 2010

*Kerstin Bauer
Jürgen Ennker
Stefan Bauer*

Inhaltsverzeichnis

Ziel dieses Ratgebers	1	Welche Vor- und Nachteile haben die verschiedenen Herzklappentypen?	33
Biologie des Herzens und der Aorta	2	Welche Herzklappe ist für mich die Richtige?	34
Wo befindet sich unser Herz?	2	Aortenerkrankungen und Aortenoperationen	36
Wie ist unser Herz aufgebaut? Welche Funktion hat es?	2	Aortenerkrankungen.....	36
Welche Funktion haben die Herzklappen?	4	Wie werden Aortenaneurysmen therapiert und wann ist der richtige Zeitpunkt für eine operative Therapie?	37
Welche Reise macht das Blut durch das Herz und den Körper?	6	Wie ist die Prognose des Aortenaneurysmas mit und ohne Therapie?	39
Wie entsteht der Herzrhythmus, der zu regelmäßigen Herzschlägen führt?	8	Wie werden Aortendissektionen therapiert?	39
Wie wird der Herzmuskel selbst mit Blut versorgt?	8	Welche Maßnahmen sind im Notfall zu ergreifen?	39
Wo befindet sich die Aorta und wie verläuft sie im Körper?	8	Können Aneurysmen und Dissektionen auch zusammen auftreten?	39
Wie ist die Aorta aufgebaut?	11	Welche Komplikationen gibt es nach Herzeingriffen?	44
Koronare Herzerkrankung und Bypasschirurgie	12	Wo liegen die Gefahren oder Komplikationen einer Ballondilatation/Stentimplantation?	45
Wie entstehen die Ablagerungen an den Arterien?	12	Welche Komplikationen gibt es nach Herzoperationen?	47
Was geschieht mit dem abgestorbenen Herzmuskelgebiet, dem Infarktgebiet?	13	Allgemeine Komplikationen.....	47
Was sind die Symptome der Angina pectoris, einer Mangelversorgung des Herzens mit Blut?	14	Spezielle Komplikationen	48
Geschlechtsunterschiede bei der koronaren Herzerkrankung	14	Wie werden Wundheilungsstörungen therapiert?	52
Was sind die Symptome eines Herzinfarktes, wie kommt es zu plötzlichem Herztod?	14	Schmerzen	55
Welche Maßnahmen sollten beim Herzinfarkt ergriffen werden?	15	Welche Ursachen gibt es für Schmerzen nach der Operation?.....	55
Wie ist die Therapie des akuten Herzinfarktes? ...	16	Wie verhält es sich mit den Schmerzen nach einer Herzoperation?	56
Welche Therapiemöglichkeiten kommen für mich zur KHK-Behandlung infrage?	16	Wie kann ich einer Lungenentzündung nach der Operation vorbeugen?	56
Herzklappenerkrankungen und Herzklappenoperationen	27	Empfehlung für Patienten zum Verhalten nach einem Herzeingriff	58
Wie kommt es zu Störungen der Herzklappenfunktion?	27	Was muss ich im Leben nach einem Herzeingriff beachten?	58
Herzklappenoperationen und moderne minimal-invasive Operationsverfahren	27		
Welche verschiedenen Typen von Herzklappenprothesen gibt es?	30		

Wie viel darf ich mir nach dem Herzeingriff wieder zumuten? 58
 Gesundes Leben führen 60

Medikamente, die die Blutgerinnung beeinflussen 61

Ein Leben mit Marcumar 61
 Wie verhalte ich mich bei Verletzungen? 61
 Wie wirkt Marcumar? 62
 Ist die Wirkung von Marcumar beeinflussbar? 62
 Wie verhält es sich mit Alkohol und Nikotin? 62
 Was sollte ich über die Gerinnungswerte wissen? 63
 Gibt es Möglichkeiten, die mich unabhängiger von den Gerinnungskontrollen des Blutes beim Arzt machen? 63
 Wie oft muss der Gerinnungswert bestimmt werden? 64
 Reisen und Marcumar? 64
 Operationen und Marcumar? 64
 Schwangerschaft und Marcumar? 65
 Sport und Marcumar? 65

Herzinsuffizienz 66

Endokarditisprophylaxe 69

Wer benötigt eine Endokarditisprophylaxe? 69
 Wann ist keine Endokarditisprophylaxe erforderlich? 69
 Wann ist eine Endokarditisprophylaxe erforderlich? 69

Wichtige Fragen nach dem Herzeingriff 71

Wann sollte man nach dem Herzeingriff einen Arzt aufzusuchen? 71
 Rehabilitation nach dem Herzeingriff 71
 Kann ich meinen Beruf nach dem Herzeingriff wieder ausüben? 72
 Muss ich weiterhin Medikamente einnehmen? ... 72
 Kann nach der Herzoperation eine Computertomografie oder eine Kernspintomografie durchgeführt werden? 73
 Wie oft muss ich nach dem Herzeingriff zur ärztlichen Nachsorge? 73
 Nicht nur das Herz ist wichtig – Vorsorgeuntersuchungen 73

Gesundes Leben nach dem Herzeingriff 76

Was kann ich selbst dazu beitragen, um den Erfolg meines Herzeingriffs langfristig zu verbessern? 76

Herzschrittmacher und Defibrillatoren 107

Welche Komplikationen können im Rahmen einer Schrittmacher- bzw. Kardioverter-Defibrillator-Implantation auftreten? 107
 Wann muss das Aggregat oder die Sonden gewechselt werden? Wie lange halten Aggregat und Sonden? 110
 Was sollte direkt nach der Schrittmacher- und Kardioverter-Defibrillator-Implantation beachtet werden? 111
 Wie oft muss ich zu Kontrolluntersuchungen? ... 111
 Was bemerke ich bei der Abgabe eines Elektroschocks durch meinen Kardioverter-Defibrillator? 112
 Was muss ich im alltäglichen Leben als Schrittmacher- oder Kardioverter-Defibrillator-Träger beachten? 112
 Was darf ich nach der Implantation eines Schrittmachers bzw. Kardioverter-Defibrillator machen? 114
 Kann ich meinen Beruf als Schrittmacher- bzw. Kardioverter-Defibrillator-Träger weiter ausüben? 114
 Darf ich als Schrittmacherträger noch Auto fahren? 115
 Darf ich als Kardioverter-Defibrillator-Träger noch Auto fahren? 115
 Lässt mich der implantierte Schrittmacher oder Kardioverter-Defibrillator in Ruhe sterben? 116
 Stört ein Schrittmacher oder ein Kardioverter-Defibrillator die Sexualität? 116
 Darf ich mit einem Schrittmacher oder Kardioverter-Defibrillator schwanger werden? ... 116
 Darf ich nach der Implantation eines Schrittmachers oder Kardioverter-Defibrillators noch verreisen? 117

Sind die Ergebnisse verschiedener Herzkliniken für den Patienten einsehbar? 118

Glossar 119

Ziel dieses Ratgebers

Dieser Patientenratgeber soll die vielen Fragen, die sich oft unsere Patienten mit Herzerkrankungen stellen, beantworten. Einige der Fragen werden sicher bereits während des Krankenhausaufenthalts geklärt werden können, andere treten vielleicht erst später während der Rehabilitation oder zu Hause auf. Außerdem soll er als Leitfaden dienen, welches Verhalten sich nach der Therapie Ihrer Herzerkrankung günstig auf den weiteren Heilungsverlauf oder auf die Gesundheit auswirkt.

Es ist wichtig, dass Sie als Patient über Ihre Erkrankung informiert sind. Deswegen beginnen wir mit einem Kapitel über die Biologie des Herzens, an das sich die Grunderkrankungen (koronare Herzerkrankung, Herzklappenerkrankungen und Erkrankungen der Hauptschlagader), deren Ursachen und Beschwerden und ihre Therapie anschließen. In diesem Zusammenhang dürfen auch die neuesten minimalinvasiven Operationsverfahren nicht fehlen.

Der vorliegende Ratgeber beschreibt Komplikationen, die im Rahmen von Herzeingriffen auftreten können. Der Begriff Herzeingriff steht in diesem Zusammenhang sowohl für die interventionelle Therapie als auch für die operative Therapie. Die interventionelle Therapie beinhaltet das Aufdehnen der Herzkranzgefäße sowie die Implantation von Stents durch den Kardiologen.

Die Wundheilungsstörung, die im Rahmen einer operativen Therapie auftreten kann, umfasst ein eigenes Kapitel, das auch die Vermeidung von Wundheilungsstörungen und ihre Therapie erklärt.

Zur Minimierung der Risikofaktoren nach dem Herzeingriff finden Sie hier Unterstützung und Hilfe, Ihren persönlichen Weg zu einem gesünderen Leben zu finden.

Den Abschluss bildet das Kapitel Herzschrittmacher und Defibrillatoren.

Biologie des Herzens und der Aorta

»Der Zug des Herzens ist des Schicksals Stimme«

Schiller, Tell

Das Herz nimmt unter den Organen eine Sonderstellung ein. Es ist nicht nur der Motor des Lebens, sondern manche glauben, dass es auch Zentrum der Seele, des Geistes und der Gefühle sei. Das Herz steht als Metapher für das Wesen eines Menschen sowie für das Leben selbst. Bereits im 3. Jahrtausend vor Christi Geburt finden sich Redensweisen, in denen das Wort Herz im übertragenen Sinn verwendet wurde.

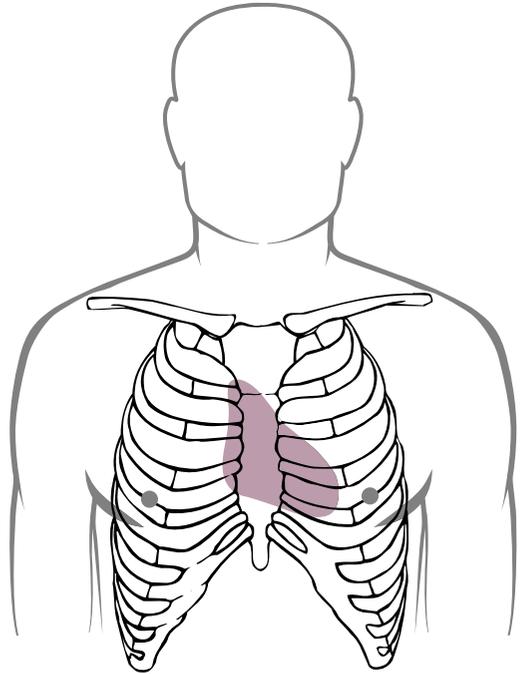
Durch den Herzschlag werden wir ständig an das Vorhandensein des Herzens erinnert. So wissen wir, dass das Herz bei körperlicher Anstrengung, wie z. B. beim Treppensteigen oder auch bei psychischen Belastungen, mehr Arbeit leisten muss. Unser Bewusstsein wird dabei durch das »Herzklopfen« auf die zusätzliche Leistung des Herzens aufmerksam gemacht.

Auch biologisch gesehen spielt das Herz eine wesentliche Rolle, da es zum unmittelbaren Überleben wichtiger ist als die Leber oder andere Organe. Dies beruht auf der Tatsache, dass ein Herzstillstand von nur wenigen Sekunden schon zu unwiderruflichen Gehirnschädigungen führen kann.

Wo befindet sich unser Herz?

Das Herz liegt etwa in der Mitte des Brustkorbes. Man bezeichnet diesen Raum auch als **Mediastinum**. Stellt man sich das Herz vereinfacht als Dreieck vor, dann befinden sich zwei der drei Eckpunkte in der Mitte des Brustkorbes. Die dritte Ecke, die Herzspitze, ist nach links verlagert und endet auf Höhe der linken Brustwarze (■ Abb. 1).

Das Herz ist von einer dünnen Haut eingehüllt, dem Herzbeutel (Perikard). Zwischen



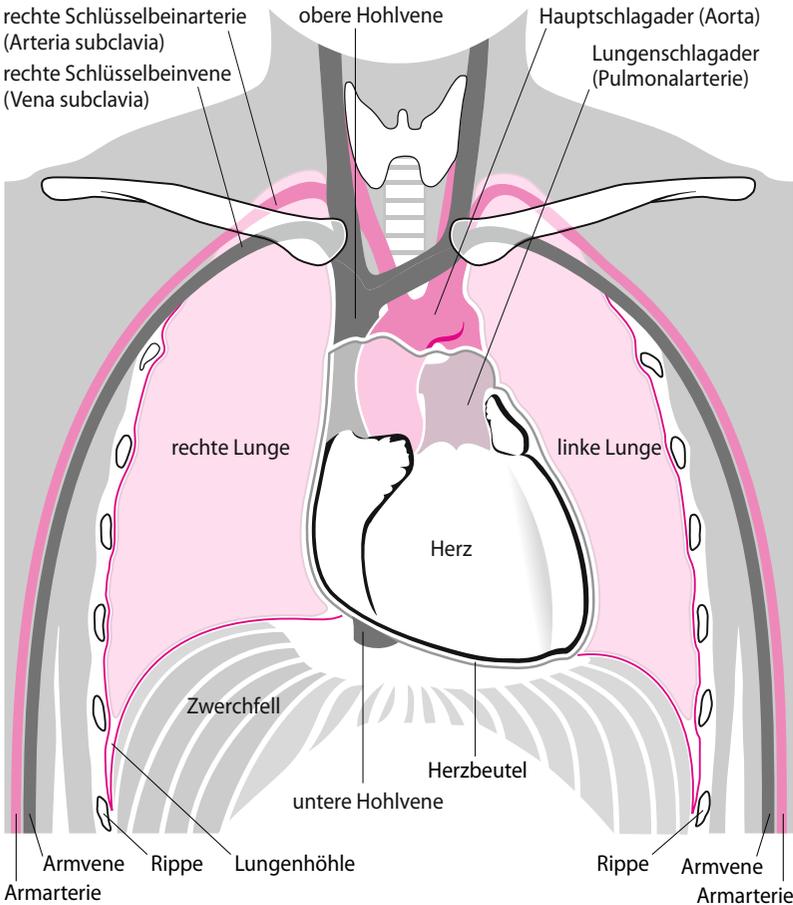
■ Abb. 1 Lage des Herzens im Brustkorb

dem Herzen und dieser Hülle befindet sich ein kleiner Flüssigkeitsraum, der ein reibungsloses Bewegen bei jedem Herzschlag ermöglicht. Des Weiteren ist das Herz von der rechten und linken Lunge sowie dem Brustkorb umgeben. Die vordere Begrenzung ist das Brustbein (Sternum), die untere das Zwerchfell, und hinten grenzen die Luftröhre, die Speiseröhre sowie die großen Gefäße an (■ Abb. 2).

Wie ist unser Herz aufgebaut? Welche Funktion hat es?

Die durchschnittliche Herzgröße entspricht in etwa der Größe einer Faust. Das gesunde Herz

Wie ist unser Herz aufgebaut? Welche Funktion hat es?



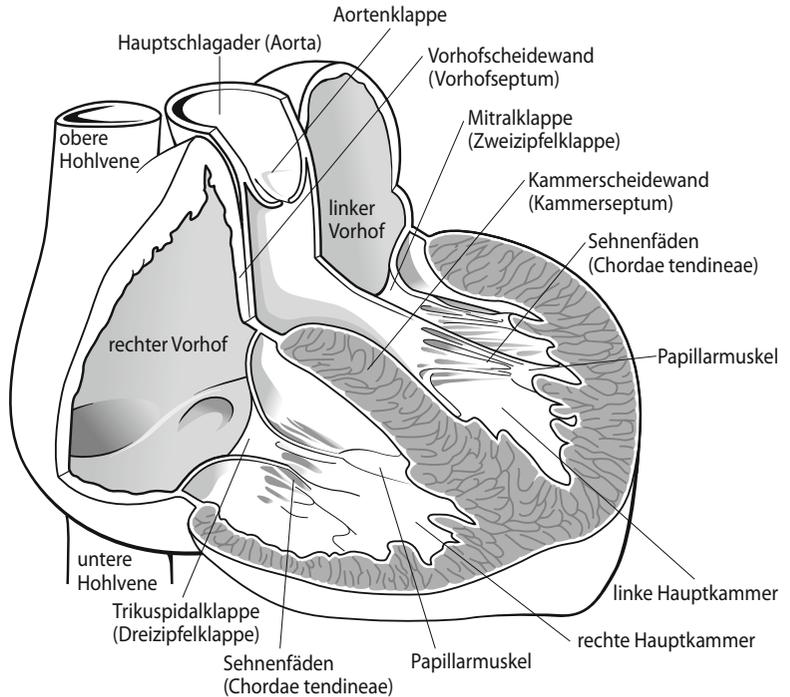
■ **Abb. 2** Das Herz umgebende Strukturen

wiegt bei einem Mann circa 300 g, bei einer Frau ca. 260 g. Das Herz ist ein Hohlmuskel. Den Herzmuskel bezeichnet man als **Myokard**, dabei steht »myo« für die Muskulatur und »kard« für das Herz.

Die Herzscheidewände teilen das Herz in eine rechte und eine linke Herzhälfte. Jede Herzhälfte besitzt zwei Kammern: einen Vorhof (Vorkammer oder Atrium) und eine Hauptkammer (Ventrikel). Die Vorhöfe dienen als Sammelstelle für Blut, das aus dem Körper zurück zum Herzen kommt (■ Abb. 3). Von dort aus gelangt das Blut in die Hauptkammern, die Hauptpumpen des Herzens. Das Herz ist somit die Pumpstation

unseres Kreislaufs, der aus einem Netzwerk von Schlagadern (Arterien), Venen und Kapillaren aufgebaut ist. **Arterien** sind Blutgefäße, die vom Herzen wegführen; **Venen** sind Gefäße, die Blut zum Herzen zurückbringen. **Kapillaren** sind Endausläufer der Arterien, auf deren Ebene der Sauerstoff- und Nährstoffaustausch in die Organe und Gewebe stattfindet.

Das Herz hält die Blutzirkulation im Körper aufrecht, sodass die Organe und Gewebe ausreichend mit sauerstoff- und nährstoffreichem Blut versorgt werden. Dabei wird die Pumpleistung des Herzens den Stoffwechselbedürfnissen der Körpergewebe und -organe angepasst.



■ **Abb. 3** Aufbau des Herzens

Der Fachbegriff für das Zusammenziehen (Kontraktion) des Herzens ist **Systole**, der für die Muskeler schlaffung **Diastole** (■ Abb. 4). Diese Begriffe haben Sie bestimmt schon im Zusammenhang mit der Blutdruckmessung gehört. Dabei wird immer ein oberer, der systolische, und ein unterer, der diastolische Wert angegeben. Diese Messwerte entsprechen dem Druck in den zentralen Körperarterien entsprechend der Kontraktion (Systole) und Erschlaffung (Diastole) des Herzens.

Welche Funktion haben die Herzklappen?

Damit das Blut effizient befördert wird, verfügt das Herz über vier Herzklappen. Die Herzklappen stellen ausgesprochen feine Strukturen dar, die jedoch eine sehr effektive Ventilfunktion haben. Sie bestehen aus Innenhaut (Endokard).

Dies ist eine zarte Haut, die das Innere des Herzens auskleidet.

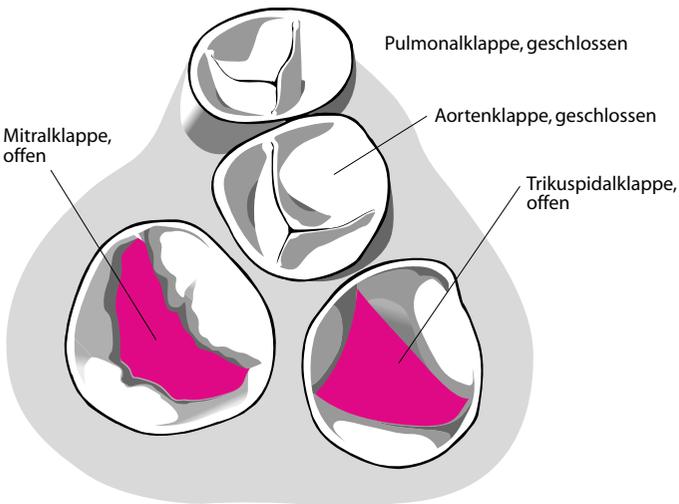
Die Herzklappen öffnen und schließen sich im Wechsel, sodass das Blut bei jeder Kompression des Systems nur in eine Richtung fließen kann. Die Herzklappen sind nach ihrem Aussehen benannt. So unterscheidet man zwischen **Segel-** und **Taschenklappen**. Auf jeder Herzseite wird der Vorhof durch eine Segelklappe von der Hauptkammer getrennt. Im linken Herzen bezeichnet man diese als **Mitralklappe** (Zweizipfelklappe) und im rechten Herzen als **Trikuspidalklappe** (Dreizipfelklappe). Die Mitralklappe besteht, wie der Name »Zweizipfelklappe« schon vermuten lässt, aus zwei Klappensegeln. Die Trikuspidalklappe besteht entsprechend aus drei Klappensegeln. Während der Kontraktionsphase des Herzens (Systole) führt der Druckanstieg in den Herzhöhlen zum Schluss der Segelklappen.

Am Übergang zwischen dem Ausflusstrakt der Hauptkammern und den großen Körper-

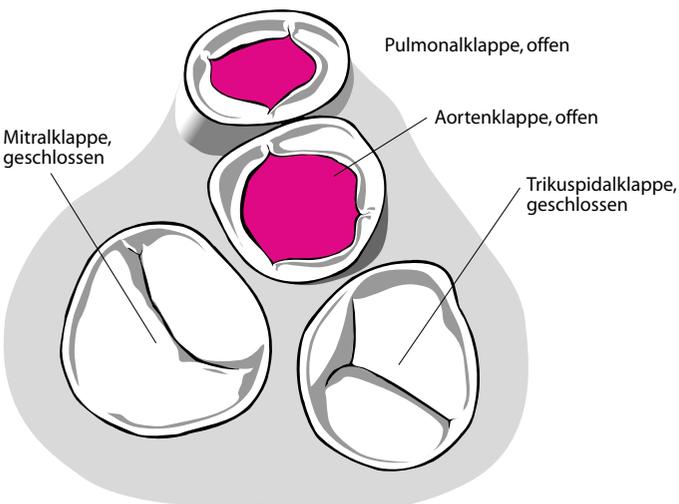
Welche Funktion haben die Herzklappen?

schlagadern befinden sich Taschenklappen. Bei der rechten handelt es sich um die **Pulmonalklappe** und bei der linken um die **Aortenklappe**. Wenn sich die Segelklappen öffnen, fließt das Blut aus den Vorhöfen in die Hauptkammern. Die Taschenklappen sind dabei geschlossen. Sie verhindern ein Zurückfließen des Blutes aus den großen Schlagadern in das

Herz. Diese Erschlaffungsphase des Herzens bezeichnet man als Diastole (■ Abb. 4a). Bei der Kontraktion der Hauptkammern (Systole) schließen sich die Segelklappen wieder und verhindern dadurch ein Rückfließen des Blutes in die Vorhöfe. Die Taschenklappen öffnen sich, das Blut wird in den Blutkreislauf ausgeworfen (■ Abb. 4b).



■ **Abb. 4a** Diastole, Erschlaffungsphase des Herzens



■ **Abb. 4b** Systole, Kontraktionsphase des Herzens

Welche Reise macht das Blut durch das Herz und den Körper?

Vereinfacht lässt sich der menschliche Kreislauf in einen großen, den **Körperkreislauf**, und einen kleinen, den **Lungenkreislauf**, unterteilen. Für den großen Kreislauf ist das linke Herz verantwortlich (■ Abb.5). Es pumpt das sauerstoffreiche Blut zu den Organen. Das Blut kommt sauerstoffarm sowie kohlendioxidreich wieder zum rechten Herzen zurück. Das rechte Herz, verantwortlich für den Lungenkreislauf, befördert das Blut in die Lunge. Dort wird Kohlendioxid abgegeben und Sauerstoff aufgenommen. Danach gelangt das Blut zum linken Herzen. Ein neuer Zyklus kann beginnen. Das Herz ist demnach eine Pumpstation, die den großen und den kleinen Kreislauf miteinander verbindet.

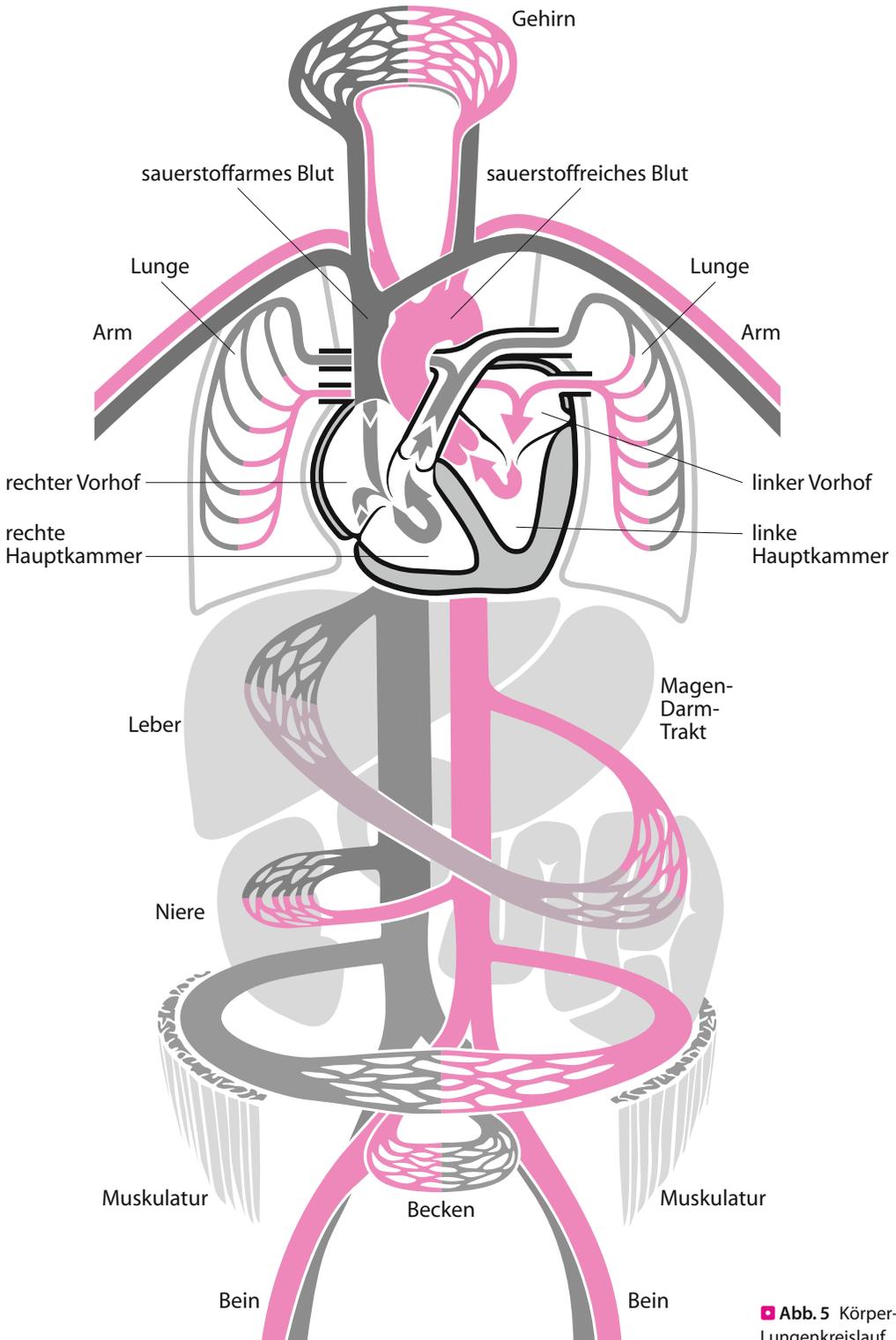
Starten wir mit unserer Reise in der linken Hauptkammer. Dort wird das mit Sauerstoff beladene Blut durch das Zusammenziehen (Kontraktion) der linken Hauptkammer in die Hauptschlagader, die **Aorta**, ausgeworfen. Dabei schließt sich die Mitralklappe, und die Aortenklappe öffnet sich.

Die linke Hauptkammer ist der Hauptmotor, denn sie muss das Blut durch den großen Kreislauf, den Körperkreislauf, pumpen. Der Druck, der dabei auf das Blut ausgeübt wird, überträgt sich wellenförmig auf das arterielle Gefäßsystem und entspricht dem Blutdruck, den wir mittels einer Druckmanschette messen können. Die linke Hauptkammer leistet mehr Arbeit als die rechte, die das Blut nur durch den kleinen Kreislauf, den Lungenkreislauf, befördern muss. So ist es nicht verwunderlich, dass die linke Hauptkammer wesentlich mehr Muskelmasse aufweist als die rechte.

Die Aorta kann als der Stamm eines Baumes angesehen werden, der sich in große und dann immer kleiner werdende Äste aufteilt, um die Organe und Gewebe mit Blut zu ver-

sorgen. Das sauerstoffreiche Blut in der Aorta gelangt auf diese Weise zu seinen Zielorganen, wo die Arterienzweige so klein werden, dass man sie nicht mehr mit dem bloßen Auge erkennen kann. Diese kleinsten Blutgefäße werden Kapillaren genannt (► oben). Die Kapillaren stehen mit dem Gewebe in direktem Kontakt. Hier findet die Abgabe des Sauerstoffs und der Nährstoffe aus dem Blut statt. Anschließend nimmt das Blut Kohlendioxid und Stoffwechselabfälle auf. Danach fließt das Blut über kleinste Venen, die sich in immer größer werdenden Venen sammeln, zurück zum Herzen. Kurz vor dem rechten Vorhof sind aus der Vereinigung der Venen zwei große Venen (**Hohlvenen**) entstanden, die direkt in den rechten Vorhof münden. Eine Hohlvene tritt von oben (»Vena cava superior«) und eine von unten (»Vena cava inferior«) in den rechten Vorhof ein. Der rechte Vorhof sammelt somit das sauerstoffarme Blut, das aus dem großen Kreislauf zurück zum Herzen fließt. Ist der Vorhof gefüllt, zieht er sich zusammen und presst das Blut durch die Trikuspidalklappe in die rechte Hauptkammer. Etwa eine fünftel Sekunde später kontrahiert der rechte Ventrikel und wirft das Blut in die große Lungenschlagader (**Pulmonalarterie**, »pulmo« = Lunge) aus. Zu diesem Zeitpunkt schließt sich die Trikuspidalklappe, und die Pulmonalklappe öffnet sich. Das Blut nimmt jetzt seinen Weg über die Lungenerarterien in die Lungenkapillaren, um dort Kohlendioxid abzugeben und Sauerstoff aufzunehmen. Anschließend fließt das Blut über die Lungenvenen zum linken Vorhof zurück. Wenn sich der linke Vorhof kontrahiert, öffnet sich die Mitralklappe, und die linke Hauptkammer wird gefüllt. Nun sind wir wieder am Ausgangspunkt unserer Reise.

So pumpt das gesunde Herz etwa 4–7 l Blut pro Minute durch den Körper eines Erwachsenen, was einer Pumpleistung der beiden Herzkammern von etwa 20.000 l Blut in 24 Stunden entspricht.



■ **Abb. 5** Körper- und Lungenkreislauf