

# 6

## Herz

### 6.1 Aufgaben

Beim Herzen (Cor) handelt es sich um einen kräftigen **Muskel**, der als **Hohlorgan** aufgebaut ist. Darunter versteht man ein Organ, das in seinem Inneren einen Hohlraum (Lumen) besitzt. Das Herz stellt die **zentrale Blutpumpe** des Herz-Kreislauf-Systems dar: Durch seine Pumpleistung fließt das Blut durch das Gefäßsystem des Körpers. Dabei gelangt es zunächst in den Lungenkreislauf, kehrt von dort zurück zum Herzen und wird in den Körperkreislauf weitergepumpt (► Abb. 7.1):

- Im **Lungenkreislauf** (kleiner Kreislauf) wird das sauerstoffarme, kohlendioxidreiche Blut zur Lunge transportiert (S. 147). Dort gibt es das Kohlendioxid ab und nimmt Sauerstoff auf, bevor es wieder zurück zum Herzen fließt.
- Im **Körperkreislauf** (großer Kreislauf) gelangt das jetzt sauerstoffreiche Blut aus dem Herzen zu den Organen, gibt dort den Sauerstoff ab und fließt als sauerstoffarmes, kohlendioxidreiches Blut wieder zurück zum Herzen (S. 146).

Damit dieser geordnete Blutfluss möglich ist, wird das Herz durch die Herzscheidewand (Septum) in 2 Hälften unterteilt: Die linke Herzhälfte dient als Pumpe für den Körperkreislauf, die rechte Herzhälfte als Pumpe für den Lungenkreislauf.



#### RETTEN TO GO

##### Aufgaben des Herzens

Das Herz ist ein starker Muskel, der als Pumpe arbeitet. Die rechte Herzhälfte pumpt sauerstoffarmes Blut zur Lunge, die linke sauerstoffreiches Blut in den Körper.

### 6.2 Lage, Form und Größe

Das Herz befindet sich im Brustkorb (**Thorax**), und zwar zwischen den beiden Lungenflügeln im **Mediastinum** (S. 159). Dabei liegt es zu etwa  $\frac{2}{3}$  in der linken Thoraxhälfte und zu etwa  $\frac{1}{3}$  in der rechten (► Abb. 6.1). Lateral grenzt es an die Lungenflügel, ventral an das Brustbein (Sternum) und dorsal an die Speiseröhre (Ösophagus) sowie an die Luftröhre (Trachea). Das Herz ist in den **Herzbeutel** (S. 121) eingebettet. Kranial gehen vom Herzen die Hauptschlagader (Aorta) und der Truncus pulmonalis („Lungenstamm“) ab (► Abb. 6.2).

##### Medizin Schluckecho

Die räumliche Nähe des Herzens zur Speiseröhre macht man sich klinisch bei der **transösophagealen Echokardiografie** zunutze. Bei dieser Ultraschalluntersuchung des Herzens wird der Schallkopf in die Speiseröhre eingeführt, weshalb diese Methode umgangssprachlich auch als **Schluckecho** bezeichnet wird. Da die Speiseröhre dorsal des Herzens verläuft, können mit dieser Technik insbesondere die **hinteren** Anteile des Herzens beurteilt werden.

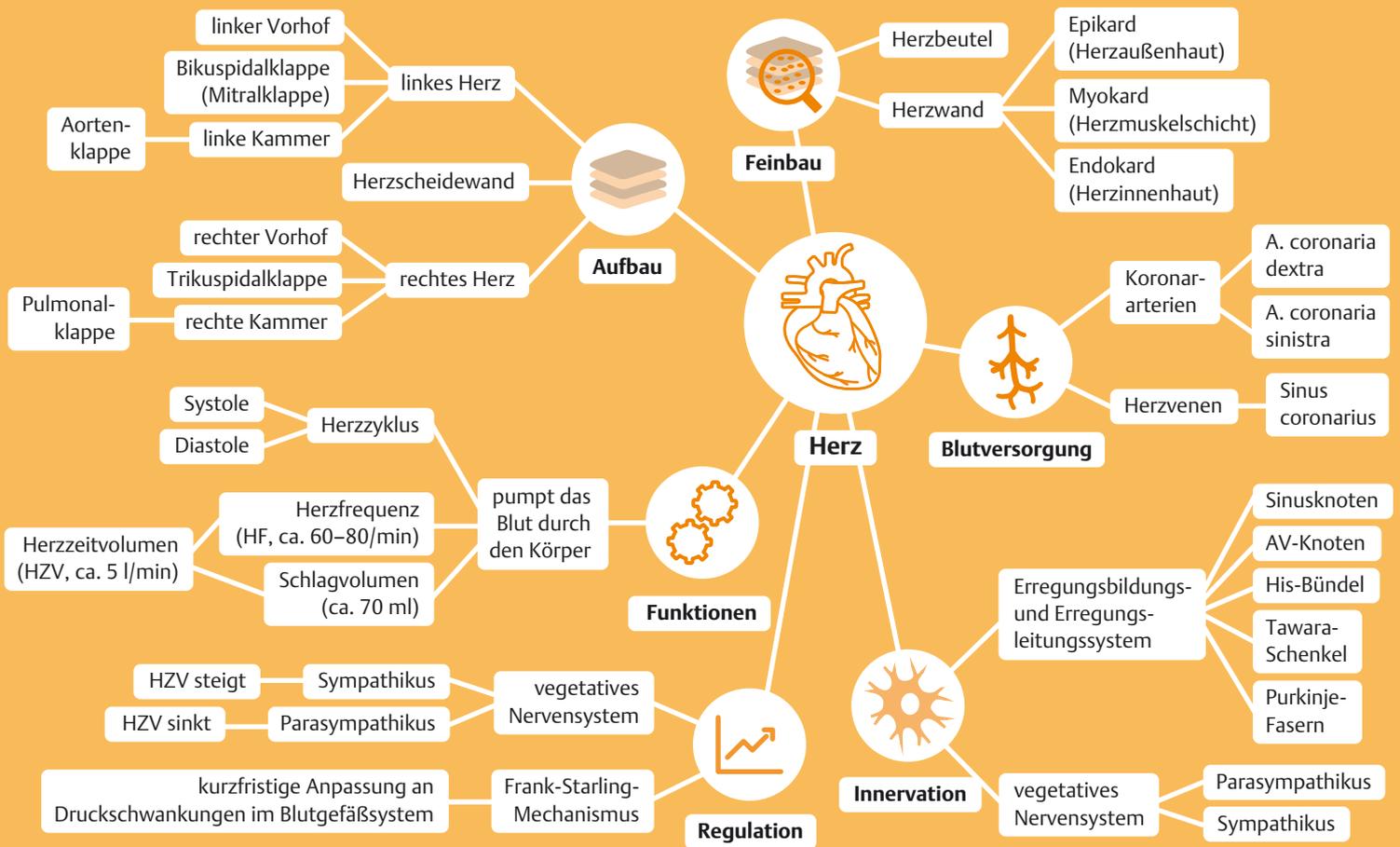
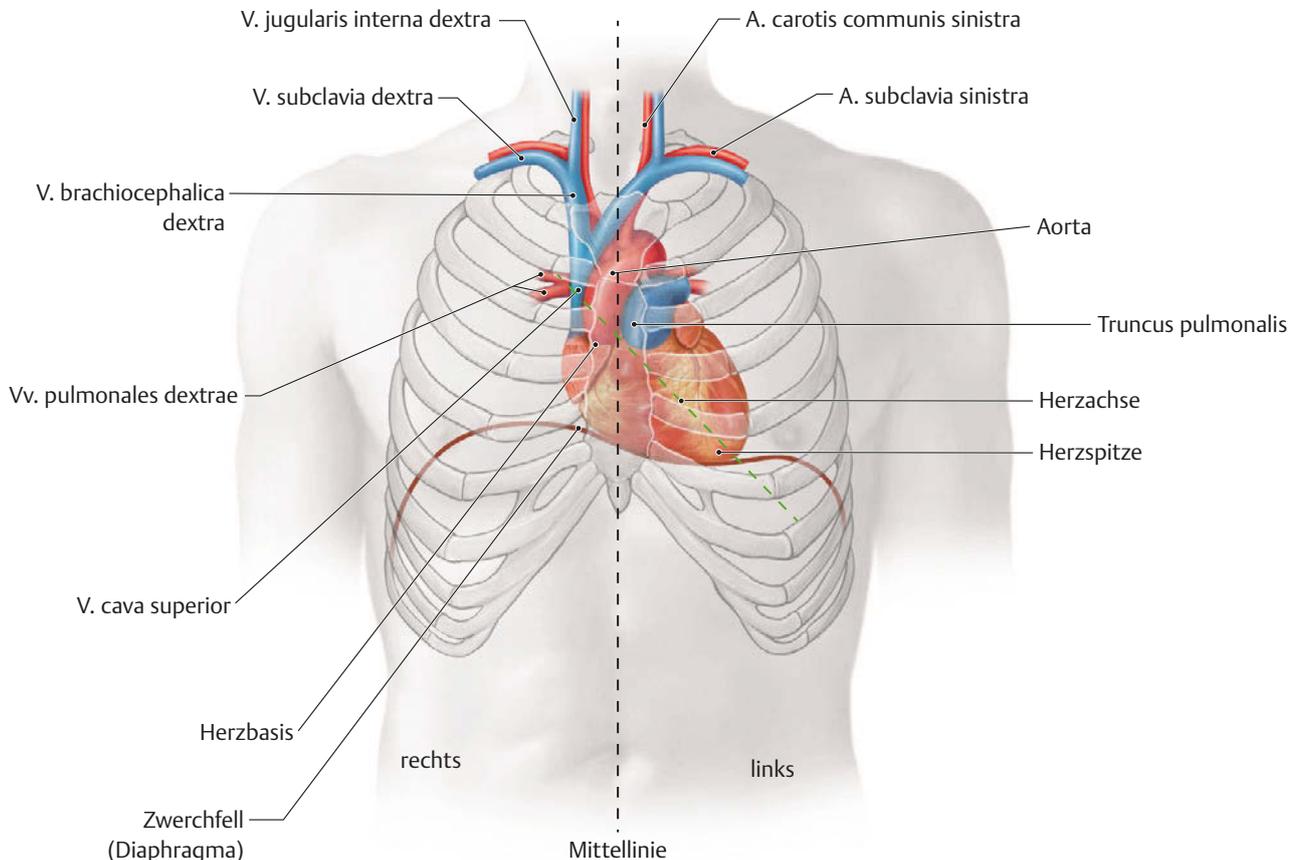
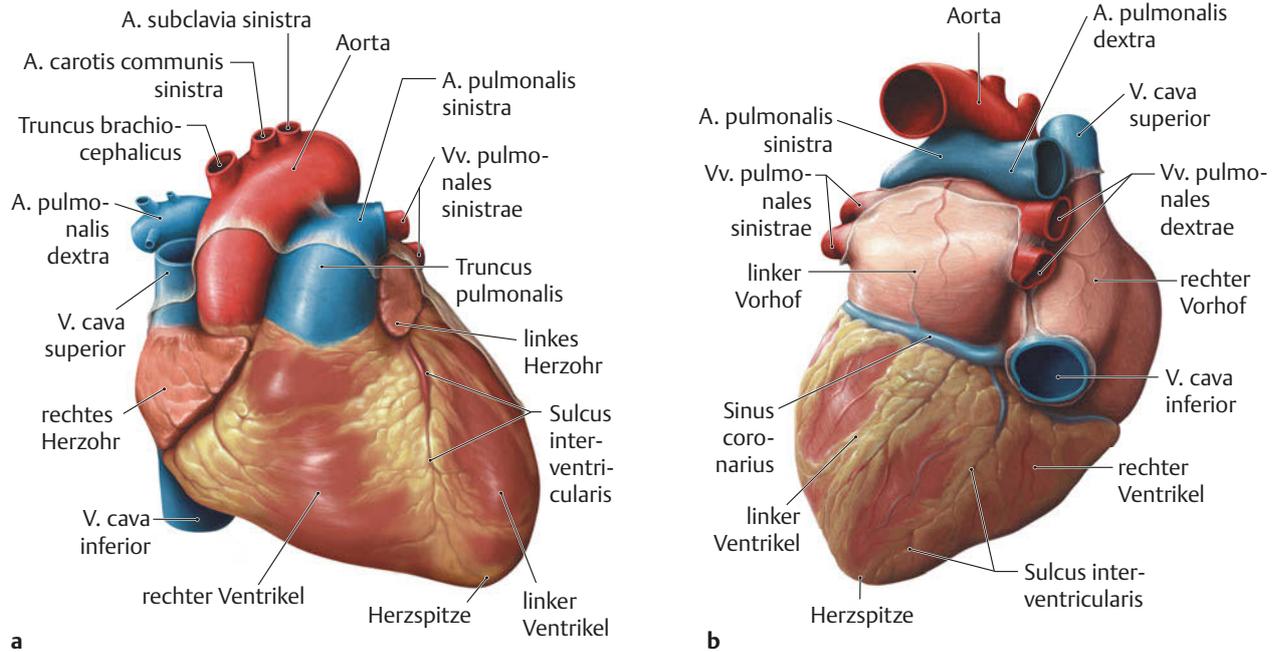


Abb. 6.1 Lage des Herzens im Brustkorb.



Das Herz liegt zu etwa  $\frac{2}{3}$  links der Mittellinie, die Herzachse verläuft schräg nach unten-links. Gefäße, die sauerstoffreiches Blut führen, sind rot dargestellt, Gefäße, die sauerstoffarmes Blut führen, blau. Sie werden in Kap. 7 näher beschrieben. Schünke M, Schulte E, Schumacher U: Prometheus LemAtlas der Anatomie – Innere Organe. Illustrationen von Voll M und Wesker K. 6. Auflage. Stuttgart: Thieme; 2022.

Abb. 6.2 Form und Aufbau des Herzens.



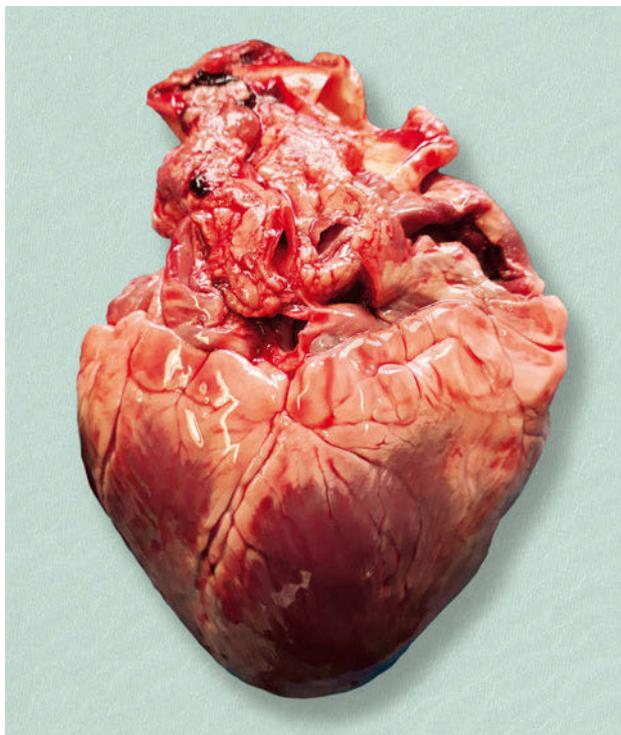
Der Sulcus interventricularis verläuft entlang dem Ansatz des Kammerseptums. Gefäße, die sauerstoffreiches Blut führen, sind rot dargestellt, Gefäße, die sauerstoffarmes Blut führen, blau. Sie werden in Kap. 7 näher beschrieben.

**a** Ansicht von ventral (vorn). Mit dieser Fläche grenzt das Herz an das Brustbein (Sternum).

**b** Ansicht von dorsal und kaudal (hinten-unten). Mit dieser Fläche grenzt das Herz ans Zwerchfell.

Schünke M, Schulte E, Schumacher U: Prometheus LernAtlas der Anatomie – Innere Organe. Illustrationen von Voll M und Wesker K. 6. Auflage. Stuttgart: Thieme; 2022.

Abb. 6.3 Organpräparat Herz.



Ansicht von ventral (vorn). Der Herzbeutel wurde entfernt. Der Sulcus interventricularis trennt den linken vom rechten Ventrikel. Gezeigt ist das Herz eines Schweins, das dem menschlichen Herzen sehr ähnlich ist. Foto: © Prof. Dr. Sebastian Koch, Gera.

Das Herz ist kegelförmig (► Abb. 6.3) und liegt schräg im Brustkorb. Seine **Spitze** (Apex cordis) ist nach links gedreht und zeigt leicht nach ventrokaudal (vorn-unten). Sie liegt nah an der linken Brustwand etwa in Höhe des 5. Interkostalraums (S. 397).

Der Teil des Herzens, von dem die großen Gefäße abgehen, wird als **Herzbasis** bezeichnet. Verbindet man die Herzspitze mit der Herzbasis, so erhält man eine Linie, die als **Herzachse** bezeichnet wird (► Abb. 6.1).

### !Merke Herzachse

Die prinzipielle Verlaufsrichtung der Herzachse kann man sich leicht einprägen, indem man sich überlegt, in welche Richtung man seine **rechte Hand** in die **rechte Hosentasche** steckt: nämlich von hinten-oben-rechts nach vorn-unten-links.

Der genaue Verlauf der Herzachse variiert von Mensch zu Mensch: Bei jungen, schlanken Menschen verläuft sie meist steiler als bei älteren oder übergewichtigen Patienten.

Neben der Herzspitze und der Herzbasis kann man am Herzen noch eine **Vorderwand**, eine **Hinterwand** und eine dem Zwerchfell zugewandte Fläche abgrenzen.

In blutleerem Zustand wiegt das Herz eines Erwachsenen im Durchschnitt **300 g**. Durch regelmäßiges intensives körperliches Training kann der Herzmuskel an Dicke zunehmen, wodurch das Herzgewicht steigt (physiologische Herzmuskelhypertrophie). Grob kann man sagen, dass das Herz etwas größer ist als die Faust seines Besitzers.

### Medizin Herzmuskelhypertrophie

Von der trainingsbedingten Herzmuskelhypertrophie wird die **krankhafte (pathologische) Herzmuskelhypertrophie** abgegrenzt. Sie entsteht, wenn pathologische Prozesse über einen längeren Zeitraum eine vermehrte Herzarbeit bedingen, z. B. wenn der Herzmuskel wegen Bluthochdrucks (Hypertonie) einen höheren Druck aufbauen muss. Verdickt sich aufgrunddessen der Herzmuskel stark, können die einzelnen Herzmuskelzellen nicht mehr ausreichend mit Blut versorgt werden und werden geschädigt. Dies ist etwa ab einem Herzgewicht von über 500 g der Fall, man spricht von einem **kritischen Herzgewicht**. Folge ist eine Herzmuskelschwäche (Herzinsuffizienz).



#### RETTEN TO GO

##### Lage, Form und Größe des Herzens

Das Herz liegt im **Mediastinum** und wird vom **Herzbeutel** umgeben. Lateral grenzt es an die Lungenflügel, ventral an das Brustbein (Sternum), dorsal an die Speiseröhre (Ösophagus) und die Luftröhre (Trachea). Kranial gehen vom Herzen die Hauptschlagader (Aorta) und der Truncus pulmonalis („Lungenstamm“) ab. Das Herz hat die Form eines Kegels mit **Herzbasis** und **Herzspitze**, **Vorderwand** und **Hinterwand**. Die Herzspitze zeigt schräg nach links-unten. Ein Herz wiegt ca. 300 g und ist etwas größer als die Faust seines Besitzers.

## 6.3 Aufbau

### 6.3.1 Prinzipieller Aufbau

Damit das Herz seine Pumpfunktion erfüllen kann, ist es als **Hohlmuskel** angelegt, d. h., es besitzt einen Innenraum. Dieser Innenraum wird durch 2 Strukturen unterteilt:

- Die **Herzscheidewand** (Septum) verläuft von der Herzbasis in Richtung Herzspitze und teilt das Herz in eine rechte

und eine linke Herzhälfte. Sie besteht größtenteils aus **Herzmuskelzellen**.

- Das **Herzskelett** (► Abb. 6.5b) verläuft quer zum Septum und besteht aus **straffem Bindegewebe**. Es unterteilt jede Herzhälfte in einen Vorhof (Atrium cordis) und eine Kammer (Ventriculus cordis). Am Herzskelett sind die Herzklappen befestigt, außerdem spielt es eine wichtige Rolle in der Erregungsleitung (S. 127).

Damit besitzt das Herz 4 Innenräume (► Abb. 6.4):

- den rechten Vorhof (Atrium cordis dextrum)
- die rechte Herzkammer (Ventriculus dexter)
- den linken Vorhof (Atrium cordis sinistrum)
- die linke Herzkammer (Ventriculus sinister).

### 6.3.2 Vorhöfe

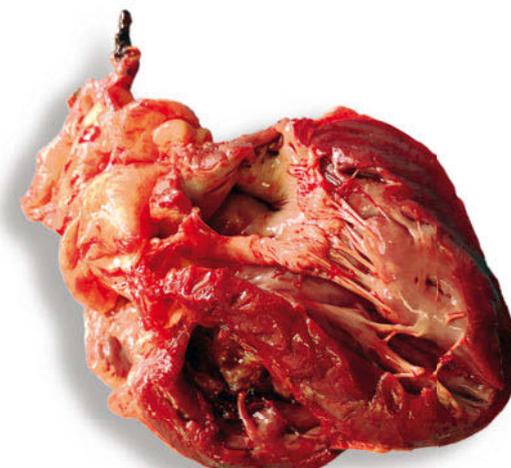
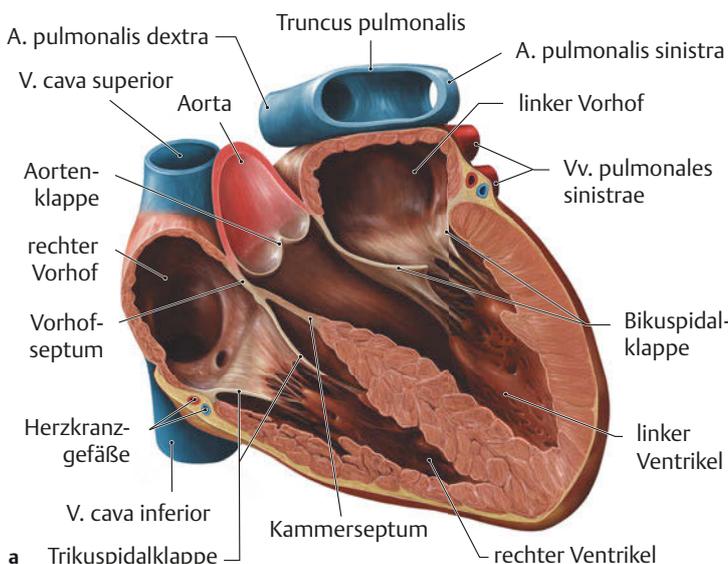
Die Vorhöfe dienen dazu, das Blut aus den zuführenden Gefäßen in die jeweilige Kammer weiterzuleiten. Damit arterielles und venöses Blut sich dabei nicht vermischen, trennt das **Vorhofseptum** den rechten und den linken Vorhof voneinander. Diese Trennung vollzieht sich erst nach der Geburt, im fetalen Kreislauf (S. 147) sind die beiden Vorhöfe über eine Öffnung im Vorhofseptum (**Foramen ovale**) miteinander verbunden.

#### Medizin Vorhofseptumdefekt

Bei ca. 10 % der Menschen verschließt sich das Foramen ovale nicht vollständig. Es bleibt ein **Vorhofseptumdefekt** bestehen, durch den auch nach der Geburt ein Blutaustausch zwischen den beiden Vorhöfen möglich ist. Kleinere Defekte bleiben meist symptomlos, während bei größeren Defekten bei Belastung Kurzatmigkeit oder Leistungsabfall auftreten können. In diesen Fällen sollte der Defekt verschlossen werden.

Beide Vorhöfe besitzen an ihrem oberen Pol eine Ausstülpung, die **Herzohren** (► Abb. 6.2a). Dabei handelt es sich um Überbleibsel aus der Herzentwicklung, die für den Blutfluss allenfalls eine geringe Bedeutung besitzen. Im Endokard (S. 120) der Herzohren werden allerdings die Hormone ANP

Abb. 6.4 Vierkammerschnitt durch das Herz.



**a** In dieser Schnittebene ist die Pulmonalklappe nicht sichtbar. Schünke M, Schulte E, Schumacher U: Prometheus LernAtlas der Anatomie – Innere Organe. Illustrationen von Voll M und Wesker K. 6. Auflage. Stuttgart: Thieme; 2022.

**b** Organpräparat (Schwein). Die Sehnenfäden der linken AV-Klappe (Bikuspidalis) sind deutlich erkennbar. Der rechte Vorhof wurde in der Schnittebene nicht getroffen. Foto: © Prof. Dr. Sebastian Koch, Gera.

(Atriales Natriuretisches Peptid) und BNP (B-Typ Natriuretisches Peptid oder Brain Natriuretic Peptide) produziert, die an der Blutdruckregulation (S. 151) beteiligt sind.

### Medizin Blutgerinnsel

Da die Herzohren abseits des Hauptblutflusses liegen, können sich dort – insbesondere bei erhöhter Gerinnungsneigung oder Vorhofflimmern (S. 127) – Blutgerinnsel (**Thromben**) bilden. Werden sie dort abgeschwemmt und gelangen mit dem Blutfluss in andere Organe, wo sie Blutgefäße verstopfen können (**Embolie**).

Die beiden Vorhöfe unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Öffnungen, also der Mündungen der zuführenden Gefäße und der Verbindung mit den Kammern:

- In den **linken Vorhof** münden die Lungenvenen aus dem Lungenkreislauf, die Öffnung zur Kammer ist die Bikuspidalklappe (s. u.).
- In den **rechten Vorhof** münden die obere und die untere Hohlvene aus dem Körperkreislauf und der Koronarvenensinus (S. 123). Er führt das venöse Blut aus der Versorgung des Herzmuskels. Mit der rechten Herzkammer ist der rechte Vorhof über die Trikuspidalklappe (s. u.) verbunden.

## 6.3.3 Herzkammern

Die Herzkammern werden wegen ihres lateinischen Namens (Ventriculus) häufig als Ventrikel bezeichnet. Der **linke Ventrikel** pumpt das sauerstoffreiche Blut in die Aorta und weiter in alle Organe des Körpers. Damit der dafür notwendige hohe Druck aufgebaut werden kann, ist die Wand der linken Herzkammer ca. **10–12 mm** dick. Der rechte Ventrikel pumpt das Blut über den Truncus pulmonalis in den Lungenkreislauf, in dem ein wesentlich geringerer Druck herrscht. Die Wand des **rechten Ventrikels** ist daher mit **3–4 mm** wesentlich dünner als die Wand der linken Herzkammer. Das Vorhofseptum setzt sich in den Kammern als **Ventrikelseptum** fort und trennt linken und rechten Ventrikel voneinander.

### !Merke Herzkammern

Die **rechte** Herzkammer pumpt das Blut in den **Lungenkreislauf**, die **linke** Herzkammer pumpt das Blut in den **Körperkreislauf**.

### Medizin Ventrikelseptumdefekt

Im Kammerseptum können nach der Geburt Kurzschlussverbindungen bestehen bleiben. Diese Ventrikelseptumdefekte können sich in den ersten Lebensjahren von selbst zurückbilden. Geschieht dies nicht, ist auch bei geringer oder fehlender Symptomatik ein Verschluss sinnvoll, damit einer Überlastung des linken Ventrikels vorgebeugt wird.

## 6.3.4 Herzklappen

Damit das Blut die einzelnen Innenräume in der richtigen Reihenfolge und in der richtigen Richtung durchströmt, sind 4 Herzklappen angelegt. Alle Herzklappen sind am **Herzskelett** befestigt und liegen somit in einer Ebene. Diese wird auch als Klappen- oder **Ventilebene** bezeichnet (► Abb. 6.5 und ► Abb. 6.6).

### Atrioventrikularklappen

Die beiden Atrioventrikularklappen verbinden jeweils **Vorhof** und **Herzkammer** (daher der Name AV-Klappe oder Atrioventrikularklappe = Klappe zwischen **Atrium** und **Ven-**

**trikel**). Vom Typ her handelt es sich um sog. **Segelklappen**. Ihr Verschlussmechanismus besteht aus segelförmigen Häutchen, deren freie Enden über Sehnenfäden mit der Wand der Herzkammer verbunden sind (► Abb. 6.4). Wenn Blut aus dem Vorhof in die Kammer gepresst wird, öffnen sich die Klappen. Steigt dagegen der Druck in der Kammer, wird das Blut in die Segel hineingedrückt, die Klappe schließt und verhindert den Rückstrom des Blutes in den Vorhof. Die Sehnenfäden beugen dabei dem Umschlagen der Segel in den Vorhof vor. Die AV-Klappen verhindern also, dass während der Ventrikelkontraktion Blut in den Vorhof zurückfließt.

Die beiden Atrioventrikularklappen unterscheiden sich in ihrem Aufbau:

- Die **rechte AV-Klappe** ist aus 3 segelartige Klappenanteilen aufgebaut, weshalb sie auch **Trikuspidalklappe** (oder kurz: Trikuspidalis) genannt wird.
- Die **linke AV-Klappe** besteht aus nur 2 Segeln, sie wird daher auch **Bikuspidalklappe** (oder kurz: Bikuspidalis) genannt. Häufig wird auch der Begriff **Mitralklappe** (Mitrals) verwendet.

### !Merke Welche Klappe ist wo?

Dass die Trikuspidalklappe rechts liegt, kann man sich daran merken, dass beide Wörter – im Gegensatz zu „Bikuspidalis“ und „links“ – ein **r** enthalten.

### Klappen zwischen Kammern und großen Gefäßen

Zwei weitere Klappen befinden sich zwischen den **Herzkammern** und den **großen ableitenden Gefäßen**, also zwischen der rechten Kammer und dem Truncus pulmonalis (**Pulmonalklappe**) und zwischen der linken Kammer und der Aorta (**Aortenklappe**). Diese beiden Klappen sind sog. **Taschenklappen**, die wegen der halbmondförmigen Bauweise ihrer 3 Anteile (Taschen) auch **Semilunarklappen** genannt werden. Im Gegensatz zu den Segelklappen besitzen die Taschenklappen keine Sehnenfäden.

Die Semilunarklappen erlauben den Blutfluss aus den Herzkammern in die großen Gefäße. Bei umgekehrter Fließrichtung fließt das Blut in die Ausbuchtungen der Taschen, die sich dadurch füllen und das Lumen verschließen. Ein Rückstrom des Blutes aus den Gefäßen in die Kammern wird so verhindert.

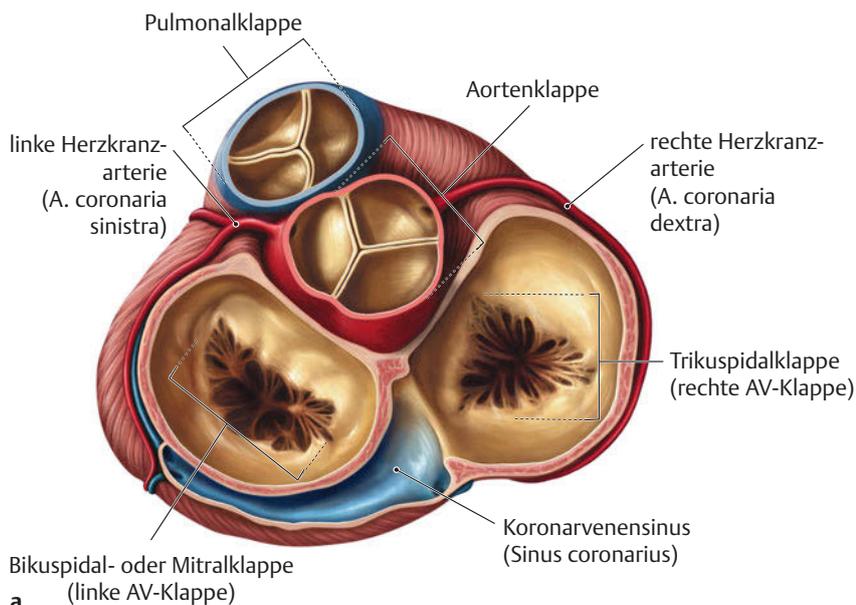
### Medizin Herzklappenerkrankungen

Alle Herzklappen können von krankhaften Veränderungen betroffen sein. Die beiden wichtigsten sind die Klappeninsuffizienz und die Klappenstenose.

Bei der **Klappeninsuffizienz** **schließt** die Herzklappe **nicht** mehr richtig. Dies führt dazu, dass Blut auch in entgegengesetzter Richtung durch die Klappe fließt. Eine Klappeninsuffizienz belastet das Herz, weil ständig ein erhöhtes Blutvolumen gepumpt werden muss (**Volumenbelastung**). Am häufigsten ist die Mitralklappe von einer Klappeninsuffizienz betroffen (Mitralsuffizienz).

Bei der **Klappenstenose** **öffnet** die Herzklappe **nicht** mehr richtig. Dies hat zur Folge, dass das Blut nur mit erhöhtem Kraftaufwand durch die Klappe gepumpt werden kann (**Druckbelastung**). Es kommt zur Herzmuskelhypertrophie und im Endstadium zu einer Herzinsuffizienz. Die häufigste Herzklappenerkrankung überhaupt ist die Aortenklappenstenose, bei der sich die Aortenklappe aufgrund von Kalkablagerungen nicht mehr weit genug öffnet.

Abb. 6.5 Ventilebene mit den vier Herzklappen.



- a Blick von kranial (oben) während der Diastole. Im Bild sind die beiden Taschenklappen (Aorten- und Pulmonalklappe) geschlossen, die jeweils 3 Taschen sind gut zu erkennen. Die beiden Segelklappen sind geöffnet. Die Trikuspidalklappe besitzt 3 Segel, die Bikuspidalklappe 2. Sie wird auch Mitralklappe genannt, weil ihre Form an eine Bischofsmütze erinnert (lateinisch: mitra).
- b Die Klappen sind am Herzskelett (rot dargestellt) befestigt. Das Herzskelett besteht aus Bindegewebe, weshalb es das Vorhofmyokard elektrisch vom Ventrikelmuskulatur isoliert. Die Erregung kann nur über das durch das Herzskelett ziehende His-Bündel des Erregungsleitungssystems von den Vorhöfen auf die Ventrikel übergeleitet werden.

Schünke M, Schulte E, Schumacher U: Prometheus LernAtlas der Anatomie - Innere Organe. Illustrationen von Voll M und Wesker K. 6. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2022.

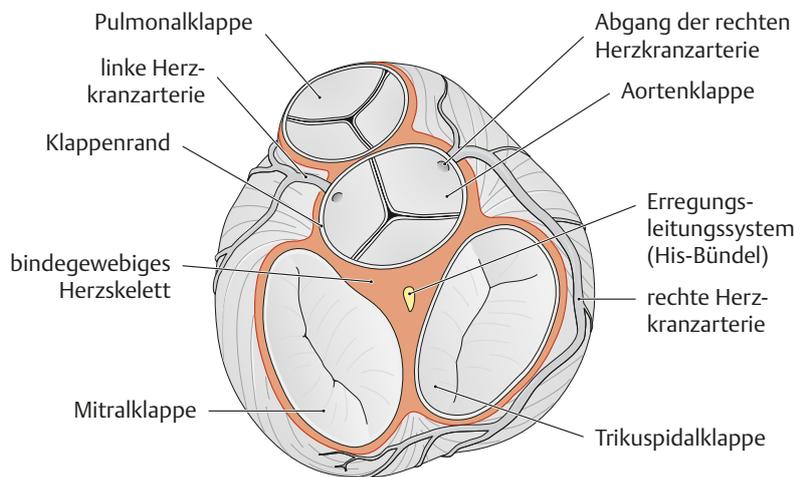
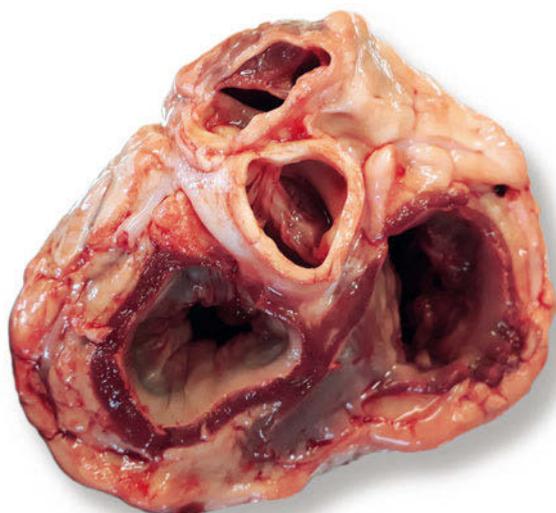


Abb. 6.6 Organpräparat Ventilebene des Herzens.



Blick von kranial auf die Ventilebene. An der Pulmonalklappe sind zwei der Taschen erkennbar. Zur Orientierung s. ► Abb. 6.5. Gezeigt am Herz eines Schweins. Die Taschenklappen des Schweins ähneln in ihrem Bau den menschlichen Klappen so sehr, dass Aortenklappen des Schweins als Transplantat verwendet werden. Foto: © Prof. Dr. Sebastian Koch, Gera.

### Blitzlicht Retten Herzklappen abhören

Wo man welche Herzklappe am besten abhören kann, ist mit folgendem Spruch leicht zu merken: **Anton Pulmonalis trinkt Milch um 22:45 Uhr.**

- Aortenklappe: 2. Interkostalraum
- Pulmonalklappe 2. Interkostalraum
- Trikuspidalklappe 4. Interkostalraum
- Mitralklappe 5. Interkostalraum.

### 6.3.5 Weg des Blutes durch das Herz

Aus den oben beschriebenen Strukturen ergibt sich folgender Weg des Blutes durch das Herz (► Abb. 6.7): Das sauerstoffarme, kohlendioxidreiche Blut aus den oberhalb des Herzens gelegenen Organen fließt über die obere Hohlvene (**Vena cava superior**), das aus den tiefer gelegenen Organen über die untere Hohlvene (**Vena cava inferior**) in den **rechten Vorhof**. Von dort gelangt es durch die **Trikuspidalklappe** in den **rechten Ventrikel**. Dieser pumpt das Blut durch die **Pulmonalklappe** in den **Truncus pulmonalis** („Lungenstamm“) und weiter über die Lungenarterien in die Lunge. Das aus der Lunge zurückkehrende sauerstoffreiche und kohlendioxidarme Blut gelangt über die Lungenvenen in den **linken Vorhof** und von dort durch die **Bikuspidalklappe** in den **linken Ventrikel**. Dieser pumpt es durch die **Aortenklappe** in die **Aorta** und damit wieder in den Körperkreislauf (s. auch ► Abb. 7.11).

### Blitzlicht Retten Rechtsherzinsuffizienz

Ist die Pumpfunktion der rechten Herzkammer bei einer akuten Rechtsherzinsuffizienz eingeschränkt, staut sich das Blut in den zuführenden Gefäßen vor dem rechten Herzen. Dies äußert sich klinisch durch sichtbar **gestaute Halsvenen**.



#### RETTEN TO GO

##### Aufbau des Herzens

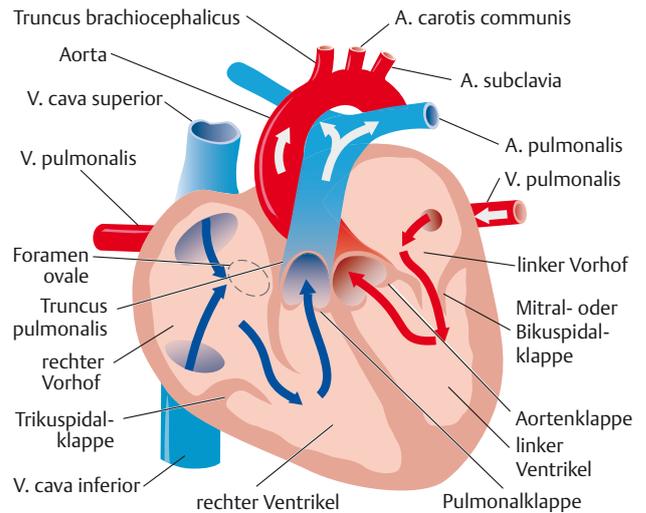
Die **Herzscheidewand** (Septum) trennt das Herz in eine rechte und eine linke Hälfte. Jede Herzhälfte besitzt einen **Vorhof** (Atrium) und eine **Kammer** (Ventrikel).

Zwischen rechtem Vorhof und rechter Kammer liegt die **Trikuspidalklappe**, zwischen rechter Kammer und dem Truncus pulmonalis die **Pulmonalklappe**. Zwischen linkem Vorhof und linker Kammer liegt die **Bikuspidalklappe** (Mitralklappe), zwischen linker Kammer und Aorta liegt die **Aortenklappe**. Bei der Bi- und der Trikuspidalklappe handelt es sich um **Segelklappen**, die Pulmonal- und die Aortenklappe stellen **Taschenklappen** dar. Die Hauptaufgabe der Klappen besteht darin, dafür zu sorgen, dass das Blut nur in eine Richtung fließt.

Das Blut durchfließt das Herz in folgender Reihenfolge:

- **rechtes Herz:** obere/untere Hohlvene → rechter Vorhof → Trikuspidalklappe → rechte Herzkammer → Pulmonalklappe → Truncus pulmonalis („Lungenstamm“)
- **linkes Herz:** Lungenvenen → linker Vorhof → Bikuspidalklappe → linke Herzkammer → Aortenklappe → Hauptschlagader.

Abb. 6.7 Weg des Blutes durch das Herz.



Die Pfeile stellen die Fließrichtung dar (blaue Pfeile = sauerstoffarmes Blut, rote Pfeile = sauerstoffreiches Blut). *Bommas-Ebert U, Teubner P, Voß R: Kurzlehrbuch Anatomie und Embryologie. Stuttgart: Thieme; 2011.*

## 6.4 Feinbau

### 6.4.1 Herzwand

Die Wand des Herzens ist dreischichtig aufgebaut (► Abb. 6.8). Sie besteht von innen nach außen aus:

- **Endokard** (Herzinnenhaut)
- **Myokard** (Herzmuskelschicht)
- **Epikard** (Herzaußenhaut, Teil des Herzbeutels).

#### Endokard

Die innere Schicht der Herzwand wird Endokard genannt. Sie kleidet alle 4 Herzhöhlen aus und steht in Kontakt mit dem Blut.

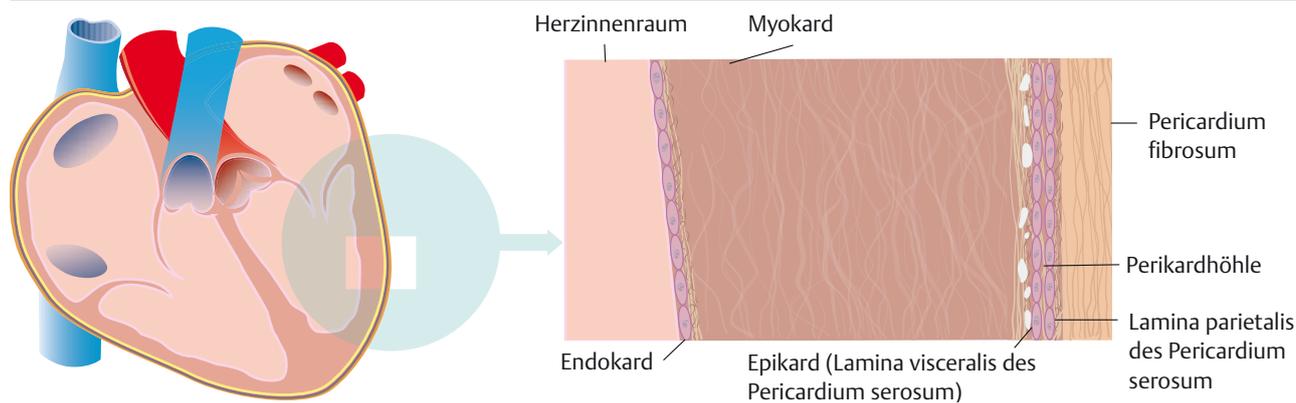
Histologisch ähnelt das Endokard stark dem Endothel, das die Blutgefäße auskleidet. Es besteht aus einem **einschichtigen Plattenepithel** (S. 86) und einer darunterliegenden dünnen **Bindegewebsschicht**. Die Funktion der Endothelzellen besteht u. a. darin, eine möglichst glatte und regelmäßige Oberfläche zu bilden, die einen Blutfluss ohne Turbulenzen gewährleistet und damit der Bildung von Blutgerinnseln entgegenwirkt.

Bei den **Herzklappen** handelt es sich um Ausstülpungen des Endokards. In ihrem Inneren haben sie eine sehr kräftig ausgeprägte Bindegewebsschicht, die ihnen ihre Stabilität verleiht. Ihre Außenseiten sind von einer Endothelschicht bedeckt.

#### Medizin Endokarditis

Krankheitserreger können über die Blutbahn ins Herz geschwemmt werden und dort am Endokard eine Entzündung (**Endokarditis**) verursachen. Besonders häufig siedeln sich die Erreger an den Herzklappen an. In der Herzultraschalluntersuchung (Schluckecho, s. o.) können sie dann häufig als sog. **Vegetationen** (Anhängsel) erkannt werden. Eine weitere wichtige Möglichkeit zur Diagnose einer Endokarditis sind Blutkulturen, also das Anzüchten der Erreger aus dem Blut.

Abb. 6.8 Feinbau der Herzwand und des Herzbeutels.



Die Herzwand besteht aus der dünnen Herzinnenhaut (Endokard), einer mächtigen Muskelschicht (Myokard) und der elastischen Herzaußenhaut (Epikard). Letztere bildet zugleich das innere Blatt des Pericardium serosum und ist von dessen äußerem Blatt durch die Perikardhöhle getrennt. *Schewior-Popp S, Sitzmann F, Ullrich L: Thiemes Pflege. Stuttgart: Thieme; 2020.*

## Myokard

Das Myokard ist die dickste Schicht der Herzwand. Es wird von der quergestreiften **Herzmuskulatur** gebildet, die aus Herzmuskelzellen (**Kardiomyozyten**) besteht. Die Kardiomyozyten sind in 3 Schichten schraubenförmig um die Herzkammern angeordnet. Wenn sie sich zusammenziehen, kontrahiert das Herz und presst das Blut weiter. Die einzelnen Herzmuskelzellen stehen an den **Glanzstreifen** (S. 105) über Gap Junctions (S. 69) miteinander in Verbindung. Diese gewährleisten, dass sich die Kontraktion über die gesamte Herzmuskulatur ausbreitet (S. 127).

Weil in den verschiedenen Herzhöhlen jeweils ein unterschiedlicher Druck und damit unterschiedlich viel Muskelkraft benötigt wird, variiert die Dicke des Myokards: Am dicksten ist es im Bereich der linken Herzkammer (s. o.), am dünnsten im Bereich der beiden Vorhöfe.

### Medizin Herzinsuffizienz

*Infolge von Herzerkrankungen, wie z.B. einem Herzinfarkt oder einer Herzmuskelentzündung, kann das Myokard so stark geschädigt sein, dass die Pumpleistung des Herzens dauerhaft beeinträchtigt ist. Das resultierende Krankheitsbild wird **Herzinsuffizienz** (Herzmuskelschwäche) genannt. Der Körper kann nicht mehr ausreichend mit Sauerstoff versorgt werden. Je nachdem, welcher Teil des Herzmuskels von der Schädigung betroffen ist, spricht man von einer Rechtsherzinsuffizienz, einer Linksherzinsuffizienz oder einer Globalherzinsuffizienz (Ganzherzinsuffizienz).*

### Blitzlicht Retten Herzbettlagerung

*Die Herzbettlagerung zählt zu den sitzenden Lagerungen. Sie wird bei Patienten mit Herzinsuffizienz eingesetzt werden, da sie durch die herunterhängenden Beine herzentlastend wirkt. Das Kopfende der Trage wird hochgestellt, sodass der Patienten in eine leicht sitzende Position gelangt. Die Beine des Patienten werden tief gelagert bzw. hängen beidseits der Trage herab. Viele Patienten mögen diese Art der Lagerung nicht nur, weil sie ihnen Linderung verschafft, sondern auch deswegen, weil sie ihnen einen größeren Aktionsradius ermöglicht als die liegende Position.*

Neben den normalen Herzmuskelzellen, die der Kontraktion dienen (**Arbeitsmyokard**), kommen im Myokard auch **spezialisierte Herzmuskelzellen** vor, die für die Bildung und Weiterleitung elektrischer Impulse verantwortlich sind. Sie werden bei der Erregungsbildung und -leitung (S. 126) besprochen.

## Epikard

Das Epikard ist mit dem Myokard verwachsen und bildet die Herzoberfläche. Es besteht aus einer Bindegewebs- und einer Mesothelzellschicht. Die **Bindegewebschicht** ist sehr fettreich und gleicht Unebenheiten der Herzoberfläche aus, wie sie z.B. im Bereich der Herzkranzgefäße vorkommen. Dadurch erhält die Herzaußenseite eine regelmäßige Oberfläche. Die einschichtige, glatte **Mesothelzellschicht** liegt der Bindegewebschicht auf. Das Epikard wird anatomisch schon zum Herzbeutel gerechnet, es entspricht der inneren Schicht (Lamina visceralis) des Herzbeutels (s. u.).

## 6.4.2 Herzbeutel

Während des Schlagens verändert das Herz seine Größe. Dafür muss es sich bewegen können. Dies wird vom Herzbeutel (**Perikard**) sichergestellt, der aus zwei Anteilen besteht:

- **Pericardium serosum:** Es besteht aus einem inneren Blatt, der **Lamina visceralis**, die dem Epikard (s. o.) entspricht, und einem äußeren Blatt, der **Lamina parietalis** (Serosa). Das Pericardium serosum ist sehr elastisch und passt sich der Oberfläche des Herzens an.
- **Pericardium fibrosum:** Es verstärkt als straffe bindegewebige Schicht die Lamina parietalis des Pericardium serosum. Es ist stellenweise (z.B. am Zwerchfell) mit seiner Umgebung verwachsen und weist nur eine geringe Elastizität auf.

Zwischen der Lamina visceralis und der Lamina parietalis des Pericardium serosum befindet sich ein schmaler Spalt, die **Perikardhöhle** (Cavitas pericardiaca). Sie enthält eine geringe Menge seröser Flüssigkeit. Dadurch ist das Herz im Herzbeutel beweglich und kann sich ungehindert zusammenziehen und wieder ausdehnen.

### Medizin Perikarderguss

*Flüssigkeitsansammlungen in der Perikardhöhle, die über die normale Flüssigkeitsmenge hinausgehen, werden als **Perikarderguss** bezeichnet. Kleine Perikardergüsse verursachen in der Regel keine Beschwerden, größere Flüssigkeitsmengen engen das Herz im Herzbeutel ein. Dadurch wird es in seiner Funktion beeinträchtigt und kann nicht mehr genug Blut auswerfen. Dieser **lebensbedrohliche** Zustand wird **Herzbeuteltamponade** (Perikardtampnade) genannt.*

### Blitzlicht Retten Perikardtamponade

Präklinisch kann ein Perikardtamponade ohne Sonografie nicht sicher diagnostiziert werden. Hinweise kann die spezifische Notfallsituation geben (z. B. Verkehrsunfall mit stumpfem Thoraxtrauma, thorakale Stichverletzung). Aufgrund der eingeschränkten Pumpfunktion ist der Patient hypoton und tachykard, die Halsvenen sind gestaut, die Herztöne gedämpft und es besteht Atemnot. Oft liegt ein Pulsus paradoxus vor (Blutdruckabfall von mind. 10 mmHg während der Inspiration). Bei hoher Wahrscheinlichkeit einer bestehenden Tamponade, akuter Lebensgefahr bzw. eingetretenem traumatischem Herzstillstand, verfügbarem Material und ausreichend geschultem Team (RTW-Besatzung und Notarzt) wird am Einsatzort unter sonografischer Kontrolle eine Entlastungspunktion des Herzbeutels durchgeführt (sehr selten). Hierbei wird eine lange Nadel unter dem Brustbein in Richtung linker Schulter vorgeschoben. Nach 3 bis 4 cm wird der Herzbeutel erreicht.



#### RETTEN TO GO

##### Feinbau des Herzens

Die Wand des Herzens besteht von innen nach außen aus **Endokard** (Herzinnenhaut), **Myokard** (Herzmuskel) und **Epikard** (Herzaußenhaut). Das **Perikard** (Herzbeutel) umgibt das Herz und sorgt dafür, dass es sich im Brustkorb ungehindert zusammenziehen und ausdehnen kann. Zwischen Epikard und Herzbeutel liegt die Perikardhöhle, die eine geringe Flüssigkeitsmenge enthält.

## 6.5 Gefäßversorgung und Innervation

### 6.5.1 Gefäßversorgung

Die Herzmuskulatur benötigt Sauerstoff und Nährstoffe, die über die Herzkranzgefäße (**Koronargefäße**; ► Abb. 6.9) zu den Kardiomyozyten transportiert werden. Eine Versorgung über Diffusion direkt aus dem Ventrikelblut ist nur für Kardiomyozyten möglich, die dicht unter dem Endokard liegen. Alle tiefer liegenden Kardiomyozyten sind auf die Versorgung über die Koronargefäße angewiesen.

#### Arterielle Gefäßversorgung

Zwei direkt aus der Aorta entspringende Arterien versorgen das Herz mit sauerstoffreichem Blut:

- die A. coronaria dextra (rechte Herzkranzarterie) und
- die A. coronaria sinistra (linke Herzkranzarterie).

Der Ursprung dieser Arterien liegt am Anfang der Hauptschlagader direkt hinter der Aortenklappe in einem Bereich, der **Aortensinus** (Sinus aortae) genannt wird (► Abb. 6.9a). Der genaue Verlauf und die jeweils von der rechten bzw. linken Herzkranzarterie versorgten Bereiche sind von Mensch zu Mensch unterschiedlich. Ganz grob kann man sich merken, dass

- die **A. coronaria dextra** die Wand des rechten Vorhofs und des rechten Ventrikels versorgt, außerdem den Abschnitt des linken Ventrikels, der dem Zwerchfell aufliegt, sowie den hinteren Teil des Kammerseptums, in dem sich ein Teil des Reizleitungssystems befindet, und
- die **A. coronaria sinistra** für die Wand des linken Vorhofs und des linken Ventrikels (außer dem Abschnitt, der von

der rechten Herzkranzarterie versorgt wird) und für das vordere Kammerseptum zuständig ist.

Neben diesem sog. **Normalversorgungstyp**, der bei ca. 70% der Menschen angelegt ist und bei dem die Hinterwand jeweils rund hälftig von der linken bzw. der rechten Koronararterie versorgt wird, gibt es andere Verteilungen, die ebenfalls als physiologisch betrachtet werden:

- **Linksversorgungstyp**: Äste der A. coronaria sinistra versorgen die gesamte Muskulatur des linken Ventrikels inkl. Septum und zusätzlich einen Teil der rechten Hinterwand.
- **Rechtsversorgungstyp**: Äste der A. coronaria dextra versorgen den rechten Ventrikel, nahezu die gesamte Hinterwand und das Kammerseptum.

#### Medizin Koronare Herzkrankheit (KHK)

Die koronare Herzkrankheit (KHK) wird durch eine **atherosklerotische Verengung** (Stenose) der Herzkranzgefäße ausgelöst. Sie tritt in unterschiedlichen Ausprägungen auf.

Treten nur bei körperlicher Belastung Symptome auf (nämlich dann, wenn das Herz einen hohen Sauerstoffbedarf hat, aber wegen der Verengung nicht genug sauerstoffreiches Blut den Herzmuskel erreicht) liegt eine **stabile Angina pectoris** vor.

Das **akute Koronarsyndrom (ACS)** mit dem Leitsymptom des akuten Thoraxschmerzes umfasst die **instabile Angina pectoris** (u. a. Beschwerden treten neu oder mehrmals am Tag oder/und in Ruhe auf) und den **Myokardinfarkt**. Bei letzterem kommt es innerhalb weniger Minuten durch Absterben von Herzmuskelzellen zu einem Funktionsverlust des Herzmuskels, da die Stenose einer Herzkranzarterie zu einer Minderversorgung des Myokards mit Sauerstoff führt. Das Ausmaß eines Herzinfarktes hängt stark von der Lokalisation des Verschlusses ab und reicht von einem unbemerkten Infarkt bis hin zum plötzlichen Herztod.

Verengungen oder Verschlüssen der Herzkranzgefäße werden in der Regel mittels **Herzkatheteruntersuchung** (perkutane Koronarintervention, **PCI**) diagnostiziert. Werden Engstellen oder Verschlüsse erkannt, können diese sofort mit einem Ballon aufgedehnt und anschließend mit einem sog. **Stent** (Gefäßstütze) versorgt werden. Diese Methode wird **Perkutane Transluminale Koronarangioplastie (PTCA)** genannt.

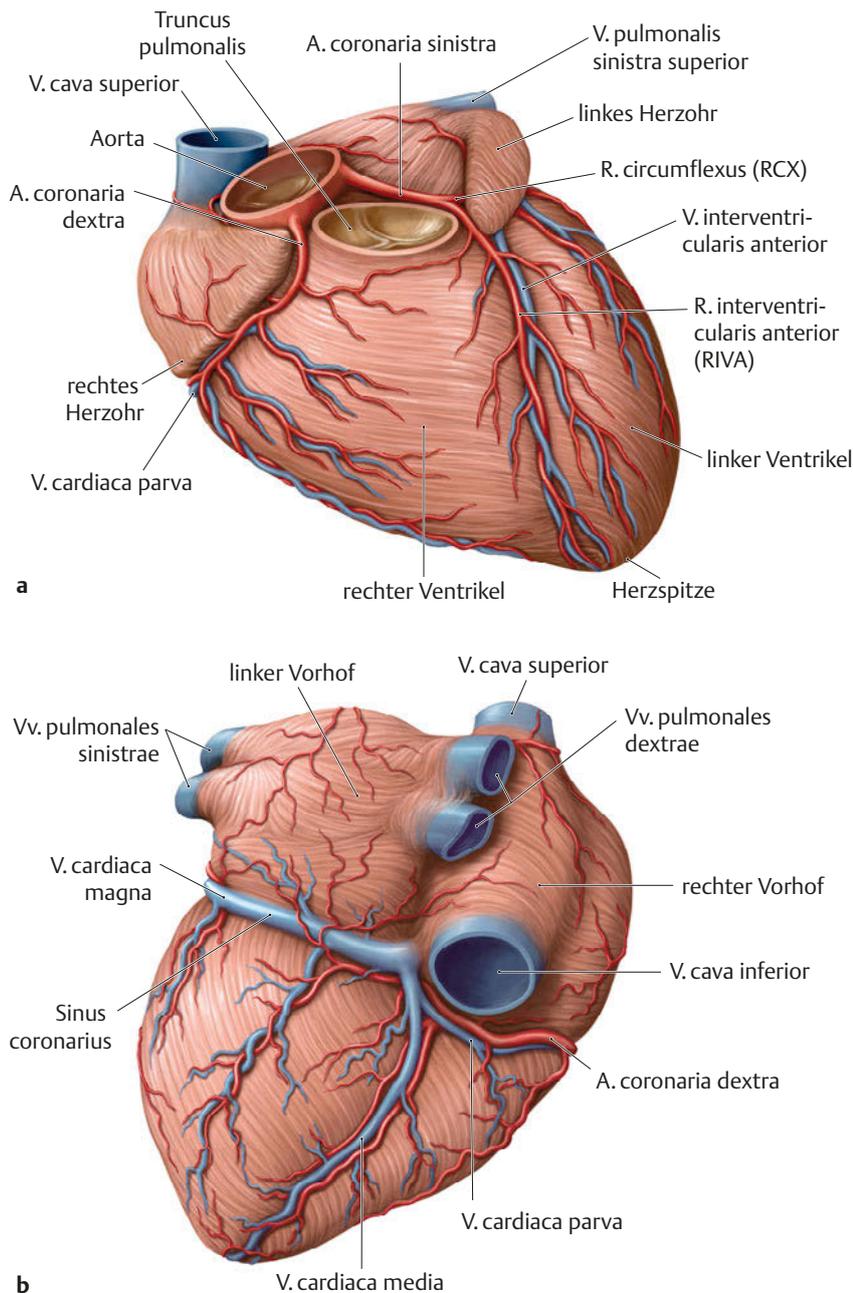
#### Blitzlicht Retten Time is muscle!

Leitsymptom für einen Myokardinfarkt ist der **akute Thoraxschmerz**. Bei solchen Patienten muss schnellstmöglich ein **12-Kanal-EKG** geschrieben werden. Erhärtet sich der Verdacht auf einen Myokardinfarkt, muss der Patient in eine Klinik mit PCI-Möglichkeit transportiert werden. Der Patient muss **immobilisiert** werden, d. h., er darf auf keinen Fall zum RTW laufen, sondern muss im Tragstuhl oder liegend zum Einsatzfahrzeug gebracht werden. Eine weitere Belastung könnte das Myokard weiter schädigen (Gefahr des Herzstillstands). Die PCI sollte spätestens 90 min nach Diagnosestellung durchgeführt werden.

**A. coronaria dextra** • Die rechte Koronararterie zieht vom Aortensinus unter dem rechten Herzohr entlang zur Dorsalfläche des Herzens. Dort versorgt sie neben dem rechten Vorhof und dem rechten Ventrikel auch die meisten Strukturen des Reizleitungssystems (S. 126), so z. B. den Sinusknoten, den AV-Knoten und das His-Bündel. Ein Verschluss der rechten Koronararterie verursacht deshalb besonders oft lebensbedrohliche Herzrhythmusstörungen.

**A. coronaria sinistra** • Nach dem Austritt aus dem Aortensinus zieht die linke Koronararterie zunächst ein Stück entlang des linken Herzohrs und teilt sich dann in 2 Hauptäste:

Abb. 6.9 Herzkranzgefäße.



Die wichtigsten Koronargefäße im Überblick.

**a** Ansicht von ventral (vorn). Die beiden Herzkranzarterien entspringen dem Aortensinus. Ihr Verlauf und der ihrer Abgänge können variieren. Hier ist der am häufigsten vorkommende Typ dargestellt.

**b** Ansicht von dorsal und kaudal (hinten-unten). Alle 3 Herzvenen sammeln sich im Sinus coronarius, der in den rechten Vorhof mündet.

Schünke M, Schulte E, Schumacher U: Prometheus LernAtlas der Anatomie – Innere Organe. Illustrationen von Voll M und Wesker K. 6. Auflage. Stuttgart: Thieme; 2022.

- Der **Ramus interventricularis anterior** (RIVA) verläuft zwischen rechtem und linkem Ventrikel bis zur Herzspitze.
- Der **Ramus circumflexus** (RCX) zieht am linken Herzohr weiter zum linken Herzrand.

Der Abschnitt zwischen dem Ursprung aus der Aorta und der Aufteilungsstelle wird als **Hauptstamm** bezeichnet.

### !Merke RCA, LAD usw.

Bei Herzkatheteruntersuchungen werden oft die englischen Abkürzungen der jeweiligen Koronargefäße verwendet:

- **RCA** (right coronary artery) für die rechte Koronararterie
- **LCA** (left coronary artery) für die linke Koronararterie
- **LAD** (left anterior descending) für den Ramus interventricularis anterior
- **RCX** für den Ramus circumflexus.

### Venöser Blutabfluss

Der Abfluss des sauerstoffarmen Blutes erfolgt über die Herzvenen, die weitgehend parallel zu den arteriellen Gefäßen verlaufen. Die wichtigsten Herzvenen sind (► Abb. 6.9b):

- die V. cardiaca magna (große Herzvene)
- die V. cardiaca media (mittlere Herzvene)
- die V. cardiaca parva (kleine Herzvene).

Alle 3 münden in den **Sinus coronarius** (Koronarvenensinus). Er umgibt das Herz auf Höhe der Klappenebene am Übergang von Vorhöfen und Ventrikeln und mündet neben der unteren Hohlvene in den rechten Vorhof.