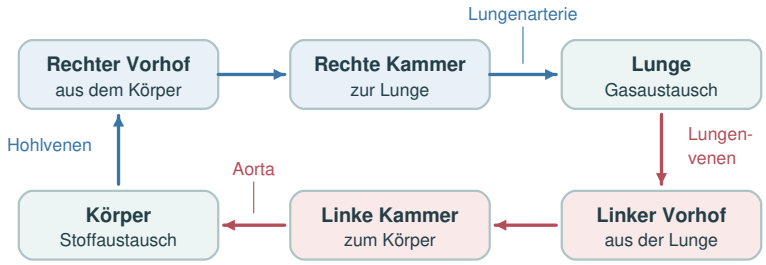
01 | WISSEN IM ZUSAMMENHANG

Das Herz verbindet zwei Kreisläufe

Stell dir den Weg eines roten Blutkörperchens vor: Es kommt aus dem Körper, fließt durch Herz und Lunge und gelangt wieder zurück. Der Weg erklärt, warum das Herz zwei miteinander arbeitende Seiten besitzt.



Blutweg als vereinfachter Kreislauf. Blau bedeutet sauerstoffärmer, Rot sauerstoffreicher. Die Kästen zeigen Stationen, keine anatomischen Formen.

1 · Blut verbindet die Organe

Das **Blut** transportiert Sauerstoff, Nährstoffe und Botenstoffe. Es nimmt Stoffwechselprodukte auf und verteilt Wärme. Seine flüssige Grundlage heißt **Blutplasma**. Darin befinden sich rote und weiße Blutzellen sowie Blutplättchen.

Rote Blutzellen enthalten Hämoglobin, das viel Sauerstoff binden kann. Weiße Blutzellen wirken bei der Abwehr mit. Blutplättchen unterstützen zusammen mit weiteren Blutbestandteilen den Verschluss verletzter Gefäße. Für den Transport braucht das Blut ein zusammenhängendes Gefäßsystem und einen Antrieb.

2 · Vier Räume mit verschiedenen Aufgaben

Das **Herz** ist ein muskuläres Organ im Brustraum. Jede Seite besitzt einen **Vorhof** und eine **Herzkammer**. Die Vorhöfe nehmen zurückströmendes Blut auf. Die Kammern treiben es weiter. Eine Scheidewand trennt die rechte von der linken Seite.

Die rechte Kammer pumpt in Richtung Lunge, die linke in Richtung Körper. Die Muskelwand der linken Kammer ist kräftiger, weil sie einen höheren Druck für den Körperkreislauf erzeugt. Herzkranzgefäße versorgen den Herzmuskel selbst.

3 · Der Blutweg bildet eine zusammenhängende Runde

Aus dem Körper gelangt Blut über die Hohlvenen zum rechten Vorhof und weiter in die rechte Kammer. Die Lungenarterie führt es zur Lunge. Nach dem Gasaustausch fließt es über die Lungenvenen zum linken Vorhof und in die linke Kammer.

Über die **Aorta**, die große Körperschlagader, gelangt es wieder in den Körper. Lungen- und Körperkreislauf sind hintereinandergeschaltet. In einer vollständigen Runde durchläuft das Blut beide Herzseiten und beide Austauschgebiete.

Das gehört zusammen: Rechtes Herz → Lunge → linkes Herz → Körper → rechtes Herz: Zwei Pumpseiten versorgen einen zusammenhängenden Kreislauf.

Öffne „Blutweg & Pumpfunktion“. Gehe mit „Weiter“ die Stationen durch und benenne, wohin das Blut als Nächstes fließt.

01 | ZUSAMMENHÄNGE VERTIEFEN

Ein Blutweg, zwei Pumpen, viele Versorgungswege

Die beiden Pumpen arbeiten in einer Runde

1. Rechte Herzkammer
Treibt das Blut in Richtung Lunge.

→

2. Lungenkapillaren
Sauerstoff gelangt ins Blut; CO_2 verlässt es.

→

3. Linke Herzkammer
Treibt das Blut zu den Körperorganen.

→

4. Körperkapillaren
Versorgen Gewebe; danach Rückweg zum rechten Herzen.

Zurück zum Ausgangspunkt: Der Ablauf beginnt erneut.

Der Kreislauf ist geschlossen. Vorhöfe und große Gefäße liegen zwischen den gezeigten Stationen.

Die Bezeichnungen **rechts** und **links** beziehen sich auf den Körper, zu dem das Herz gehört. In einer Vorderansicht liegt seine rechte Seite deshalb für dich links im Bild. Diese Orientierung hilft beim Drehen des Modells. Verfolge zunächst nur eine Seite: Blut kommt im Vorhof an, gelangt in die Kammer und verlässt das Herz über eine Arterie. Die Scheidewand verhindert im gewöhnlichen Blutweg, dass es direkt von einer Kammer zur anderen fließt. Der Weg zur anderen Herzseite führt über einen Kreislauf.

Im **Lungenkreislauf** erreicht das Blut die Austauschfläche der Lunge. Im **Körperkreislauf** verzweigen sich die Gefäße zu verschiedenen Organen. Ein Blutstropfen muss deshalb nicht nacheinander durch Gehirn, Hand und Darm fließen. Diese Gebiete liegen überwiegend an verschiedenen Ästen des Gefäßnetzes. Alle brauchen jedoch die Verbindung zu beiden Pumpen. Auf Dauer fördern rechte und linke Kammer ungefähr dieselbe Blutmenge. Würde eine Seite ständig viel mehr fördern, würde sich Blut dazwischen ansammeln. Die kräftigere Wand der linken Kammer bedeutet daher vor allem höheren erzeugten Druck, nicht grundsätzlich die doppelte Blutmenge.

Die Trennung der Kreisläufe erlaubt auch unterschiedliche Druckverhältnisse. Die Lunge liegt nahe am Herzen und besitzt empfindliche Austauschflächen. Der Körperkreislauf versorgt dagegen zahlreiche Gebiete über ein weites Netz. Beide Systeme brauchen Blutfluss, aber nicht denselben Antriebsdruck. Bau und Wandstärke der Kammern passen zu diesen unterschiedlichen Aufgaben.

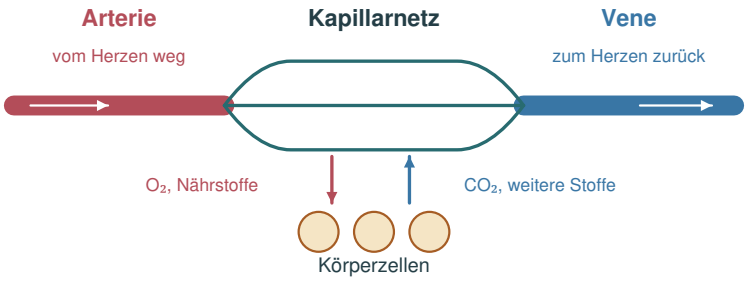
Eine Runde im Kopf verfolgen
Beginne gedanklich in der rechten Kammer. Bis du dort wieder ankommst, hast du Lunge, linkes Herz und ein Körpergebiet durchlaufen. Ein Blutstropfen aus einer Hand nimmt beim nächsten Umlauf nicht zwingend denselben Körperast. Das Gefäßnetz verteilt den Strom auf viele Wege.

Genau unterscheiden
Häufige Verwechslung: Das linke Herz pumpt doppelt so viel Blut wie das rechte. **So stimmt es:** Beide Kammern fördern im längeren Mittel etwa dieselbe Menge. Die linke Kammer erzeugt den höheren Druck für den Körperkreislauf.

02 | WISSEN IM ZUSAMMENHANG

Gefäße ermöglichen Transport und Austausch

Der kräftige Herzschlag allein versorgt noch keine Zelle. Dafür muss das Blut fein verteilt werden. Gefäße unterscheiden sich in ihrem Bau, ihrer Aufgabe und der Richtung, in der das Blut fließt.



Vom großen Gefäß zum Kapillarnetz und zurück: Austausch mit benachbarten Zellen. Pfeile zeigen den Blutweg und beispielhafte Stoffwege.

4 · Arterien und Venen nach der Richtung benennen

Arterien führen Blut vom Herzen weg. **Venen** führen es zum Herzen zurück. Im Körperkreislauf ist arterielles Blut meist sauerstoffreicher; in der Lungenarterie fließt sauerstoffärmeres Blut. Die Gefäßnamen beschreiben also zuerst die Flussrichtung.

Arterien besitzen kräftige, elastische Wände. Viele Venen haben Klappen, die den Rückstrom unterstützen. Wenn benachbarte Skelettmuskeln arbeiten, drücken sie Venen zusammen und helfen dem Blut auf seinem Weg zum Herzen.

5 · Kapillaren bringen Blut und Zellen zusammen

Arterien verzweigen sich in immer kleinere Gefäße. Die feinsten heißen **Kapillaren**. Ihre dünnen Wände liegen nahe an den Körperzellen. Zwischen Blut, Gewebsflüssigkeit und Zellen werden Stoffe ausgetauscht. Sauerstoff und Nährstoffe gelangen zu den Zellen, Kohlenstoffdioxid und weitere Stoffwechselprodukte zurück.

Viele kleine Gefäße schaffen eine große Austauschfläche. Nach den Kapillaren sammelt sich das Blut in zunehmend größeren Gefäßen. So verbindet das Netz eine große Transportstrecke mit kurzen Wegen zu einzelnen Zellen.

6 · Druck hält die Strömung in Gang

Blut fließt entlang eines **Druckunterschieds**. Das Herz erzeugt bei jedem Auswurf hohen Druck auf der arteriellen Seite. Durch die Gefäße sinkt der Druck nach und nach. Ihre Weite beeinflusst, wie leicht Blut durch einen Bereich strömen kann.

Der **Puls** ist eine Druckwelle in den Arterien. Er entsteht durch den Herzschlag und die elastischen Gefäßwände. Beim Sport werden besonders aktive Gewebe stärker durchblutet. Kreislauf und Stoffwechsel passen so ihre Leistungen aneinander an.

Das gehört zusammen: Gefäßrichtung bestimmt den Namen. Große Gefäße transportieren, Kapillaren ermöglichen Austausch, Druckunterschiede treiben die Strömung.

Verfolge im Blutweg die Stationen „Lungenkapillaren“ und „Körperkapillaren“. Vergleiche den Sauerstoffgehalt jeweils vor und nach dem Austausch.

02 | ZUSAMMENHÄNGE VERTIEFEN

Druckwelle, Blutstrom und Stoffaustausch unterscheiden

Vier Gefäßaufgaben im Zusammenhang

Arterien
Führen Blut vom Herzen weg; ihre Wände halten Druck aus.

Kapillaren
Bieten dünne Austauschflächen nahe bei Körperzellen.

Venen
Sammeln Blut und führen es zum Herzen zurück.

Lymphgefäße
Führen aufgenommene Gewebsflüssigkeit zum Blut zurück.

Die Kästen vergleichen Aufgaben; sie bilden keine vollständige anatomische Reihenfolge ab.

An einem Bach kannst du Wasser transportieren und gleichzeitig kleine Wellen beobachten. Auch im Kreislauf sind **Strömung** und **Druckwelle** verschiedene Vorgänge. Das Herz wirft Blut aus und dehnt dabei die elastischen großen Arterien etwas. Die Dehnung breitet sich als Pulswelle weiter aus. Wenn du einen Puls fühlst, kommt nicht bei jedem Schlag eine vollständig neue Blutportion aus dem Herzen an dieser Stelle an. Du fühlst die örtliche Veränderung der Gefäßwand. Beim anschließenden Zurückfedern der Arterien wird der Blutstrom auch zwischen den Auswürfen unterstützt.

Der eigentliche Austausch mit Geweben findet vor allem an **Kapillaren** statt. Sauerstoff tritt durch dünne Wände aus dem Blut und erreicht Zellen über die Flüssigkeit zwischen ihnen. Kohlenstoffdioxid bewegt sich insgesamt zurück. Auch Wasser gelangt zwischen Blut und Gewebe hin und her. Ein Teil der Gewebsflüssigkeit wird von **Lymphgefäßen** aufgenommen und später in den Blutkreislauf zurückgeführt. Arterien, Kapillaren, Venen und Lymphgefäße übernehmen somit ergänzende Aufgaben. Das erklärt, warum die Beschreibung „Das Herz bringt Sauerstoff zu den Zellen“ richtig, aber noch unvollständig ist: Die letzten kurzen Wege benötigen Austauschflächen und Gewebsflüssigkeit.

Die Gefäßwand ist selbst lebendes Gewebe. Kleine Arterien können ihre Weite durch Muskulatur verändern. Dadurch lässt sich die Verteilung des Blutstroms anpassen, etwa wenn arbeitende Muskeln mehr Versorgung benötigen. Gleichzeitig bleiben wichtige Organe auf eine ausreichende Durchblutung angewiesen. Der Kreislauf verteilt also fortlaufend zwischen mehreren Anforderungen.

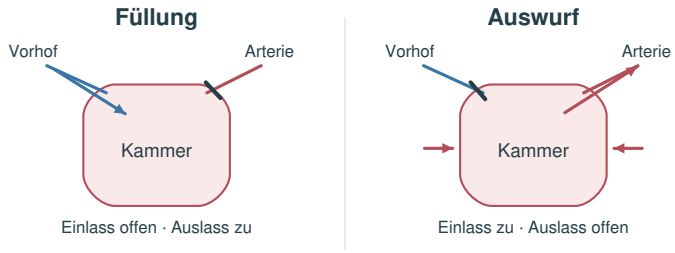
Sauerstoff braucht einen kurzen letzten Weg
Die Hand wird über Arterien versorgt. Im feinen Kapillarnetz wechselt Sauerstoff aus dem Blut ins Gewebe. Er erreicht die Zellen, ohne dass rote Blutzellen dafür das Gefäß verlassen. Das Blut sammelt sich anschließend in Venen. Seine Transportaufgabe und der Stoffaustausch gehören zusammen.

Genau unterscheiden
Häufige Verwechslung: Eine Vene enthält immer sauerstoffarmes Blut.
So stimmt es: Venen führen zum Herzen. Lungenvenen bringen sauerstoffreiches Blut von der Lunge zum linken Vorhof. Richtung und Sauerstoffgehalt sind verschiedene Merkmale.

03 | WISSEN IM ZUSAMMENHANG

Wie das Herz den Blutstrom antreibt

Lege gedanklich eine Pumpe mit Ein- und Auslass vor dich. Beim Herzen wechseln Füllung und Auswurf fortlaufend. Klappen, elektrische Signale und Muskelarbeit machen daraus einen gerichteten Blutstrom.



Vereinfachte Kammerphasen: Füllung und Auswurf. Klappenstellungen hängen von Druckunterschieden ab. Zwischenphasen sind im Text beschrieben.

7 · Füllen, anspannen und auswerfen

Während der **Diastole** entspannen sich die Herzkammern und füllen sich. Beim Zusammenziehen, der **Systole**, steigt der Druck in den Kammern. Zunächst schließen sich die Klappen zwischen Vorhöfen und Kammern. Sobald der Kammerdruck hoch genug ist, öffnen sich die Klappen zu den großen Arterien.

Herzklappen reagieren auf Druckunterschiede. Sie halten die Strömung in der passenden Richtung. Nach dem Auswurf entspannen sich die Kammern erneut. Die Auslassklappen schließen, anschließend beginnt die nächste Füllung.

8 · Elektrische Signale ordnen den Ablauf

Spezialisierte Zellen im **Sinusknoten** erzeugen regelmäßig elektrische Signale. Diese breiten sich über die Vorhöfe aus. Eine kurze Verzögerung an einer weiteren Schaltstelle hilft, Vorhof- und Kammerarbeit zeitlich abzustimmen. Danach erreicht das Signal die Kammermuskulatur.

Das Herz besitzt damit einen eigenen Rhythmus. Nervensystem und Hormone verändern seine Geschwindigkeit und Kraft passend zur Situation. Bei Bewegung kann das Herz mehr Blut pro Minute fördern; in Ruhe sinkt der Bedarf vieler Gewebe.

9 · Herzleistung mit Zahlen verstehen

Die Blutmenge pro Schlag heißt **Schlagvolumen**. Die Schlagzahl pro Minute heißt **Herzfrequenz**. Beide zusammen bestimmen das **Herzzeitvolumen**, also die Fördermenge einer Kammer pro Minute. Für ein Rechenbeispiel gilt:

Herzzeitvolumen = Herzfrequenz · Schlagvolumen
Herzzeitvolumen = 70/min · 70 ml
Herzzeitvolumen = 4 900 ml/min = 4,9 l/min

Die Zahlen sind Beispielwerte. Beide Kreisläufe fördern im längerfristigen Mittel dieselbe Menge, weil das Blut nacheinander durch beide fließt. Lunge, Herz und Körperzellen bilden eine gemeinsame Versorgungskette.

Das gehört zusammen: Elektrische Signale koordinieren den Herzmuskel. Druckunterschiede bewegen die Klappen, und Herzfrequenz mal Schlagvolumen ergibt die Fördermenge pro Minute.

Fachbücher und Quellen stehen auf Seite 7. Die Onlinefassung verlinkt außerdem die passenden Lehrbuchkapitel.

03 | ZUSAMMENHÄNGE VERTIEFEN

Pumpenleistung gezielt vergleichen

Vom Signal zum Auswurf

1. Elektrische Erregung
Aktiviert die Kammermuskulatur.
→
2. Muskel zieht sich zusammen
Der Druck in der Kammer steigt.
→
3. Auslassklappe öffnet
Wenn der Kammerdruck den Arteriendruck übersteigt.
→
4. Blut wird ausgeworfen
Die Kammer fördert Blut in ihren Kreislauf.

Die Darstellung erklärt den Beginn der Austreibungsphase; danach folgen Entspannung und neue Füllung.

Der **Sinusknoten** enthält spezialisierte Zellen, die regelmäßig elektrische Erregungen bilden. Die Erregung breitet sich über die Vorhöfe aus. Am **AV-Knoten**, einer Schaltstelle zwischen Vorhöfen und Kammern, wird sie kurz verzögert. Danach erreicht sie über besondere Leitungsbahnen die Kammermuskulatur. So wird die Muskelarbeit zeitlich abgestimmt: Die Vorhöfe unterstützen die Füllung, bevor die Kammern Blut auswerfen. Das Herz braucht für jeden einzelnen Schlag keinen neuen bewussten Befehl aus dem Gehirn. Nervensystem und Hormone passen seinen eigenen Rhythmus und seine Schlagkraft aber an den Bedarf an.

Während der **Systole** ziehen sich die Kammern zusammen. Zunächst steigt bei geschlossenen Klappen der Druck. Übersteigt er den Druck in den großen Arterien, öffnen sich die Auslassklappen und Blut wird ausgeworfen. In der anschließenden **Diastole** entspannen sich die Kammern und füllen sich wieder. Ausreichende Füllzeit ist wichtig: Sehr viele Schläge bedeuten deshalb nicht unbegrenzt mehr Fördermenge. Bei körperlicher Arbeit können Herzfrequenz und Schlagvolumen gemeinsam zunehmen. Der Körper passt zugleich die Durchblutung verschiedener Gewebe an. Elektrische Erregung, Muskelkraft, Klappenstellung und Blutströmung sind aufeinander bezogen; sie beschreiben verschiedene Teile derselben Pumpenarbeit.

Auch der Herzmuskel benötigt für seine dauernde Arbeit Sauerstoff und Nährstoffe. Dafür besitzt er die **Herzkranzgefäße**. Das Blut im Inneren der Herzhöhlen allein versorgt die dicke Muskelwand nicht ausreichend. Die Pumpe ist somit gleichzeitig ein Organ, das den Kreislauf antreibt, und ein Gewebe, das von diesem Kreislauf versorgt wird.

Zwei Einstellungen ergeben dieselbe Fördermenge
Herzzeitvolumen = Herzfrequenz · Schlagvolumen
Herzzeitvolumen = 60/min · 80 ml
Herzzeitvolumen = 4 800 ml/min = 4,8 l/min
Vergleich bei anderer Einstellung:
Herzzeitvolumen = 80/min · 60 ml
Herzzeitvolumen = 4 800 ml/min = 4,8 l/min
Die Beispielwerte ergeben dieselbe Fördermenge. Sie sind keine persönlichen Messwerte.

Genau unterscheiden
Häufige Verwechslung: Mehr Herzschläge bedeuten immer eine bessere Versorgung.
So stimmt es: Die Fördermenge hängt auch vom Schlagvolumen und von ausreichender Füllung ab. Der echte Kreislauf lässt sich nicht mit nur einer Zahl beurteilen.

Wissen anwenden und weiterdenken

Drei ergänzende Entdeckeraufträge. Erkläre deine Beobachtungen mit den Zusammenhängen aus dem Wissenstext.

1 · Blutweg & Pumpfunktion

Ausprobieren: Öffne den Blutweg und gehe mit „Weiter →“ einmal durch alle Stationen. Drehe das Herz bei den beiden Herzkammern.

Beobachten: Welche Station verbindet das rechte mit dem linken Herzen? Wo verlässt das Blut das Herzmodell?

Erklären: Warum braucht ein geschlossener Kreislauf beide Pumpen und zwei Austauschgebiete?

Modellgrenze: Der markierte Tropfen zeigt eine Route. In Wirklichkeit strömt Blut gleichzeitig durch viele Gefäßäste.

2 · Blutweg & Pumpfunktion

Ausprobieren: Wähle nacheinander „Lungenkapillaren“ und „Körperkapillaren“ in der Stationsliste.

Beobachten: In welchem Austauschgebiet nimmt das Blut Sauerstoff auf, in welchem gibt es ihn ab?

Erklären: Warum bleibt der Gefäßname „Vene“ richtig, auch wenn der Sauerstoffgehalt wechselt?

Modellgrenze: Blau ist eine Modellfarbe für sauerstoffärmeres Blut. Blut ist auch dann rot; Lymphgefäße sind in diesem Blutweg nicht dargestellt.

3 · Blutweg & Pumpfunktion

Ausprobieren: Stelle Herzfrequenz und Schlagvolumen zuerst auf 60 und 80, danach auf 80 und 60.

Beobachten: Vergleiche die angezeigten Liter pro Minute. Verändere danach nur die Herzfrequenz.

Erklären: Warum können unterschiedliche Einstellungen dasselbe Herzzeitvolumen ergeben?

Modellgrenze: Die Regler sind ein Rechenmodell. Sie bilden keine vollständige Belastungsreaktion oder persönliche Messung ab.

Interaktive Werkstatt öffnen →

Fachliche Quellen und weiterführende Literatur

Anatomy and Physiology 2e
Taschenatlas Physiologie