

Kapitel 49

Kreislaufsysteme: Pumpen, Gefäße und Blut

- Der metabolische Bedarf der Zellen kleiner oder einfach gebauter wasserlebender Tiere wird durch direkten Materialaustausch mit dem externen Milieu gedeckt. Der metabolische Bedarf der Zellen größerer und komplexer Tiere wird mithilfe eines Kreislaufsystems gedeckt, das Nährstoff, Atemgase und Abfallstoffe durch den Körper transportiert.
- In offenen Kreislaufsystemen verlässt die Hämolymphe die Gefäße und sickert durch den Körper.
[Siehe Abbildung 49.1](#)
- In geschlossenen Kreislaufsystemen zirkuliert das Blut in Gefäßen.
[Siehe Abbildung 49.2](#)

Kreislaufsysteme bei Wirbeltieren

- Die Kreislaufsysteme von Wirbeltieren bestehen aus einem Herzen und einem geschlossenen System von Gefäßen, die Blut enthalten, das von der Gewebeflüssigkeit getrennt ist. Arterien und Arteriolen führen Blut weg vom Herzen, in den Kapillaren findet der Austausch zwischen Blut und Gewebeflüssigkeit statt, Venen und Venolen führen Blut zum Herzen zurück.
- Die Evolution des Wirbeltierherzens beginnt mit zwei Kammern beim Fisch und führt über ein Drei-Kammer-System bei Amphibien und den meisten Reptilien zum vierkammerigen Herzen bei Krokodilen, Säugern und Vögeln. Dieser stammesgeschichtliche Trend hat zu einer immer weitergehenden Trennung zwischen dem Blutstrom, der zu den Gas austauschenden Organen geleitet wird, und dem Blutstrom in den übrigen Körper geführt.
Siehe Schemazeichnungen im Text und [Aktivität 49.1](#)
- Bei Vögeln und Säugern zirkuliert Blut durch zwei Kreisläufe: den Lungen- und den Körperkreislauf.

Das menschliche Herz: Zwei Pumpen in einem Organ

- Das menschliche Herz hat vier Kammern. Klappen im Herzen verhindern den Rückfluss des Blutes.
[Siehe Abbildung 49.3](#) und [Aktivität 49.2](#)
- Der Herzzyklus hat zwei Phasen: die Systole, in der sich die Ventrikel kontrahieren, und die Diastole, in der die Ventrikel erschlaffen. Die aufeinanderfolgenden Herztöne („lab-dab“) werden vom Schließen der Herzklappen hervorgerufen.
[Siehe Abbildung 49.4](#) und [Tutorium 49.1](#)
- Der Blutdruck lässt sich mithilfe eines Sphygmomanometers und eines Stethoskops messen.
[Siehe Abbildung 49.5](#)
- Das autonome Nervensystem kontrolliert die Herzfrequenz: Aktivität des sympathischen Systems erhöht sie, Aktivität des parasympathischen Systems verringert sie. Ursache sind die unterschiedlichen Wirkungen von Noradrenalin beziehungsweise Acetylcholin auf die Feuerrate der Schrittmacherzellen.
[Siehe Abbildung 49.6](#)

- Der Sinusknoten kontrolliert den Herzzyklus durch Auslösen einer Depolarisationswelle in den Vorhöfen, die durch ein System, bestehend aus Atrioventrikularknoten (AV-Knoten), His-Bündel und Purkinje-Fasern, weitergeleitet wird.
[Siehe Abbildung 49.7](#)
- Die anhaltende Kontraktion der ventrikulären Muskelzellen ist eine Folge der langen Aktionspotenziale, die von spannungsgesteuerten Calciumkanälen hervorgerufen werden.
[Siehe Abbildung 49.8](#)
- Ein EKG registriert elektrische Ereignisse, die mit Kontraktion und Erschlaffung der Herzmuskulatur einhergehen.
[Siehe Abbildung 49.9](#)

Das Gefäßsystem: Arterien, Kapillaren und Venen

- Arterien und Arteriolen weisen einen großen Anteil elastischer Bindegewebsfasern auf, die ihnen erlauben, hohem Druck zu widerstehen. Zahlreiche glatte Muskelzellen ermöglichen diesen Gefäßen, ihren Durchmesser zu verändern. Damit verändern sich ihr Strömungswiderstand und gleichzeitig der Blutfluss.
[Siehe Abbildung 49.10](#) und [Aktivität 49.3](#)
- Die Kapillarbetten sind die Orte des Materialaustauschs zwischen Blut und Gewebeflüssigkeit.
- Die Starling-Hypothese bietet eine Erklärung für den Austausch von Flüssigkeiten zwischen Blut und Geweben, die auf dem Gleichgewicht zwischen Blutdruck und osmotischem Druck in den Kapillaren basiert. Diese Hypothese wurde kürzlich erweitert.
[Siehe Abbildung 49.12](#)
- Die Fähigkeit bestimmter Moleküle, eine Kapillarwand zu passieren, hängt vom Bau der Kapillare, dem Substanztyp und dem Konzentrationsgradienten zwischen Blut und Gewebeflüssigkeit ab.
- Venen haben eine hohe Speicherkapazität für Blut. Unterstützt von der Schwerkraft, von Kontraktionen der Skelettmuskulatur und der Atemtätigkeit führen sie Blut zum Herzen zurück.
[Siehe Abbildung 49.13](#)
- Das Lymphsystem führt Gewebeflüssigkeit ins Blut zurück.
- Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind für rund die Hälfte aller Todesfälle in Europa und den Vereinigten Staaten verantwortlich.

Blut: Ein flüssiges Bindegewebe

- Blut lässt sich in einen Plasmaanteil (Wasser, Salze und Proteine) und einen zellulären Anteil (rote Blutzellen, weiße Blutzellen und Blutplättchen) unterteilen. Sämtliche zellulären Komponenten werden von adulten Stammzellen im Knochenmark gebildet.
[Siehe Abbildung 49.15](#)
- Rote Blutzellen transportieren Atemgase. Ihre Bildung im roten Knochenmark wird vom Hormon Erythropoietin (EPO) angeregt, das in Reaktion auf Hypoxie (Sauerstoffmangel) im Nierengewebe produziert wird.
- Gemeinsam mit zirkulierenden Proteinen sind Blutplättchen an der Blutgerinnung beteiligt.
[Siehe Abbildung 49.16](#)
- Blutplasma ist eine komplexe Lösung, die Gase, Ionen, Nährstoffmoleküle, Proteine und andere Moleküle enthält.

Kontrolle und Regulation des Kreislaufsystems

- Der Blutfluss durch die Kapillarbetten wird durch lokale autoregulatorische Mechanismen, Hormone und das autonome Nervensystem kontrolliert.
[Siehe Abbildung 49.17](#)
- Der Blutdruck wird zum Teil von den Hormonen Vasopressin und Angiotensin kontrolliert, die eine Verengung der Blutgefäße bewirken.
[Siehe Abbildung 49.18](#)
- Die Herzfrequenz (Puls) wird vom autonomen Nervensystem kontrolliert, das auf Informationen über Blutdruck und Blutchemie reagiert, die vom Kreislaufzentrum in der Medulla integriert werden.
[Siehe Abbildung 49.19](#)
- Tauchende Säuger verlängern ihre Tauchzeiten, indem sie während eines Tauchgangs ihre Herzfrequenz senken (Tauchreflex).
[Siehe Abbildung 49.20](#)