

# 1 Einführung in die Grundlagen der Psychokardiologie

## 1.1 Psychokardiologie – die Interaktion zwischen Herz und Psyche

### Kernaussagen

- Psychische Belastungen wie Stress, Angst und Depression können die Herzgesundheit beeinträchtigen, während Herzerkrankungen umgekehrt das psychische Wohlbefinden erheblich belasten.
- Aufgrund der engen Verbindung zwischen psychischen und kardiovaskulären Erkrankungen hat sich die Psychokardiologie als ein medizinisches Fachgebiet entwickelt, das biologische, psychische und soziale Einflussfaktoren in der Herzmedizin berücksichtigt.

### Fallbeispiel

Stellen Sie sich vor, Sie sitzen in einer Theateraufführung und spüren, wie sich ein Unwohlsein in Ihrem Körper ausbreitet. Der Versuch, tief einzuatmen, scheitert. Ihnen wird schlecht, der Kiefer verspannt sich. Unruhig wechseln Sie Ihre Körperposition, versuchen, sich auf den Atem zu konzentrieren. Auf der Stirn spüren Sie, wie kalter Schweiß am Haarsatz klebt. Der Beginn einer Grippe? Schon heute früh hatten Sie das Gefühl, kaum aus dem Bett gekommen zu sein und der Kaffee am Morgen schmeckte bitterer als sonst. Die Schmerzen im Oberbauch werden unerträglich. »Was ist nur mit mir los?«, fragen Sie sich. Der Versuch, sich auf das Theater zu konzentrieren, erstickt im Keim. Hilflosigkeit macht sich breit. Plötzlich überkommt Sie das Gefühl, sich übergeben zu müssen, Sie wollen nur noch raus. Frische Luft! Sie tippen Ihrer Freundin auf dem Stuhl nebenan auf die Schulter und zeigen an, dass Sie aufstehen wollen. Sie schaut Sie mit einem besorgten Gesichtsausdruck an und lässt Sie an sich vorbei gehen. Noch drei Schritte, dann erreichen Sie die Türe. Nur noch raus! Ihre Beine zittern und fühlen sich an wie Blei. Noch einen Schritt – der Raum verschwimmt und Sie haben das Gefühl, von einem schwarzen Sog in die Tiefe gezogen zu werden. Ist das der Tod? Dann wird alles Schwarz.

Wie aus dem Beispiel hervorgeht, stehen Herz, Psyche und soziale Umwelt in einem engen Wechselspiel. Diese Erkenntnisse wurden schon in vorchristlichen

Zeiten vermutet. Im Alten Ägypten galt das Herz als so bedeutsam, dass es als einziges inneres Organ mit ins Grab gelegt wurde (1). In der griechischen Antike betrachtete Aristoteles (384–322 v. Chr.) das Herz als den »Sitz der Seele« und den Ursprung von Gedanken, Empfindungen und Bewegungen, während er dem Gehirn lediglich die Aufgabe zuschrieb, das Blut zu kühlen (2). Über die Jahrhunderte hinweg inspirierte das Herz Kunst und Literatur zahlreicher Kulturen. William Shakespeare (1564–1616) betonte seine emotionale Bedeutung: »Der Kummer, der nicht spricht, nagt am Herzen, bis es bricht« (3). Das Herz gilt als universelles Symbol für Liebe, Verbundenheit, Moral und persönliche Werte (1).

Erst in den 1970er Jahren begann die Wissenschaft, diese enge Verbindung zwischen Herz und Psyche systematisch zu erforschen: Die Psychokardiologie entwickelte sich als interdisziplinäres Feld und hat seither einen deutlichen Aufschwung erlebt (4). Sie untersucht die Wechselwirkung zwischen Herz, Psyche und sozialer Umwelt und stützt sich auf das bio-psycho-soziale Modell, nach dem Gesundheit nicht nur von biologischen, sondern auch von psychologischen und sozialen Faktoren beeinflusst wird (5). Die Relevanz der Psychokardiologie zeigt sich nicht nur in ihrem interdisziplinären Ansatz, sondern auch in den aktuellen gesundheitlichen Herausforderungen. Die Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen Herz, Psyche und sozialer Umwelt rückten unter anderem deshalb in den Vordergrund, weil Herz-Kreislauf-Erkrankungen (HKEs) in der westlichen Bevölkerung die häufigste Todesursache darstellen und für rund 10% aller Krankenhauseinweisungen verantwortlich sind. Allein im Jahre 2023 verstarben in Deutschland insgesamt 348.312 Menschen an einer HKE. Zudem gewinnen die Prävention und Behandlung kardiovaskulärer Erkrankungen angesichts des demografischen Wandels und ihrer zunehmenden Häufigkeit im höheren Lebensalter kontinuierlich an Bedeutung (6).

Die Framingham-Studie, die 1948 ins Leben gerufen wurde und bis heute fortgeführt wird, gilt als eine der ersten umfassenden medizinischen Untersuchungen zu den Ursachen von Herzerkrankungen. Sie identifizierte Risikofaktoren (RFs) wie Rauchen, arterielle Hypertonie und Diabetes mellitus, die die Grundlage für moderne Präventionsstrategien und -richtlinien bildeten (7). In ähnlicher Weise brachte die INTERHEART-Studie, eine weltweit durchgeführte Fall-Kontroll-Studie aus den späten 1990er Jahren, wichtige Erkenntnisse. Sie bestätigte nicht nur die RFs der Framingham-Studie, sondern hob auch die Bedeutung psychosozialer Belastungen hervor, die als dritt wichtigster RF für Myokardinfarkte (MI) identifiziert wurden (8).

HKEs sind häufig mit erheblicher psychischer Belastung verbunden – sowohl für die Betroffenen selbst als auch für deren Angehörige. Dabei betrifft dies nicht nur eine einzelne Diagnose, sondern ein breites Spektrum kardialer Erkrankungen, medizinischer Eingriffe und kritischer Ereignisse. So zeigen sich etwa nach einem akuten Koronarsyndrom (ACS) erhöhte Raten für Depressionen (23,6 %), Angststörungen (12,0 %) und Posttraumatische Belastungsstörung (PTBS) (10,3 %) (9). Bei bestimmten Personengruppen traten Depression und Angst deutlich häufiger auf – darunter Frauen (29,9%), Personen mit arterieller Hypertonie oder Diabetes mellitus (jeweils 25,0%) oder Hyperlipidämie (29,0%), sowie Raucher (25,2%). Die höchsten Depressionsraten fanden sich bei unverheirateten Personen (35,4%) und

besonders bei Menschen mit einer früheren depressiven Episode (57,4%) (9). Auch bei Herzinsuffizienz (HI) sind depressive Symptome mit einer Prävalenz von 41,9 % weit verbreitet (10). Patienten mit implantierbarem Kardioverter-Defibrillator (ICD) erleben vermehrt psychische Belastungen – insbesondere nach Schockabgaben – mit deutlich erhöhten Raten für Angst (22,6 %), Depression (15,4 %) und PTBS (12,4 %) (11). Früh identifizierbare Prädiktoren für die Entwicklung einer PTBS in dieser Population sind weibliches Geschlecht, eine ausgeprägte peritraumatische Dissoziation und depressive Symptome. Für einen chronischen Verlauf gelten insbesondere ein niedriger Bildungsstand sowie das frühe Vorliegen von PTBS-Symptomen als bedeutsame RFs (12). Ähnliche psychische Reaktionen zeigen sich nach Reanimationen bzw. Herzstillstand – mit Prävalenzen von etwa 19 % für Depressionen, 26 % für Angststörungen und rund 20 % für PTBS (13) – sowie nach komplexen Eingriffen wie Bypass- oder Herzklappenoperationen, wobei postoperativ etwa ein Drittel der Patienten klinisch relevante Depressions- oder Angstsymptome aufweist und bis zu 44 % Anzeichen einer PTBS entwickeln können (14–15). Auch Patienten mit angeborenen Herzfehlern (AHF) oder Patienten nach Herztransplantationen weisen ein ähnlich hohes Risiko für psychische Komorbiditäten auf (16). Diese psychischen Folgeerscheinungen können wiederum das Auftreten von kardialen Erkrankungen wie z. B. einem akuten MI oder Herzrhythmusstörungen (HRSTs) begünstigen, die den Krankheitsverlauf erheblich verschlechtern, zur längeren Hospitalisationsdauer führen und die Sterblichkeit erhöhen (17). Als Folge des Wissenszuwachses resultierten ein besseres Verständnis und die Möglichkeit für eine ganzheitliche Behandlung für Betroffene. Mittlerweile sind psychosoziale Faktoren fester Bestandteil der Leitlinien zur Prävention und Behandlung kardiovaskulärer Erkrankungen und spielen eine zentrale Rolle in der herzmedizinischen Therapie (18).

### Merke

Die Psychokardiologie ist ein Teilgebiet der Psychosomatik. Sie beruht auf dem bio-psycho-sozialen Modell und untersucht die Wechselwirkung zwischen dem Herzen und der Psyche (► Abb. 1.1).

► Abb. 1.1 zeigt die Herz-Psyche-Interaktionen mit den verschiedenen bio-psycho-sozialen Faktoren, die eine HKE begünstigen können. Auf die RFs wird im Kapitel 2 (► Kap. 2.1) näher eingegangen. Eine HKE kann einerseits durch die vernichtenden Schmerzen und den lebensbedrohlichen Zustand zu einem Verlust des Herzvertrauens, zu Ängsten, einem Gefühl anhaltender Bedrohung und starkem Kontrollverlust führen, was wiederum die Entwicklung einer psychischen Erkrankung wie etwa einer affektiven Störung oder einer Traumafolgestörung begünstigen kann. Andererseits wirkt sich eine psychische Erkrankung wiederum ungünstig durch biologische, verhaltensbezogene und soziale Vermittlungswege auf die kardiovaskuläre Erkrankung aus. Durch diese Kardiotoxizität können eine verfrühte Mortalität, erhöhte Morbidität und Komplikationen sowie ein schlechterer Krankheitsverlauf verzeichnet werden (20).

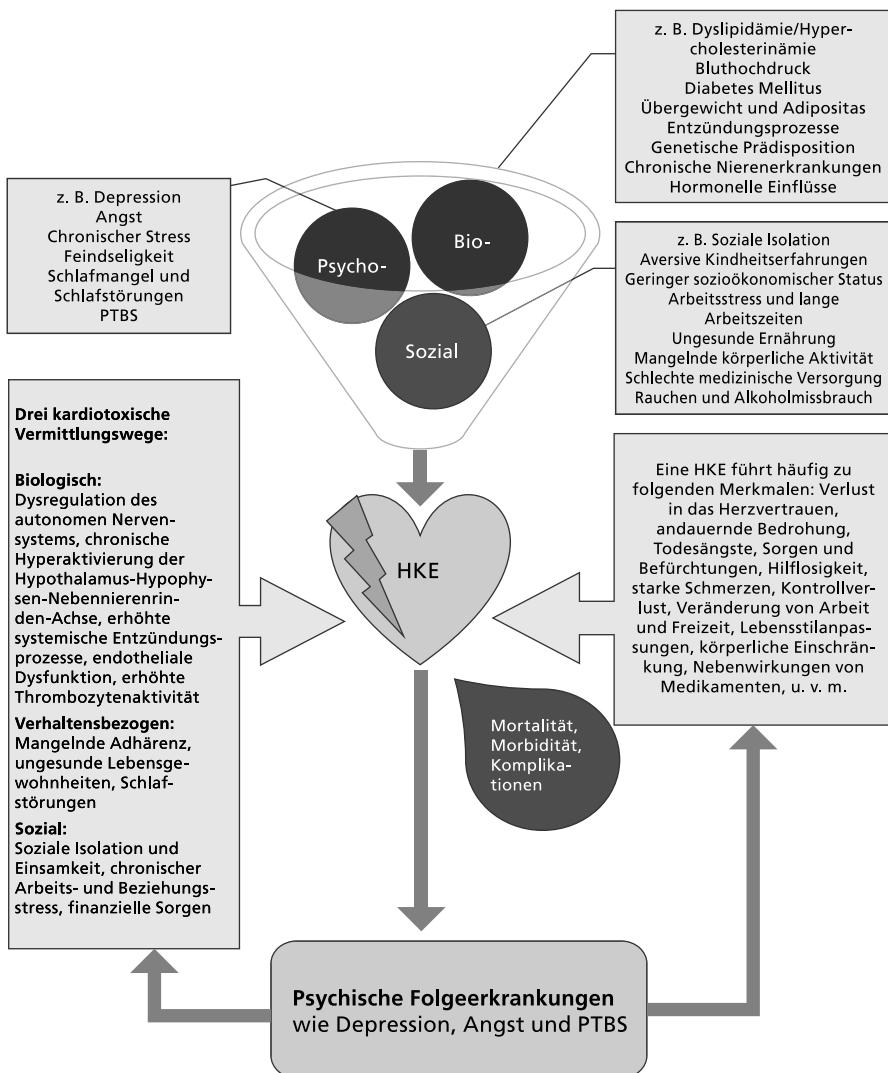


Abb. 1.1: Herz-Psyche-Interaktion (HKE = Herz-Kreislauf-Erkrankung, PTBS = Posttraumatische Belastungsstörung) (18)

## 1.2 Einführung in das Herz-Kreislauf-System

### Kernaussagen

- Das Herz arbeitet als zentrale Druck- und Saugpumpe und gewährleistet durch kontinuierliche Kontraktion die Aufrechterhaltung des systemischen und pulmonalen Blutkreislaufs. So wird die bedarfsgerechte Versorgung aller Organe mit Sauerstoff und metabolischen Substraten sichergestellt.
- Die autonome Aktivität des Herzens basiert auf der Erregungsbildung und -leitung im Myokard (Sinusknoten, AV-Knoten etc.), wird jedoch über das vegetative Nervensystem moduliert – mit sympathischer Stimulation (z. B. Frequenzsteigerung) und parasympathischer Hemmung (z. B. Frequenzsenkung) über den Nervus vagus.

Die zentrale Rolle des Herzens zeigt sich in seiner Funktion als Motor der systemischen Zirkulation. Bei einem Herzstillstand setzt die Blutzirkulation sofort aus, wodurch die betroffene Person nach wenigen Sekunden das Bewusstsein verliert. Bleibt eine Behandlung aus, entstehen bereits nach drei bis acht Minuten dauerhafte Sauerstoffmangel- und Durchblutungsstörungen im Gehirn, die in der Regel tödlich verlaufen. Auch subakute und chronische Herzerkrankungen können die Blutzirkulation deutlich beeinträchtigen und schwerwiegende gesundheitliche Folgen verursachen (19).

Da psychokardiologische Fragestellungen auf kardiovaskulären Krankheitsprozessen aufbauen, werden zunächst die anatomischen und physiologischen Grundlagen des Herz-Kreislauf-Systems (HKS) vermittelt, bevor spezifische Erkrankungen und deren Therapie betrachtet werden.

### 1.2.1 Anatomie des Herzens

Das Herz eines Erwachsenen ist ungefähr faustgroß und wiegt rund 300 Gramm. Etwa zwei Drittel befinden sich links und ein Drittel rechts vom Brustbein. Direkt hinter dem Brustbein und den Rippen gelegen wird es dadurch vor Stößen und Verletzungen geschützt. Es besteht aus einem hohlen Muskel und ist durch eine Scheidewand in eine rechte und eine linke Hälfte unterteilt. Das Herz besteht aus zwei Ventrikeln (Herzkammern) und zwei Atrien (Vorhöfen). Die Atrien befinden sich im oberen Teil des Herzens und dienen als Sammelräume für das Blut. Die Ventrikel liegen im unteren Teil des Herzens und sind für die Pumpleistung verantwortlich. ► Abb. 1.2 zeigt die wichtigsten anatomischen Merkmale des Herzens (21).

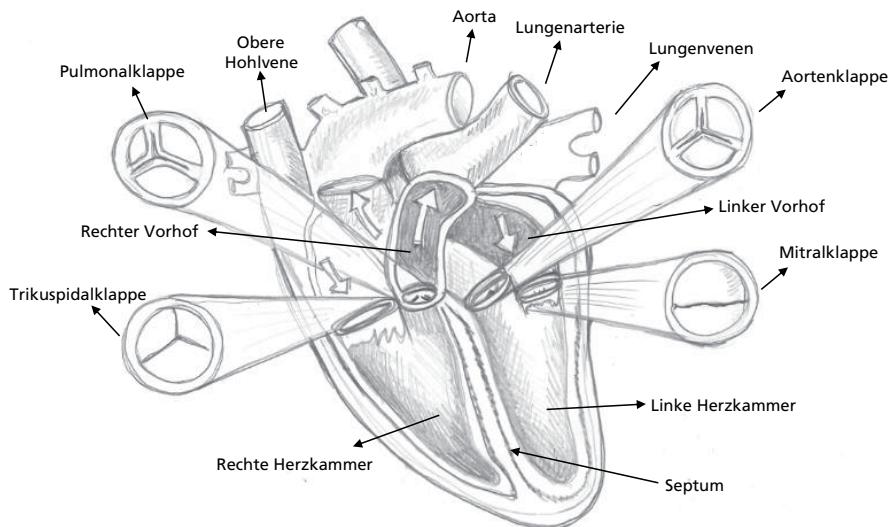


Abb. 1.2: Anatomie des Herzens (21) (gezeichnet von Emi Meyer im März 2025)

## 1.2.2 Funktion des Herzens

Im Durchschnitt schlägt das Herz eines Menschen rund 100.000-mal am Tag und pumpt dabei etwa 7.000 Liter Blut durch den Körper. Dabei versorgt es den Körper mit Sauerstoff und lebenswichtigen Nährstoffen, die über das Blut transportiert werden. Dazu gehören insbesondere Glukose und Fettsäuren, die als Hauptenergiequellen für die Zellen dienen, sowie Aminosäuren, die für den Zellaufbau und Reparaturprozesse benötigt werden. Zudem versorgt das Blut die Organe mit Vitaminen wie B-Vitaminen, die für den Energiestoffwechsel relevant sind, und Mineralstoffen wie Eisen, das für die Sauerstoffbindung im Hämoglobin notwendig ist, sowie Kalium, Magnesium und Natrium, die für die Funktion von Nerven und Muskeln, einschließlich des Herzmuskels, benötigt werden. Auch Hormone und Enzyme, die verschiedene Stoffwechselprozesse steuern, werden durch das HKS zu den Zielorganen transportiert. Damit gewährleistet das Herz nicht nur die Sauerstoffversorgung, sondern auch eine optimale Verteilung aller Substanzen, die für den Zellstoffwechsel und die Funktionsfähigkeit des gesamten Körpers notwendig sind (23).

## 1.2.3 Blutkreislauf

Der Blutkreislauf gliedert sich in den systemischen (»großen«) Kreislauf und den pulmonalen (»kleinen«) Kreislauf. Eine uneingeschränkte Durchblutung ist nur möglich, wenn die Gefäße nicht durch Atherosklerose verengt sind und ihre Elastizität erhalten bleibt (23).

## Der systemische Kreislauf und der pulmonale Kreislauf

Der *systemische Kreislauf* beginnt mit der Systole des linken Ventrikels, bei der sauerstoffreiches Blut über die Aortenklappe in die Aorta gepumpt wird. Von dort aus verzweigen sich die Arterien in immer kleinere Arteriolen, die den Blutfluss zu den Kapillaren in den verschiedenen Organen und Geweben leiten. In den Kapillarnetzen erfolgt der gasaustauschabhängige Stoffwechselaustausch, bei dem Sauerstoff ( $O_2$ ) und Nährstoffe wie Glukose, Fettsäuren, Aminosäuren, Elektrolyte und Vitamine aus dem Blut in die Gewebezellen diffundieren (verteilen). Gleichzeitig werden Kohlendioxid ( $CO_2$ ) und Stoffwechselendprodukte aus den Zellen in das Blut aufgenommen.

Nach dem Kapillaraustausch fließt das nun *sauerstoffarme*, kohlendioxidreiche Blut über die Venolen in größere Venen zurück. Diese münden schließlich in die beiden großen Hohlvenen, die Vena cava superior (führt Blut aus Kopf, Hals und oberen Extremitäten) und die Vena cava inferior (führt Blut aus den unteren Körperregionen). Beide Venen transportieren das venöse Blut zurück in den rechten Vorhof des Herzens, wo der *pulmonale Kreislauf* beginnt. Von dort wird das Blut über die Lungenarterien in die Lunge gepumpt, wo Kohlendioxid abgegeben und Sauerstoff aufgenommen wird. Anschließend gelangt das mit Sauerstoff angereicherte Blut über die Lungenvenen zurück in den linken Vorhof zum systemischen Kreislauf (26).

### Merke

Der linke Ventrikel ist stärker als der rechte. Er muss das Blut mit hoher Kraft durch den gesamten Körper pumpen, während der rechte Ventrikel nur die Lunge versorgt (21).

### 1.2.4 Herzkratzgefäß

Zur Aufrechterhaltung seiner Funktion benötigt das Herz eine ausreichende Blutversorgung. Diese wird durch die Herzkratzgefäß, die sogenannten Koronararterien, gewährleistet, die aus der Aorta abgehen und den Herzmuskel mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgen. Wichtige Koronararterien sind folgende:

- *Rechte Koronararterie (RCA)* – versorgt vor allem die rechte Herzhälfte und Teile der Hinterwand
- *Ramus interventricularis anterior (RIVA/LAD)* – Ast der linken Koronararterie, der eine zentrale Rolle in der Versorgung der Vorderwand und der Spitze des Herzens spielt
- *Ramus circumflexus (RCX/LCX)* – Ast der linken Koronararterie, der seitliche und hintere Abschnitte des Herzens versorgt

Zwischen den Vorhöfen und Ventrikeln sowie den Ventrikeln und den großen Gefäßen des Herzens befinden sich besondere Verschlusseinrichtungen: die Herzklappen (21).

### 1.2.5 Herzklappenfunktion

Das Herz verfügt über vier Klappen (► Abb. 1.2), die wie Ventile wirken und den Blutstrom nur in eine Richtung passieren lassen. Die Segelklappen (Trikuspidal- und Mitralklappe) sind über Chordae tendineae (sehnenartige Fäden aus Bindegewebe) und Papillarmuskeln fixiert und sichern so den Rückfluss in die Vorhöfe ab, während die Taschenklappen (Pulmonal- und Aortenklappe) durch halbmondförmige Taschenklappenränder den Rückstrom aus den großen Arterien verhindern. Ihr Öffnen und Schließen erfolgt passiv über Druckunterschiede zwischen den Herzhöhlen und den Gefäßen. Pathologische Veränderungen wie Stenosen oder Insuffizienzen können den Blutfluss erheblich beeinträchtigen und zählen zu den häufigsten Ursachen für eine Klappenchirurgie.

#### Merke

Jede Herzklappe kann von Krankheiten betroffen sein, wobei die Aorten- und Mitralklappe am häufigsten erkranken (24).

### 1.2.6 Entstehung und Regulation des Blutdrucks

Der Blutdruck (BD) bezeichnet den Druck, mit dem das Blut auf die Wände der arteriellen Blutgefäße wirkt. Er entsteht durch die Kontraktion des linken Ventrikels, die eine Druckwelle erzeugt und das Blut durch die Arterien treibt. Für eine optimale Durchblutung des Körpers ist ein bestimmter Druck notwendig, der von der Gefäßweite, der Herzleistung und dem Blutvolumen abhängt.

Die kleineren Blutgefäße, die Arteriolen, stellen dem Blut einen Widerstand entgegen, wodurch der BD in zwei Werte unterteilt wird:

- *Systolischer BD:* entsteht, wenn sich das Herz zusammenzieht (Kontraktion)
- *Diastolischer BD:* entsteht, wenn sich das Herz entspannt

Die Regulation des BD erfolgt vor allem über das vegetative Nervensystem, insbesondere durch den Sympathikus, der durch Hormone wie Noradrenalin und Adrenalin den Druck beeinflusst (► Kap. 1.2.9). Zusätzlich tragen Barorezeptoren im Karotissinus und im Aortenbogen zur kurzfristigen Anpassung bei, indem sie Druckänderungen registrieren und reflektorisch Herzfrequenz (HF) und Gefäßtonus regulieren. Langfristig ist der BD eng an den Wasser- und Elektrolythaushalt gekoppelt, wobei das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System (RAAS) eine zentrale Rolle spielt. Ein gesunder BD beträgt im Ruhezustand etwa 120/80 mmHg. Werte ab 140/90 mmHg gelten als arterielle Hypertonie (Bluthochdruck). Ein erheblicher

Abfall des BD führt zu einer kritischen Unterversorgung lebenswichtiger Organe wie Niere, Gehirn und Darm und tritt häufig im Rahmen einer schweren, akuten HI auf (► Kap. 3.1) (25). Der BD wird im Wesentlichen durch drei Faktoren bestimmt: die Gefäßweite, die Herzleistung und das Blutvolumen. Die Gefäßweite, vor allem auf Ebene der Arteriolen, reguliert den Strömungswiderstand des Blutes: Engstellen (Vasokonstriktionen) erhöhen den Widerstand und damit den BD, während Gefäßerweiterungen (Vasodilatationen) den Druck senken. Die Herzleistung wiederum ergibt sich aus dem Schlagvolumen und der HF; beide Faktoren bestimmen das Herzzeitvolumen, das direkt den arteriellen Druck beeinflusst. Schließlich spielt auch das Blutvolumen eine zentrale Rolle: Ein erhöhtes Blutvolumen, etwa durch Flüssigkeitsretention, steigert den Druck in den Gefäßen, während ein verminderter Volumen, beispielsweise bei Blutverlust oder Dehydratation, zu einem Abfall des BD führt.

**Merke**

Der BD hängt von drei Faktoren ab: Gefäßweite, Herzleistung und Blutvolumen (25).

### 1.2.7 Entstehung des Herzschlags – das natürliche Schrittmachersystem des Herzens

Der Herzschlag beruht auf der Fähigkeit des Herzmuskels zur Automatie, d. h. der Eigenschaft spezialisierter Zellen, spontan rhythmische Aktionspotenziale zu generieren. Der Sinusknoten, ein kleiner Zellverband in der Wand des rechten Vorhofs nahe der oberen Hohlvene, fungiert dabei als primärer Schrittmacher. Er steuert den normalen Herzrhythmus mit einer Frequenz von 60–80 Schlägen pro Minute. Seine Zellen depolarisieren sich aufgrund eines langsam einströmenden Natrium- und Kalziumions selbstständig, bis ein Schwellenwert erreicht und ein Aktionspotenzial ausgelöst wird.

Von hier breitet sich die elektrische Erregung über die Vorhöfe aus und erreicht den Atrioventrikularknoten (AV-Knoten). Dort wird die Erregung kurz verzögert, sodass die Vorhöfe ihre Kontraktion abschließen und die Ventrikel optimal füllen können. Anschließend wird das Signal über das His-Bündel, die Tawara-Schenkel und das Purkinje-Fasernetz rasch in die Ventrikel geleitet. Diese gleichzeitige Erregung der Ventrikel führt zu einer kräftigen und synchronen Kontraktion, die das Blut in die großen Gefäße auswirft.

Die Plateauphase des Aktionspotenzials in den Ventrikelzellen, die durch ein Gleichgewicht zwischen Kalziumeinstrom und Kaliumausstrom entsteht, verlängert die Erregung und erzeugt eine lange Refraktärzeit. Dadurch wird das Herz vor unkoordinierten Dauererregungen geschützt und ein gleichmäßiger Rhythmus gewährleistet.

Fällt der Sinusknoten aus, können der AV-Knoten (40–60 Schläge/min) oder das ventrikuläre Erregungsleitungssystem (20–40 Schläge/min) die Schrittmacher-

funktion übernehmen. Diese Ersatzrhythmen sind jedoch meist nicht ausreichend, um eine stabile Kreislauffunktion zu sichern, sodass in solchen Fällen eine Schrittmachertherapie notwendig sein kann (25).

### Natürliche Schwankungen des Herzrhythmus

Eine leichte, atembedingte Schwankung der HF ist vollkommen normal. Dies wird als respiratorische Sinusarrhythmie bezeichnet:

- Beim Einatmen beschleunigt sich der Herzschlag.
- Beim Ausatmen verlangsamt sich der Herzschlag.

Diese Anpassung ist bei Kindern und Jugendlichen besonders ausgeprägt und völlig harmlos.

Damit das Herz nicht unkontrolliert auf jede elektrische Erregung reagiert, gibt es eine Schutzphase, die sogenannte Refraktärzeit. Während dieser Zeit kann das Herz nur eingeschränkt oder gar nicht auf neue Reize reagieren. Man unterscheidet zwischen zwei Arten der Refraktärzeit:

- *Absolute Refraktärzeit*: Das Herz ist in dieser Phase völlig unerregbar und kann keine neuen Signale weiterleiten. Dies verhindert, dass das Herz auf jede kleine Störung reagiert und sich selbst überfordert.
- *Relative Refraktärzeit*: Das Herz ist in dieser Phase nur eingeschränkt erregbar. Ein sehr starkes Signal kann das Herz dennoch zur Kontraktion bringen, allerdings kann dies zu HRSTs führen.

#### Merke

Bestimmte Medikamente gegen HRSTs (Antiarrhythmika) wirken, indem sie die Refraktärzeit verlängern. Dadurch wird das Herz vor zu schnellen oder unkontrollierten Erregungen geschützt (26).

### Elektrokardiogramm

Die elektrischen Impulse des Herzschlags werden mithilfe von auf der Hautoberfläche platzierten Elektroden erfasst und in der Regel in Form eines 12-Kanal-Elektrokardiogramms abgeleitet. Dieses umfasst Extremitäten- und Brustwandableitungen, die eine räumliche Beurteilung der kardialen Erregung ermöglichen.

Ein normales Elektrokardiogramm (EKG) besteht aus einer charakteristischen Abfolge von Wellen, dem sogenannten QRS-Komplex (► Abb.1.3):

- *P-Welle*: stellt die Erregung der Vorhöfe dar, folglich die Depolarisation der Vorhofmuskulatur vor der Kontraktion.