

Schritt 1

Name und Datum kontrollieren



Schritt 2

Technische Angaben

Ableitungen: 12-Kanal-EKG (I, II, III, aVR, aVL, aVF, V1-V6)

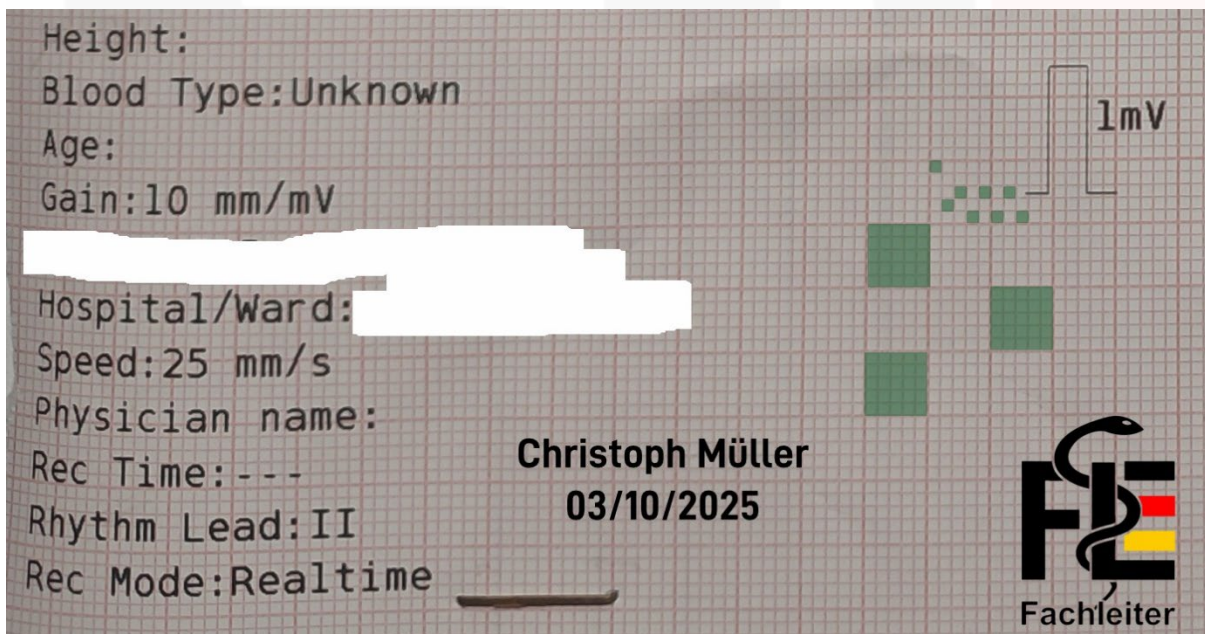
Geschwindigkeit: 25 mm/s

Eichung: 10 mm/mV → Eichungskurve mit 1 mV-Ausschlag = 10 mm sichtbar

Qualität: gut beurteilbar

Ein kleines Kästchen von 1 mm entspricht 0,04 Sekunden (40 ms), während ein großes Kästchen von 5 mm 0,2 Sekunden (200 ms, also ein Fünftel einer Sekunde) darstellt.

youtube.com/@Fach.Leiter
t.me/Fachleiter
t.me/Fachleiterinfo
fachleiterinfo@gmail.com
instagram.com/fachleiterinfo



Fachleiter

EKG-Wellenformen

P-Welle

Darstellung der Erregungsausbreitung in den Vorhöfen (atriale Depolarisation).

Die normale P-Welle ist in der Regel weniger als 2,5 mm hoch und kürzer als 0,12 Sekunden breit.

Bei vorliegendem Sinusrhythmus sind die P-Wellen in der Ableitung aVR stets negativ und in der Ableitung II positiv.

Außerdem zeigen die P-Wellen in allen Ableitungen ähnliche, jedoch nicht völlig identische Formen.

QRS-Komplex

Zeigt die Erregungsausbreitung in den Herzkammern (ventrikuläre Depolarisation). Er setzt sich aus den Ausschlägen Q, R und S zusammen.

Eine erste negative Auslenkung des QRS-Komplexes (unterhalb der Nulllinie) wird als Q-Zacke bezeichnet.

Die erste positive Auslenkung im QRS-Komplex heißt R-Zacke.

Folgt auf die R-Zacke eine negative Auslenkung, so spricht man von einer S-Zacke.

T-Welle

Bildet die Rückkehr der Kammermuskulatur in den Ruhezustand ab (ventrikuläre Repolarisation). Der Beginn der ST-Strecke am Ende des QRS-Komplexes wird als J-Punkt bezeichnet.

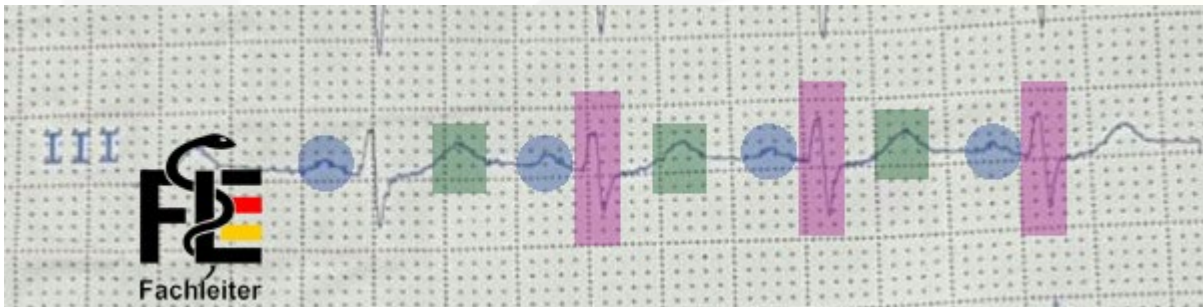
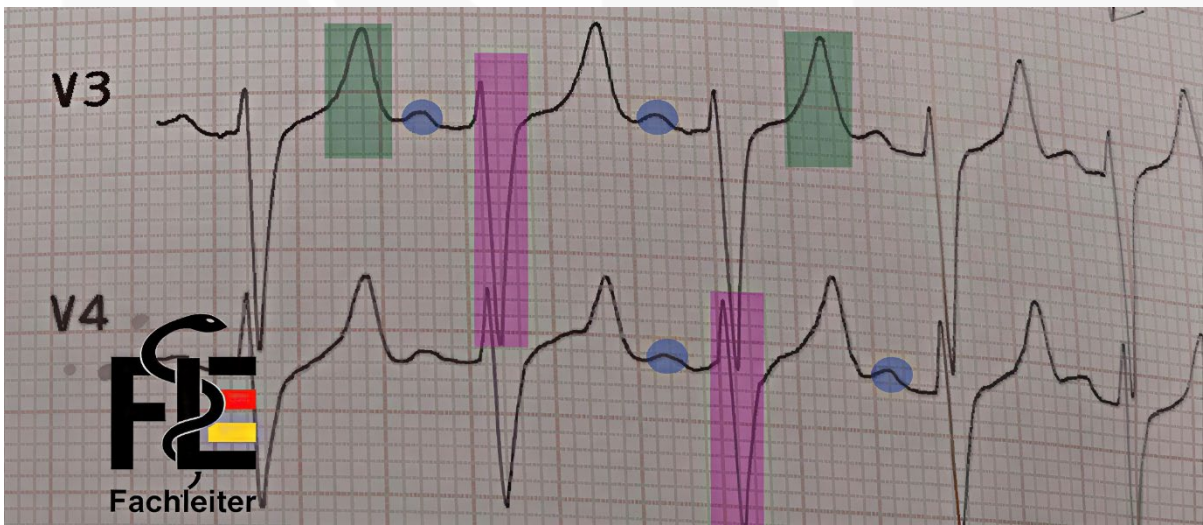
Eine normale T-Welle zeigt eine asymmetrische Form – ihr Gipfel liegt näher am Ende der Welle als am Anfang.

Der Übergang zwischen ST-Strecke und T-Welle ist nicht eindeutig festzulegen und lässt sich in der Regel nicht exakt bestimmen.

Die normale T-Welle ist in der Ableitung aVR stets negativ, in der Ableitung II positiv und ab der Ableitung V3 bei Erwachsenen ebenfalls positiv.

U-Welle

Kleine zusätzliche Auslenkung nach der T-Welle. Sie steht im Zusammenhang mit der letzten Phase der ventrikulären Repolarisation, wobei der genaue Mechanismus nicht sicher geklärt ist.



Bitte beachten Sie, dass es vorkommen kann, dass sich die Wellen im EKG überlagern, zum Beispiel bei Tachyarrhythmien. Daher können Sie die Geschwindigkeit des Elektrokardiogramms verändern, um die einzelnen Wellenformen deutlicher voneinander abzugrenzen. Bei Tachyarrhythmien stellt man die Geschwindigkeit in der Regel höher (z. B. von 25 mm/s auf 50 mm/s), damit die überlagerten Wellen, wie etwa P-Welle und T-Welle, besser erkennbar sind.

Segmente im EKG

Segmente sind Abschnitte des EKGs, die zwischen dem Ende einer Welle und dem Beginn der nächsten Welle liegen.

PR-Segment

Bereich: vom Ende der P-Welle bis zum Beginn des QRS-Komplexes.

Vorgang: Hier beginnt die atriale Repolarisation (sie läuft während des QRS-Komplexes weiter und endet in der ST-Strecke).

Das PR-Intervall kann in den verschiedenen Ableitungen leicht variieren; bei einer manuellen Messung sollte daher das kürzeste Intervall dokumentiert werden.

Beim Erwachsenen liegt das normale PR-Intervall zwischen 0,12 und 0,20 Sekunden.

TP-Segment

Bereich: vom Ende der T-Welle bis zum Beginn der P-Welle.

Bedeutung: Stellt den elektrischen Ruheabschnitt des Herzens dar.

Besonderheit: Dient als Baseline (Referenzlinie) zur Beurteilung von Abweichungen in PR- und ST-Strecken, z. B. bei akuter Perikarditis oder Myokardischämie.

ST-Segment

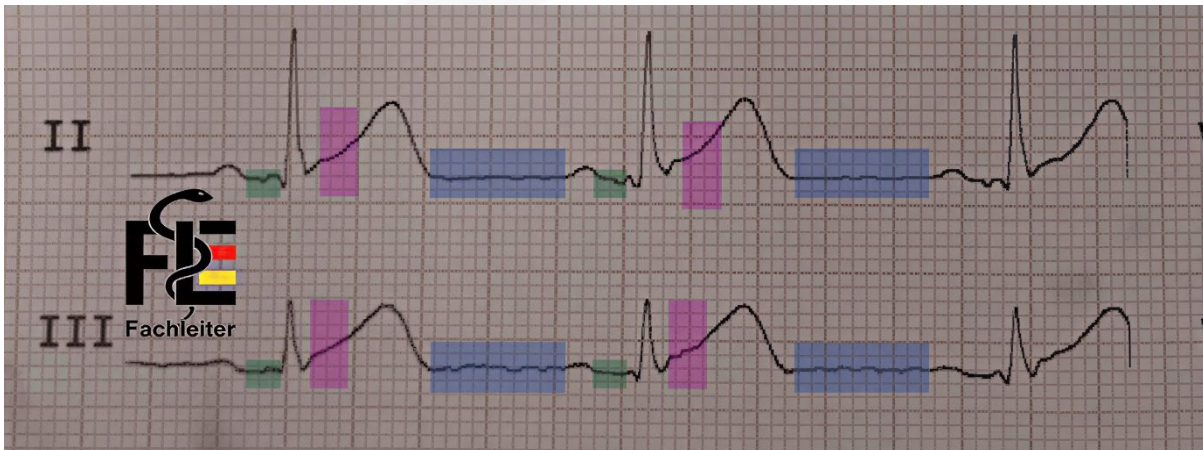
Bereich: vom Ende des QRS-Komplexes bis zum Beginn der T-Welle.

Bedeutung: Repräsentiert die ventrikuläre Repolarisation (zusammen mit der T-Welle als „ST-T-Komplex“).

Klinisch wichtig: ST-Hebungen oder -Senkungen sind zentrale Zeichen für eine Ischämie oder einen Infarkt.

Das normale ST-Segment ist in der Regel isoelektrisch (d. h. auf der Grundlinie, weder positiv noch negativ). Es kann jedoch auch physiologisch leicht angehoben oder abgesenkt sein – meist um weniger als 1 mm.

Der Übergang zwischen dem Ende des QRS-Komplexes und dem Beginn des ST-Segments wird als J-Punkt bezeichnet.



EKG-Intervalle

Intervalle umfassen dagegen mindestens eine vollständige Welle.

PR-Intervall

Gemessen vom Beginn der P-Welle bis zum Beginn des QRS-Komplexes.

Es zeigt die Zeit der Erregungsleitung von den Vorhöfen bis zu den Kammern.

Das PR-Intervall kann in den verschiedenen Ableitungen leicht variieren; bei einer manuellen Messung sollte daher das kürzeste Intervall dokumentiert werden.

Beim Erwachsenen liegt das normale PR-Intervall zwischen 0,12 und 0,20 Sekunden.

QRS-Intervall (Dauer)

Gemessen vom Beginn bis zum Ende des QRS-Komplexes.

6 EKG-Einleitung (BB-Serie)

Entspricht der Dauer der Kammererregung (ventrikuläre Depolarisation).

QT-Intervall

Gemessen vom Beginn des QRS bis zum Ende der T-Welle.

Es umfasst die gesamte Depolarisations- und Repolarisationszeit der Ventrikel.

Wenn dieses Intervall an die Herzfrequenz angepasst wird, spricht man von QTc.

Mit steigender Herzfrequenz (verkürztes RR-Intervall) verkürzt sich normalerweise auch das QT-Intervall; bei sinkender Herzfrequenz (verlängertes RR-Intervall) verlängert sich entsprechend das QT-Intervall.

Zur Beurteilung sollte man das QT-Intervall in der Ableitung (oder den Ableitungen) messen, in der es am längsten erscheint.

Das QT-Intervall lässt sich einfach mit einer App berechnen.

RR-Intervall (QRS–QRS)

Gemessen von einem Punkt des QRS (z. B. R-Zacke) bis zum gleichen Punkt des nächsten QRS.

Daraus ergibt sich die Herzfrequenz:

Herzfrequenz [bpm] = 60 / RR-Intervall [s].

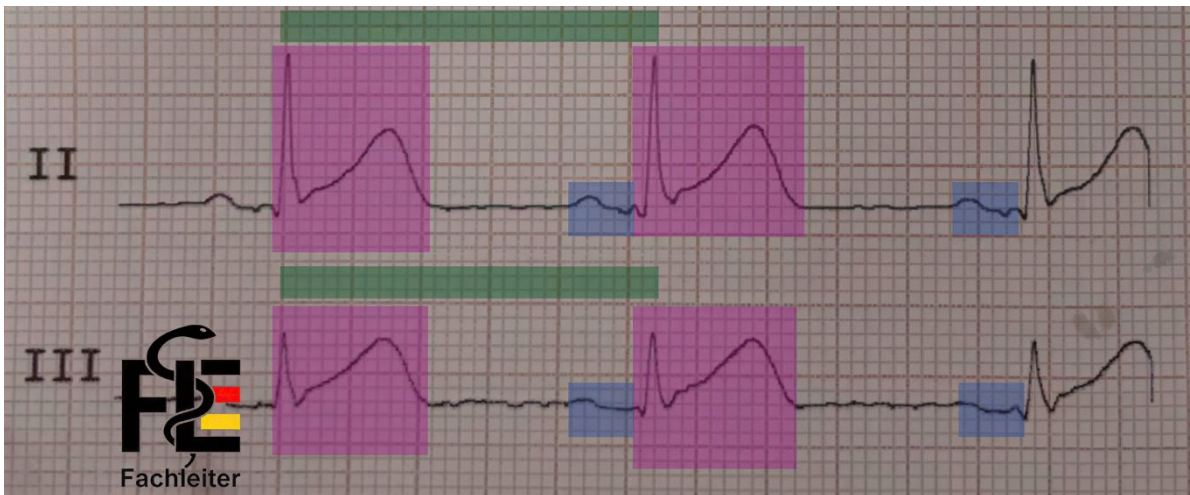
$$\text{Herzfrequenz (Kleine Kästchen)} = \frac{60}{\text{Kästchen} \times 0,04}$$

$$\text{Herzfrequenz (Große Kästchen)} = \frac{300}{\text{Anzahl der großen Kästchen zwischen zwei R-Zacken}}$$

Normalerweise entspricht das PP-Intervall dem RR-Intervall, vor allem im Sinusrhythmus.

Bei Arrhythmien kann es unterschiedlich sein (z. B. bei Sinusrhythmus mit komplettem AV-Block).





Kategorie	Elemente	Beschreibung
Wellenformen (5)	P, QRS, ST, T, U	Elektrische Ausschläge im EKG
Intervalle (4)	PR, QRS, QT/QTc, RR/PP	Zeitspannen inkl. mindestens einer Welle
Segmente (3)	PR, ST, TP	Abschnitte zwischen zwei Wellen

Die elektrische Aktivität im EKG ist nicht identisch mit der mechanischen Kontraktion des Herzmuskels.

Die mechanische Kontraktion setzt in der Regel etwa 200 Millisekunden nach der elektrischen Erregung (Depolarisation) ein.

Wenn die P-Welle in Ableitung I negativ ist, kann dies auf eine Dextrokardie oder auf eine vertauschte Anlage der Elektroden (links ↔ rechts) hinweisen.

Richtungen der EKG-Auslenkungen

Eine nach oben gerichtete Auslenkung wird als **positiv** bezeichnet.

Eine solche positive Welle erscheint in einer Ableitung, wenn sich die elektrische Erregung (Depolarisation) des Herzens in Richtung des positiven Pols dieser Ableitung ausbreitet.

Die P- und T-Wellen sind in der Regel in allen Extremitätenableitungen positiv, außer in aVR.

Eine nach unten gerichtete Welle nennt man **negativ**.

Sie entsteht, wenn sich die elektrische Erregung in Richtung des negativen Pols bewegt – oder vom positiven Pol weg, also in die entgegengesetzte Richtung.

Die P- und T-Wellen sind in der Ableitung aVR normalerweise negativ, weil sich die Erregung vom positiven Pol entfernt.

Eine Auslenkung, die teilweise positiv und teilweise negativ ist, nennt man **biphasisch**.

Eine Auslenkung oder Welle, die auf der Grundlinie verläuft, wird als **isolektrisch** bezeichnet.

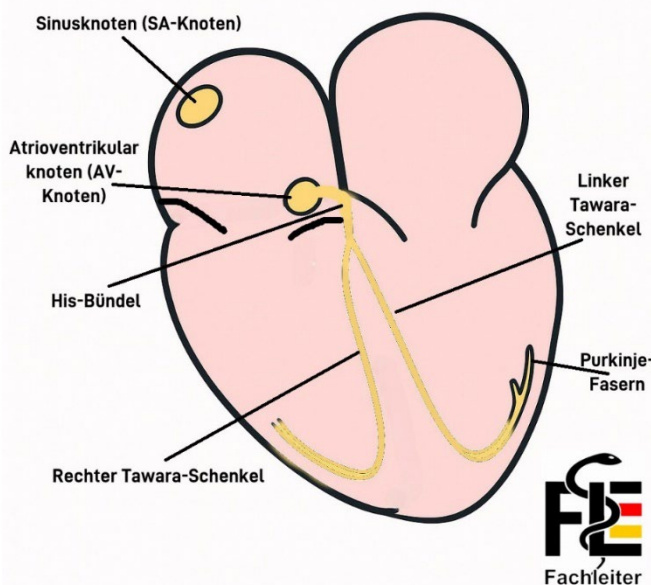
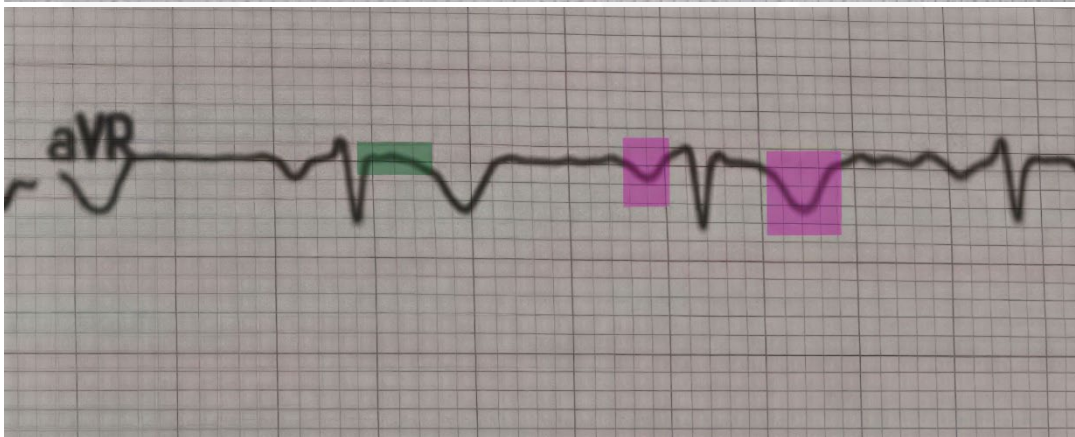
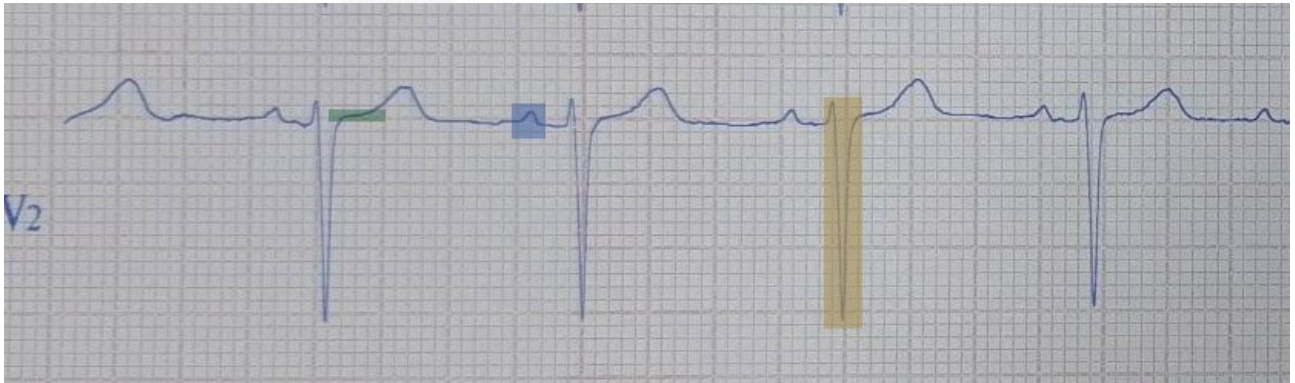


Abbildung 1 Erregungsleitungssystem des Herzens

Extremitätenableitungen (Limb Leads)

Standard-Extremitätenableitungen: I, II und III

Diese werden nach Einthoven gebildet.

Es gilt die Beziehung:

Ableitung I + Ableitung III = Ableitung II

Die Elektrode am rechten Bein dient ausschließlich als elektrische Erdung.

Verstärkte unipolare Extremitätenableitungen: aVR, aVL und aVF

Es gilt: $aVR + aVL + aVF = 0$

Präkordialen (Brustwand-) Ableitungen: V1 bis V6

Um den vierten Interkostalraum (Rippenzwischenraum) zu finden, legt man den Finger auf die obere Kante des Sternums (Brustbeins) und bewegt ihn langsam nach unten. Etwa 4 cm tiefer lässt sich eine kleine horizontale Leiste ertasten – der sogenannte Angulus Ludovici (Louis-Winkel). An dieser Stelle geht das Manubrium sterni (obere Partie des Brustbeins) in den Corpus sterni (Hauptteil des Brustbeins) über.

Der zweite Interkostalraum befindet sich direkt unterhalb und leicht seitlich dieses Punktes. Zählt man zwei Räume weiter nach unten, erreicht man den vierten Interkostalraum – hier wird die Ableitung V1 platziert.

Da Brustgewebe die genaue Elektrodenposition erschweren kann, sollten die Brustwandableitungen (V3 bis V6) möglichst unterhalb des Brustgewebes angebracht werden, um eine präzise und reproduzierbare Platzierung zu gewährleisten.

V2: im vierten Interkostalraum links neben dem Sternum

V3: zwischen V2 und V4 auf einer geraden Linie

V4: im fünften Interkostalraum auf der Medioklavikularlinie (mittlere Schlüsselbeinlinie)

V5: in der vorderen Axillarlinie auf gleicher Höhe wie V4

V6: in der mittleren Axillarlinie, ebenfalls auf Höhe von V4

Werden die Elektroden zu hoch angesetzt, werden Spannungen aus höheren Zwischenräumen gemessen, was zu fehlerhaften Ableitungen führt.

Die Brustwarzen dürfen keinesfalls als Orientierungspunkt dienen – weder bei Männern noch bei Frauen –, da ihre Lage individuell stark variiert.

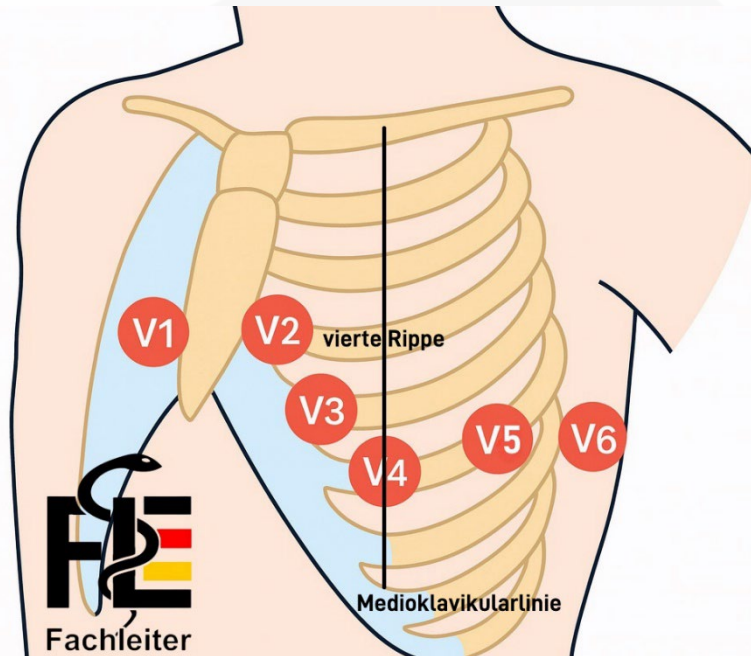


Abbildung 2 Platzierung der Brustwandableitungen (V1–V6)

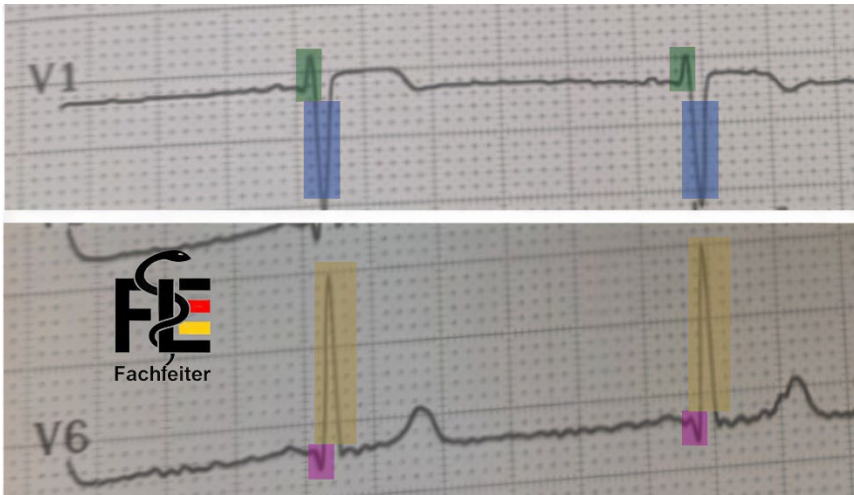
QRS-Komplex

Das QRS-Komplex ist in den rechtspräkordialen Ableitungen sowie in aVR in der Regel überwiegend negativ, während es in den linksseitigen Brustwandableitungen und in Ableitung II überwiegend positiv erscheint.

Die erste Erregungsphase erzeugt in V1 eine kleine positive Auslenkung (r-Welle) und gleichzeitig in V6 eine kleine negative Auslenkung (q-Welle).

In der Folge zeigt V1 eine tiefe negative S-Welle, während V6 eine hohe positive R-Welle aufweist.

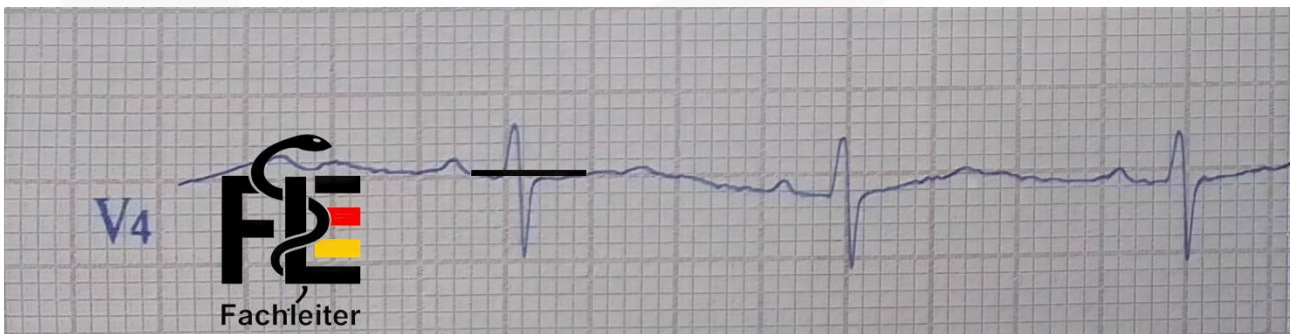
Fachleiter



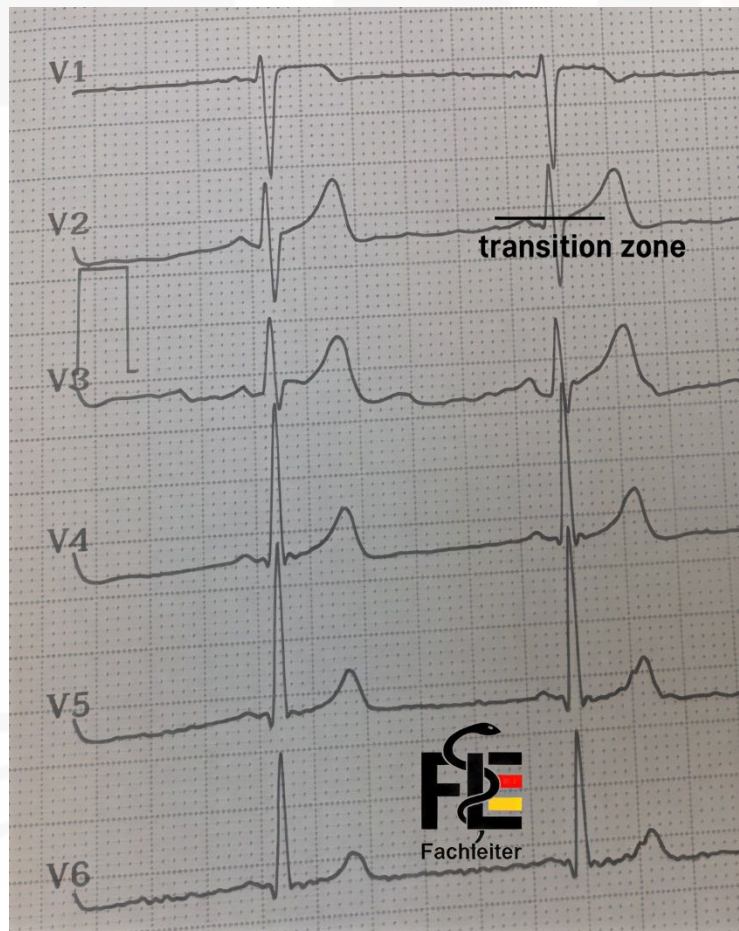
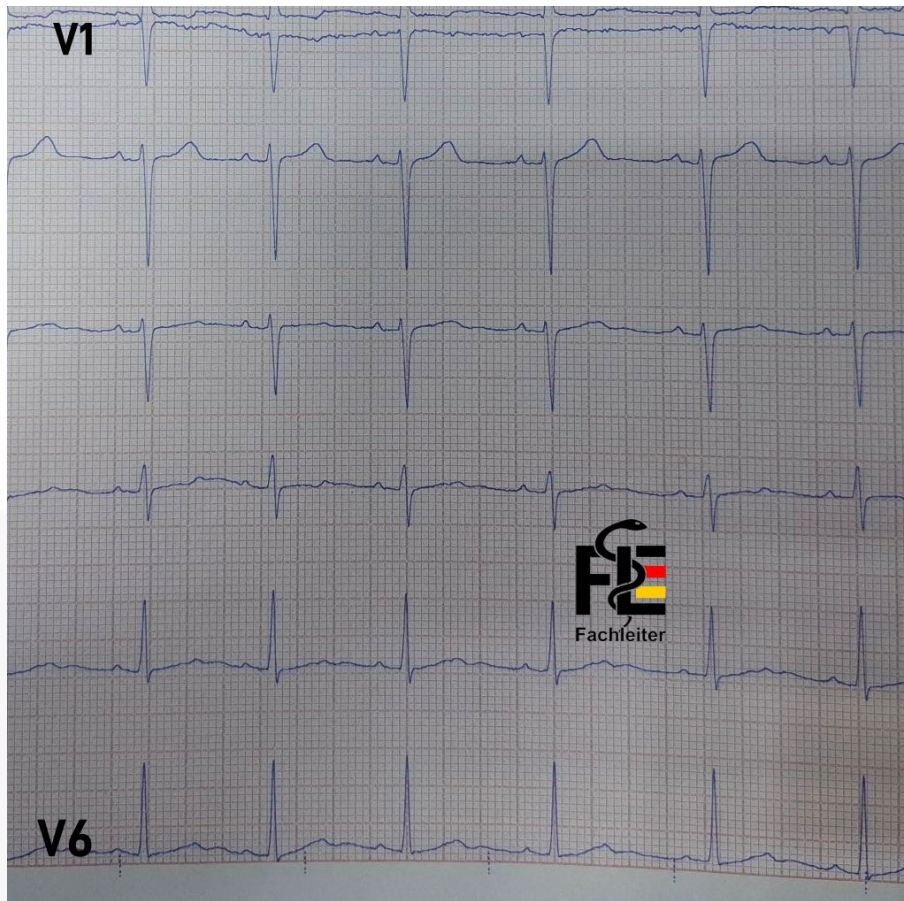
Die kleine initiale r-Welle entspricht der links-nach-rechts gerichteten Erregungsausbreitung im Septum.

Die negative S-Welle in V1 spiegelt die zweite Phase der ventrikulären Erregungsausbreitung wider, bei der sich die Erregung vom rechten Ventrikel weg und zum dominanten linken Ventrikel hin ausbreitet – und umgekehrt in V6.

In der Regel befindet sich die **Übergangszone** (transition zone) im Bereich von V3 bis V4, also dort, wo die R- und S-Welle etwa gleich groß sind. Sie markiert den Übergang von einer überwiegend negativen zu einer überwiegend positiven QRS-Konfiguration über der Brustwand.



Mit anderen Worten: Von V1 bis V6 zeigt sich normalerweise eine kontinuierliche Zunahme der R-Wellen-Amplitude – man spricht von einer normalen **R-Wellen-Progression**.



Abgeschwächte oder fehlende R-Progression kann auf einen vorderen Myokardinfarkt, einen Linksschenkelblock, eine Linksherzhypertrophie, eine chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD) oder eine fehlerhafte Elektrodenplatzierung hinweisen.

Elektrische Herzachse

In den EKGs der meisten Erwachsenen liegt die elektrische Herzachse normalerweise zwischen -30° und $+100^\circ$.

Eine Achse von -30° oder negativer wird als Linksabweichung (Left Axis Deviation, LAD) bezeichnet, während eine Achse von $+100^\circ$ oder positiver als Rechtsabweichung (Right Axis Deviation, RAD) gilt.

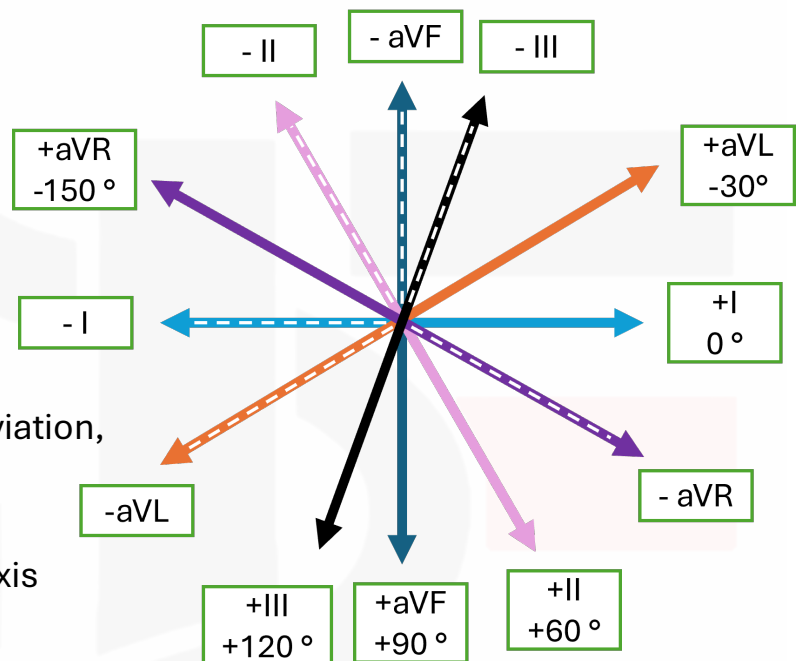
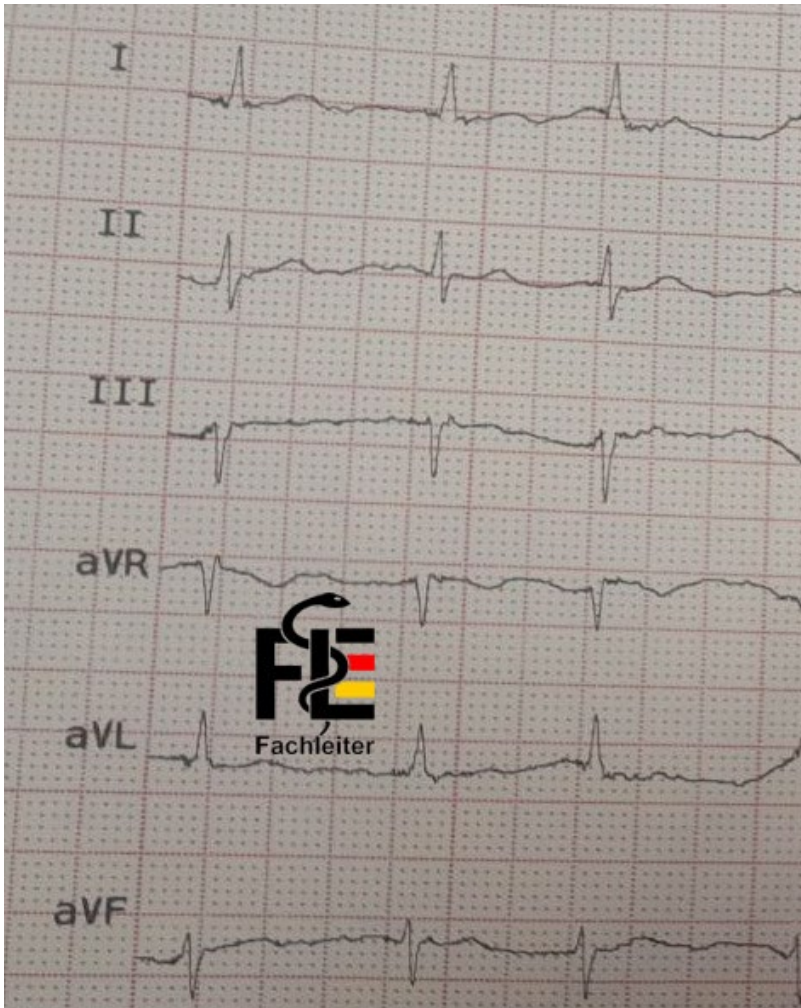


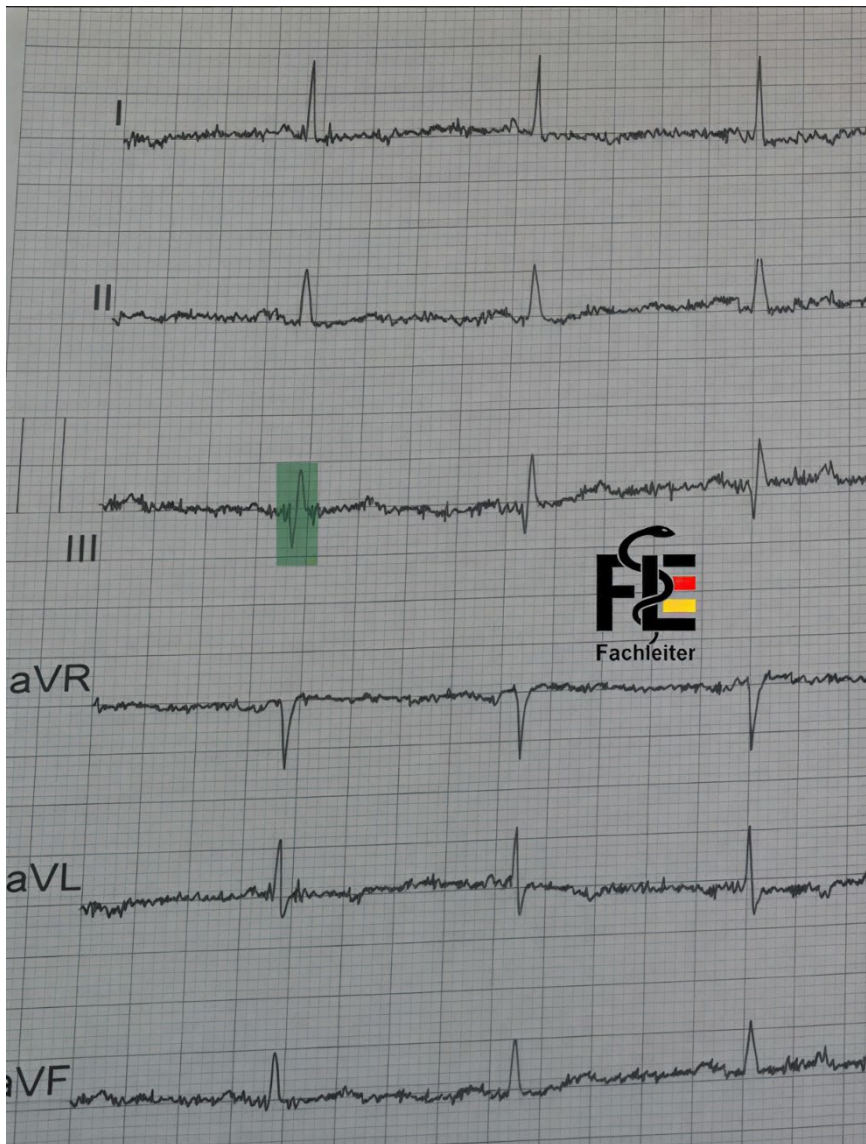
Abbildung 3 Darstellung der elektrischen Herzachsen in der Frontalebene



Bestimmung der elektrischen Herzachse:

In Ableitung II sind die Q- und R-Zacken etwa gleich groß, was darauf hinweist, dass die elektrische Achse senkrecht zu dieser Ableitung verläuft, also bei etwa $+90^\circ$ oder -90° liegt. Zieht man 90° von der Richtung der Ableitung II (60°) ab, ergibt sich -30° bzw. $+150^\circ$. Da aVL positiv ist, liegt die Achse in Richtung aVL – also bei etwa -30° .

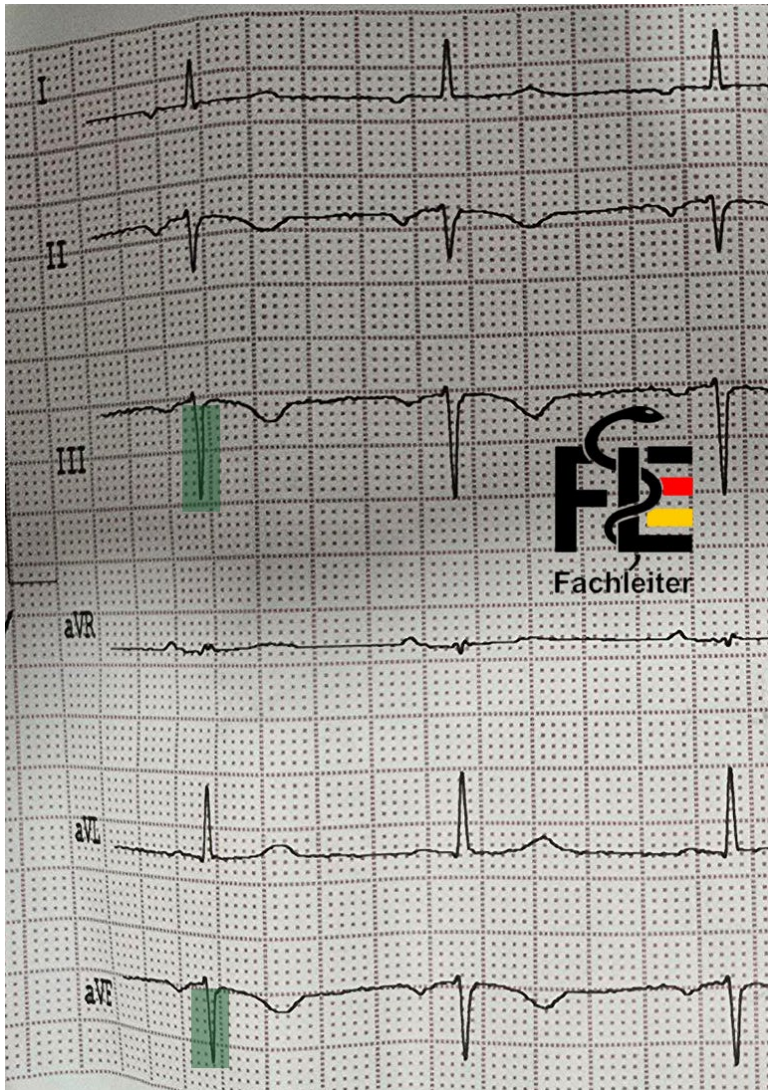
Fachleiter



Bestimmung der elektrischen Herzachse:

In Ableitung III sind die Q- und R-Zacken etwa gleich groß, was darauf hinweist, dass die elektrische Achse senkrecht (also orthogonal) zu dieser Ableitung verläuft, also bei etwa $+90^\circ$ oder -90° liegt. Da aVR negativ und die Ableitungen I und II positiv sind, verläuft die Erregung nach unten links, wodurch die Herzachse im Normalbereich liegt.

Fachleiter



Bestimmung der elektrischen Herzachse:

In den Ableitungen II und aVF zeigt sich ein negativer QRS-Komplex, was bedeutet, dass die Erregung in die entgegengesetzte Richtung verläuft (also zwischen -II und -aVF, entsprechend etwa -90° bis -120°). Da Ableitung I positiv ist, weist die elektrische Achse nach links oben – es handelt sich also um eine Left Axis Deviation (LAD).

(QRS-Komplex in aVR, was darauf hinweist, dass die elektrische Achse senkrecht zu dieser Ableitung verläuft, also bei etwa $+90^\circ$ oder -90° liegt.)

Zusammenfassung:

Sind die QRS-Komplexe in den Ableitungen I und II positiv, liegt die elektrische Achse im Normalbereich.

Ist der QRS-Komplex in I positiv und in II negativ, spricht das für eine Linksachsenabweichung (LAD), wie sie bei linksanteriorem Hemiblock (LAH), Linksherzhypertrophie oder inferiorer Myokardinfarkt vorkommt.

Ist der QRS-Komplex in I negativ und in II positiv, weist das auf eine Rechtsachsenabweichung (RAD) oder einen grenzwertig rechten Lagetyp hin, wie bei Rechtsherzhypertrophie, Rechtsschenkelblock (RBBB) oder lateraler Myokardinfarkt.