

# EKG im Rettungsdienst

## So funktioniert's

*Das EKG gehört zum Standard im Rettungsdienst. Doch wissen Sie, was sich hinter den einzelnen Kurven und Zacken verbirgt? Wann sie sich verändern und warum? Hier erfahren Sie, wie Physik und Physiologie des Herzens zusammenhängen – mit vielen Tipps für die Praxis.*

Rico Kuhnke • Birgit Eibeck

**Wie kommen die Zacken und Wellen zustande?** Das EKG ist ein Abbild der Erregungsbildung und -leitung am Herzen. Da diese sehr geringen Ströme auch auf der Haut noch messbar sind, können sie dort über Elektroden abgeleitet und anschließend als Kurven dargestellt werden. Durch Änderungen im Stromfluss entstehen Zacken und Wellen im EKG – was Rückschlüsse auf die (Patho-) Physiologie und die Anatomie des Herzens zulässt. Dabei wird die Intensität dieser Ausschläge maßgeblich durch die Richtung und die Stärke des Stroms bestimmt.

**Vom Vektor zum elektrischen Strom** Um in der Physik Richtung und Intensität einer Kraft darzustellen, nutzt man einen Pfeil – den Vektor. Seine Länge gibt die Kraft an, seine Spitze weist in die Richtung, in die diese Kraft wirkt. Ein Beispiel: In **Abb. 1** zieht der Schlepper ein Frachtschiff mit der Kraft A in eine Richtung und erzeugt den sog. Elementarvektor. Am Herzen entspricht dies dem elektrischen Strom entlang einer einzigen Herzmuskelzelle.

**Strom aus verschiedenen Richtungen** Allerdings sind an der Erregungsleitung viele Herzmuskelzellen beteiligt, die in unterschiedlichste Richtungen verlaufen. Hier vereint der sog. Summationsvektor die elektrischen Ströme dieser Zellen zum Zeitpunkt x zu einem gemeinsamen „Hauptstrom“. Auch dies kann das Beispiel mit dem Frachtschiff verdeutlichen: Wird es von 2 Schleppern mit der Kraft A und B in verschiedene Richtungen gezogen, bewegt sich das Schiff in Richtung des Summationsvektors (**Abb. 2**).

**Abbild des Summationsvektors** Im EKG kann man den „Hauptstrom“ als Ausschlag auf dem Monitor erkennen. Fließt er in dieselbe Richtung wie die Ableitung, ergibt sich ein positiver Ausschlag

nach oben. Dessen Höhe entspricht einem Schatten, den der Vektor-Pfeil auf eine Projektionsfläche werfen würde, wenn er frontal angestrahlt würde (**Abb. 3**). Das bedeutet: je größer die Kraft bzw. die elektrischen Ströme, desto länger der Summationsvektor (also der projizierte Schatten) und umso größer der Ausschlag im EKG. Wirkt die gleiche Kraft in eine andere Richtung, ändert sich die Größe des projizierten Schattens (**Abb. 4–6**) – im EKG sieht man einen kleineren Ausschlag. Beachten Sie, dass sich die Länge des Pfeils nicht verändert hat. Ist das Prinzip verstanden, fällt die Interpretation des EKGs leicht.

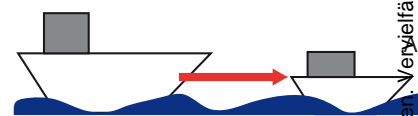


Abb. 1 Elementarvektor

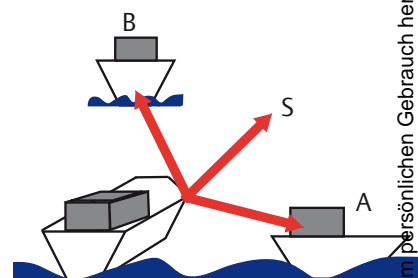
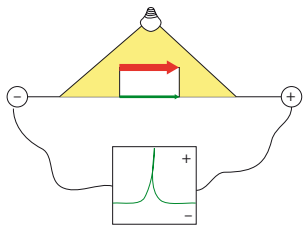


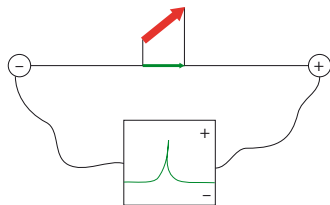
Abb. 2 Summationsvektor S (Kräfteparallelogramm)

## Erregungsausbreitung Schritt für Schritt

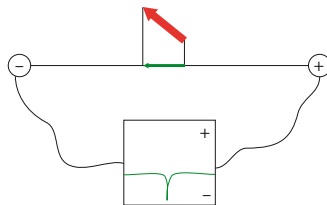
**Ausgangspunkt Sinusknoten** Das EKG in **Abb. 7** zeigt, wie sich die elektrischen Ströme im Lauf der Zeit verändern und sich daraus eine Kurve ergibt. Als Orientierungshilfe dienen die in **Tab. 1** dargestellten Normalwerte. Ursprung der Erregung ist der Sinusknoten. Von ihm aus breitet sich die Erregung über die gesamte Muskulatur der Vorhöfe in Richtung der Herzklappen (Ventil- bzw. Klappen-ebene) aus (**Abb. 8**). Um eine synchrone Kontraktion beider Vor-



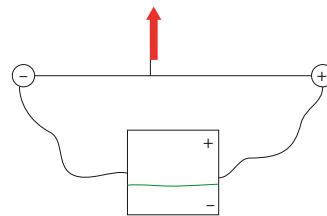
**Abb. 3** Zeigt ein Vektor in die gleiche Richtung wie die Ableitung, ist der Ausschlag positiv.



**Abb. 4** Die Abweichung des Vektors von der Ableitungsebene resultiert in einer Verkürzung des abgebildeten Vektors.



**Abb. 5** Zeigt der Vektorpfeil in die entgegengesetzte Richtung wie die Ableitung, ist der Ausschlag negativ.



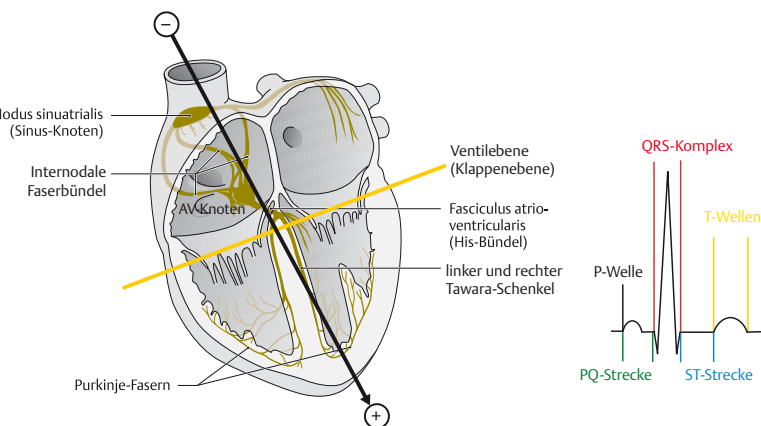
**Abb. 6** Ein Vektor, der senkrecht zur Ableitungsebene steht, ergibt in seiner Projektion keinen Ausschlag.

Bildnachweis: Abb. 3-6: Rico Kühnle, Anne Lichtenheldt, Thieme Verlagsgesellschaft

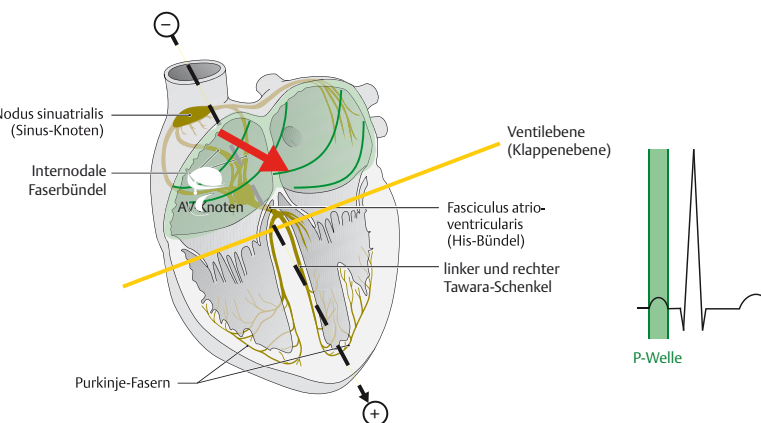
hüte zu gewährleisten, sorgen hochspezialisierte Herzmuskelzellen (internodale Faserbündel) dafür, dass sich die Erregung möglichst gleichmäßig ausbreitet.



**Nur unter physiologischen Bedingungen erfolgt auf eine elektrische Erregung eine mechanische Aktion der Herzmuskelzellen (Kontraktion). Bei einigen Erkrankungen funktioniert diese Kopplung nicht. Dies erkennen Sie, wenn Sie gleichzeitig den Puls tasten.**



**Abb. 7** Erregungsleitungsbahnen und physiologisches EKG \*



**Abb. 8** Erregungsbildung im Sinusknoten und Ausbreitung über die Muskulatur der Vorhöfe. \*

Die Erregungsausbreitung endet auf Höhe der Klappen. Hier befindet sich eine Isolationsschicht zwischen Vorhöfen und Kammern, die ein Weiterleiten verhindert. Der Summationsvektor zeigt dabei grob in Richtung der Ableitung und erzeugt im EKG einen positiven Ausschlag nach oben. Da der Vektor jedoch nicht genau in dieselbe Richtung weist, und sich die Erregung relativ langsam über die Muskulatur der Vorhöfe ausbreitet, erscheint die Erregungsausbreitung über die Vorhöfe auf dem EKG als recht flache Welle (P-Welle).

Unterscheiden sich die P-Wellen voneinander, ist dies ein Zeichen für zusätzliche Erregungsbildungsherde (z. B. Vorhofextrasystolen, SVES).

**Verzögerung im AV Knoten** Der weitere Ausbreitungsweg in die Kammern führt nur über den AV-Knoten. Dieser verzögert den ankommenden elektrischen Impuls und gibt ihn zeitversetzt an die Ventrikel weiter. Durch die Verzögerung können sich die Vorhöfe vollständig in die Kammern entleeren. Im EKG sieht man eine Linie ohne Ausschlag zwischen dem Ende der P-Welle und der nach unten weisenden Q-Zacke.

Ist die Überleitungszeit von den Vorhöfen in die Kammern zu lang ( $>0,2s$ ), spricht man vom sog. AV-Block.

**Erregungsausbreitung über die Kammern** Damit die Kammerkontraktion von der Herzspitze in Richtung Klappen erfolgen kann, muss die Erregung nach der Verzögerung am AV-Knoten möglichst schnell zur Herzspitze gelangen (Abb. 9 a). Dies geschieht über

- His-Bündel,
- Tawara-Schenkel und
- Purkinje-Fasern.

Sie sind hochspezialisierte Herzmuskelzellen, die elektrische Impulse besonders schnell weiterleiten. Erst wenn die Erregung an der Herzspitze angekommen ist, breitet sie sich über die gesamte Muskulatur der Kammern von unten in Richtung Ventilebene aus

**Tabelle 1** Normalwerte des EKGs

	Definition	Dauer	Amplitude
P-Welle	Erregungsausbreitung (Polarisation) über die Muskulatur der Vorhöfe	0,05–0,10 s	1–3 mm (0,1–0,3 mV)
PQ-Zeit	Erregungsüberleitung und Verzögerung durch den AV-Knoten	0,12–0,20 s	keine
QRS-Komplex	Erregungsausbreitung über die Muskulatur der Kammern	0,06–0,10 s	Q-Zacke: < 1/4 R-Zacke R-Zacke: 0,6–2 mm (0,6–2,0 mV) S-Zacke: > 1/3 R-Zacke
ST-Strecke	gesamte Muskulatur der Kammern ist erregt	frequenzabhängig	keine
T-Welle	Erregungsrückbildung (Depolarisation) in den Kammern	0,26–0,40 s	2/3 der R-Zacke
QT-Strecke	Gesamte Kammeraktion	frequenzabhängig	-

(♣ Abb. 9b). Dort endet sie wieder an der Isolationsschicht. Im EKG stellt sich die Erregungsausbreitung als sog. QRS-Komplex dar:

- Die negative Q-Zacke entsteht, weil die Impulsausbreitung vom AV-Knoten in Richtung Ventilebene verläuft, d.h. der Summationsvektor leicht entgegengesetzt zur Ableitung zeigt.
- Da sich die Erregung anschließend von der Ventilebene zur Herzspitze in Richtung der Ableitung ausbreitet, ergibt dies einen stark positiven Ausschlag nach oben: die R-Zacke.

Ist die R-Zacke verbreitert oder hat sie eine Einkerbung, weist dies auf eine Störung in der Erregungsausbreitung hin (z. B. Schenkelblock).

- An der Herzspitze angekommen, kehrt sich der Summationsvektor um. Die Erregung läuft entgegen der Ableitung zurück zur Ventilebene und ergibt einen negativen Ausschlag, der als S-Zacke auf dem EKG zu erkennen ist.

Treten neben den normalen schmalen QRS-Komplexen auch verbreiterte QRS-Komplexe auf, ist dies ein Zeichen für zusätzliche Erregungsbildungsherde in der Kammer (z. B. Kammerextrasystolen, VES).

- Ist die gesamte Kamtermuskulatur erregt, zeigt sich zwischen der S-Zacke und dem Beginn der T-Welle eine Linie, die auf gleicher Ebene wie die PQ-Strecke verläuft.

Hebungen der ST-Strecke deuten auf einen Herzinfarkt hin.

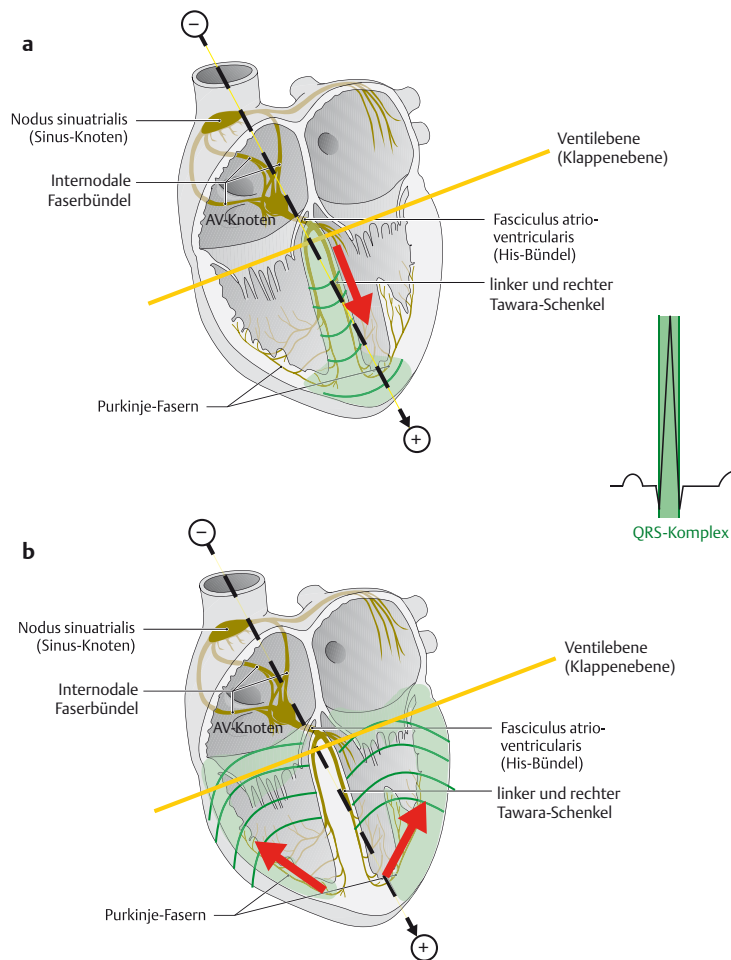


Abb. 9a,b Erregungsausbreitung über die Muskulatur der Ventrikel \*

**T-Welle: Erregungsrückbildung in den Kammern** Ebenso wie bei der Ausbreitung fließt während der Erregungsrückbildung ein elektrischer Impuls, der sich ableiten lässt. Allerdings ist der Ausschlag flacher als beim QRS-Komplex, da keine schnellen Leitungsbahnen beteiligt sind. Zur positiven T-Welle kommt es, weil die Rückbildung von außen nach innen verläuft und der Summationsvektor in Richtung Herzspitze zeigt.

## Verschiedene Ableitungsarten: Einthoven, Goldberg und Wilson

**Alle Herzbereiche sichtbar machen** Ob ein Ausschlag positiv oder negativ ist, hängt von der Richtung des Summationsvektors ab – aber auch von der gewählten Ableitung. Mithilfe verschiedener EKG-Ableitungsarten lässt sich die elektrische Aktivität des Herzens aus verschiedenen Blickwinkeln beobachten. Denn was man mit der einen Ableitung nicht erkennen kann, sieht man dafür mit einer anderen – so bleibt ein Infarkt nicht verborgen (♣ Abb. 10).



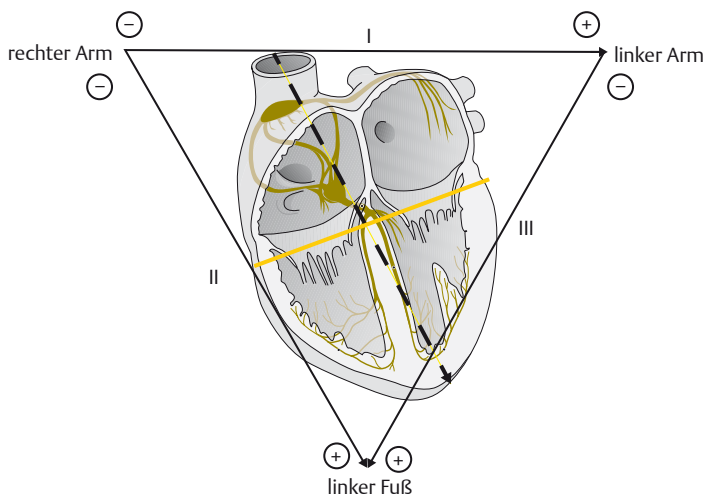


Abb. 11 Bipolare Extremitätenableitung nach Einthoven \*

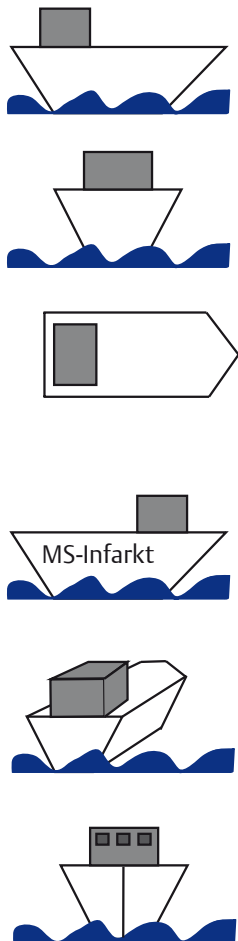


Abb. 10 Nur im 4. Bild lässt sich die Aufschrift „MS-Infarkt“ erkennen. Aus den anderen Blickwinkeln bleibt dem Betrachter dies verborgen.

**Einthoven** Zur Rhythmusdiagnostik und zum Überwachen von Patienten nutzt man die Ableitung II nach Einthoven. Da sie nahezu parallel zur Herzachse – und damit zu den Erregungsleitungsbahnen – liegt, kommt es zu deutlichen Ausschlägen. Bei der Standardableitung werden die Elektroden an den Extremitäten platziert (rechter Arm, linker Arm und linker Fuß). Um möglichst störungsarm abzuleiten, klebt man im Rettungsdienst – sowie auf der Intensivstation – die Elektroden entgegen dem Standard modifiziert auf die Brust (Abb. 11).

**Goldberg** Ergänzend zur Ableitung nach Einthoven erlaubt die Ableitung nach Goldberg noch 3 zusätzliche Unterteilungen und somit 3 weitere Blickwinkel auf das Herz (Abb. 12). Während bei der bipolaren Einthoven-Ableitung immer eine Elektrode positiv und eine negativ ist, schaltet man bei der unipolaren Ableitung nach Goldberg 2 Elektroden zu einer virtuellen (indifferenten) Elektrode zusammen, und nur eine dient als empfindliche (differente) Elektrode (Abb. 15).

**Wilson** Bei den unipolaren Ableitungen nach Wilson sind die 3 Elektroden der Extremitätenableitung in einer virtuellen (indifferenten) Elektrode vereint. Dieser virtuelle Minuspol liegt in der Körpermitte. Die Elektroden V1–V6 dienen als differente (empfindliche) Elektroden (Abb. 13). Ihre Ableitungen

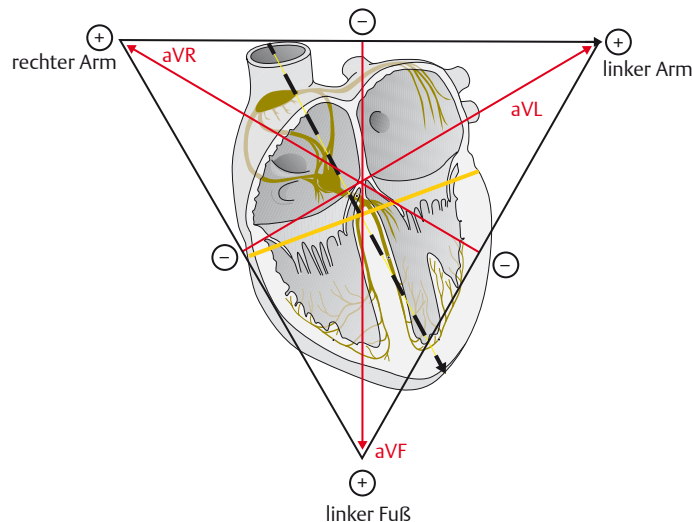


Abb. 12 Unipolare Extremitätenableitung nach Goldberg \*

ergeben zusammen mit den Extremitätenableitungen ein nahezu vollständiges Abbild der Erregung des Herzens (Abb. 14). Dabei „durchschneiden“ die Extremitätenableitungen das Herz in seiner Vertikalebene, die Brustwandableitungen in seiner Horizontalebene.

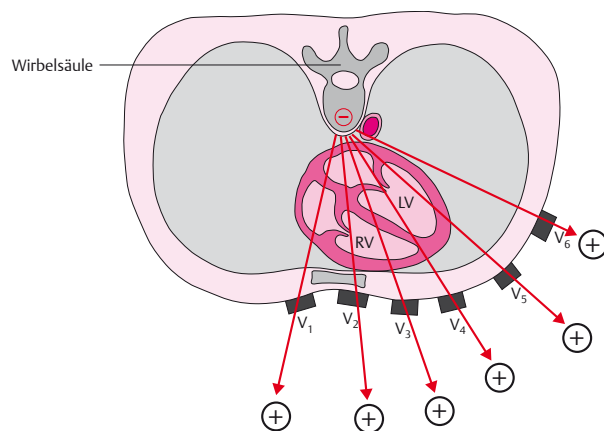
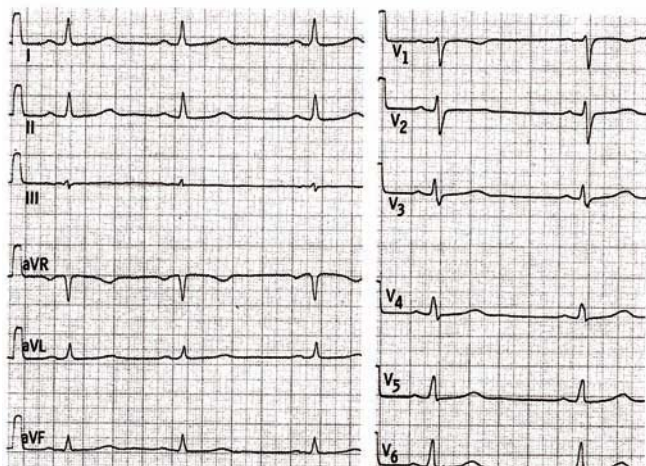


Abb. 13 Unipolare Brustwandableitung nach Wilson

## Platzierung der Elektroden

**Extremitätenableitung** Zurzeit ist im Rettungsdienst die Vierpolableitung üblich. Mit den 4 Elektroden können alle 6 Extremitätenableitungen gemessen werden (Tab. 2, Abb. 15a). Die Farbcodierung der Kabelenden kann dabei von Gerät zu Gerät variieren.

**Brustwandableitung** Zur Diagnose des akuten Koronarsyndroms benötigt man zusätzlich die 6 Brustwandableitungen nach Wilson. Bei den meisten Geräten können die zusätzlich notwendigen Kabel bei Bedarf eingesteckt werden. Gerade bei der Suche nach Infarktzeichen ist das korrekte Platzieren der Klebeelektroden von großer Bedeutung (Tab. 3, Abb. 15b). Falsch angelegte Elektroden verzerren das abgeleitete Bild und führen zu falschen Ergebnissen.



**Abb. 14** Vollständiges EKG mit Zusatzableitungen: als „Routine-Programm“ die Extremitätenableitungen I, II und III sowie die Goldberg-Ableitungen aVR, aVL, aVF und die Brustwandableitungen V1–V6

## Interpretation des EKGs Schritt für Schritt

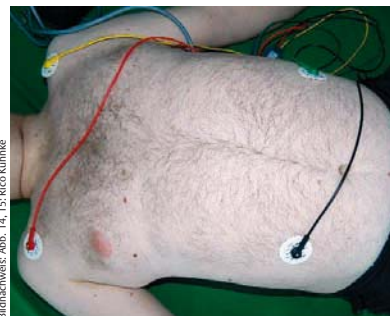
**Auf das Wesentliche achten** Denken Sie beim Interpretieren immer daran, dass Artefakte (Störgrößen) auftreten können, z. B. durch Bewegungen des Patienten oder durch starke elektrische Felder. Lassen Sie sich von diesen „Kleinigkeiten“ nicht ablenken. Im Rettungsdienst sollte man sich v. a. darauf beschränken, den Rhythmus zu bewerten und nach Anzeichen eines Infarkts zu suchen. In jedem Fall gilt die Prämisse: „Behandle den Patienten und nicht den Herzrhythmus“ [1]. Denn erst aus EKG und Zustand des Patienten ergibt sich ein valider Befund (siehe auch: „Back to the roots – Diagnosestellung ohne technische Hilfsmittel“ in *retten!* 1/12).

**Rhythmus bewerten** Suchen Sie sich im EKG-Streifen einen Abschnitt aus (P-QRS-T), der am ehesten einem physiologischen EKG entspricht und beginnen dann Schritt für Schritt mit der Interpretation (► Tab. 4). Achten Sie dabei immer auf den Zustand des Patienten und verzögern Sie keine therapeutischen Maßnahmen. Bei der Interpretation ist es nicht entscheidend, ob Sie den Rhythmus des Patienten richtig benennen können, sondern ob

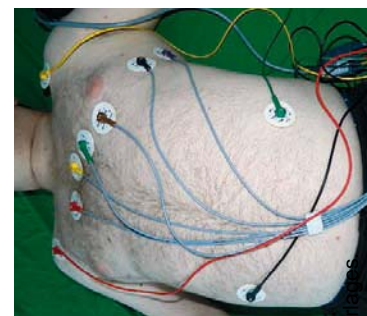
- der Rhythmus bedrohlich ist und
- eine Intervention durch Sie oder den Notarzt erfordert.



Mit korrekt platzierten Elektroden lässt sich die Erregungsleitung am Herzen ableiten.



**Abb. 15 a** Platzierung der Elektroden für die Extremitätenableitung



**Abb. 15 b** Platzierung der Elektroden für die Brustwandableitung

**Tabelle 2** Platzierung der Elektroden für die Extremitätenableitung

rote* Elektrode	unterhalb des rechten Schlüsselbeins: Möglichst seitlich, damit ggf. noch Defibrillator-Elektroden bzw. Paddels platziert werden können.
gelbe* Elektrode	unterhalb des linken Schlüsselbeins: Auf gleicher Höhe wie die zuvor angebrachte rote Elektrode.
grüne* Elektrode	am linken Unterbauch: Die Ableitung ist optimal, wenn die rote und grüne Elektrode eine Linie ergeben, die parallel zum Herzvektor liegt.
schwarze* Elektrode	am rechten Unterbauch

\*Die Farbcodierung kann von Gerät zu Gerät variieren.

**Tabelle 3** Platzierung der Elektroden für die Brustwandableitung

V1	4. Zwischenrippenraum, seitlich vom rechten Rand des Brustbeins (rechts parasternal)
V2	4. Zwischenrippenraum, seitlich vom linken Rand des Brustbeins (links parasternal)
V3	zwischen V2 und V4
V4	5. Zwischenrippenraum, in der Mitte des Schlüsselbeins (medioclavikulär)
V5	auf gleicher Höhe wie V4, vordere Axillarlinie
V6	auf gleicher Höhe wie V5, mittlere Axillarlinie

## Fazit

Auch wenn das EKG zum Standard im Rettungsdienst gehört: Es ist nur einer von vielen Bausteinen zur sicheren Diagnose. In Einzelfällen kann das EKG Ihnen helfen, schnell zu entscheiden, ob es sich um einen lebensbedrohlichen Zustand handelt. Mit dem Wissen aus diesem Beitrag verfügen Sie über das nötige Handwerkszeug dazu, und das breite Feld der EKG-Diagnostik steht Ihnen offen.

## Kernaussagen

- ▶ Die Erregung breitet sich über schnelle Leitungsbahnen von den Vorhöfen über den AV-Knoten bis zur Herzspitze aus. Von dort wandert sie zurück Richtung Ventilebene. Dies gewährleistet, dass
  - ▷ sich die Vorhöfe zuerst in die Kammern entleeren,
  - ▷ die Kammern anschließend von der Spitze aus in Richtung Ventilebene kontrahieren und
  - ▷ dabei den Lungen- und Körperkreislauf mit Blut füllen.
- ▶ Auf eine elektrische Aktion im Herzen folgt nicht zwangsläufig eine mechanische Antwort. Es gibt Erkrankungen, bei denen ein elektrischer Impuls keine Kontraktion des Herzmuskels zur Folge hat.
- ▶ Fließt ein Strom, kann er über Elektroden abgeleitet werden und im EKG einen sichtbaren Ausschlag verursachen. Ob dieser positiv oder negativ ist, hängt von der Richtung des Stroms und der Ableitung ab.
- ▶ Bei gleichem Strom kann der Ausschlag in verschiedenen Ableitungen deutlich variieren.
- ▶ Mithilfe verschiedener Ableitungsarten (Einthoven, Goldberg und Wilson) kann man das Herz aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachten.
- ▶ Eine Störung am Herzen ist nicht unbedingt in allen Ableitungen zu erkennen.
- ▶ Beachten Sie immer den Zustand des Patienten und verzögern Sie keine therapeutischen Maßnahmen.



**Rico Kuhnke** ist Schulleiter der DRK-Landesschule BW und war viele Jahre als Lehrrettungsassistent tätig. Er ist Mitherausgeber von retten!.  
E-Mail: [r.kuhnke@drk-ls.de](mailto:r.kuhnke@drk-ls.de)



**Dr. Birgit Eibeck** studierte Medizin an der Universität  
Ulm und ist derzeit Ärztin an der Sana Herzchirurgie  
Stuttgart.  
E-Mail: [Birgiteibeck@aol.com](mailto:Birgiteibeck@aol.com)

## Sie wollen gleich üben?

**Aufgabe** Interpretieren Sie nun das EKG in **Abb. 16** mithilfe von **Tab. 4**. Vergleichen Sie anschließend Ihre Arbeitsdiagnose mit der Lösung im Internet (**Tab. 5**, online).



**Abb. 16** Pathophysiologisches EKG

Beitrag online zu finden unter <http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1336040>

## Infos im Internet

Das Literaturverzeichnis und ergänzendes Material zu diesem Beitrag finden Sie im Internet: Rufen Sie unter [www.thieme-connect.de/ejournals](http://www.thieme-connect.de/ejournals) die Seite von *retten!* auf und klicken Sie beim jeweiligen Artikel auf „Zusatzmaterial“.

\*Bildnachweis: nach Wurzing, Laurenz J, Duale Reihe Anatomie. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2010. Rico Kuhnke, Anne Lichtenheldt, Thieme Verlagsgruppe.

Platz für eigene Notizen und Anmerkungen

**Tabelle 4 EKG-Interpretation Schritt für Schritt**

Ist der Rhythmus regelmäßig oder unregelmäßig?	Meist erkennt man auf den ersten Blick, ob ein Rhythmus regelmäßig oder unregelmäßig ist. Am besten markieren Sie auf dem EKG-Streifen die einfach zu findenden R-Zacken mit einem Strich. Nun vergleichen Sie die Abstände. <i>Gerade jüngere Patienten haben manchmal eine atemabhängige Arrhythmie. Diese ist physiologisch und sollte nicht überbewertet werden.</i>
Wie hoch ist die Frequenz?	Auch wenn das EKG-Gerät die Herzfrequenz ermittelt, sollten Sie immer den Puls zählen. Dadurch erfahren Sie, ob die elektrische Aktivität an eine mechanische Aktion gekoppelt ist. Führt nicht jeder Impuls zu einer Kontraktion, spricht man vom sog. Pulsdefizit. Beim Ermitteln der Frequenz geht es v. a. darum, ob eine bedrohliche Tachykardie (Frequenz in Ruhe > 150/min) oder Bradykardie (Frequenz in Ruhe < 60/min) vorliegt. <i>Besonders stark ausgeprägte P- oder T-Wellen zählt das EKG-Gerät manchmal bei der Herzfrequenz mit. Eine vermeintlich hohe Frequenz kann hier leicht in die Irre führen.</i>
Ist vor jedem QRS-Komplex eine P-Welle?	Der QRS-Komplex ist meist leicht zu finden. Nun überprüft man, ob vor jedem QRS-Komplex eine P-Welle erkennbar ist. Fehlt sie vor einzelnen QRS-Komplexen, kann dies ein erstes Indiz für eine Extrasystole sein. Fehlt sie vor jedem QRS-Komplex, ist der Sinusknoten als Schrittmacher des Herzens ausgefallen. <i>Beim Vorhofflimmern bzw. -flattern ist keine eindeutige P-Welle zu sehen. Es lassen sich vielmehr unregelmäßig geformte, feine Schwankungen erkennen. Nicht jede kleine Zacke ist eine P-Welle.</i>
Folgt jeder P-Welle ein QRS-Komplex?	Folgt auf eine P-Welle kein QRS-Komplex, kann eine Überleitungsstörung im Bereich des AV-Knotens vorliegen.
Wie sind die P-Wellen geformt?	Variiert die Form der P-Wellen, kommt die Erregung aus verschiedenen Erregungsbildungsherden im Bereich des Vorhofs. Da Bewegungen des Patienten die Ableitung beeinflussen, sollten Sie kleinere Abweichungen nicht überbewerten. <i>Entscheidend ist, ob ein regelmäßiger oder unregelmäßiger Rhythmus vorliegt.</i>
Wie lang ist die PQ-Strecke?	Auch ohne EKG-Lineal kann man schnell feststellen, ob die PQ-Strecke länger als 0,2 s ist. Trifft dies zu oder schwankt die Länge, deutet dies auf einen AV-Block hin. <i>Ein typisches Überwachungs-EKG schreibt mit einer Geschwindigkeit von 25 mm/s. Ist die Strecke zwischen dem Ende der P-Welle und dem Beginn der Q-Zacke länger als 2 Kästchen auf dem EKG-Streifen, liegt eine Überleitungsstörung vor.</i>
Ist der QRS-Komplex schmal?	Die Breite des QRS-Komplexes sollte 0,1 s nicht übersteigen. Bei breiteren QRS-Komplexen kann die Erregungsausbreitung in den Kammern gestört sein (z. B. Schenkelblock). <i>Häufig wird bei der Diagnosestellung nicht zwischen einem verbreiterten QRS-Komplex und einer erhöhten ST-Strecke unterschieden. Beim verbreiterten QRS-Komplex fällt die Linie vor der T-Welle auf die Höhe der PQ-Strecke zurück.</i>
Sind die QRS-Komplexe gleichförmig?	Sind die QRS-Komplexe unterschiedlich geformt, erfolgt die Erregung der Kammermuskulatur nicht über denselben Weg. Ursache sind i. d. R. zusätzliche Erregungsbildungsherde in den Kammern, die Extrasystolen verursachen. <i>Treten viele unterschiedlich geformte QRS-Komplexe auf, ist dies ein Alarmsignal: Fordern Sie den Notarzt an.</i>
Treten einzelne QRS-Komplexe in der T-Welle auf?	Besonders dann, wenn unterschiedlich geformte (meist verbreiterte) QRS-Komplexe direkt nach oder sogar in einer T-Welle auftreten, ist höchste Alarmbereitschaft nötig. Man spricht von einem „R-auf-T-Phänomen“. <i>Da sich die Herzmuskulatur zum Zeitpunkt der T-Welle in der Erregungsrückbildung befindet, kann eine erneute Erregung in dieser Phase zu Kammerflimmern führen.</i>
Ist die ST-Strecke isoelektrisch?	Bei Hebungen oder Senkungen der ST-Strecke kann eine Schädigung (Läsion) des Herzmuskels vorliegen. <i>Die Veränderungen bilden sich insbesondere in den Ableitungen aus, die der positiven Elektrode der betroffenen Region am nächsten sind. Daher kann man beim Vergleich der Ableitungen bereits das Infarktgebiet zuordnen.</i>
Sind die T-Wellen normal geformt?	Die Form der T-Wellen kann Hinweise auf einen akuten oder früheren Infarkt geben. <i>Tritt im EKG ein deutlich ausgeprägtes, erhöhtes (spitzes) T auf, liegt ein Sauerstoffmangel (Ischämie) am Herzmuskel vor – dies ist die Vorstufe eines Herzinfarkts.</i>

Ableitung II

Ableitungen I, II,  
III, aVR, aVL, aVF  
und V1–V6



# EKG im Rettungsdienst

## So funktioniert's



### 1 Welche der nachfolgenden Aussagen beschreibt den Summationsvektor?

- A Er ist die Summe aller elektrischen Ströme, die zum Zeitpunkt x durch das Herz strömen.
- B Er vereint die elektrischen Ströme zu einem „Hauptstrom“ zum Zeitpunkt x.
- C Er fasst die Ströme zusammen, die zum Zeitpunkt x in Richtung des Ableitungsvektors verlaufen.
- D Er beschreibt die Richtung, in die die Ableitung die Ströme misst.
- E Er umfasst die Anzahl der möglichen EKG-Ableitungen.

### 2 Welche der nachfolgenden Aussagen ist *nicht* richtig?

- A Ein Vektor, dessen Spitze in dieselbe Richtung zeigt wie die Ableitung, ergibt einen negativen Ausschlag.
- B Ein Vektor, dessen Spitze in dieselbe Richtung zeigt wie die Ableitung, ergibt einen positiven Ausschlag.
- C Die Abweichung des Vektors von der Ableitungsebene erkennt man an einer entsprechenden Verkürzung des abgebildeten Vektors.
- D Zeigt der Vektorpfeil in die entgegengesetzte Richtung, so resultiert ein negativer Ausschlag.
- E Ein Vektor, der senkrecht zur Ableitungsebene steht, ergibt in seiner Projektion keinen Ausschlag.

### 3 Welche elektrophysiologischen Vorgänge treten bei einer P-Welle auf?

- A Erregungsausbreitung über die Herzmuskulatur der Vorhöfe
- B Erregungsrückbildung in der Herzmuskulatur der Vorhöfe
- C Erregungsverzögerung zwischen Vorhöfen und Kammern
- D Erregungsausbreitung über die Herzmuskulatur der Kammern
- E Erregungsrückbildung in der Herzmuskulatur der Kammern

### 4 Wozu dient die Verzögerung der Erregung im AV-Knoten?

- A Sie dient der vollständigen Entleerung der beiden Herzkammern in den Lungen- und Körperkreislauf.
- B Die Erregungsverzögerung hat keinen Sinn, sie ist pathologisch.
- C Sie dient der synchronen Weiterleitung aller Vorhoferregungen zur linken Kammer.
- D Diese Verzögerung ermöglicht es den Vorhöfen, sich vollständig in die Kammern zu entleeren.
- E Sie reduziert die Impulse des Sinusknotens auf 60/min.

### 5 In welchem Teil des EKGs kann man die Erregungsrückbildung der Kammermuskulatur erkennen?

- A P-Welle
- B PQ-Strecke
- C QRS-Komplex
- D ST-Strecke
- E T-Welle

### 6 In welchem Teil des EKGs kann man die Erregungsverzögerung durch den AV-Knoten erkennen?

- A P-Welle
- B PQ-Strecke
- C QRS-Komplex
- D ST-Strecke
- E T-Welle

### 7 Welche der nachfolgenden Strukturen gehört *nicht* zum Erregungsleitungssystem der Kammern?

- A His-Bündel
- B rechter Tawara-Schenkel
- C linker Tawara-Schenkel
- D Purkinje-Fasern
- E internodale Faserbündel

### 8 Welche Aussage zu den Ableitungsarten ist richtig?

- A Die Einthoven-Ableitung ist eine unipolare Extremitätenableitung.
- B Die Goldberg-Ableitung ist eine bipolare Brustwandableitung.
- C Die Wilson-Ableitung ist eine unipolare Brustwandableitung.
- D Die Extremitätenableitungen „durchschneiden“ das Herz horizontal.
- E Die Brustwandableitungen „durchschneiden“ das Herz vertikal.

### 9 Welche der nachfolgenden Elektroden bei der Brustwandableitung nach Wilson ist *nicht* korrekt platziert?

- A V1 = 4. Zwischenrippenraum (Interkostalraum, ICR), seitlich vom rechten Rand des Brustbeins
- B V2 = 4. ICR, seitlich vom linken Rand des Brustbeins
- C V3 = 5. ICR, in der Mitte des Schlüsselbeins
- D V5 = auf gleicher Höhe wie V4, vordere Axillarlinie
- E V6 = auf gleicher Höhe wie V5, mittlere Axillarlinie

### 10 Welche der nachfolgenden Aussagen zum EKG ist richtig?

- A Das EKG ist eine Abbildung der elektrischen und mechanischen Aktivitäten des Herzens.
- B Das EKG ist das wichtigste diagnostische Mittel, um die vitale Gefährdung des Patienten zu beurteilen.
- C Das EKG lässt Rückschlüsse auf die Auswurfleistung des Herzens und somit auf den Blutdruck zu.
- D Die Frequenz im EKG ist immer identisch mit der Pulsfrequenz.
- E Die Interpretation des EKGs lässt Rückschlüsse auf die Erregungsbildung und -leitung im Herzen zu.

**cee.thieme.de**

- Sammeln Sie CEE-Punkte unter [cee.thieme.de](http://cee.thieme.de) für Ihre Rettungsdienstfortbildung. 1 CEE-Punkt entspricht einer Fortbildungsstunde von 60 Minuten.