

Grundlagen der EKG-Diagnostik

I. Das Reizleitungssystem des Herzens

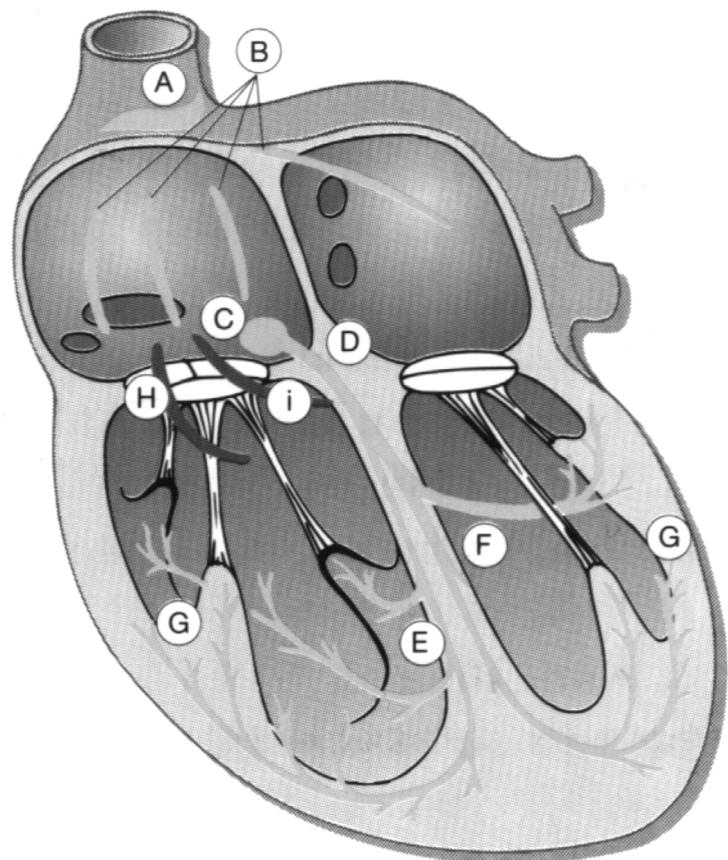
Die Kontraktion des Herzmuskels wird wie jede Muskelkontraktion durch elektrische Erregung ausgelöst. Diese elektrischen Reize werden im Herzen selbst von autonomen Zentren gebildet und dann über bestimmte Zellen und Fasern so zum Arbeitsmyokard geleitet, daß sich das Herz gezielt und rhythmisch kontrahiert.

Das *primäre, selbständige Automatiezentrum* des Herzens ist der **Sinusknoten (A)**. Er ist lokalisiert zwischen der Einmündung der oberen Hohlvene und dem rechten Vorhof. Normalerweise gibt er elektrische Impulse mit einer Frequenz von *60 bis 80 pro Minute* ab. Er ist nicht willentlich steuerbar, kann aber durch das *vegetative Nervensystem* (Sympathikus und Parasympathikus) beeinflusst werden.

Von dort werden die Impulse über die Vorhofbündel (**B**) zum sogenannten Atrioventrikularknoten (**AV-Knoten**) weitergeleitet. Währenddessen kontrahieren sich bereits die Vorhöfe (Vorhoferregung). Der AV-Knoten (**C**) befindet sich an der Wand des rechten Vorhofs, nahe am Übergang zur Kammercheidewand. Er bildet im gesunden Herzen den einzigen elektrisch leitenden Übergang zwischen Vorhof- und Kammermyokard (*pathologische Kurzschlüsse: H, I*).

Seine Aufgabe besteht darin, die ihm zugeleiteten Impulse aus den Vorhöfen mit einer gewissen Verzögerung (ca. 100 msec.) in Richtung Kammern weiterzuleiten. Er bremst also die Erregungsleitung etwas ab, so daß sich die Hauptkammern vor der Kontraktion ausreichend mit Blut füllen können. Außerdem ist der AV-Knoten ein *sekundäres Automatiezentrum*, das bei Ausfall des Sinusknotens selbst Impulse mit einer Frequenz *um 40 pro Minute* abgeben kann.

Nach dem AV-Knoten wird die Erregung über das **His-Bündel (D)** an der oberen Kammercheidewand weitergeleitet. Von dort läuft sie weiter über die **Tawara-Schenkel** bis hin zu den **Purkinje-Fasern (G)**, die im Arbeitsmyokard der Kammern münden. Der rechte Tawara-Schenkel (**E**) versorgt die rechte Hauptkammer, der linke (**F**), der sich noch in einen vorderen und hinteren Teil aufspaltet, dementsprechend die linke Kammer. Diese Strukturen im Bereich der Kammern sind bei Ausfall von Sinus- und AV-Knoten in der Lage, als *tertiäres Automatiezentrum* Impulse mit einer Frequenz von *bis zu 30 pro Minute* zu erzeugen.



II. EKG-Ableitungen

Im präklinischen Bereich werden üblicherweise nur drei der 12 Standardableitungen verwendet, nämlich die mit I bis III bezeichneten Extremitäten-Ableitungen nach Einthoven, die mittels dreier Klebeelektroden abgeleitet werden.

Ableitung I bezeichnet hierbei die Ableitung von der Elektrode am rechten Arm (*Lifepak: rot*) zum linken Arm (*Lifepak: gelb*). **Ableitung II** bezeichnet die Ableitung vom rechten Arm (*Lifepak: rot*) zum linken Bein (*Lifepak: grün*). Diese Ableitung liegt physiologischer Weise entlang der elektrischen Herzachse, so daß hier die größten Ausschläge erkennbar werden und die Kurve am deutlichsten ist. Die **Ableitung III** schließlich findet zwischen linken Arm (*Lifepak: gelb*) und linkem Bein (*Lifepak: grün*) statt.

Die drei Ableitungsstellen ergeben ein Dreieck (sog. **Einthovensches Dreieck**). Dabei ist es gleichgültig, wie weit die Elektroden voneinander entfernt sind. Daher wird aus Gründen der Praktikabilität im Rettungsdienst nicht von den Extremitäten, sondern von der Brustwand abgeleitet. Die Elektroden werden also quasi die beiden Arme und das Bein „empor“ geschoben, so daß die Elektroden dann im Bereich des rechten Schlüsselbeins (*Lifepak: rot*), des linken Schlüsselbeins (*Lifepak: gelb*) und links in der Axillarlinie auf Höhe der Niere (*Lifepak: grün*) geklebt werden.

Merke: Vom Helfer aus oben links mit rot beginnen und dann die Reihenfolge der Ampelfarben einhalten!

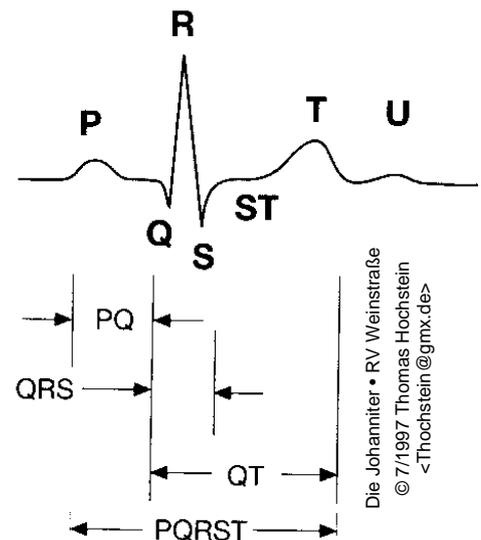
III. Die normale EKG-Kurve

Eine EKG-Kurve besteht aus verschiedenen Wellen und Zacken, die sich von der Nulllinie, der sog. **isoelektrischen Linie**, nach oben oder unten entfernen. Diese Strukturen werden mit den Buchstaben P, Q, R, S und T bezeichnet.

Im Normalfall ist zunächst eine kleine Welle nach oben zu erkennen. Dies ist die sog. **P-Welle**. Sie entspricht der *Vorhoferregung*, also der Ausbreitung der elektrischen Erregung vom Sinusknoten bis hin zum AV-Knoten. Praktisch zeitgleich findet die *Vorhofkontraktion* statt. Die Strecke von hier bis zur nächsten Zacke wird als **PQ-Strecke** bezeichnet. Die Länge dieser Strecke ist von der Herzfrequenz weitgehend *unabhängig* und entspricht der Verzögerung der Erregungsleitung im AV-Knoten.

Danach folgt ein Komplex aus drei Zacken, meistens ein wenig nach unten (**Q-Zacke**), sehr weit nach oben (**R-Zacke**) und dann wieder unter die Nulllinie (**S-Zacke**) und schließlich auf diese zurück. Dieser sogenannte **QRS-Komplex** entspricht der *Erregungsausbreitung in den Kammern*. Während der nachfolgenden **ST-Strecke** erfolgt die *Kontraktion der Hauptkammern* und damit der eigentliche Herzschlag.

Mit der **T-Welle** (nach oben), die der *Repolarisierung*, also der Herstellung des elektrischen Ausgangszustandes, entspricht, schließt die EKG-Kurve ab. Die T-Welle ist für die präklinische Rhythmusdiagnostik nicht relevant.



Quellen: Kösters, Wolfgang: Rhythmusstörungen - Kompaktwissen für den Rettungsdienst, Edewecht 1995.

Siggelkow, Markus (Johanniterschule Hannover-Ronnenberg): Ausbildungsskript: Reizleitungssystem des Herzens - EKG-Ableitungen - Schnellinterpretation des EKG, Eigenverlag.