



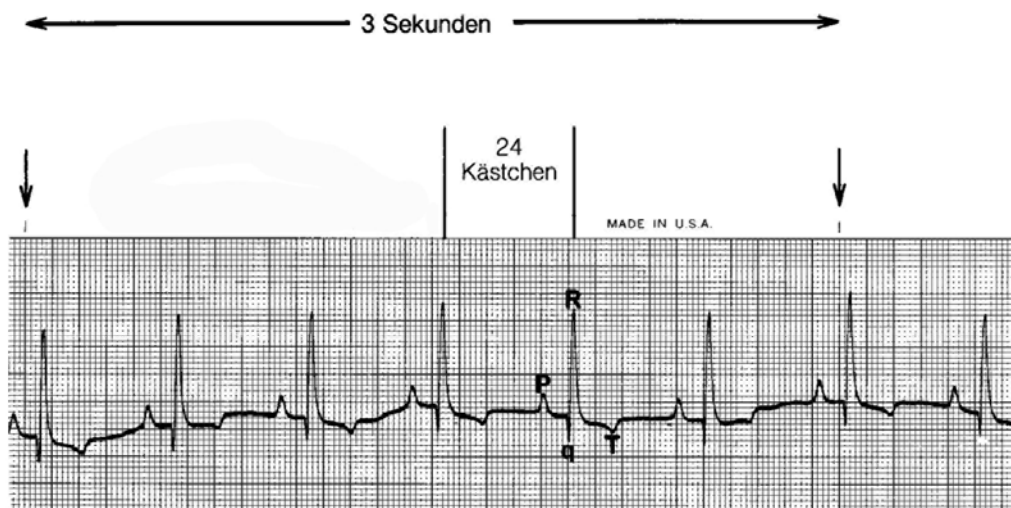
### EKG-Diagnostik

## Wie analysiere ich ein Elektrokardiogramm ?

Grundsätzlich untersucht man zuerst die Ableitung II. Hier werden sämtliche Messungen durchgeführt, da alle Referenzparameter nur für diese Ableitung gelten. Die übrigen Ableitungen werden zusätzlich bei bestimmten Fragestellungen –z.B., wenn P-Wellen nicht eindeutig diagnostiziert werden können- zu Rate gezogen.

Beim Auswerten eines EKG's sollte man systematisch und immer nach der gleichen Reihenfolge vorgehen. Welche Reihenfolge man sich dabei angewöhnt, ist Geschmackssache, wichtig ist nur, ein bestimmtes Schema einzuhalten. Ein mögliches Schema ist folgendes:

1. **Eichung des Gerätes** anschauen. Dies ist wichtig, um später keine falschen Messwerte zu erhalten!
  - wie schnell ist der Papiervorschub; es gibt verschiedene Geschwindigkeiten, die am häufigsten gebrauchte ist 50 mm/s oder 25mm/s
  - wie viele mm entsprechen 1 mV; meistens wird mit 10 mm = 1 mV gearbeitet.Dies ist wichtig, um später keine falschen Messwerte zu erhalten!
2. Bestimmung der **Herzfrequenz**:  
Es gibt verschiedene Methoden, um die Herzfrequenz zu bestimmen. Am einfachsten geht das unter Zuhilfenahme eines sog. EKG-Lineals. Hat man kein solches Hilfsmittel zur Hand, muss man die Frequenz von Hand auszählen. Bei einem Papiervorschub von 50 mm/s entspricht ein kleines Kästchen 0,02 sec, bei einem Vorschub von 25 mm/s bedeutet ein Kästchen 0,04 sec. Dann zählt man 3 Sekunden (6 Sekunden bei 25 mm/s) aus und multipliziert die Anzahl der Komplexe mit 20 (bei 50 mm/s) bzw. mit 10 (bei 25 mm/s). So erhält man die Herzfrequenz pro Minute. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Frequenz anhand der am EKG-Papier angebrachten Markierungen auszurechnen.



$$3000 : 24 = 125$$

$$6 \text{ Zyklen} \times 20 = 120$$

Bestimmung der Herzschlagfrequenz bei einem normalen Hundelektrokardiogramm. Bei regelmäßiger Ventrikelschlagfrequenz dividiert man 3000 durch die Anzahl der kleinen Kästchen (d. h. 0,02 Sekunden) zwischen zwei R-Zacken, um die Herzschlagfrequenz pro

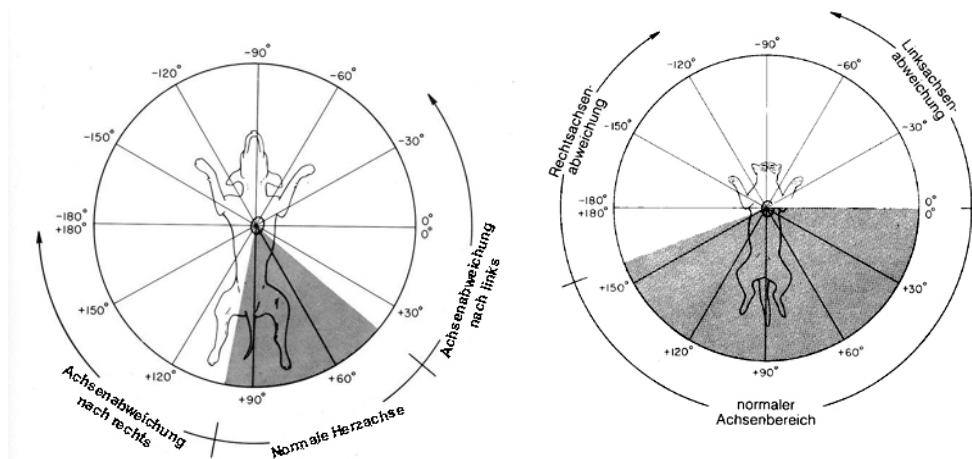


3. Bestimmung der **Mittleren Elektrischen Achse (MEA)**:

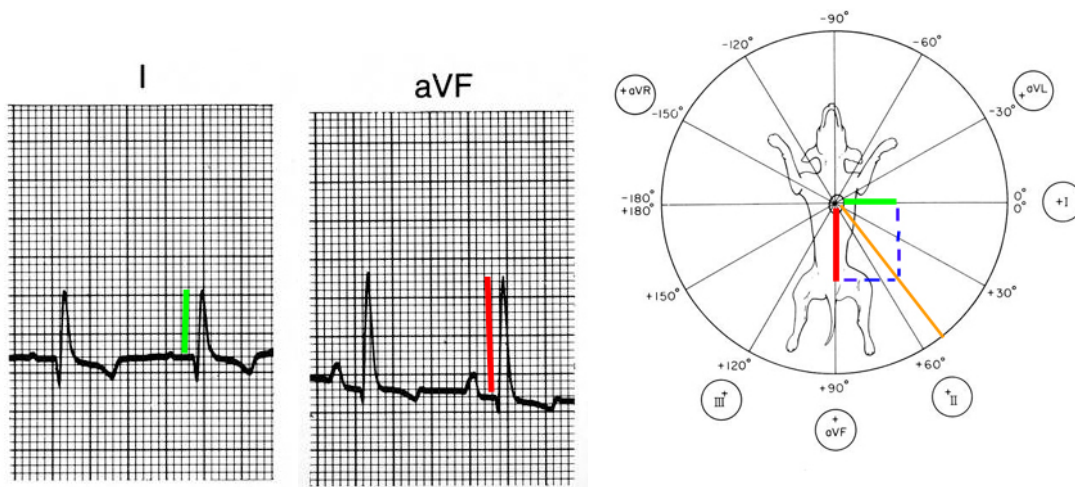
Hierfür gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- Die Ableitung mit dem größten Nettoausschlag (d.h. pos. Ausschlag minus negativer Ausschlag, Bsp. R-Zacke 2,2 mV, S-Zacke -0,3 mV => Nettoausschlag 1,9 mV) aufsuchen. Diese Ableitung entspricht der MEA (im sog. Hexaxialen System ist jeder Ableitung eine Grad-Zahl zugeordnet). Das ist die einfachste und ungenaueste Methode.

- man sucht im Hexaxialen System zwei zueinander senkrecht stehende Ableitungen, in der Regel I und aVF. Auf ihnen trägt man ausgehend vom Zentrum des Hexaxialen Systems (Schnittpunkt von I und aVF) die Nettoausschläge auf. Von diesen Messpunkten zieht man zu den Ableitungen senkrecht stehende Linien und bestimmt deren Schnittpunkte. Den Schnittpunkt verbindet man zuletzt mit dem Zentrum des Hexaxialen Systems und erhält so eine Gradzahl, welche der MEA entspricht. Diese Methode ist etwas aufwändiger, dafür aber genauer.



Beispiel:



**Beispiel:** (normale Herzachse): Ableitung I ist positiv und ca. 8 Kästchen hoch, also muss die grüne Linie (Ableitung I) nach rechts aufgetragen werden.

Ableitung aVF ist positiv und ca 14 Kästchen hoch, und muss also deshalb nach unten (dort ist der positive Ausschlag, bzw. das "+" Zeichen) aufgetragen werden.

Von diesen Messpunkten zieht man zu den Ableitungen senkrecht stehende Linien und bestimmt deren Schnittpunkte. Den Schnittpunkt verbindet man zuletzt mit dem Zentrum des Hexaxialen Systems und erhält so eine Gradzahl, welche der MEA entspricht.

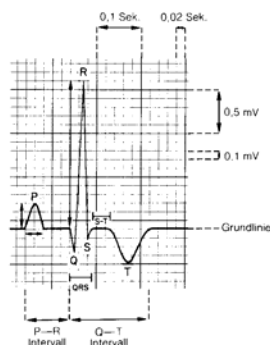


2. Bestimmung des **Rhythmus**:

Hier sollte folgende Frage beantwortet werden: Ist der Rhythmus regelmäßig oder unregelmäßig, d.h. sind die Abstände zwischen den Komplexen immer gleich oder variieren die Abstände? Kommen einzelne Schläge zu früh und fallen schon fast in den vorangegangenen Komplex oder kommen einzelne Komplexe auffällig spät? Wenn eine Arrhythmie vorliegt, stellt sich die Frage, ob ein Muster vorliegt- z.B. bei einer Sinusarrhythmie (Atmungsbedingt). Ein Sinusrhythmus ist gekennzeichnet durch P-Wellen in regelmäßigen Abständen vor jedem QRS Komplex.

3. Identifizieren der **P-Wellen und QRS-Komplexe** sowie **deren Beziehung** zueinander:

Sind P-Wellen bzw. QRS-Komplexe vorhanden, wenn ja immer oder nur sporadisch? Wenn ja, sind diese dann miteinander assoziiert oder schlagen die Vorhöfe unabhängig von der Kammer? Um das zu beurteilen, muss man die Strecke zwischen P und Q ausmessen. Ist diese konstant oder ist der Abstand variabel, wobei letzteres bedeutet, P-Welle und QRS-Komplex sind nicht miteinander assoziiert. Wenn jeder QRS Komplex eine P-Welle besitzt liegt ein normaler Sinusrhythmus vor.



Vergrößerung eines normalen P-QRS-T-Komplexes der Ableitung II vom Hund. P-Welle: 0,04 Sek., 0,3 mV; PQ-Intervall: 0,1 Sek.; QRS-Komplex: 0,25 Sek., 1,7 mV; ST-Strecke: 0,04 Sek.; T-Welle: 0,09 Sek., 0,4 mV; QT-Intervall: 0,18 Sek.

4. Ausmessen der **Morphologie des P-QRS-T-Komplexes**:

Zum Schluss müssen die Amplituden der Komplexe sowie deren Dauer ausgemessen werden. Hier soll beurteilt werden, ob der P-QRS-T- Komplex eine normale Form hat oder ob Abweichungen von der physiologischen Morphologie zu sehen sind. Zusätzlich sollten die Dauer der PQ- und der QT-Strecke bestimmt werden. Merke: EKGs sind vor allem dazu geeignet Rhythmus-Abnormalitäten zu beurteilen, sie sind nur relativ beschränkt dazu geeignet Kammervergrößerungen zu diagnostizieren.

**Normalwerte Hund:**

- Herzschlagfrequenz**  
70 bis 160 Schläge/Min. beim erwachsenen Hund  
Bis 180 Schläge/Min. bei Zwergrassen  
Bis 220 Schläge/Min. bei Welpen
- Rhythmus**  
Normaler Sinusrhythmus  
Sinusarrhythmie  
Wandrender Schrittmacher
- Messungen** (Ableitung II, 50 mm/Sek., 1 cm = 1 mV)\*  
P-Welle  
Breite: maximal 0,04 Sek.  
Höhe: maximal 0,4 mV  
PQ-Intervall  
Breite: 0,06 bis 0,13 Sek.  
QRS-Komplex  
Breite: maximal 0,05 Sek. bei kleinen Rassen  
maximal 0,06 Sek. bei großen Rassen  
Höhe der R-Zacke: maximal 2,5 mV bei kleinen Rassen  
maximal 3,0 mV bei großen Rassen
- ST-Strecke**  
Eine ST Senkung sollte nicht mehr als 0,2 mV  
und eine ST-Hebung nicht mehr als 0,15 mV betragen
- T-Welle**  
Kann positiv, negativ oder biphasisch sein  
Nicht größer als ein Viertel der R-Zacke
- QT-Intervall**  
Breite: 0,15 bis 0,25 Sek. bei normaler Herzschlagfrequenz, das  
QT-Intervall verändert sich in Abhängigkeit von der Fre-  
quenz (höhere Frequenzen verkürzen das QT-Intervall  
und umgekehrt)
- Elektrische Herzachse** (Frontalebene)  
+ 40° bis + 100°
- Präkordiale Brustwandableitungen** (nur besonders wichtige Werte)  
CV<sub>5</sub> RL (rV<sub>2</sub>): positive T-Welle  
CV<sub>6</sub> LL (V<sub>2</sub>): S-Zacke nicht größer als 0,8 mV  
R-Zacke nicht größer als 2,5 mV\*  
CV<sub>6</sub>LU (V<sub>4</sub>): S-Zacke nicht größer als 0,7 mV  
R-Zacke nicht größer als 3,0 mV\*  
V<sub>10</sub>: negativer QRS-Komplex, T-Welle außer  
bei Chihuahua negativ

\* Gilt nicht für dünne Hunde mit tiefem Brustkorb, jünger als 2 Jahre.

**Normalwerte Katze:**

- Herzschlagfrequenz**  
160 bis 240 Schläge/Min., Mittelwert: 197 Schläge/Min.
- Rhythmus**  
Normaler Sinusrhythmus  
Sinustachykardie (physiologische Anpassung als Folge von Aufre-  
gung)
- Messungen** (Ableitung II, 50 mm /Sek., 1 cm = 1 mV)  
P-Welle  
Breite: maximal 0,04 Sek.  
Höhe: maximal 0,2 mV  
PQ-Intervall  
Breite: 0,05 Sek. bis 0,09 Sek.  
QRS-Komplex  
Breite: maximal 0,04 Sek.  
Höhe der R-Zacke: maximal 0,9 mV  
ST-Strecke  
Keine sichtbare Senkung oder Hebung  
T-Welle  
Positiv, negativ oder biphasisch, meist jedoch positiv  
Höhe: maximal 0,3 mV  
QT-Intervall  
Breite: 0,12 Sek. bis 0,18 Sek. bei normaler Herzschlagfrequenz  
(variiert zwischen 0,07 Sek. und 0,20 Sek.); Breite der T-Welle ist  
von der Herzschlagfrequenz abhängig (eine höhere Frequenz ver-  
kürzt das QT-Intervall und umgekehrt)
- Elektrische Herzachse** (Frontalebene)  
0° bis +160°
- Präkordiale Brustwandableitungen**  
Noch nicht ausreichend untersucht, um Normalwerte festsetzen zu  
können.  
CV<sub>6</sub> LU (V<sub>4</sub>): R-Zacke nicht größer als 1,0 mV



## EKG-Veränderungen:

### Vorhofvergrößerung: P-Wellen

**P überhöht (*P-pulmonale*) (>0.4 mV, >4 Kästchen hoch): rechter Vorhof vergrößert**

Urs.: Trikuspidalinsuffizienz, Lungenkrankheiten die zu pulmonärer Hypertonie führen (Herzwurm, pulmonäre Thromboembolie)

**P verbreitert (*P-mitrals*) (> 0.04 Sek, >2 Kästchen breit): linker Vorhof vergrößert**

Urs.: Mitralklappeninsuffizienz, Aortenstenose, Ventrikelseptumdefekt, Ductus arteriosus persistens

**P-Welle verbreitert und überhöht: beide Vorhöfe vergrößert**

Urs.: Mitrals- u. Trikuspidalinsuffizienz (Mitralsinsuffizienz >>> Stauungslunge >>> Rechtsherzüberlastung), angeb. Herzfehler

### Ventrikelvergrößerung: QRS Komplexe

Veränderungen der QRS Morphologie sind Hinweise auf eine Veränderung in den Ventrikeln, also Hinweise auf Dilatation und/oder eine Hypertrophie. Die Muskelmasse ist entscheidend. Daneben gibt es aber auch sogenannte Schenkelblöcke, die zu Veränderungen der QRS Komplexe führen können, sowie Extrasystolen.

**Verbreiterung des QRS Komplexes** (0.05 Sek kleine Hunderassen, >0,06 Sek große Hunderassen, 0,04 Sek Katzen) mit oder ohne Achsenabweichung nach rechts:

**Rechter Ventrikel vergrößert**

Urs.: Pulmonalstenose, Trikuspidalinsuffizienz, pulmonäre Hypertonie, rechts-links-Shunt.

**Hypervoltage = QRS Überhöhung** (>1mV Katzen, >2,5 mV kleine Hunderassen, > 3mV grosse Hunderassen) mit oder ohne Achsenabweichung nach links :

**Linker Ventrikel vergrößert (Volumenüberladung oder Muskelhypertrophie)**

Urs.: Mitralklappeninsuffizienz, dilatative Kardiomyopathie, Ventrikel-Septumdefekt, Ductus arteriosus persistens, Subaortenstenose/Aortenstenose

**Zu kleine QRS Komplexe** beim Hund (Hypovoltage) beobachtet man häufig bei einem Perikarderguß!!!

### Extrasystolen:

Unterscheide zwischen supraventrikulären und ventrikulären Extrasystolen, dies hilft bei der Auswahl der Differentialdiagnosen.

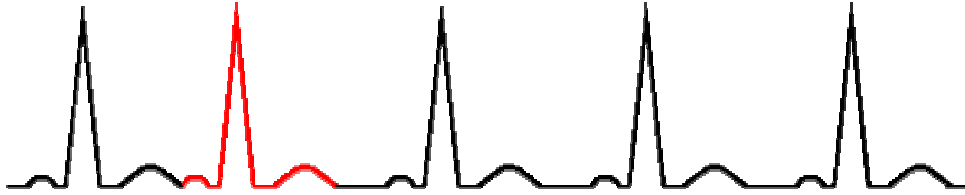
**Supraventrikuläre Extrasystolen** erscheinen ähnlich wie normale QRS Komplexe, haben manchmal eine P-Welle und kommen zu früh.

**Ventrikuläre Extrasystolen** sind oft weit und bizarr, haben keine P-Wellen und die T-Welle ist oft entgegengesetzt zum QRS Komplex. Auch sie kommen zu früh.



**Supraventrikuläre Extrasystolen sind gekennzeichnet durch:**

- Form ähnlichen wie ein normaler Kammerkomplex (QRS-Komplex ist nicht deformiert)
- zu frühes Auftreten, im Gegensatz zum normalen Rhythmus
- gelegentlich P-Wellen vor diesen Extrasystolen (kann aber z.B. in T-Welle des vorherigen Komplexes versteckt sein oder fehlen)

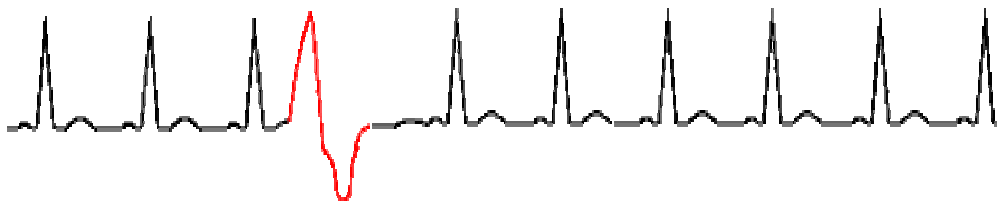


Vorhofextrasystolen, besonders wenn sie gehäuft auftreten, können Auslöser von Vorhofftachykardien, Vorhofflattern oder Vorhofflimmern sein.

**Vorkommen:** meist wenn einer der Vorhöfe vergrößert ist, also z.B. mit Mitralklappen-Insuffizienz, Trikuspidalklappen Erkrankungen, aber auch bei Myokarderkrankungen mit sekundärem großem Vorhof.

**Ventrikuläre Extrasystolen sind gekennzeichnet durch:**

- zu frühes Auftreten, im Gegensatz zum normalen Rhythmus
- breiter als ein normaler QRS Komplex
- bizarr aussehende Komplexe
- T-Welle ist häufig entgegengesetzt zum QRS Komplex
- Keine P-Wellen



Einige Definitionen:

- gleiches Aussehen = gleicher Ursprungsort = monomorphe VES
- verschiedenes Aussehen = verschiedener Ursprung = polymorphe VES

VES können vereinzelt auftreten, oder in Gruppen (2er = Couplet, 3er = Triplet), ab 4 hintereinander spricht man von ventrikulärer Tachykardie. Umso schneller die Frequenz ist, desto gefährlicher sind VES. Gleiches gilt für das Auftreten von Couplets oder Triplets.

**Vorkommen:**

Hunde: bei Hunde können VES im Zusammenhang mit vielen systemischen Erkrankungen auftreten, wie z.B. Pankreatitis, Prostataerkrankungen, Sepsis, das klassische Beispiel aber ist die Magendrehung. Daneben gibt es aber auch Herzerkrankungen, die zu VES führen. Hier sind vor allem die Myokarderkrankungen zu nennen, wie Dilatative Kardiomyopathie, Boxer Kardiomyopathie, Dobermann Kardiomyopathie.

Therapie: wenn VES im Zusammenhang mit systemischen Erkrankungen auftreten, müssen diese nur behandelt werden, wenn die Herzfrequenz sehr schnell (>240/min) sind, ansonsten ist keine Therapie nötig. Dies gilt auch für Magendrehungen!!!

Wenn die Ursache kardial ist, werden Antiarrhythmika entsprechend der zugrunde liegenden Erkrankung eingesetzt. Beispiele sind Beta-blocker, Mexitil, Sotalol etc.

