

## 2.3. Indikationen

Die Anwendungsgebiete des Langzeit-EKG sind breit gefächert. Generell können diese Gebiete in zwei Hauptgruppen eingeteilt werden. So findet das Holter-Monitoring seinen Einsatz sowohl in wissenschaftlichen Fragestellungen als auch im klinischen Bereich.

### 2.3.1. Einsatz bei wissenschaftlichen Fragestellungen

Das Langzeit-EKG findet seinen Einsatz im wissenschaftlichen Bereich, zum Beispiel bei Untersuchungen zur **Veränderung der Herzschlagfrequenz des Tieres im Tagesverlauf, in Ruhe, im Schlaf und bei Belastung** (Ware 1999; Hall et al. 1991; Ulloa et al. 1995; Raekallio 1992; Baha 1991).

**Ware** führte **1999** eine Studie über das Langzeit-EKG bei Katzen durch. Es wurden 20 gesunde Katzen verschiedener Rassen einem Langzeit-EKG unterzogen. Ziel dieser Studie war es zum einen, Langzeit-EKG-Daten von normalen Katzen mit einem im klinischen Bereich nutzbaren Gerät zu sammeln. Zum anderen wurden die minimale, maximale und durchschnittliche Herzfrequenzrate und das Vorkommen von Extrasystolen untersucht. Die EKG-Erfassung erfolgte mit einem 500 Gramm schweren Magnetband-Rekorder mit kontinuierlicher Aufzeichnungsmethode. Es wurden fünf Elektroden angelegt und zwei Ableitungen registriert. (Ware 1999).

Die Anbringung der Elektroden und des Rekorders erfolgte bei einer unbekanntem Zahl von Katzen in Sedation, da sie sich nicht als kooperativ erwiesen. Ein Tier tolerierte das Erfassungsgerät nach der Anbringung nicht. Die Tiere wurden nach ihrem Alter in zwei Gruppen geteilt. Die Katzen in Gruppe I waren zwischen einem und vier Jahren und der Gruppe II zwischen acht und 14 Jahren alt. Die Geschlechtsverteilung innerhalb der Gruppen war eins zu eins. Bezüglich der Herzschlagfrequenz bestand kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Die durchschnittliche Herzschlagfrequenz lag bei ca. 157 Schlägen pro Minute. Die weiblichen Tiere zeigten eine höhere durchschnittliche Herzfrequenz als die männlichen. Die durchschnittliche minimale Herzfrequenz lag bei beiden Gruppen etwa bei 105 Schlägen/min, wobei die weiblichen Katzen einen höheren Durchschnitt aufwiesen. Die durchschnittliche maximale Herzfrequenz aller Katzen lag bei 267 Schlägen/min. Es bestand kein Unterschied bezüglich der Gruppen oder des Geschlechts. Supraventrikuläre Extrasystolen traten selten auf. Isolierte ventrikuläre Extrasystolen traten in Gruppe II häufiger als in Gruppe I auf. Das Auftreten von VES in verschiedenen Konfigurationen war in beiden Gruppen gleich, die isolierten VES waren jedoch in Gruppe II häufiger (Ware 1999).

Im Gegensatz zum Hund liegen bis heute nur wenige Langzeit-EKG Studien an Katzen vor. An dieser Stelle konnten keine weiteren Studien bzw. Literaturstellen über wissenschaftliche Untersuchungen über die Katze aufgeführt werden.

Bei einer von **Hall et al. (1991)** durchgeführten Studie wurden sechzehn gesunde Hunde verschiedener Rassen einem Langzeit-EKG unterzogen. Die Analyseschwerpunkte waren die maximale und minimale Herzfrequenz, das Auftreten von ventrikulären Extrasystolen und

Dauer von Sinuspausen. Die EKG-Registrierung erfolgte mit einem Magnetband-Rekorder mit kontinuierlicher Aufzeichnungsmethode (Hall, L.W., Dunn, J.K., Delaney, M. und L.M. Shapiro; 1991).

Bei insgesamt 14 Hunden konnten die EKG zur Auswertung herangezogen werden. Bei den 14 Hunden lag die maximale Herzfrequenz bei 110- 300 Schlägen pro Minute. Die minimale Herzschlagfrequenz lag bei 17- 46 Schlägen pro Minute. Bei insgesamt 8 Hunden kam es zum Auftreten von ventrikulären Extrasystolen. Ein Hund zeigte 52 VES, ein weiterer 27 VES und ein dritter Hund hatte 16 VES . Fünf Hunde hatten weniger als 10 VES während der Langzeit-EKG Aufzeichnung. Bei 13 Hunden traten Sinuspausen von zwei Sekunden auf. Nur bei einem Tier lagen die Sinuspausen unter zwei Sekunden. Die längste Sinuspause betrug 5,7 Sekunden. (Hall, L.W., Dunn, J.K., Delaney, M. und L.M. Shapiro; 1991).

**Ulloa et al.** führten **1995** eine Langzeit-EKG Studie an 228 klinisch unauffälligen Beagles durch. Ulloa führte eine Gruppeneinteilung anhand der bei den Langzeit-EKG angewandten Analysemethoden durch. Die Hauptkriterien bei der EKG-Analyse in Gruppe A waren Herzfrequenzveränderungen im Tagesverlauf, Auftreten von Bradykardien, Sinuspausen und VES. Bei der visuellen Analyse der EKG der Gruppe B lag das Hauptaugenmerk auf dem Vorkommen von VES, SVES und AV-Block II°. Die Registrierung erfolgte mit einem Magnetband-Rekorder mit sieben Elektroden und wahlweise zwei oder drei Ableitungen, die Aufzeichnung erfolgte kontinuierlich. Bei Gruppe A erfolgte die EKG-Aufzeichnung in drei Ableitungen und die Analyse nach einer halb automatischen Methode. Die Erfassung der EKG der Gruppe B erfolgte in zwei Ableitungen und wurden visuell analysiert (Ulloa et al. 1995).

Von 228 Beagles waren 113 Tiere weiblich und 115 männlich. Gruppe A bestand aus 90 Hunden mit 44 Rüden und 46 Hündinnen. Gruppe B hatte insgesamt 138 Tiere mit jeweils 69 Rüden und Weibchen. Die Tiere hielten sich während der Registrierzeit in ihrer gewohnten Umgebung auf, was in diesem Fall die eigenen Zwinger im Institut waren. Es wurde festgestellt, das bei den Tieren der Gruppe A morgens zwischen fünf und acht Uhr die Herzschlagfrequenz deutlich anstieg, was auf die morgendliche Futtergabe zurückzuführen war. Weiterhin stellte man fest, das die Herzschlagfrequenz der Tiere nach 15.00 Uhr bis unter 40 Herzschläge pro Minute absank. Dies war durch die Tatsache zu erklären, dass ab dieser Uhrzeit kein Kontakt zum Menschen mehr stattfand. Bei 35 Hunden wurden Bradykardien festgestellt. Bei 63 Tieren konnten Sinuspausen von über zwei Sekunden festgestellt werden. Bei 19 Beaglen der Gruppe A und 31 der Gruppe B traten VES auf. Bei zwei weiblichen Tieren der Gruppe B wurden supraventrikuläre Extrasystolen festgestellt. Zum AV-Block II° kam es in Gruppe B bei insgesamt 20 Tieren, bei keinem der Tiere wurde ein AV-Block I° festgestellt (Ulloa et al. 1995).

Nicht nur am Hund und an der Katze wurden Langzeit-EKG Studien durchgeführt, sondern zum Beispiel auch am Pferd.

**Raekallio** führte ein Langzeit-EKG Studie an neun klinisch gesunden Pferden durch. Ziel war es, physiologische Herzschlagfrequenzveränderungen im zirkadianen Verlauf zu erfassen. Die EKG-Aufzeichnung erfolgte mit einem Magnetband-Rekorder in zwei Ableitungen (Raekallio 1992).

Alle Pferde wiesen eine Sinusarrhythmie auf, drei Pferde zeigten eine durchgehende Sinusbradykardie, drei hatten Perioden von Sinustachykardie und drei weitere wiesen Blöcke auf. Bei keinem der Tiere kam es zum Auftreten von ventrikulären Extrasystolen, aber gelegentlich traten SVES auf (Raekallio 1992).

**Baha** führte eine solche Studie an 15 Rennpferden durch (Baha 1991).

Auch bei der Überprüfung der **Verträglichkeit, Kardiotoxizität und Arrhythmieinduktivität von Medikamenten** (Ulloa et al. 1995; Bohn 1977; Krumpl et al. 1989) wird das Holter-Monitoring eingesetzt. Es liegen Studien über **postnarkotische Langzeit-EKG Untersuchungen** beim Hund und die Wirkung von Anästhetika auf das Herz vor (Buhl et al. 2001).

**Buhl** et al. führten an 42 gesunden Hunden verschiedener Rassen eine Langzeit-EKG Studie durch. Die Analysekriterien waren die Herzschlagfrequenzveränderungen und das Auftreten von VES und/ oder SVES. Die EKG-Registrierung erfolgte mit einem 600 Gramm schweren Mikrochip-Rekorder in kontinuierlicher Aufzeichnungsmethode. Es wurden mit fünf angebrachten Elektroden, zwei Ableitungen geschrieben. Die Tiere wurden in zwei Gruppen hinsichtlich der angewandten Anästhetika eingeteilt. Die Anästhesie der Gruppe A mit 30 Tieren erfolgte mit Isofluran, die zwölf Tiere der Gruppe B wurden mit Propofol anästhesiert (Buhl K.; Kersten U.; Nolte I. 2001).

Es wurden je zwei 24-Stunden-EKG von jedem Tier geschrieben. Die erste Aufzeichnung erfolgte direkt nach dem operativen Eingriff, ein zweites EKG wurde am vierten oder fünften Tag nach dem Eingriff durchgeführt. Die niedrigste Herzfrequenz betrug 25 Schläge pro Minute, sie wurde während der Ruhephase registriert. Während der Behandlung konnten maximale Herzschlagfrequenzen von 306 Schlägen/min aufgezeichnet werden. Die mittlere und maximale Schlagfrequenz war direkt nach der Narkose bei Gruppe A deutlich höher als bei Gruppe B. 41 Hunde zeigten VES in einem oder beiden 24-Stunden-EKG Aufzeichnungen. Nur ein einziger Hund wies in beiden EKG keine Extrasystolen auf. Bei 4 Hunden konnten über 100 VES gezählt werden und bei 38 waren es weniger als 100 VES, wobei 74% von diesen sogar unter zehn VES aufwiesen. Insgesamt zeigten die Tiere der Gruppe A deutlich mehr VES als die der Gruppe B. Zum Auftreten von SVES kam es bei allen Tieren. 41 Hunde zeigten weniger als zehn SVES, ein Hund hatte über zehn. Es bestand keine Korrelation zwischen dem Alter der Tiere und der Arrhythmiehäufigkeit. Auch bestand kein Zusammenhang zwischen Narkosedauer und der Häufigkeit der Extrasystolen. Innerhalb der Gruppen A und B bestand in beiden EKG-Aufzeichnungen kein signifikanter Unterschied bezüglich der Häufigkeit des Auftretens von Extrasystolen (Buhl K.; Kersten U.; Nolte I. 2001).

**Bohn** führte eine EKG-Studie an 87 Katzen durch. Ziel dieser Studie war es, den Nutzen und die Arrhythmieinduktivität eines Sauerstoff- Stickoxydul- Methoxyfluran- Ketamin- Atropin-Gemisches, das der Anästhesie an Katzen dient, zu überprüfen. Für diese Studie wurde kein Langzeit-EKG-Rekorder benutzt, sondern ein Oszilloskop mit gekoppeltem EKG-Schreiber. (Bohn 1977).

Die Dauer der EKG-Registrierung erfolgte von Anfang bis Beendigung der Anästhesie. Das EKG wurde über das Oszilloskop ständig beobachtet, nach Bedarf wurden über den gekoppelten EKG-Schreiber gewünschte EKG-Sequenzen geschrieben. Alle Tiere zeigten während der An- und

Abflutungsphasen eine Tachykardie. Nachdem das Toleranzstadium der Anästhesie erreicht wurde, lag die Herzschlagfrequenz der Tiere zwischen 150 und 180 Herzschlägen pro Minute. Bei 48 Katzen konnte ausschließlich die Tachykardie festgestellt werden. Bei 38 Katzen kam es zum Auftreten von Arrhythmien. Von diesen 38 Tieren zeigten 24 Katzen gekoppelte ventrikuläre Extrasystolen in Bigeminusform, 8 Katzen hatten multifokale VES und 3 Tiere zeigten beide Formen im EKG. Bei nur einer Katze wies das EKG gelegentlich SVES auf. Eine weitere Katze, die eine starke Atemdepression bekam, zeigte eine massive ST-Strecken-Hebung im EKG. Es bestand keine Korrelation zwischen dem Auftreten der Arrhythmien und dem Alter der Katzen (Bohn 1977).

### **2.3.2. Einsatz bei klinischen Fragestellungen**

Das Holter-Monitoring dient hauptsächlich der **klinischen Befunderhebung von elektrophysiologischen Störungen der Herzaktivität**, wie intermittierenden Arrhythmien, die unter Umständen im Ruhe-EKG nicht aufgedeckt werden können. So kann eine Überwachung von Patienten mit **Synkopen oder Adam-Stokes-Anfällen**, deren Ursache nicht selten Arrhythmien, sind aber ein unauffälliges Ruhe-EKG aufweisen, mehr Aufschluss bringen (Goodwin et al. 1992; Bright et al. 2000; Ulloa et al. 1995; Hertel et al. 1996; Stokhof et al. 1992; Woodfield 1987; Egging et al. 1992; Lombard 1993).

**Goodwin et al.** führten an einer Katze mit hypertropher Kardiomyopathie und kollapsartigen Anfällen eine Langzeit-EKG-Studie durch, da in einem Routine-EKG keinerlei Anomalien erkennbar waren. Sie stellten bei der Holter-Monitoring-Analyse fest, dass das Tier unter schweren intermittierend auftretenden ventrikulären Arrhythmien litt. Die EKG-Registrierung erfolgte mit einem Magnetband-Rekorder. Es wurden zwei Ableitungen mit fünf Elektroden abgeleitet (Goodwin et al. 1992).

Für die Diagnosestellung wurden zwei Langzeit-EKG aufgezeichnet. Bei der Analyse des ersten Monitorings konnten vereinzelte VES (1/9000 Komplexen) und eine kurze Sequenz einer ventrikulären Tachykardie festgestellt werden. Bei der Interpretation des zweiten Langzeit-EKG wurden nur vereinzelt EKG Abnormalitäten festgestellt. Es kam zu multiformen VES, paroxysmalem Bigeminus und einigen Sequenzen von ventrikulärer Tachykardien (Goodwin et al. 1992).

**Bright et al. (2000)** führten eine retrospektive Studie mit dem Langzeit-EKG an 58 Hunden und zwei Katzen durch. Bei allen Tieren kam es zum unerklärten Auftreten von Synkopen, intermittierender Schwäche oder episodentartigem Kollaps. Ziel der Studie war es herauszufinden, ob die Symptomatik einer intermittierend auftretenden Arrhythmie zugrunde liegt. Für die Langzeit-EKG-Erfassung wurde ein Mikrochip-Rekorder mit diskontinuierlicher Erfassungsmethode benutzt. Es wurde ein "Event-Recording" durchgeführt. Die EKG-Erfassung erfolgte in zwei Ableitungen. Die Dauer der Erfassung lag zwischen drei und 14 Tagen (Bright 2000).

Neunundzwanzig Hunde zeigten Synkopen, fünf litten an intermittierender Schwäche und 24 Hunde sowie die beiden Katzen hatten episodentartig auftretende Kollapse. Mit Hilfe des Langzeit-EKG konnte bei 51 Tieren eine Diagnose im Ausschlussverfahren gestellt werden. Bei 18 Tieren konnte

eine Arrhythmie als Ursache diagnostiziert werden, bei 33 Tieren konnte sie als Ursache ausgeschlossen werden (Bright 2000).

Bei der im Jahre 1996 von **Hertel** et al. durchgeführten Studie wurden insgesamt 112 Hunde einem Langzeit-EKG unterzogen. In seiner Studie stellte er den Nutzen des Langzeit-EKG in verschiedenen Fällen dar. Zum einen konnte die Ursache von ungeklärten Synkopen bzw. Adam-Stokes-Anfällen aufgeklärt werden, da ein Routine-EKG keinerlei Veränderungen aufwies (Fall 1). Zum anderen führte er den Nutzen des Langzeit-EKG bei der Überwachung bzw. Beurteilung des Therapieerfolges bei Antiarrhythmika (Fälle 2, 3, 4) wie zum Beispiel Orciprenalin, Ipratropiumbromid, Verapamil und Metildigoxin auf (Fall 4). Die EKG-Registrierung erfolgte mit einem digitalen Rekorder mit kontinuierlicher Aufzeichnungsmethode. Es wurden zwei Ableitungen mit fünf Elektroden abgeleitet (Hertel et al. 1996).

Von diesem Patientengut wurden 44 Hunde als herzgesund befunden und 68 Hunde wiesen eine gesicherte bzw. einen Verdacht auf eine Herzerkrankung auf. Von den 112 erfassten EKG waren 9 nicht auswertbar (Hertel et al. 1996). Im Fall 1 konnten Hertel et al. im Langzeit-EKG das klassische Bild eines kardial bedingten synkopalen Anfalls infolge von Salvenextrasystolie nachweisen, wobei das Routine-EKG keinerlei Abnormitäten aufwies. Des Weiteren konnte der Erfolg der antiarrhythmischen Therapie anhand der Reduktion der Extrasystolen mit Hilfe des Holter-Monitorings verfolgt und bestätigt werden. In den Fällen 2, 3 und 4 wurde der Nutzen bei der Überwachung und Beurteilung von antiarrhythmischen Therapien aufgeführt. So stellten Hertel et al. beispielsweise in Fall 4 fest, dass bei den Patienten, die mit Orciprenalin behandelt wurden, etwa eine Stunde nach Medikamentengabe die stärkste registrierte Tachykardie auftrat und diese auch deutlich höher ausfiel, als diejenige, die bei der Behandlung mit Ipratropiumbromid auftrat.

Bei der **Beurteilung der Effektivität einer antiarrhythmischen Therapie** kann das Langzeit-EKG entscheidende Hilfe leisten (Egging et al. 1992; Ware 1990; Stokhof et al. 1992; Drake 1986; Bauer und Saal 1985; Hertel 1998). So kann zum Beispiel das **Potential und die Effektivität verschiedener Antiarrhythmika** zu Beginn, im Verlauf und bei der Umstellung der Präparate genau beurteilt werden (Gebhardt et al. 1984).

Zur **Einschätzung der Therapiebedürftigkeit von Herzrhythmusstörungen** (Stokhof et al. 1992; Hertel et al. 1996; Lombard 1993) kann das Langzeit-EKG entscheidende Hilfe leisten. **Stokhof et al.** führten an 24 Hunden eine Langzeit-EKG-Studie durch. Sie wurden wegen ungeklärter mangelnder Belastbarkeit, Synkopen oder einem auffälligen Ruhe-EKG untersucht. Die Analyseschwerpunkte lagen bei der Bestimmung der Herzfrequenz und der Häufigkeit des Auftretens von Herzrhythmusstörungen. Des Weiteren sollten Referenzwerte über das Langzeit-EKG beim Hund für eine Datenbank gesammelt werden. Für die EKG-Registrierung wurde ein Magnetband-Rekorder mit kontinuierlicher Aufzeichnungsmethode benutzt. Es wurden vier Elektroden angelegt und zwei Ableitungen registriert (Stokhof et al. 1992).

Bei drei Tieren wurden aufgrund eines schlechten Elektrodenkontaktes weniger als vier Stunden aufgezeichnet. Bei einem Hund konnte nur eine Ableitung gespeichert werden, da ein technischer Defekt vorlag und bei einem weiteren Hund war das gespeicherte EKG-Signal so schwach, dass es nicht ausgewertet werden konnte. Es erfolgte eine Gruppeneinteilung der Tiere anhand ihrer Symptomatik. Gruppe 1 bestand aus den Hunden mit verminderter Belastbarkeit. In dieser Gruppe wiesen vier Tiere Abweichungen im EKG auf, wobei sie jedoch nicht eindeutig als Ursache der Symptomatik diagnostiziert werden konnten. Bei der Gruppe mit den Synkopen konnten bei fünf Fällen EKG-Abweichungen festgesellt werden und vier von diesen wiesen einen Stillstand auf. In der dritten Gruppe, bei der schon im Ruhe-EKG Abnormitäten auffielen, konnten bei vier von zehn Tieren Arrhythmien festgestellt werden, die unbedingt einer Therapie bedurften. Des Weiteren wurde der Erfolg der antiarrhythmischen Therapie bei den entsprechenden Hunden durch das Langzeit-EKG kontrolliert (Stokhof et al. 1992).

Des Weiteren wird das Holter-Monitoring zur Überwachung von **Patienten mit implantierten Herzschrittmachern** angewandt (Steinbeck 1994; Bauer und Saal 1985; Cobb et al. 1990).

Auch bei der **postoperativen Kontrolle von Hunden mit einer Torsio ventriculi** (Magendrehung) und ihrer antiarrhythmischen Prophylaxe (Hertel 1998) ist das Holter-Monitoring eine sehr hilfreiche Unterstützung.

**Hertel** führte 1998 an 30 Hunden mit Magentorsion bzw. -dilatation eine Langzeit-EKG-Studie durch die direkt post operationem erfolgte. Ziel war es, die antiarrhythmische Wirksamkeit zweier Medikamentengruppen in Bezug auf die prophylaktische Effektivität zu überprüfen. Die EKG-Registrierung erfolgte mit einem digitalen Rekorder mit kontinuierlicher Aufzeichnungsmethode. Es wurden zwei Ableitungen mit fünf Elektroden abgeleitet. Der einen Gruppe wurde Verapamil und Metildigoxin verabreicht und der zweiten Gruppe Verapamil in Kombination mit Propafenon und Metildigoxin (Hertel et al. 1998).

Abgesehen von ein paar Einzelfällen bestand in der Statistik keine signifikante Abweichung zwischen den beiden Gruppen bezüglich der Arrhythmiesuppression, der Entwicklung von Überleitungsstörungen und der Senkung der Herzfrequenz. Allerdings fiel in den 24 Stunden post operationem in der Propafenon Gruppe zu zwei Zeitpunkten eine bessere Wirksamkeit in der Unterdrückung von VES und zu sechs Zeitpunkten bei SVES auf. Des Weiteren fiel am fünften Tag auch eine deutlich niedrigere Herzfrequenz in der Propafenon-Gruppe auf (Hertel et al. 1998).