

**Zeitschrift:** Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire  
ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

**Herausgeber:** Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

**Band:** 126 (1984)

**Artikel:** Die Bestimmung des Ursprungsortes ventrikulärer Extrasystolen beim Pferd

**Autor:** Pfister, R. / Seifert, Alioth, C. / Beglinger, R.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-588065>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 10.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Schweiz. Arch. Tierheilk. 126, 165–172, 1984

## Die Bestimmung des Ursprungsortes ventrikulärer Extrasystolen beim Pferd

von R. Pfister, Ch. Seifert-Alioth und R. Beglinger<sup>1</sup>

### I. Einleitung

Obwohl beim Pferd seit langem Elektrokardiogramme registriert werden (*Kahn*, 1913; *Nörr*, 1913), macht die Interpretation der Pferde-EKG immer noch grössere Schwierigkeiten als etwa derjenigen der Hunde.

Pathologische Veränderungen der Muskelmassenverteilung am Herzen zum Beispiel sind aus den Ruhe-EKG erst in einem fortgeschrittenen Stadium zu erkennen (*Deegen*, 1977). Oft ergeben sich aus Belastungs-EKG Hinweise auf eine Herzerkrankung. So konnten durch Belastung atriale und ventrikuläre Extrasystolen, Atrioventrikularblöcke 1. Grades, ST-Verlagerungen sowie abnorme Kammerendschwankungen ausgelöst werden (*Heider und Beglinger*, 1983).

Extrasystolen sind Kontraktionen des gesamten Herzens oder eines Herzteiles, deren Impuls örtlich oder zeitlich abnorm entsteht. Der Ursprungsort der Extrasystolen kann oberhalb des His-Bündels, im His-Bündel selbst, oder in den Kammern liegen. Extrasystolen entstehen durch Spontandepolarisation (Theorie des ektopen Fokus) oder durch den Wiedereintritt einer im Myokard kreisenden Erregung (Theorie des sogenannten Re-entry-Mechanismus).

Extrasystolen treten beim Pferd meistens in Verbindung mit Kardiopathien, aber auch bei allgemeinen Erkrankungen auf. Bei klinisch gesunden Pferden wurden Extrasystolen nur ausnahmsweise beobachtet. Als auslösende Ursache zogen *Senta et al.* (1970) Tonusänderungen des vegetativen Nervensystems in Betracht.

*Hamlin et al.* (1964) versuchten mit einem semiorthogonalen Ableitungssystem die Erregungsausbreitung in den Ventrikeln des Pferdes räumlich darzustellen. Sie provozierten Extrasystolen durch Stiche in das Epikard der linken und der rechten Kammer. Linksventrikuläre Extrasystolen zeigten Vektoren, die nach rechts und kranial gerichtet waren, während rechtsventrikuläre Reizungen nach links gerichtete Vektoren auslösten.

In der Humanmedizin ist der Ursprungsort von Extrasystolen ein wichtiges diagnostisches und prognostisches Kriterium.

Wir wollten abklären, ob der Ursprungsort ventrikulärer Extrasystolen mit Hilfe von Elektrokardiogrammen bestimmt werden kann und damit einen Beitrag zur Verfeinerung der Diagnostik von Reizbildungsstörungen beim Pferd leisten.

---

<sup>1</sup> Adresse: Institut für Veterinär-Physiologie, Winterthurerstrasse 260, CH-8057 Zürich

## II. Methode

Für die Untersuchungen standen 25 herzgesunde Schlachtpferde beider Geschlechter und unterschiedlichen Alters zur Verfügung.

Alle Experimente wurden am mit Acepromazin<sup>2</sup> (10 mg/100 kg i.m.) sedierten, stehenden Pferd durchgeführt. Nach Eintritt der Beruhigung registrierten wir 12 EKG (Extremitäten-Ableitungen nach Einthoven und Goldberger; Brustwandableitungen nach Wilson: V<sub>2</sub> = Handbreite hinter dem dorsalen Rand des Ellbogenhöckers über der linken Brustwand, V<sub>-2</sub> = Handbreite hinter dem dorsalen Rand des Ellbogenhöckers über der rechten Brustwand und V<sub>10</sub> am kaudalen Ende des Widerrists; Brustwandableitungen nach Nehb-Spörri (1975): D = Potentialdifferenz zwischen dem kaudalen Rand des Widerrists und dem Nackenwinkel des rechten Schulterblattes, A = Potentialdifferenz zwischen dem Nackenwinkel des rechten Schulterblattes und der Herzspitzengegend und J = Potentialdifferenz zwischen dem kaudalen Rand des Widerrists und der Herzspitzengegend) simultan mit einem 16-Kanal-Direktschreiber<sup>3</sup>.

Die Auslösung der Extrasystolen erfolgte durch mechanische Stimulation durch die intakte Brustwand. Als Reizinstrumente verwendeten wir Kanülen und Nadeln verschiedener Formen in Längen bis zu 45 cm. Die Einstichstellen wurden mit 10–20 ml Lidocain anästhesiert. Die Kanülen wurden unterhalb der Höhe des Buggelenks auf der linken und rechten Brustwand zwischen dem 3. und 6. Interkostalraum eingeführt.

Die kraniale Herzseite wurde von der Vorderbrust, neben dem Sternum auf halber Humerushöhe, die kaudale Herzseite mit einer halbrund gebogenen Nadel vom linken 7. und 8. Interkostalraum aus erreicht.

Damit am selben Herzen mehrere Reizungen voneinander unterschieden werden konnten, wurden einzelne Reizorte mit einer Farbmarke versehen. Als Farbstoffe verwendeten wir Methylenblau und Cardiogreen®. Während der Stimulation des Herzens wurden die EKG mit der üblichen Papiergegeschwindigkeit von 50 mm/s registriert.

Nach der Auslösung von Extrasystolen wurde die Kanüle sofort zurückgezogen. In den meisten Fällen schlug das Herz nach einer bis etwa einem Dutzend Extrasystolen wieder im Sinusrhythmus. Anschliessend an den Versuch wurden die Tiere geschlachtet. Das dem Körper sorgfältig entnommene Herz wurde auf Einstiche und Farbmarken untersucht. Von der Facies auricularis und der Facies atrialis wurden nach einem standardisierten Schema Diapositive hergestellt. Diese projizierten wir auf eine Herzskizze und konnten so die Lokalisationen der Reizstellen aller Herzen festhalten und miteinander vergleichen.

Zur Bezeichnung der Reizstellen wurde eine Unterteilung des Herzens in 12 vertikal verlaufende Zonen vorgenommen. Die Lage der Zonen ist in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt.

Im ganzen wurden 75 mechanische Stimulationen durchgeführt, von denen 72 ausgewertet werden konnten.

## III. Ergebnisse

Für die Bestimmung des Ursprungsortes ventrikulärer Extrasystolen erwiesen sich folgende Parameter als geeignet:

1. Die Konfiguration der QRS-Komplexe in den Ableitungen I, II, III, aVL, V<sub>2</sub>, V<sub>2</sub><sup>A</sup> und J.
2. Das Verhältnis der R-Amplitude zur S-Amplitude in den Ableitungen V<sub>-2</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>2</sub><sup>A</sup> und J.
3. Die endgültige Negativitätsbewegung (ENB) oder der obere Umschlagspunkt in den Ableitungen V<sub>-2</sub> und V<sub>2</sub>.

<sup>2</sup> Vétranquil, Firma Lathévet, Paris

<sup>3</sup> Mingograf 1600, Firma Schönander, Stockholm

Die Unterscheidung von links- und rechtsventrikulären Extrasystolen der Facies auricularis und atrialis des Pferdeherzens und ihre Zuordnung in die verschiedenen Zonen gelang mit Hilfe einer Kombination der Konfiguration der QRS-Komplexe ausgewählter EKG-Ableitungen. Diese Kombination kann in Form eines Zuordnungsschlüssels festgehalten werden (Tab. 1).

Die Bestimmung der Höhe des Reizortes mit Hilfe der R/S-Quotienten in den Ableitungen V<sub>-2</sub>, V<sub>2</sub>, A, J und der endgültigen Negativitätsbewegung gelang nur annäherungsweise.

Liegt der Ursprungsort einer Extrasystole auf der Facies auricularis des rechten Ventrikels, so hilft uns Abl. V<sub>-2</sub>, basale Extrasystolen von apikalen zu differenzieren:

- Der grösste R/S-Quotient in Abl. V<sub>-2</sub> stammt von der Basis, der kleinste vom Apex.

Entspringt eine Extrasystole der Facies auricularis des linken Ventrikels, erleichtert die Kombination folgender Ergebnisse die Lokalisation des Ursprungsortes in der horizontalen Ebene:

- Die grössten R/S-Quotienten der Abl. V<sub>-2</sub> werden bei basalen und zentralen, die kleinsten bei kaudoapikalen Extrasystolen geschrieben.
- R/S-Quotienten, die grösser als Null sind, treten in den Abl. A und J nur bei basalen Extrasystolen, in der Abl. V<sub>2</sub> nur bei basalen und solchen auf, deren Ursprung im Septum der Facies auricularis liegt.
- Die grösste Verspätung der ENB in Abl. V<sub>-2</sub> wird bei basalen Extrasystolen beobachtet.

Die Anzahl der von der Facies atrialis des linken Ventrikels ausgelösten Extrasystolen ist zu gering, um eine nähere Bestimmung der Höhe des Ursprungsortes zu erlauben.

Bei Extrasystolen aus der Facies atrialis des rechten Ventrikels geben uns folgende Kriterien einen Anhaltspunkt über die Höhe des Reizortes:

- Der R/S-Quotient weist in den Abl. V<sub>2</sub>, A und J bei basalen Extrasystolen die höchsten und bei apikalen Extrasystolen die niedrigsten Werte auf.
- Die grössten Verspätungen der ENB werden in den Abl. V<sub>-2</sub> und V<sub>2</sub> bei Extrasystolen aus dem kraniobasalen Quadranten verzeichnet.

Die Abbildung 3 zeigt einen Kurvenausschnitt mit ventrikulären Extrasystolen, ausgelöst durch einen Stich durch die Vorderbrust.

#### IV. Diskussion

##### *Unterscheidung von rechtsventrikulären und linksventrikulären Extrasystolen der Facies auricularis und atrialis*

Die Zuordnung der Ursprungsorte von Extrasystolen zu vertikal verlaufenden Herzzonen und damit zum Ventrikel und zur Seitenfläche lässt sich einfach und ziemlich zuverlässig vornehmen. Als Charakteristikum dient dabei die Konfiguration des QRS-Komplexes der Extremitäten-Ableitungen I, II und III, der Goldberger-Ableitung aVL, der linksthorakalen Ableitung V<sub>2</sub> sowie der Nehb-Ableitungen A und J.

Tabelle 1: Zuordnungsschlüssel zur Lokalisation des Ursprungsorts von Extrasystolen in den Zonen 1–12 (Abb. 1 + 2) mit Hilfe der QRS-Konfiguration

QRS-Komplex in EKG-Ableitung							Ursprungsort	
I	II	III	aVL	V <sub>2</sub>	A	J	Zone	
+	+	+	–	+/-	+/-	+/-	1	Rechter Ventrikel
+	+	+	–	+	+	+/-	2	(+/-)
–	+	+	–	–	(+/-)	(+/-)	3	Linker Ventrikel
(+/-)	+/-	+	–	–	(+/-)	(+/-)	4	Facies auricularis
–	+/-	+	–	–	–	–	5	
–	–	+/-	–	–	–	–	6	
+	+	+	+/-	+	+	+	12	Rechter Ventrikel
+	+	+/-	+	+	+	+	11	
+	+/-	–	+	+	+	+	10	
+	–	–	+	+	+	+	9	Facies atrialis
(+/-)	(+/-)			(+/-)	(+/-)	(+/-)		
+/-	–	–	+	+/-	+/-	+/-	8	Linker Ventrikel
+/-	–	–	+	–	–	–	7	

Zeichenerklärung:

- +
- vorwiegend oder rein positiver QRS-Komplex
- 
- vorwiegend oder rein negativer QRS-Komplex
- +/-
- polyphasischer QRS-Komplex

In Klammer gesetzte Symbole kommen bei einem kleineren Teil der Fälle vor.  
Der Zuordnungsschlüssel ist von links nach rechts zu lesen.

Die Tabelle 1 enthält den Zuordnungsschlüssel des Ursprungsortes der Extrasystole zu Seitenfläche, Ventrikel und vertikal verlaufenden Zonen 1–12 aufgrund der Konfiguration des QRS-Komplexes in verschiedenen Ableitungen.

Um die Zuverlässigkeit des Schlüssels zu prüfen, wurden die QRS-Konfigurationen von 67 eindeutig lokalisierten Extrasystolen mit Hilfe des Schlüssels den verschiedenen Zonen zugeordnet:

Zone	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
richtig zugeordnet	5	0	1	4	10	5	2	1	0	6	9	4
falsch zugeordnet	4	1	0	2	3	0	0	2	2	4	2	0

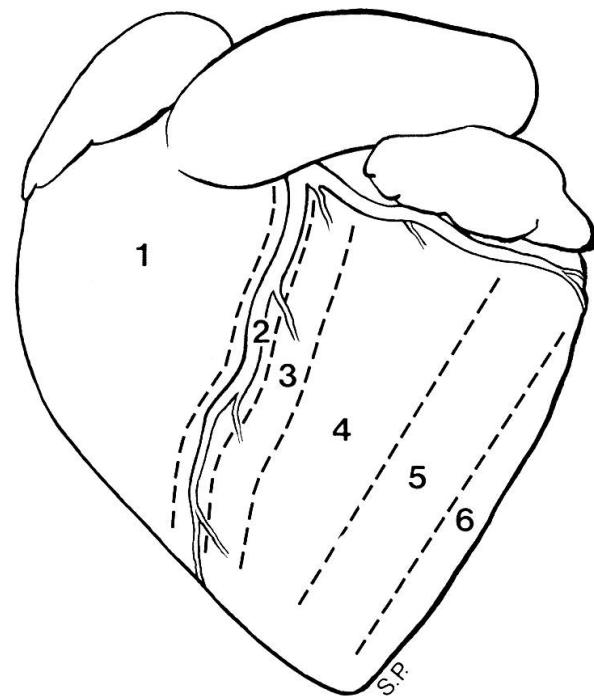


Abb. 1 Einteilung der Facies auricularis des Pferdeherzens in die Zonen 1–6

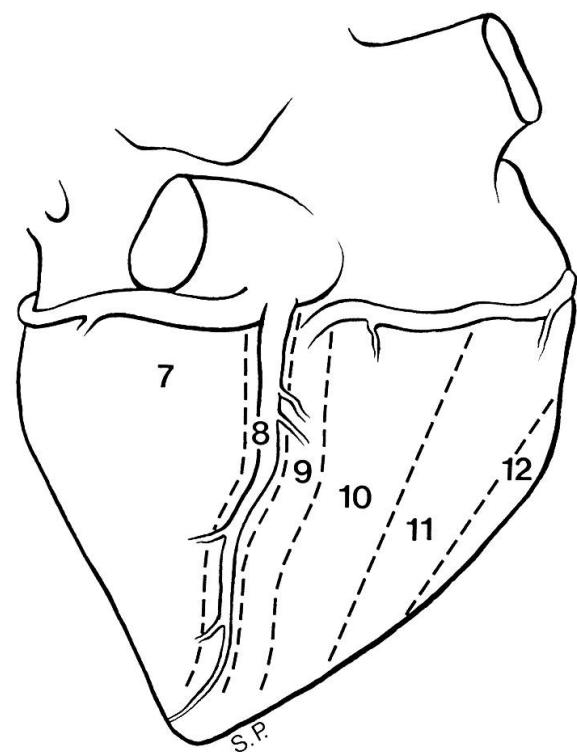


Abb. 2 Einteilung der Facies atrialis des Pferdeherzens in die Zonen 7–12

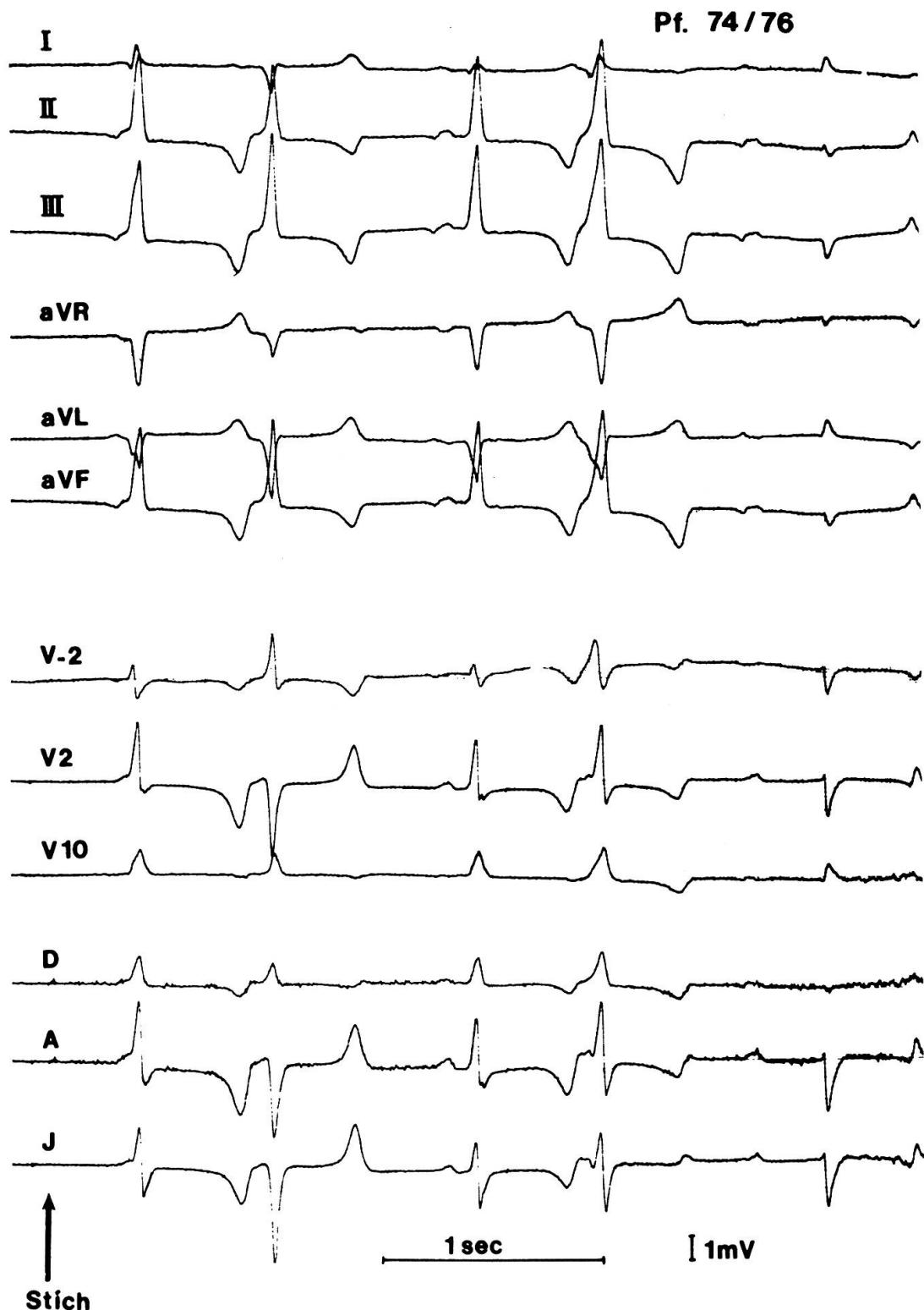


Abb. 3 Ventrikuläre Extrasystolen, ausgelöst durch einen Stich durch die Vorderbrust auf halber Höhe des Humerus, rechts vom Sternum. Die erste, dritte und vierte Extrasystole stammt von der basalen Herzvorderfläche, die zweite aus dem basalen Kammerseptum.

Bei 47 von 67 Extrasystolen passte die QRS-Konfiguration zur entsprechenden Zone. Bei 7 von den 20 als falsch eingestuften befand sich der Einstichort auf der Zonengrenze, 13 wurden in der jeweiligen Nachbarzone lokalisiert.

Werden die auf der Zonengrenze liegenden Ursprungsorte zu den richtigen gezählt, so beträgt die Zuverlässigkeit des Zuordnungsschlüssels rund 80%. Zuordnungsfehler über die Nachbarzone hinaus kamen nicht vor.

Schwierigkeiten boten vor allem die Lokalisationen in unmittelbarer Septum-nähe.

#### *Unterscheidung von basalen und apikalen Extrasystolen*

Da in keiner der 12 untersuchten Ableitungen die elektrische Achse so liegt, dass sich der eine Pol an der Herzbasis und der andere an der Herzspitze befindet, ist es schwieriger, die Ursprungsorte von Extrasystolen in horizontal verlaufende Zonen einzuteilen als in vertikal verlaufende. Nicht einmal Ableitung  $V_{10}$ , deren elektrische Achse in der vertikalen Ebene des Pferdekörpers liegt, erfüllt die obige Forderung, weil das Herz nicht aufrecht auf der Herzspitze im Zentrum des Thorax steht. Auch wenn uns einige Merkmale ventrikulärer Extrasystolen (z. B. der R/S-Quotient in Abl.  $V_{-2}$ ,  $V_2$ , A und J und die endgültige Negativitätsbewegung in Abl.  $V_{-2}$  und  $V_2$ ) einen Hinweis auf die Höhe des Ursprungsortes geben, so muss doch betont werden, dass damit keine eindeutige Aussage gemacht werden darf: Es können mit diesen Resultaten keine Grenzlinien zwischen Apex und Basis gezogen, sondern nur unterschiedliche Tendenzen festgestellt werden.

#### **V. Zusammenfassung**

Bei 25 Pferden wurden durch mechanische Stimulation des Herzens Extrasystolen ausgelöst, deren Ursprungsort zu bestimmen war. Elektrokardiogramme wurden in folgenden Ableitungen registriert: Extremitäten-Ableitungen nach Einthoven und Goldberger, Brustwand-Ableitungen nach Wilson und Nehb-Spörri.

Eine Bestimmung des Ursprungsortes der Extrasystolen gelang mit Hilfe einer Kombination der QRS-Konfiguration in den Extremitäten-Ableitungen I, II, III und aVL, der linksthorakalen Ableitung  $V_2$  und der Nehb-Spörri-Ableitungen A und J. Nach dieser Methode konnten Extrasystolen aus den Facies auricularis und atrialis des linken und rechten Ventrikels mit grosser Sicherheit lokalisiert werden.

Die Bestimmung der Höhe des Reizortes gelang nur annäherungsweise mit Hilfe der R/S-Quotienten in den Ableitungen  $V_{-2}$ ,  $V_2$ , A und J sowie der endgültigen Negativitätsbewegung in den Ableitungen  $V_{-2}$  und  $V_2$ .

#### **Résumé**

On ne sait pas encore très bien comment localiser les focus ectopiques des extrasystoles ventriculaires chez le cheval.

On a pratiqué la stimulation mécanique du cœur chez 25 chevaux pour déterminer la localisation des extrasystoles. Des électrocardiogrammes ont été enregistrés dans les dérivations suivantes:

- dérivations des extrémités d'après Einthoven et Goldberger,
- dérivations de la paroi de poitrine d'après Wilson et Nehb-Spörri.

La détermination du lieu d'origine des extrasystoles a réussi grâce à l'aide d'une combinaison de la configuration du complexe QRS dans les dérivations des extrémités I, II, III et aVL, à la dérivation

thoracale gauche V<sub>2</sub> et aux dérivations de Nehb-Spörri A et J. D'après cette méthode, on a pu localiser des extrasystoles aux facies auricularis et atrialis des ventricules gauche et droit.

La hauteur du point d'irritation n'a pu être déterminée qu'approximativement à l'aide du quotient-RS dans les dérivations V<sub>-2</sub>, V<sub>2</sub>, A et J, ainsi que l'évolution négative définitive dans les dérivations V<sub>-2</sub> et V<sub>2</sub>.

### Riassunto

In 25 cavalli sono state prodotte extrasistole cardiache attraverso stimolazione meccanica del cuore. Si ha cercato di localizzare il punto di origine delle extrasistoli. Sono stati registrati elettrocardiogrammi nelle seguenti derivazioni: derivazione-estremità secondo Einthoven e Goldberger, derivazione-parete toracica secondo Wilson e Nehb-Spörri.

E stata possibile una determinazione del punto di origine delle extrasistoli con l'aiuto di una combinazione della configurazione QRS nelle derivazioni delle estremità I, II, III e aVL, della derivazione toracica sinistra V<sub>2</sub> e delle derivazioni Nehb-Spörri A e J. Secondo questi metodi le extrasistoli delle Facies auricularis e atrialis del ventricolo sinistro e destro potevano essere localizzate con grande sicurezza.

La determinazione dell'altezza del punto di stimolo è riuscita solo in modo approssimativo con l'aiuto del quoziente-R/S nelle derivazioni V<sub>-2</sub>, V<sub>2</sub>, A e J e con l'aiuto del movimento definitivo di negatività nelle derivazioni V<sub>-2</sub> e V<sub>2</sub>.

### Summary

About the location of the ectopic focus of ventricular extrasystoles in the horse is not much known. So we induced in 25 intact horses a discharge of premature beats through mechanical stimulation of the heart. After slaughter the lesions in the surface of the heart were photographed and projected on diagrams of the facies auricularis and atrialis of the heart. Each facies was subdivided in six apicobasilar zones.

We compared the location of the lesion with the QRS-configuration of lead I, II, III, aVL, CV<sub>6</sub>LL, A und J. The experiments showed that a location of the ectopic focus is possible by a certain combination of the QRS-complexes of these leads.

A determination of the height of the focus succeeded only approximately with the R/S-quotient of lead CV<sub>6</sub>LL, CV<sub>6</sub>RL, A and J, and with the intrinsic deflection of lead CV<sub>6</sub>LL und CV<sub>6</sub>RL.

### Literatur

- Deegen E.:* Klinische Elektrokardiographie beim Pferd unter Berücksichtigung der Muskelmassenverteilung am Herzen. Enke Copythek, Ferdinand Enke-Verlag, Stuttgart (1977). – *Hamlin R. L., Smetzer D. L. und Smith C. R.:* Analysis of QRS complex recorded through a semiorthogonal lead system in the horse. Am. J. Physiol. 207, 325–333 (1964). – *Heider K. und Beglinger R.:* Die Bedeutung der Belastungs-Elektrokardiographie beim Pferd. Schweiz. Arch. Tierheilk. 125, 45–60 (1983). – *Kahn R. H.:* Das Pferde-E.K.G. Pflügers Arch. ges. Physiol. 154, 1–15 (1913). – *Nörr J.:* Das Elektrokardiogramm des Pferdes. Seine Aufnahme und Form. Z. Biol. 61, 197–229 (1913). – *Senta T., Smetzer D. K. und Smith C. R.:* Effects of exercise on certain electrocardiographic parameters and cardiac arrhythmias in the horse. A radiotelemetric study. Cornell Vet. 60, 552–569 (1970). – *Spörri H.:* Elektrokardiographie. Grundlagen der Elektrokardiographie (3). tierärztl. prax. 3, 263–269 (1975).