

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires
<b>Herausgeber:</b>	Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte
<b>Band:</b>	120 (1978)
<b>Artikel:</b>	Referenzwerte für das Elektrokardiogramm von erwachsenen Warmblutpferden (Bipolare Brustwandableitungen nach Spörri)
<b>Autor:</b>	Tschudi, P.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-590181">https://doi.org/10.5169/seals-590181</a>

#### 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:** 18.01.2026

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

Aus der Klinik für Nutztiere und Pferde der Universität Bern  
(Direktor: Prof. Dr. H. Gerber)

## **Referenzwerte für das Elektrokardiogramm von erwachsenen Warmblutpferden (Bipolare Brustwandableitungen nach Spörri)**

von P. Tschudi<sup>1</sup>

Vor nahezu 40 Jahren erschienen in dieser Zeitschrift die ersten Artikel über das Elektrokardiogramm von Grossstieren. Schon damals erkannte Spörri (1940) die Bedeutung dieser Methode für die Beurteilung von Reizbildungs- und Reizleitungsstörungen des Herzens. Ebenfalls sein Verdienst ist die Anpassung der bipolaren Brustwandableitungen nach Nehb (1938) an die anatomische Herzlage von Grossstieren. Für die Aufnahme von Routine-Elektrokardiogrammen von Pferden erachten wir diese Ableitungen als die geeignetsten, weil die Längsachse des Herzens in der Ableitungsebene liegt (wie auch die Hauptvektoren von QRS und T), die Gliedmassenstellung die Ableitungen nur gering beeinflusst und die Elektroden leicht anzubringen sind. In allen drei Ableitungen erhalten wir recht grosse Amplituden. Zudem können diese Ableitungen mit jedem einfachen Elektrokardiographen registriert werden, welcher einen Wahlschalter für die Einthovenableitungen hat.

Bisher fehlte jedoch eine Beurteilungsgrundlage. Mit diesem Artikel wollen wir den Amplitudenspektrum der einzelnen Zacken und die Frequenzabhängigkeit der Intervalle im EKG von erwachsenen Warmblutpferden anschaulich darstellen, so dass der Vergleich mit einem EKG eines Patienten möglichst leicht durchgeführt werden kann.

### **Material und Methoden**

Aus dem Patientengut der chirurgischen Abteilung wählten wir 50 erwachsene Warmblutpferde im Alter von 5 bis 18 Jahren, welche keine Symptome einer inneren Erkrankung zeigten und von welchen keine Leistungsverminderung berichtet wurde. Pferde mit Herzgeräuschen oder anderen Herzrhythmusstörungen, als AV-Blöcken I. und II. Grades oder wanderndem Schrittmacher, wurden nicht in diese Untersuchung einbezogen. EKGs von Pferden, welche sich während der Registrierung aufregten, so dass die Herzschlagfrequenz über 50 pro Minute anstieg, wurden für die Berechnung der Amplitudenspektren nicht verwendet. Um die drei bipolaren Brustwandableitungen nach Spörri (1944) zu registrieren, wurden die Elektroden folgendermassen angebracht:

Dorsale Ableitung: rechte Armelektrode (rot) über dem Nackenwinkel des rechten Schulterblattes; linke Armelektrode (gelb) auf dem Rücken, in der Gegend des letzten Brustwirbels.

Anteriore Ableitung: rechte Armelektrode (rot) über dem Nackenwinkel des rechten Schulterblattes; linke Beinelektrode (grün) im 5. bis 6. Intercostalraum links, auf der Höhe des dorsalen Randes des Olekranons.

Inferiore Ableitung: linke Armelektrode (gelb) auf dem Rücken, in der Gegend des letzten Brustwirbels; linke Beinelektrode (grün) im 5. bis 6. Intercostalraum links, auf der Höhe des dorsalen Randes des Olekranons.

<sup>1</sup> Adresse: Dr. P. Tschudi, Postfach 2735, CH-3001 Bern.

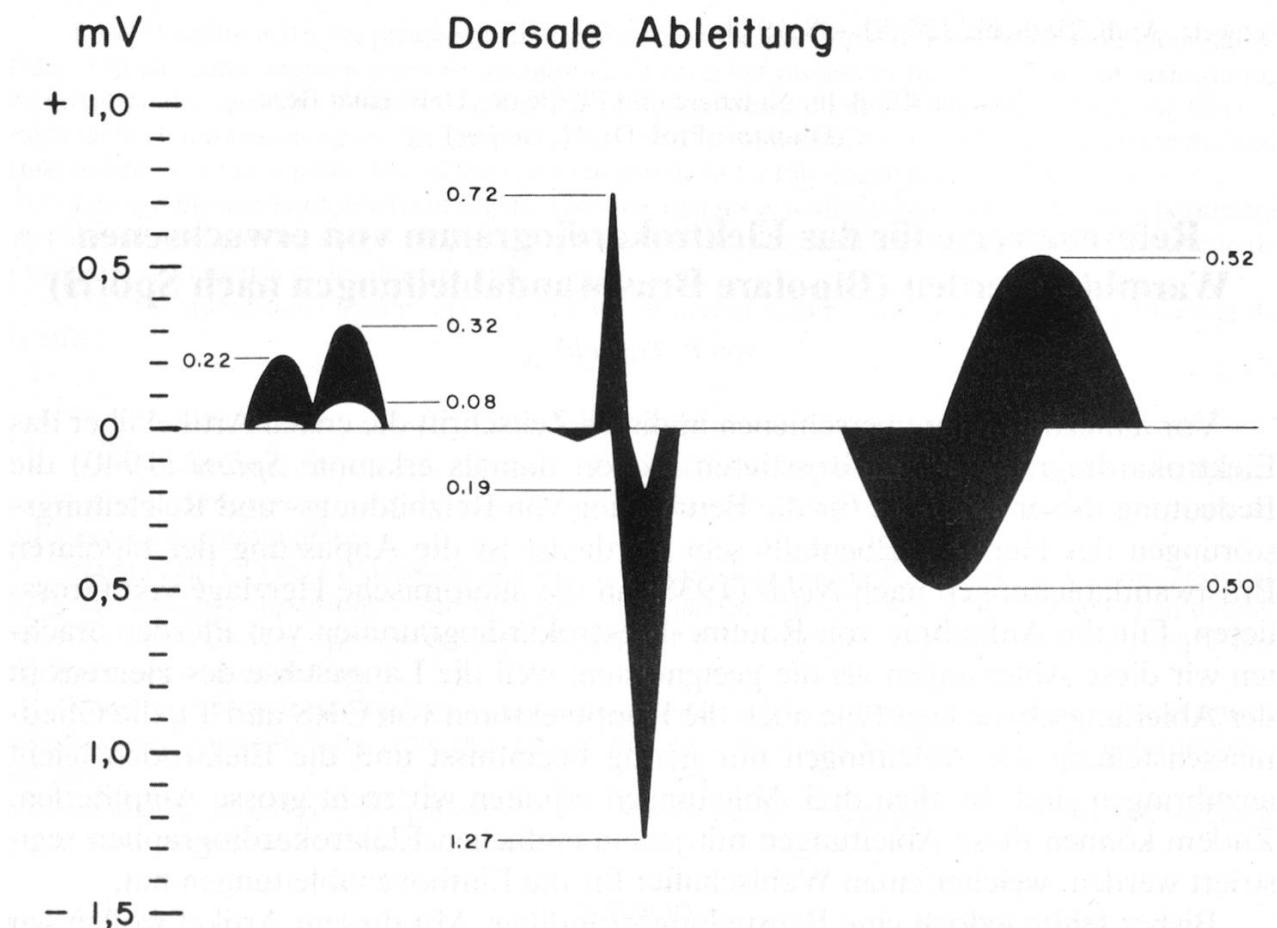


Abb. 1 Amplitudenbereiche ( $\bar{x} - 2s$  bis  $\bar{x} + 2s$ ) der EKG-Zacken in der dorsalen Brustwandableitung nach Spörri.

Die rechte Beinelektrode wurde zur Erdung des Patienten auf der rechten Thoraxseite hinter dem Olekranon oder über dem linken Schulterblatt befestigt. Als Elektroden verwenden wir Klemmen mit einer besonders weichen Feder. Die EKG wurden mit einem Dreikanal-Thermoschreiber<sup>2</sup> mit der Papiervorschubgeschwindigkeit von 50 mm pro Sekunde registriert.

Beim Ausmessen der einzelnen Zacken und Intervalle hielten wir uns an die Empfehlungen von Holzmann (1945).

Für die Berechnung der Abhängigkeit der PQ- und der QT-Dauer von der Herzschlagfrequenz haben wir von jedem Pferd durchschnittlich 3 Herzperioden bei verschiedenen Frequenzen ausgemessen.

## Resultate

Die Zackenkonfigurationen können folgendermassen beschrieben werden:

P-Zacke: stets positiv, zweigipflig, wobei der erste Gipfel meistens kleiner, evtl. gleich gross wie der zweite Gipfel ist. Manchmal ist der erste Gipfel kaum von einer Nulllinienschwankung unterscheidbar.

Q- und R-Zacke: oft sehr klein oder nicht erkennbar.

S-Zacke: stets ausgeprägt vorhanden und meist grösser als die R-Zacke (nur bei 3 Pferden fanden wir in der dorsalen Ableitung eine grössere R- als S-Zacke; bei

<sup>2</sup> Cardiopan 573 der F. Liechti AG, Ostermundigen.

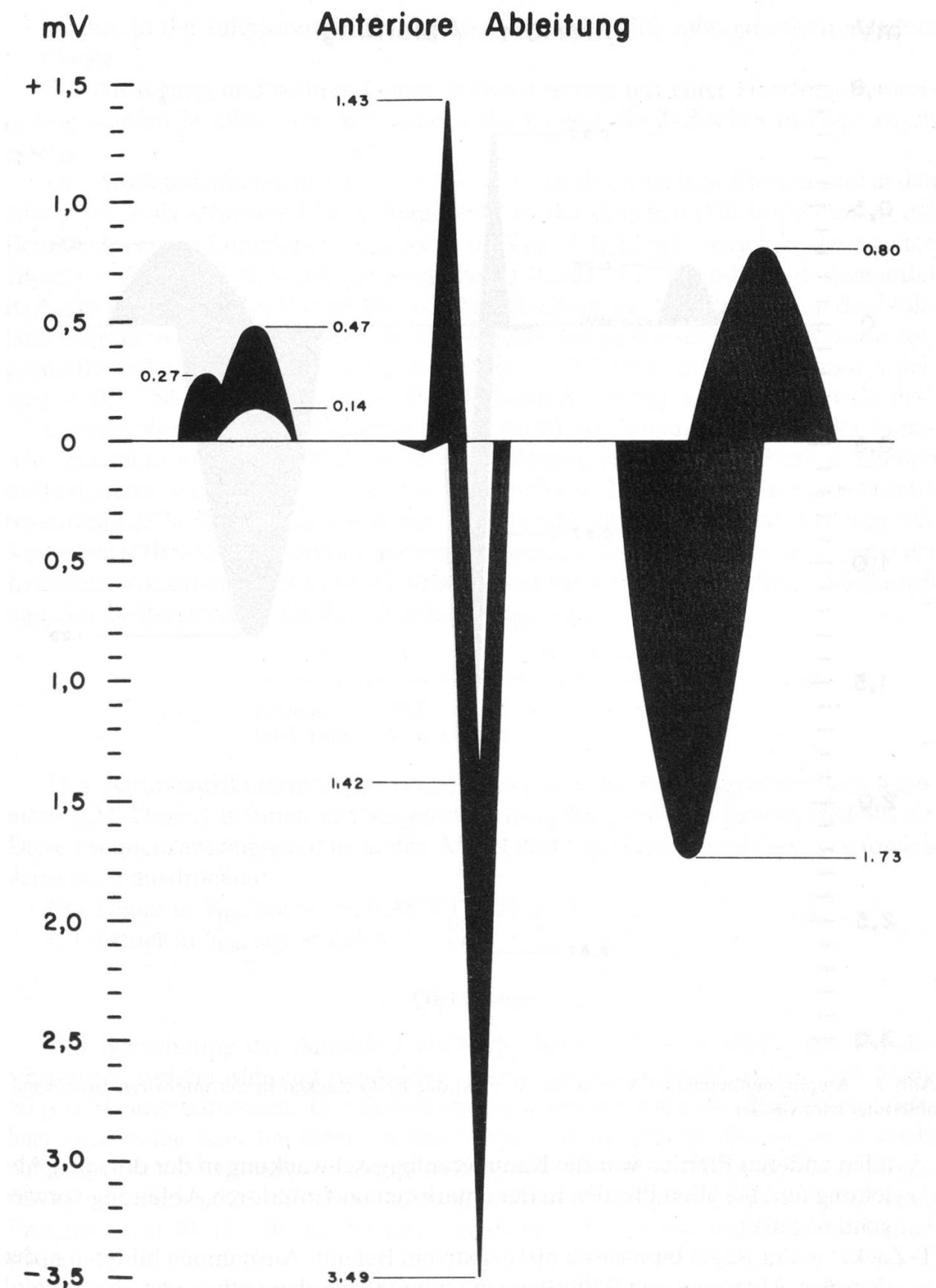


Abb. 2 Amplitudenbereiche ( $\bar{x} - 2s$  bis  $\bar{x} + 2s$ ) der EKG-Zacken in der anterioren Brustwandableitung nach Spörri.

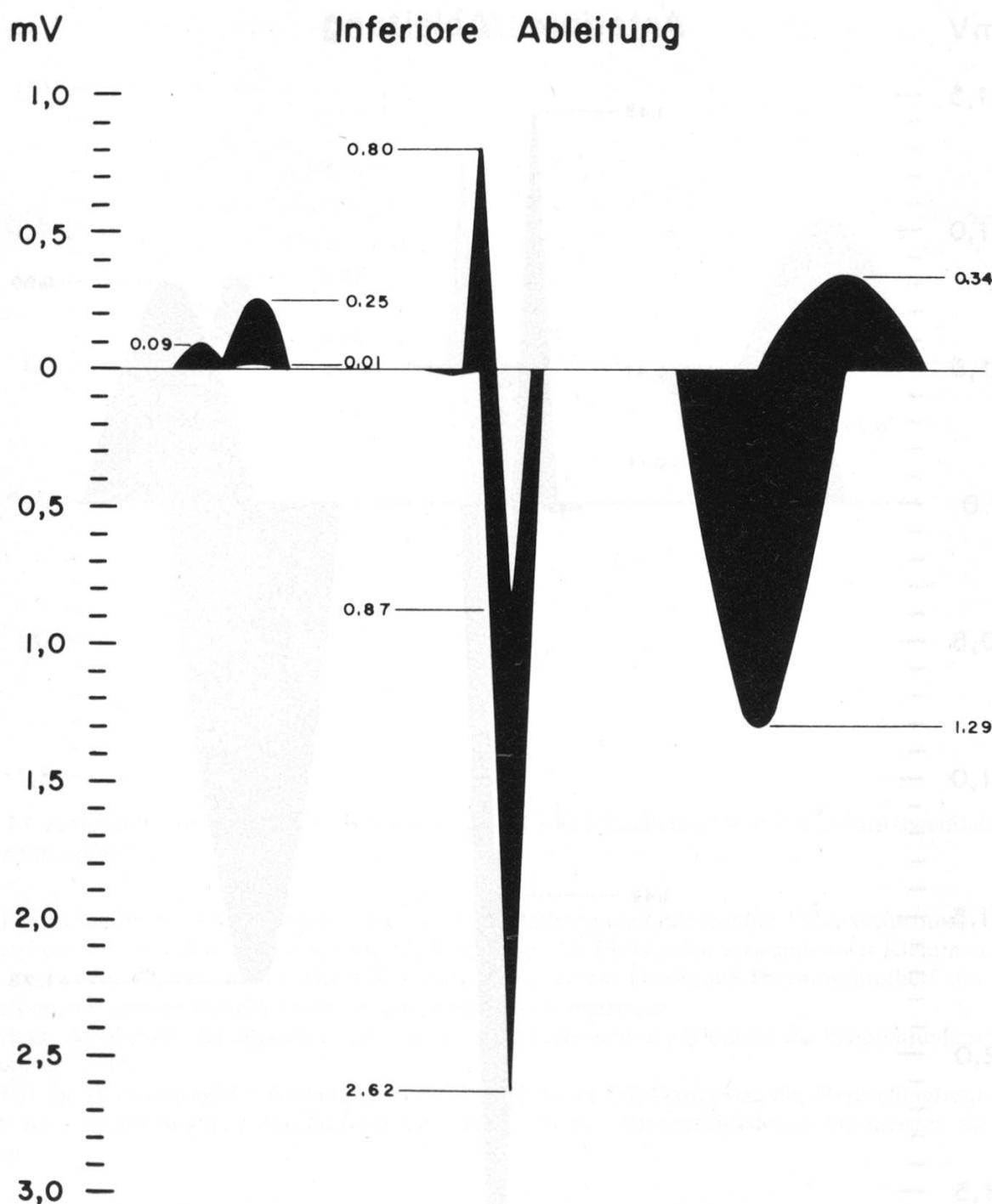


Abb. 3 Amplitudenbereiche ( $\bar{x} - 2s$  bis  $\bar{x} + 2s$ ) der EKG-Zacken in der inferioren Brustwandableitung nach Spörri.

allen anderen Pferden war die Kammeranfangsschwankung in der dorsalen Ableitung und bei allen Pferden in der anterioren und inferioren Ableitung vorwiegend negativ).

T-Zacke: in der Regel biphasisch mit negativem Beginn. Ausnahmen bildeten in der dorsalen Ableitung von 9 Pferden eine monophasisch positive, von einem Pferd eine monophasisch negative Zacke; in der anterioren Ableitung von 2 Pferden eine monophasisch positive, von einem Pferd eine monophasisch negative

Zacke; in der inferioren Ableitung von 7 Pferden eine monophasisch negative Zacke.

Bei Aufregung und während einer Arbeitsleistung mit einer Herzfrequenzsteigerung werden in allen drei Ableitungen die P- und die T-Zacken monophasisch positiv.

Die Amplitudenbereiche ( $\bar{x} - 2s$  bis  $\bar{x} + 2s$ ) der einzelnen Zacken sind in den Abb. 1 bis 3 als schwarze Fläche dargestellt. In der dorsalen Ableitung beträgt der Bereich des ersten Gipfels der P-Zacke + 0,01 bis + 0,22 mV, derjenige des zweiten Gipfels + 0,08 bis + 0,32 mV, derjenige der Q-Zacke 0 bis - 0,04 mV, derjenige der R-Zacke 0 bis + 0,72 mV usw. Wird die Abweichung der ST-Strecke von der Nulllinie korrekterweise vom Niveau der PQ-Strecke aus gemessen, so erhalten wir folgende Bereiche: in der dorsalen Ableitung 0 bis + 0,23 mV, in der anterioren Ableitung + 0,12 bis + 0,34 mV und in der inferioren Ableitung + 0,02 bis + 0,22 mV.

Gewisse Strecken im EKG lassen eine deutliche Abhängigkeit von der Herzschlagfrequenz erkennen. Weil wir die Verhältnisse am ruhenden Pferd darstellen wollten, haben wir uns auf einen Frequenzbereich von 25 bis 60 Schlägen pro Minute beschränkt. Die Depolarisationsdauer der Vorhöfe (PQ-Dauer) und diejenige der Kammern (QRS-Dauer) nahmen auch mit steigender Herzschlagfrequenz ab, aber der Korrelationskoeffizient ist klein. Deshalb geben wir nur den gefundenen Mittelwert und den 2s-Bereich an (alle Zeitangaben in  $\frac{1}{100}$  sec):

	$\bar{x}$	$\bar{x} - 2s$	bis	$\bar{x} + 2s$
P-Dauer	16,7	11,1	bis	22,2
QRS-Dauer	14,5	11,7	bis	17,4

Das Atrioventrikularintervall (PQ-Dauer) und die Erregungsdauer der Kammern (QT-Dauer) nehmen mit steigender Herzschlagfrequenz unterschiedlich ab. Diese Frequenzabhängigkeit ist in den Abb. 4 und 5 dargestellt und lässt sich folgendermassen ausdrücken:

$$\begin{aligned} \text{PQ-Dauer in } \frac{1}{100} \text{ sec} &= -0,48 \times f + 52 \pm 10 \\ \text{QT-Dauer in } \frac{1}{100} \text{ sec} &= 2,4 \times \sqrt{\overline{RR}} + 24 \pm 6,8 \end{aligned}$$

## Diskussion

Zur Berechnung der Amplitudenbereiche haben wir auch EKGs von Pferden verwendet, welche während der Registrierung eine Herzschlagfrequenz von 40 bis 50 pro Minute aufwiesen. Die Ruhefrequenz eines erwachsenen Warmblutpferdes liegt zwar tiefer, aber bei einer solchen Untersuchung sind die Patienten oft leicht aufgeregt. Der Vergleich der Amplitudenwerte von 34 Pferden mit einer Herzschlagfrequenz von 25 bis 40 pro Minute, mit den Werten von 16 Pferden mit einer Frequenz von 41 bis 50 pro Minute, ergab im t-Test keine signifikanten Unterschiede.

Mit den 50 erwachsenen Pferden haben wir eine kleine Gruppe von 8 Pferden im Alter von 3 bis 4 Jahren verglichen und keine signifikanten Unterschiede zwischen den entsprechenden Amplitudenbereichen gefunden ( $p$  stets grösser als 0,05).

## PQ-Dauer

sec

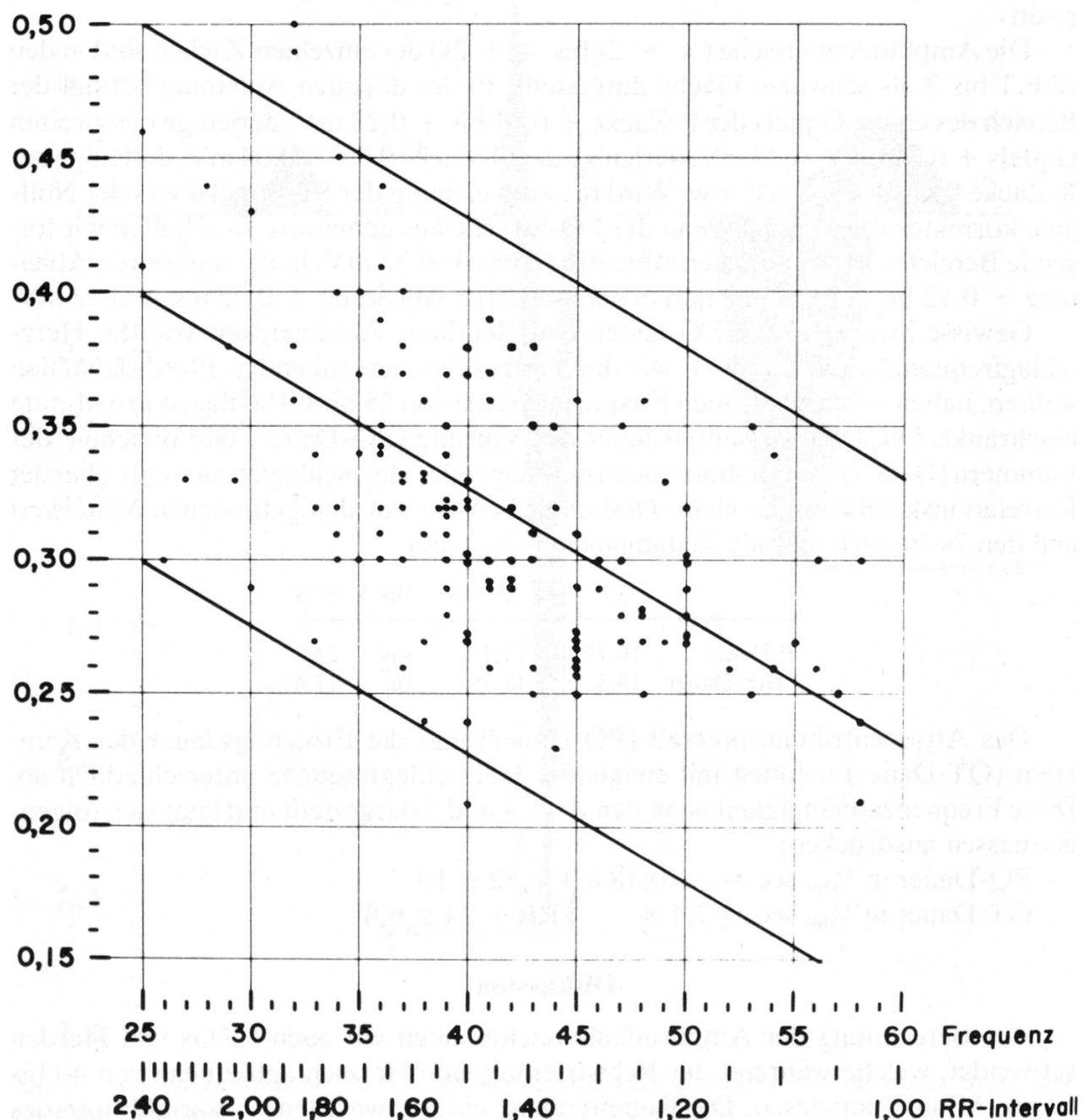


Abb. 4 Abhängigkeit des Atrioventrikularintervalls (PQ-Dauer) von der Herzschlagfrequenz resp. dem RR-Intervall in Sekunden.

Die Abhängigkeit der Erregungsdauer der Vorhöfe und der Kammern von der Frequenz wurde schon von einigen Autoren beschrieben und formuliert. So erhielten

Brooijmans (1957):  $PQ \text{ in } \frac{1}{100} \text{ sec} = -0,49 \times f + 48,72 \pm 2 \times 2,395$   
und Holmes (1966):  $PQ \text{ in } \text{sec} = 5,682 \times 1/f + 0,15$ .

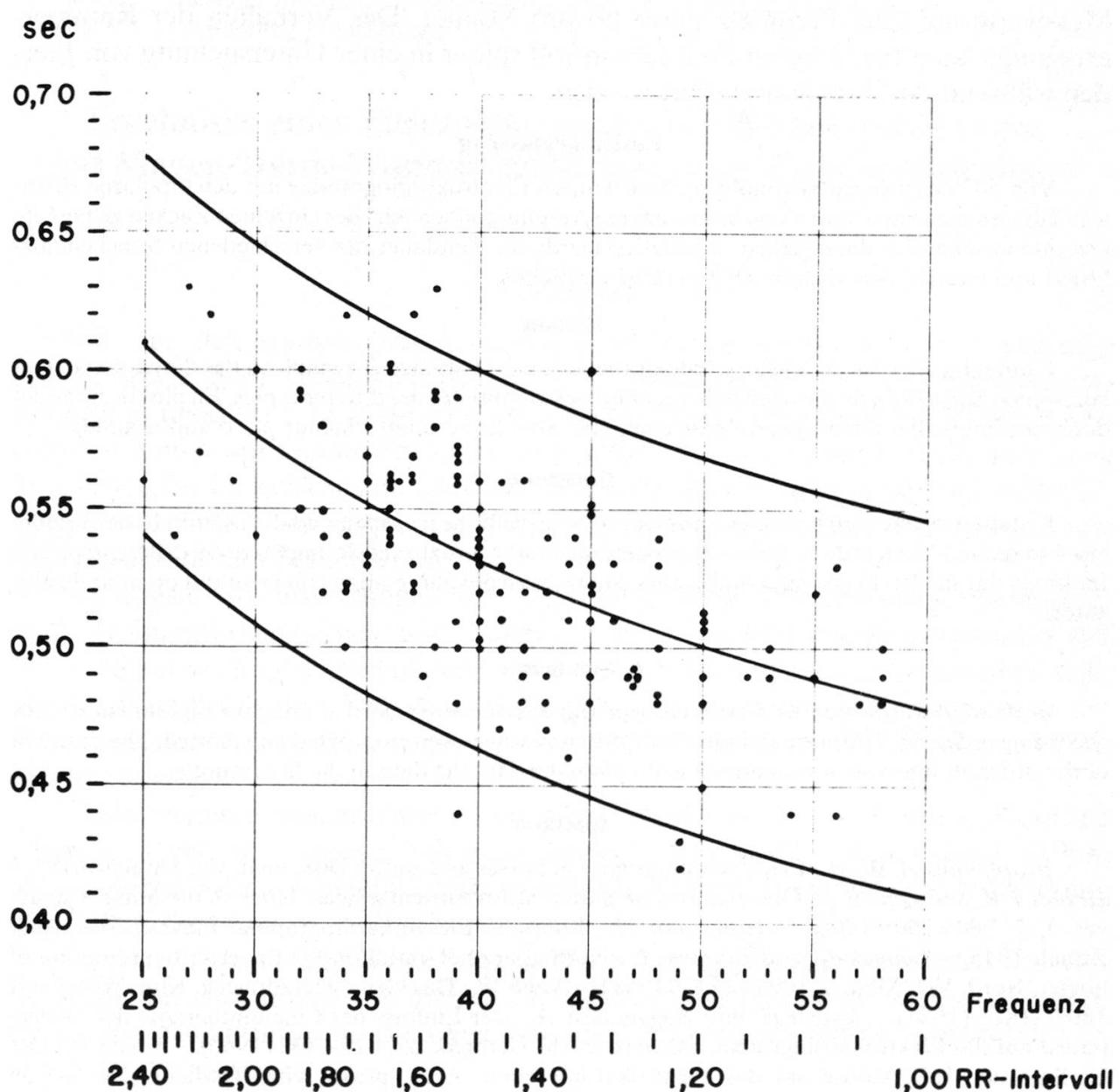
**QT-Dauer**

Abb. 5 Abhängigkeit der Kammererregungsdauer (QT-Dauer) von der Herzschlagfrequenz resp. dem RR-Intervall in Sekunden.

Der Frequenzverlauf unserer Werte zeigt fast genau die gleiche Steilheit wie diejenige von Brooijmans, jedoch sind unsere Werte um  $\frac{3}{100}$  sec höher.

*Lannek und Rutqvist (1951)* fanden:

$$\text{QT-Dauer in } \frac{1}{100} \text{ sec} = 62,41 - 0,35 \times f \pm 2 \times 3,43,$$

$$\text{Holmes (1966): QT-Dauer in sec} = 9,454 \times 1/f + 0,285 \pm 0,0659,$$

$$\text{Spörri (1972): QT-Dauer in } \frac{1}{100} \text{ sec} = 3,66 \times \sqrt{\bar{R}\bar{R}} + 5,6 \pm 7.$$

Die Werte von *Lannek und Rutqvist (1951)* liegen im Frequenzbereich von 25 bis 60 pro Minute deutlich unter denjenigen der anderen Autoren, während die-

jenigen von *Holmes* (1966) und *Spörri* (1972) sehr nahe beieinander liegen. Unsere Werte ergeben eine etwas flachere Kurve, bedingt durch die Beschränkung der Messwerte auf eine Frequenz unter 60 pro Minute. Das Verhalten der Kammererregungsdauer bei höheren Frequenzen soll später in einer Untersuchung von Pferden während der Arbeit analysiert werden.

### Zusammenfassung

Von 50 erwachsenen Warmblutpferden wurden Elektrokardiogramme mit den bipolaren Brustwandableitungen nach *Spörri* registriert, um die Amplitudenbereiche der einzelnen Zacken zu berechnen und anschaulich darzustellen. Zusätzlich wurde die Zeitdauer der verschiedenen Strecken analysiert und mit den Angaben in der Literatur verglichen.

### Résumé

L'auteur a effectué des électrocardiogrammes sur 50 chevaux. Il a employé des dérivations bipolaires selon *Spörri* afin de mesurer et de visualiser les amplitudes des différents pics. En plus la durée des différents intervalles a été mesurée puis comparée avec les résultats obtenus par d'autres auteurs.

### Riassunto

E stato eseguito l'elettrocardiogramma in 50 cavalli mezzosangue adulti usando le derivazioni bipolari secondo il metodo di *Spörri*. Sono state misurate e visualizzate le ampiezze dei differenti picchi. Inoltre la durata dei diversi intervalli è stata analizzata e poi paragonata con i risultati ottenuti da altri autori.

### Summary

In 50 adult warm-blooded horses electrocardiograms were recorded using the bipolar chest leads according to *Spörri*. The normal limits of the different waves were computed and plotted. The duration of the different intervals was analysed and compared with the data in the litterature.

### Literatur

- Brooijmans A. W. M.*: Electrocardiography in horses and cattle. Diss. med. vet. Utrecht 1957. – *Homes J. R.* and *Alps B. J.*: Observations on partial atrioventricular heart block in the horse. Canad. vet. J. 7, 280–290 (1966). – *Holzmann M.*: Klinische Elektrokardiographie. Fretz & Wasmuth, Zürich 1945. – *Lannek N.* and *Rutqvist L.*: Normal area of variation for the electrocardiogram of horses. Nord. Vet. Med. 3, 1094–1117 (1951). – *Nehb W.*: Das kleine Herzdreieck. Klin. Wschr. 17, 1807–1811 (1938). – *Spörri H.* und *Raggenbass A.*: Der Einfluss der Calciumtherapie der Gebärparese auf das Elektrokardiogramm. Schweiz. Arch. Tierheilk. 82, 325–332 (1940), – *Spörri H.*: Der Einfluss der Tuberkulose auf das Elektrokardiogramm. Arch. prakt. wiss. Tierheilk. 79, 24–35 (1944). – *Spörri H.*: Persönliche Mitteilung (1972).

## VERSCHIEDENES

### Internationales Symposium: Ernährung von Hund und Katze, in Hannover

Im Rahmen der 200-Jahr-Feier der Tierärztlichen Hochschule Hannover veranstaltet das Institut für Tierernährung am Montag, 26. Juni 1978, ein Symposium über die Ernährung von Hund und Katze. Als Organisationskomitee zeichnen die Herren Anderson, Grossbritannien, Leibetseder, Österreich, und Meyer, Bundesrepublik Deutschland. Das Programm sieht 14 Vorträge in Deutsch oder Englisch (Simultanübersetzung) vor.

Anmeldungen bis 1. April 1978 an das Institut für Tierernährung, Tierärztliche Hochschule Hannover, Bischofsholerdamm 15, D-3000 Hannover 1. Unkostenbeitrag DM 50.–.

Detailliertes Programm auf schriftliche Anfrage bei der Redaktion SAT, Postfach 2735, 3001 Bern, erhältlich.