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: Eine graphische Methode zur Darstellung von Messwerten

Autor: Eggenberger, E. / Thun, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-588117

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: 02.08.2025

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

Schweiz. Arch. Tierheilk. *126,* 199–205, 1984

Aus der Veterinär-Medizinischen Fakultät der Universität Zürich (Dekan: Prof. Dr. J. Frewein) und dem Institut für Zuchthygiene der Universität Zürich (Direktor: Prof. Dr. K. Zerobin)

Eine graphische Methode zur Darstellung von Messwerten

von *E. Eggenberger*[1] *und R. Thun*

Einleitung

Ein Datenmaterial kann grundsätzlich mittels statistischer Masszahlen oder mit graphischen Darstellungen zusammenfassend beschrieben werden. Graphiken sind gegenüber Tabellen leichter verständlich und vermögen wesentliche Eigenschaften eines Datensatzes einprägsamer wiederzugeben. Neben der ausführlichen Darstellung im Histogramm (*Riedwyl,* 1979) können nach einer neueren Methode (*McNeil,* 1977 und *Tukey,* 1977) die wichtigsten Kennzahlen einer geordneten Datenreihe graphisch dargestellt werden. Diese Graphik gibt ein auf der Ordnungsstatistik basierendes Lage- und Streuungsmass, einen Referenzbereich sowie Extremwerte einer Beobachtungsreihe wieder und wird schematischer Plot, Box and Whisker Plot oder Boxplot genannt.

Im folgenden wird diese Methode vorgestellt und anhand von drei Beispielen deren Anwendungsmöglichkeiten aufgezeigt.

Material und Methoden

Die Boxplot-Methode (*McNeil,* 1977 und *Tukey,* 1977) wurde von *Dietlein* (1981) für den Anwender statistischer Methoden beschrieben. Weitere methodische Hinweise, Anwendungsbeispiele aus der Medizin und Vorteile der Boxplots liegen in der Arbeit von *Dietlein und Gammel* (1982) vor. In Abb. 1 ist die Konstruktion eines Boxplots von einem Punktediagramm (a) ausgehend schrittweise dargestellt. Zuerst wird das 25%-Quantil (Q_1, 1. Quartil oder 25%-Punkt; *Linder und Berchtold,* 1979), das 50%-Quantil (Q_2, Median) und das 75%-Quantil (Q_3) bestimmt (b). Anschliessend kann von Q_1 bis Q_3 eine Box (Kistchen) gezeichnet werden, die 50% der Messwerte enthält und durch die Medianlinie getrennt wird. Die Länge der Box, die Interquartildistanz, wird dann von Q_1 und Q_3 ausgehend beidseitig nach aussen abgetragen (c). Die benachbarten Werte innerhalb dieser Grenzen werden schliesslich mit einem Kreuz markiert und durch eine horizontale Linie (Whiskers) mit der Box verbunden (d). Diese schematische Darstellung entspricht etwa dem 95%-Bereich normalverteilter Messwerte ($\bar{x} \pm 2 \cdot s$; Norm-, Normal- oder Referenzbereich). Beobachtungen ausserhalb der Endpunkte werden als Extremwerte mit einem Symbol oder der Häufigkeitsziffer hervorgehoben (e). Zur Berechnung statistischer Masszahlen und für Boxplot-Darstellungen wurden die Statistikprogramme BMDP (*Dixon,* 1981) und SAS (1979) verwendet. Unter Anwendung der Programmpakete STATPLOT (*Schafroth,* 1978) und LDVLIB (*Drewek,* 1980) konnten Punktediagramme und Kreisgraphiken mit computergesteuerten Zeichengeräten erstellt werden. Methodische Boxplot-Beschreibungen, Computerprogramme (Basic und Fortran) und Angaben über eine Programmbibliothek (Minitab) zur explorativen Datenanalyse sind bei *Velleman und Hoaglin* (1981) zu

[1] Adresse: Dr. E. Eggenberger, Veterinär-Medizinische Fakultät der Universität Zürich, Fakultätsstelle für Biometrie, Winterthurerstrasse 260, 8057 Zürich.

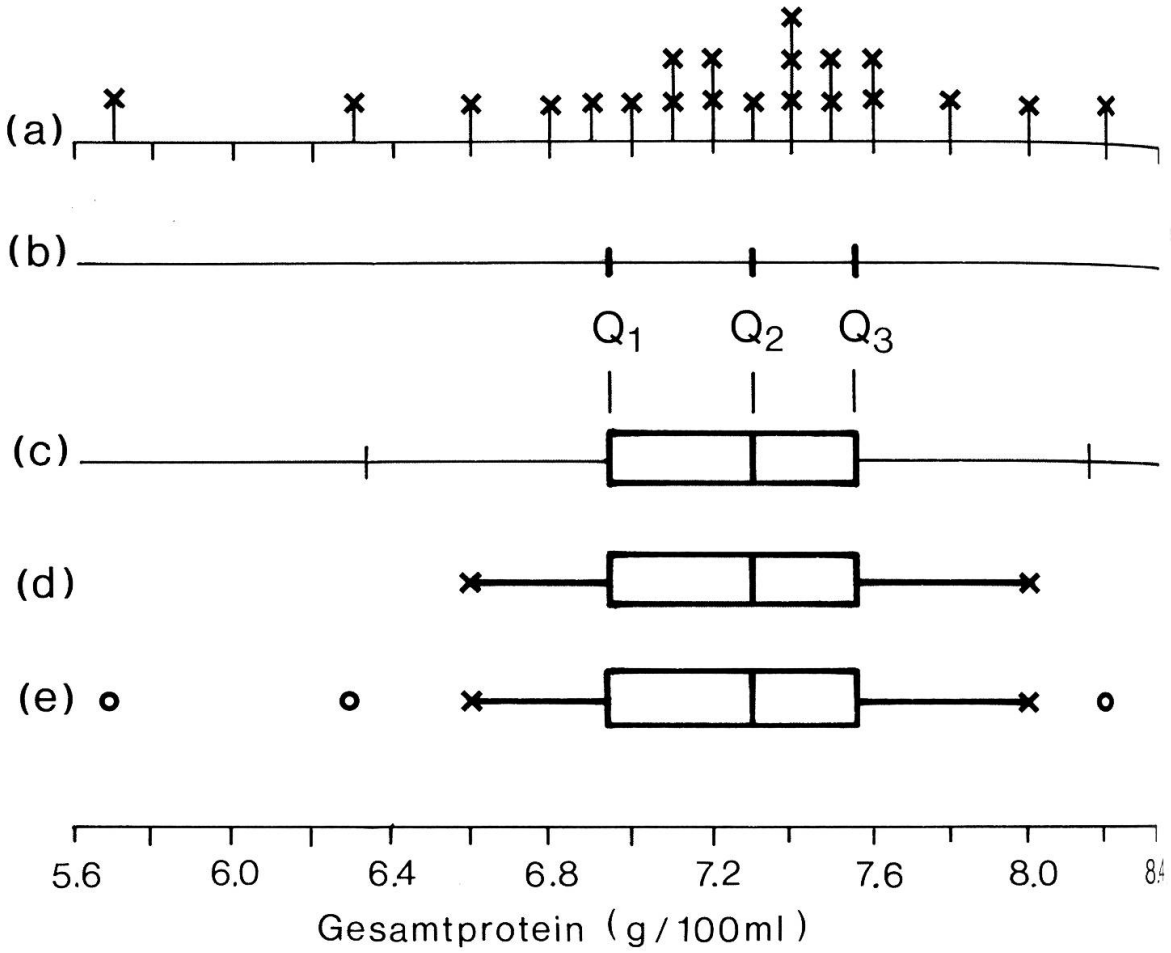

Abb. 1: Punktediagramm und Boxplot (Gesamtprotein in g/100 ml beim Rind, n = 21; Q_1, Q_2 und Q_3: 1., 2. und 3. Quartil).

finden. *Dietlein und Gammel* (1982) sowie *Ralphs* (1983) geben Hinweise auf Software für elementare graphische Plots mit dem Kleincomputer.

Das Datenmaterial der hier vorgestellten Anwendungsbeispiele stammt von Erhebungen über die Geburtseinleitung beim Schwein (*Zerobin und Eggenberger,* 1983), Gewichts- und Körpermessungen bei neugeborenen Lämmern (*Bein,* 1981) sowie Testosteron- und Cortisolbestimmungen bei Braunviehstieren (*Eggenberger,* 1980 und *Thun et al.,* 1981).

Ergebnisse und Diskussion

In Abb. 2 sind die Histogramme, Masszahlen ($\bar{x} \pm 2 \cdot s$) und Boxplots für das erste Anwendungsbeispiel dargestellt. Die beiden Histogramme unterscheiden sich im wesentlichen durch die kleinen Extremwerte im Versuch (a). Die Boxplotdarstellung gibt diese Beobachtung in konzentrierter Form korrekt wieder, während mit der üblichen Angabe von Mittelwert und Standardabweichung ($\bar{x} \pm 2 \cdot s$) ein verzerrtes Bild der Streuungsverhältnisse vermittelt würde.

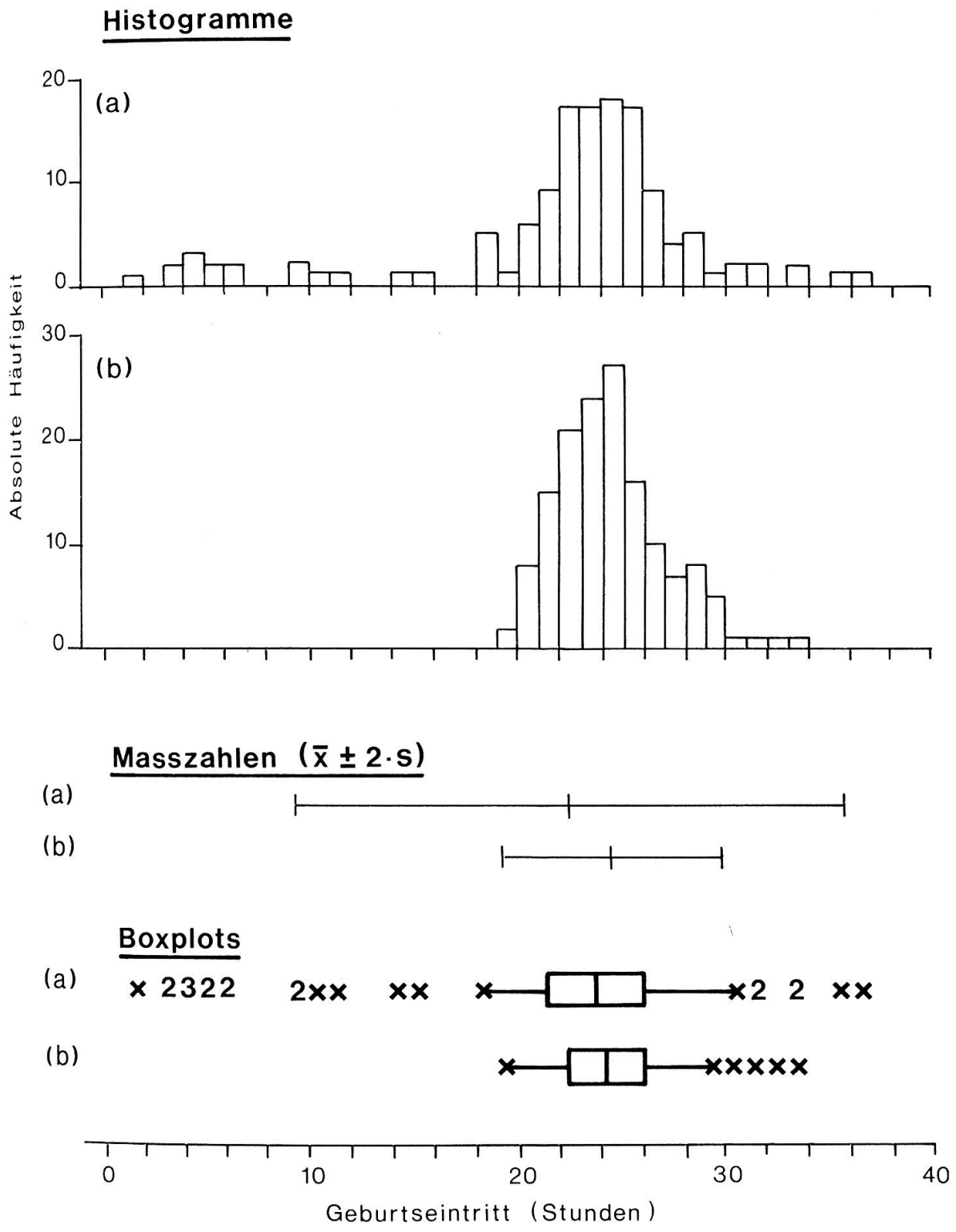

Abb. 2 Histogramme, Masszahlen und Boxplots (Geburtseintritt in Stunden nach Applikation eines Prostaglandinanalogs beim Schwein; Versuche a und b, $n_a = 133$, $n_b = 147$; *Zerobin und Eggenberger*, 1983).

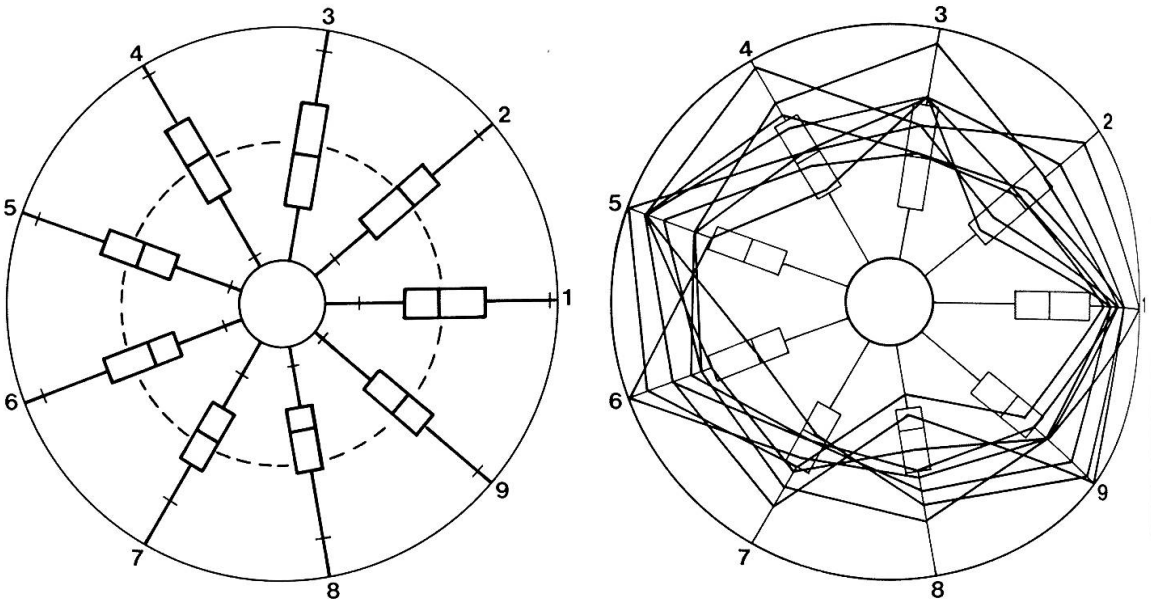

Abb. 3 Zirkuläre Boxplots (Gewicht und Körpermessungen beim neugeborenen Lamm; links: Normalgeburten, n = 55; rechts: Geburten mit Zughilfe, n = 8; 1 Gewicht, 2 Nackensteisslänge, 3 Kopfbreite, 4 Kopfumfang, 5 Brustumfang, 6 Brustbreite, 7 Beckenbreite, 8 Schulterbreite, 9 Widerristhöhe; *Bein,* 1981).

Werden pro Versuchseinheit mehrere Merkmale erhoben, so können die normierten Messwerte auf den Strahlen eines Kreises als Sternfiguren dargestellt werden (*Eggenberger und Zerobin,* 1983). Die Kombination dieser multivariaten Methode mit der Boxplot-Darstellung ergibt einen zirkulären Boxplot. In Abb. 3 (links) sind Gewicht und Körpermasse neugeborener Lämmer mit normalem Geburtsverlauf derart abgebildet. Die in das Einheitsintervall [0,1] transformierten Boxplots zeigen die weitgehend symmetrischen Häufigkeitsverteilungen. Eine leicht rechtsschiefe Verteilung des Merkmals Nr. 8 (Schulterbreite) ist an der Verschiebung der Box und des Medians zum Kreiszentrum hin sichtbar. Neben den Boxplots sind auch die 5%- und 95%-Quantile als Grenzen eines Normal- oder Referenzbereichs auf den Strahlen mit Querstrichen eingetragen. Überlagert man dieser Kreisgraphik mit Normalwerten mehrdimensionale Messungen von Lämmern mit Geburtshilfe als Vielecke (Abb. 3, rechts), so können Abweichungen bei uni- oder multivariater Betrachtung herausgelesen werden. Die Körpergewichte (1) liegen zum Beispiel alle über dem 75%-Quantil der Normalwerte. Insgesamt ist die Tendenz ersichtlich, dass die Lämmer mit Geburtshilfe gegenüber den Normalgeborenen grössere Körpermasse (5 Brustumfang, 6 Brustbreite, 9 Widerristhöhe) aufweisen. Diese Darstellungsart mit der Angabe von Quantilen als Referenzbereiche (*Keller und Wall,* 1982) könnte auch in der Labordiagnostik eingesetzt werden.

Ein weiteres Anwendungsbeispiel ist die Darstellung hormonaler Sekretionsmuster von Braunviehstieren (Abb. 4). Durch die Überlagerung mehrerer 24-Stunden-Hormonprofile (halbstündliche oder stündliche Blutentnahme) mit unregelmässig

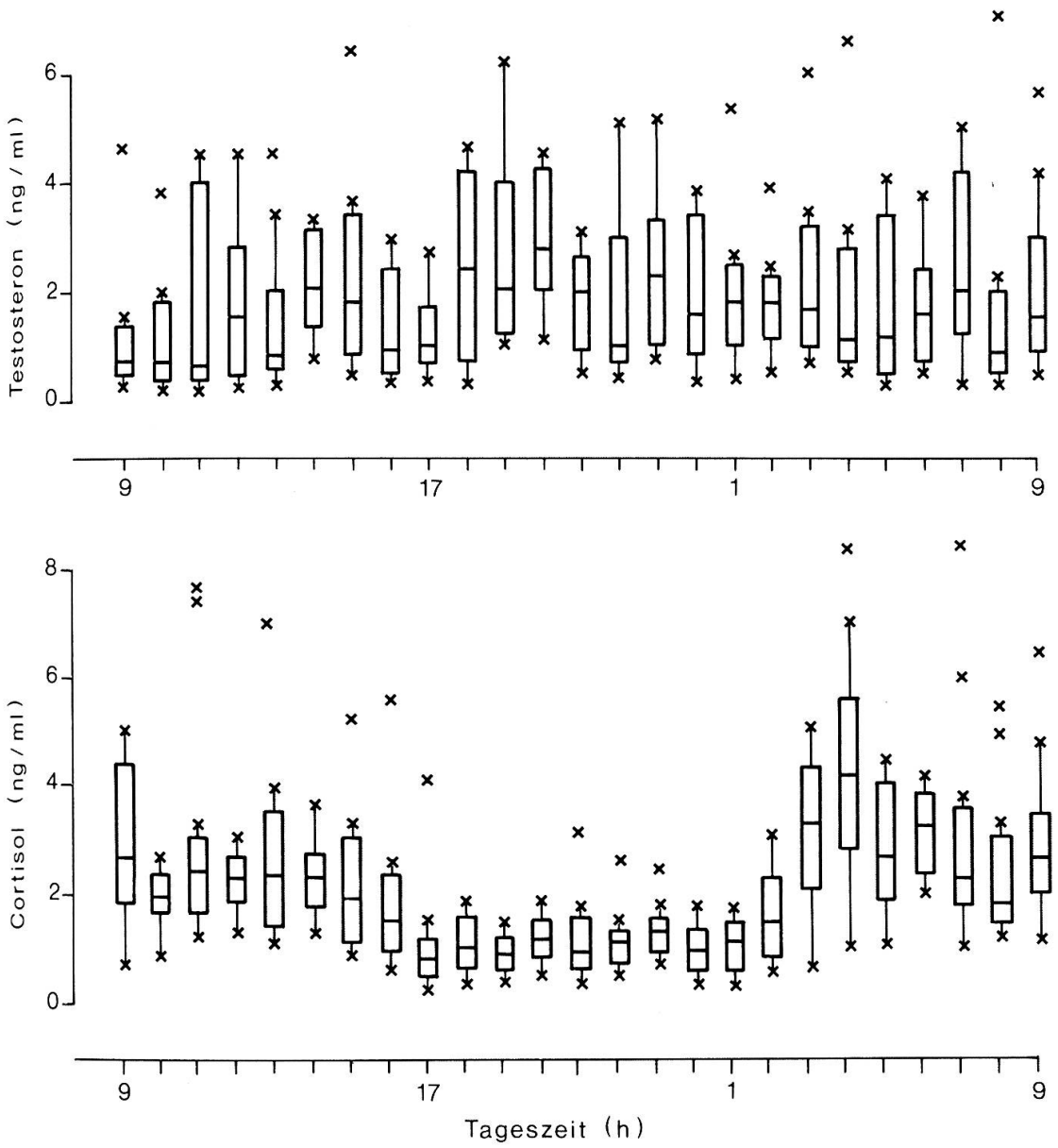

Abb. 4 Boxplot-Darstellungen von Testosteron- und Cortisolsekretionsmustern von Braunviehstieren (n = 9) bei stündlicher Blutentnahme (*Eggenberger,* 1980 und *Thun et al.,* 1981).

auftretenden Extremwerten ginge ein mittleres Verlaufskurvenbild weitgehend verloren. Wählt man für die einzelnen Messzeitpunkte hingegen die Boxplot-Darstellung, so ist das typisch episodische Sekretionsmuster für Testosteron und das circadiane Profil für Cortisol zu erkennen. Neben dem tageszeitlich abhängigen Niveauverlauf beim Cortisol ist auch eine geringe Variabilität der Messwerte in der Abend-Nacht-Periode deutlich sichtbar. Das Ergebnis dieser beschreibenden Darstellung kann zur Modellbildung für eine weitere statistische Analyse der Sekretionsmuster herangezogen werden.

Die Boxplot-Darstellung ist mit der Angabe von Quantilen, Streubereichen und Extremwerten eine anschauliche und auch ohne Computer leicht anwendbare Me-

thode zur Beschreibung einer Messwertreihe. Die Graphiken können zudem Hinweise auf auszuwählende Testverfahren (parametrisch oder nichtparametrisch) und Modelle geben (*Dietlein und Gammel,* 1982). Als Nachteil muss erwähnt werden, dass beim einfachen Boxplot die Anzahl der Messwerte nicht berücksichtigt wird. *McGill et al.* (1978) schlagen aber erweiterte Verfahren vor, die den Stichprobenumfang einbeziehen und auch eine Beurteilung von Unterschieden zwischen Medianwerten ermöglichen (Variable width Boxplot and notched Boxplot).

Zusammenfassung

Es wird eine Methode zur graphischen Darstellung nichtparametrischer Lage- und Streuungsmasse, Referenzbereiche und Extremwerte einer Datenreihe beschrieben. Drei Anwendungsbeispiele aus der Veterinärmedizin zeigen, dass die Boxplot-Graphik auch eine wesentliche Hilfe zur Interpretation der Messergebnisse darstellt.

Résumé

Description d'une méthode représentant graphiquement, médiane, quantiles, intervalles de référence, et valeurs extrèmes d'une série de données. Trois exemples tirés de la médecine vétérinaire montrent que la méthode boxplot est une aide certaine pour l'interprétation de valeurs expérimentales.

Riassunto

E descritto un metodo per la rappresentazione grafica di un intervallo e di una disseminazione non parametrica, di settori di riferimento e di valori estremi di un sistema di dati. Tre esempi di applicazione nel campo della medicina veterinaria dimostrano che la grafica boxplot può dare un aiuto importante sulla interpretazione dei risultati metrici.

Summary

A method is described about the graphical presentation of the median, quantiles, reference intervals and outliers of a data set. By applying three examples in the field of veterinary medicine it was shown that the boxplot method will be of additional value in interpreting experimental data.

Literatur

Bein I.: Der Verlauf von ungestörten und gestörten Geburten in einer Schafherde von selektionierten WAS-Tieren, dargestellt anhand klinischer und blutchemischer Parameter. Vet. Diss. Zürich 1981. – *Dietlein G.:* Schematic-Plots – Eine Alternative zu mittleren Verlaufskurven. Statistical Software Newsletter *7,* 100–103 (1981). – *Dietlein G. und Gammel G.:* Grafische Darstellung medizinischer Messgrössen nach der Ordnungsstatistik. Statistical Software Newsletter *8,* 130–136 (1982). – *Dixon W.J.:* BMDP. Biomedical Computer Programs. University of California Press, Berkeley 1981. – *Drewek R.:* LDVLIB. Dokumentation der verfügbaren Programme für die computerunterstützte Textanalyse. Universität Zürich 1980. – *Eggenberger E.:* Ein Ausreisserproblem bei der Analyse hormonaler Sekretionsmuster. In: Medizinische Informatik und Statistik *17,* 185–194 (1980). – *Eggenberger E. und Zerobin K.:* Graphische Darstellungen multivariater Daten von Spermabefunden. Zuchthyg. *18,* 27–36 (1983). – *Keller P. und Wall M.:* Plasma-Enzymaktivitäten beim Hund. Schweiz. Arch. Tierheilk. *124,* 83–95 (1982). – *Linder A. und Berchtold W.:* Elementare statistische Methoden. UTB 796. Birkhäuser, Basel 1979. – *McGill R., Tukey J. W. and Larsen W.A.:* Variations of Box Plots. The American Statistician *32,* 12–16 (1978). – *McNeil D.:* Interactive Data Analysis. John Wiley, New York 1977. – *Ralphs V.:* DIALOG. Explorative Datenanalyse am Mikrocomputer. Institut für Datenanalyse und Versuchsplanung, München 1983. – *Riedwyl H.:* Gra-

phische Gestaltung von Zahlenmaterial. UTB 440. Haupt, Bern 1979. – SAS: Statistical Analysis System. User's Guide. SAS Institute, Raleigh 1979. – *Schafroth M.:* Programmbibliothek STATPLOT. Institut für Mathematische Statistik und Versicherungslehre der Universität Bern 1979. – *Thun R., Eggenberger E., Zerobin K., Lüscher T. and Vetter W.:* Twenty-four-hour secretory pattern of cortisol in the bull: Evidence of episodic secretion and circadian rhythm. Endocrinology *109,* 2208–2212 (1981). – *Tukey J. M.:* Exploratory Data Analysis. Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts 1977. – *Velleman P. F. and Hoaglin D. C.:* Applications, basics, and computing of exploratory data analysis. Duxbury Press, Boston 1981. – *Zerobin K. und Eggenberger E.:* Die Verwendung eines Prostaglandinanalogs (Estrumate®-ICI) zur Geburtsüberwachung bei Schweinen. Schweiz. Arch. Tierheilk. *125,* 413–421 (1983).

Wir danken Frau S. Pletscher und Frau A. Hug, Graphik- und Fotolabor der Veterinär-Medizinischen Fakultät der Universität Zürich für ihre Mitarbeit und Frau Dr. I. Bein, Basel für die Überlassung der Daten.

Manuskripteingang: 4. August 1983

PERSONELLES

Prix SVS 1983 pour Claude Jacquier, Genève

Le prix de la SVS pour l'an 1983 a été décerné à notre confrère Claude Jacquier, praticien à Genève, reconnaissant la valeur du témoignage contenu dans son ouvrage intitulé «L'aventure vétérinaire 1950–1980» (Editions Nagel, Genève 1982).

L'attribution du prix SVS documente l'importance de cet ouvrage pour mieux apprécier et comprendre la pratique de l'art vétérinaire dans notre pays.

Verleihung des GST-Preises 1983 an Claude Jacquier, Genf

Der GST-Preis 1983 wurde unserem Kollegen Claude Jacquier, prakt. Tierarzt in Genf zugesprochen und anlässlich der Tierärztetage im vergangenen September in Genf feierlich überreicht. Damit wurde sein 1982 bei den Editions Nagel in Genf erschienenes Werk «L'aventure vétérinaire 1950–1980» als Dokument des breiten Spektrums und der Verantwortungsfülle tierärztlich-praktischer Tätigkeit in unserem Lande öffentlich anerkannt.

Kollege Jacquier, dessen Buch in diesem Archiv (*125,* 108–110, 1983) besprochen wurde, sei zum Erfolg herzlich beglückwünscht. *R. F.,* B.