

**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:** 122 (1980)

**Artikel:** Der Einfluss der Tageszeit auf hämatologische und klinisch-chemische Parameter bei der Milchkuh

**Autor:** Stämpfli, G. / Anetzhof, J. / Stirnimann, J.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-592476>

### **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:** 08.07.2025

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

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

## Der Einfluss der Tageszeit auf hämatologische und klinisch-chemische Parameter bei der Milchkuh

von G. Stämpfli<sup>1</sup>, J. Anetzhof<sup>2</sup> und J. Stirnimann<sup>3</sup>

### Einleitung

Im Rahmen des Interdisziplinären Forschungsprojektes über gehäufte Fruchtbarkeitsstörungen beim Rind (IFP) wurde in einer grösseren Zahl von Beständen periodisch Blut entnommen. Dies geschah normalerweise morgens zwischen 07<sup>00</sup> und 09<sup>00</sup> Uhr. Für spezielle Untersuchungen (Kühe mit Ovarialzysten) musste aus praktischen Gründen auch zu einer andern Tageszeit Blut entnommen werden. Es stellte sich dabei die Frage, ob der Entnahmezeitpunkt innerhalb eines Tages die Analyseergebnisse wesentlich beeinflusst.

### Material und Methoden

In fünf dem oben erwähnten Projekt angeschlossenen Betrieben nahe der Stadt Bern wurden je drei Kühe ausgewählt. Ein Tier stand dabei in der ersten Laktationshälfte, das zweite Tier etwa in der Mitte der Laktation und das dritte Tier in einem späten Laktationsstadium oder war galt. Alle 15 Kühe gehörten zur Simmentalerrasse und waren unter sich nicht näher verwandt.

Die Untersuchungen wurden an einem Stichtag im frühen Herbst durchgeführt (12.9.73). Zu diesem Zeitpunkt fütterten drei Betriebe ihre Kühe ausschliesslich im Stall, in einem Betrieb genossen die Kühe während des Tages und in einem Betrieb während der Nacht Weidegang. An diesem Tag wurde den 15 Kühen zehnmal im Abstand von zwei Stunden Blut entnommen. Die erste Entnahme erfolgte zwischen 04<sup>15</sup> und 05<sup>00</sup> Uhr und die zehnte zwischen 22<sup>15</sup> und 23<sup>00</sup> Uhr.

Die Blutentnahmen wurden von den drei Autoren durchgeführt. Jeder fuhr zehnmal zu seinem bzw. seinen zwei Betrieben hinaus und nahm dort in fester Reihenfolge bei den Tieren Blut. Für die Blutentnahmen benötigten die Tierärzte mit zwei Betrieben ca. 45 Minuten. In allen Betrieben wurde den Kühen im Abstand von 5 Minuten Blut entnommen. Nach der Entnahme wurden die Proben ins Labor gebracht und dort in der üblichen Weise aufgearbeitet, d.h. einige Parameter gleich bestimmt und für andere das Serum zur späteren Analyse tiefgefroren.

Die Blutentnahme erfolgte aus der gestauten Vena jugularis in ein Polystyrolröhrchen von 50 ml zur Serumgewinnung und in ein 4 ml Röhrchen mit 9.8 mg EDTA. Die Vena jugularis wurde für jede Entnahme neu punktiert, was die Tiere nicht sonderlich zu beunruhigen schien. So war es auch kein Problem, sich den Kühen, die geweidet wurden, zu nähern und sie während der Blutentnahme am Hornseil festzuhalten. Eine der Kühe des Betriebes mit Nachtweide blieb während der zehnten Blutentnahme sogar am Boden liegen.

In Tabelle 1 sind die untersuchten Parameter, die Abkürzungen, die Einheiten (neue Einheiten nach den Weisungen Schweiz. Ges. für Klin. Chemie) und die Labormethoden zusammengestellt.

<sup>1</sup> Dr. G. Stämpfli, Institut für Tierzucht.

<sup>2</sup> Dr. J. Anetzhof, Biel.

<sup>3</sup> Dr. J. Stirnimann, Ruswil.

Tabelle I Parameter, Abkürzungen, Einheiten und Labormethoden

| Untersuchte Parameter               | Abkürzungen             | Einheiten | Labormethode                                     |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------|--------------------------------------------------|
| Hämatokrit                          | PVC                     | l/l       | Mikrohaematokritzentrifuge<br>10 000 rpm. 5 min. |
| Hämoglobin                          | Hb                      | mmol/l    | Haemiglobin Cyanid                               |
| Erythrozytenzahl                    | RBC                     | T/l*      | Coulter Counter F <sub>N</sub>                   |
| Leukozytenzahl                      | WBC                     | G/l**     | Coulter Counter F <sub>N</sub>                   |
| Differentialblutbild                |                         |           | May-Grünwald-<br>Giemsa (200 Zellen)             |
| Stabkernige                         | Sta                     | %         |                                                  |
| Segmentkernige                      | Seg                     | %         |                                                  |
| Eosinophile                         | E                       | %         |                                                  |
| Basophile                           | B                       | %         |                                                  |
| Monozyten                           | M                       | %         |                                                  |
| Lymphozyten gr.                     | Lg                      | %         |                                                  |
| Lymphozyten kl.                     | Lk                      | %         |                                                  |
| Gesamtprotein                       | GP                      | g/l       | Biuret                                           |
| Albumin                             | Alb.                    | g/l       | Elektrophorese auf<br>Celluloseacetatfolie       |
| $\alpha_1 + \alpha_2$ Globulin      | $\alpha_1 + \alpha_2$ G | g/l       | Beckman                                          |
| $\beta_1$ Globulin                  | $\beta_1$ G             | g/l       | Analytrol Auswertgerät                           |
| $\beta_2$ Globulin                  | $\beta_2$ G             | g/l       |                                                  |
| $\gamma$ Globulin                   | $\gamma$ G              | g/l       |                                                  |
| Natrium                             | Na                      | mmol/l    | Flammenphotometer Eppendorf                      |
| Kalium                              | K                       | mmol/l    | Flammenphotometer Eppendorf                      |
| Kalzium                             | Ca                      | mmol/l    | Atomabsorptionsspektrophotometer                 |
| Magnesium                           | Mg                      | mmol/l    | Atomabsorptionsspektrophotometer                 |
| Chlorid                             | Cl                      | mmol/l    | mercurometrische Titration                       |
| Phosphor anorg.                     | P                       | mmol/l    | Molybdaenblau ohne Enteiweissung                 |
| Eisen                               | Fe                      | mmol/l    | Teepol, ohne Enteiweissung                       |
| Kupfer                              | Cu                      | mmol/l    | BM-Test, Cu 15946                                |
| Glucose                             | G                       | mmol/l    | GOD-Perid                                        |
| Cholesterin                         | Ch                      | mmol/l    | Liebermann-Burchard                              |
| Laktatdehydrogenase                 | LDH                     | I E       | IE Boehringer 15948                              |
| Sorbitdehydrogenase                 | SDH                     | I E       | IE Boehringer 15960                              |
| Glutamatoxalacetat-<br>transaminase | GOT                     | I E       | IE Boehringer 15955                              |

\* = T = Tera =  $10^{12}$ \*\* = G = Giga =  $10^9$ 

## Ergebnisse

In Tabelle 2 sind die Durchschnitte, Standardabweichungen und Extremwerte der untersuchten Blutparameter aufgeführt. Bei vier Parametern des Differentialblutbildes wurde anstelle von Durchschnitt und Standardabweichung der Median- oder Zentralwert angegeben. Der Median- oder Zentralwert ist derjenige Wert, von dem aus betrachtet 50 Prozent der Einzelwerte kleiner oder gleich bzw. 50 Prozent gleich oder grösser sind. Die vier Parameter mit angegebenem Zentralwert weisen eine ausgeprägt linksschiefe Verteilung auf.

Tabelle 2 Durchschnitt, Standardabweichung, Anzahl Blutentnahmen und Extremwerte der untersuchten Blutparameter

| Parameter               | $\bar{x}$ | s     | N   | Minimum | Maximum |
|-------------------------|-----------|-------|-----|---------|---------|
| PCV                     | 0,33      | 0,03  | 149 | 0,28    | 0,43    |
| Hb                      | 7,3       | 0,7   | 149 | 5,8     | 9,5     |
| RBC                     | 6,0       | 0,6   | 149 | 4,5     | 7,6     |
| WBC                     | 6,2       | 1,4   | 149 | 3,1     | 10,9    |
| Sta                     | 0*        | —     | 149 | 0       | 3       |
| Seg                     | 32,5      | 8,5   | 149 | 10      | 55      |
| E                       | 13,8      | 4,8   | 149 | 3       | 26      |
| B                       | 0*        | —     | 149 | 0       | 4       |
| M                       | 1*        | —     | 149 | 0       | 12      |
| Lg                      | 2*        | —     | 149 | 0       | 11      |
| Lk                      | 48,7      | 7,8   | 149 | 29      | 67      |
| GP                      | 78,3      | 5,7   | 150 | 63,0    | 93,0    |
| Alb                     | 36,5      | 2,5   | 150 | 31,2    | 43,0    |
| $\alpha_1 + \alpha_2$ G | 10,9      | 1,2   | 150 | 8,2     | 14,8    |
| $\beta_1$ G             | 8,0       | 1,0   | 150 | 6,1     | 10,5    |
| $\beta_2$ G             | 7,5       | 1,1   | 150 | 4,0     | 10,2    |
| $\gamma$ G              | 15,3      | 3,2   | 150 | 7,5     | 2,2     |
| Na                      | 145,5     | 2,0   | 150 | 141     | 152     |
| K                       | 4,2       | 0,4   | 150 | 3,3     | 5,1     |
| Ca                      | 2,4       | 0,2   | 150 | 2,0     | 2,8     |
| Mg                      | 0,9       | 0,1   | 150 | 0,7     | 1,2     |
| Cl                      | 102,9     | 2,6   | 150 | 90      | 112     |
| P                       | 1,8       | 0,3   | 150 | 1,1     | 2,5     |
| Fe                      | 30,1      | 4,9   | 150 | 19,9    | 44,8    |
| Cu                      | 17,7      | 3,5   | 150 | 9,4     | 28,3    |
| G                       | 2,5       | 0,3   | 149 | 1,5     | 3,4     |
| Ch                      | 3,8       | 1,1   | 150 | 2,0     | 6,0     |
| LDH                     | 948,0     | 187,2 | 150 | 335     | 1385    |
| SDH                     | 4,9       | 3,3   | 150 | 0       | 19      |
| GOT                     | 43,4      | 20,5  | 150 | 14      | 156     |

\* Zentralwert

Die Durchschnitts- und Zentralwerte aller Parameter liegen innerhalb der Labor-norm für Kühe der Klinik für Nutztiere und Pferde.

Um einen eventuellen Einfluss des Blutentnahmezeitpunktes innerhalb eines Tages auf hämatologische und klinisch chemische Werte zu untersuchen, wurde zuerst eine Varianzanalyse mit einfacher Klassifikation durchgeführt. In Tabelle 3 finden sich die F-Werte<sup>1</sup> dieser Varianzanalyse. Ein, zwei, bzw. drei Sterne stehen für eine Irrtumswahrscheinlichkeit von \*  $p \leq 0,05$ , \*\*  $p \leq 0,01$  und \*\*\*  $p \leq 0,001$ .

Von 30 untersuchten Parametern weisen demnach 13 Parameter zwischen den 10 Entnahmen (am gleichen Tag) signifikante Unterschiede auf. Für die 11 Parameter mit hochsignifikanten Unterschieden (\*\*\*) werden für jeden Entnahmezeitpunkt

<sup>1</sup> F-Wert = Quotient aus Durchschnittsquadrat «zwischen» durch Durchschnittsquadrat «innerhalb».

Durchschnitt und Vertrauensintervall ( $p \leq 0,05$ ) in den Abbildungen 1a–1k graphisch dargestellt.

Abbildung 1a zeigt den prozentualen Anteil der stabkernigen neutrophilen Granulozyten und Abbildung 1b den Anteil der Monozyten an der Gesamt-Leukozytenzahl im Verlaufe des Tages.

Abbildung 1c stellt den Verlauf der Aktivität der Laktatdehydrogenase im Serum dar. Bei der 9. und 10. Blutentnahme treten die höchsten Werte auf.

Die Abbildungen 1d – 1g zeigen die Veränderungen in der Serumkonzentration des Gesamtproteins, des Albumins, des  $\alpha_1 + \alpha_2$ Globulins und des  $\gamma$ Globulins. Mit fortschreitender Tageszeit nimmt die Konzentration des Gesamtproteins im Serum auffallend ab. Zwei der drei dargestellten Fraktionen des Gesamtproteins zeigen einen ähnlichen Verlauf. Beim Albumin dagegen macht sich erst nach der 7. Blutentnahme (16<sup>30</sup> Uhr) eine fallende Tendenz bemerkbar.

Tabelle 3 Varianzanalyse zwischen Entnahmezeiten

| Parameter               | F-Werte | Signifikanz |
|-------------------------|---------|-------------|
| PCV                     | 0,7     |             |
| Hb                      | 0,9     |             |
| RBC                     | 0,8     |             |
| WBC                     | 0,6     |             |
| Sta                     | 3,1     | ***         |
| Seg                     | 0,9     |             |
| E                       | 1,0     |             |
| B                       | 1,6     |             |
| M                       | 3,0     | ***         |
| Lg                      | 2,1     | *           |
| Lk                      | 1,0     |             |
| GP                      | 4,9     | ***         |
| Alb                     | 3,2     | ***         |
| $\alpha_1 + \alpha_2$ G | 10,8    | ***         |
| $\beta_1$ G             | 1,8     |             |
| $\beta_2$ G             | 1,9     |             |
| $\gamma$ G              | 3,6     | ***         |
| Na                      | 1,4     |             |
| K                       | 6,6     | ***         |
| Ca                      | 10,0    | ***         |
| Mg                      | 7,3     | ***         |
| Cl                      | 3,8     | ***         |
| P                       | 2,0     | *           |
| Fe                      | 0,6     |             |
| Cu                      | 1,5     |             |
| G                       | 1,5     |             |
| Ch                      | 0,3     |             |
| LDH                     | 7,4     | ***         |
| SDH                     | 1,9     |             |
| GOT                     | 1,7     |             |

Abbildungen 1a – 1k

Zeitpunkt der Blutentnahme, Parameterdurchschnitt  
und Vertrauensintervall ( $p \leq 0.05$ )

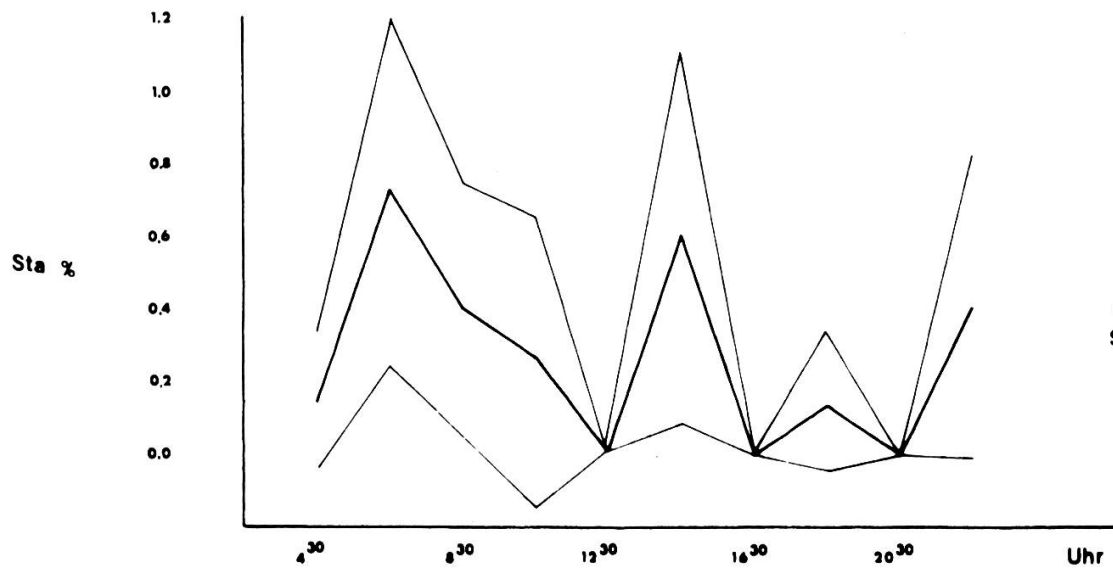


Abb. 1a  
Stabkernige

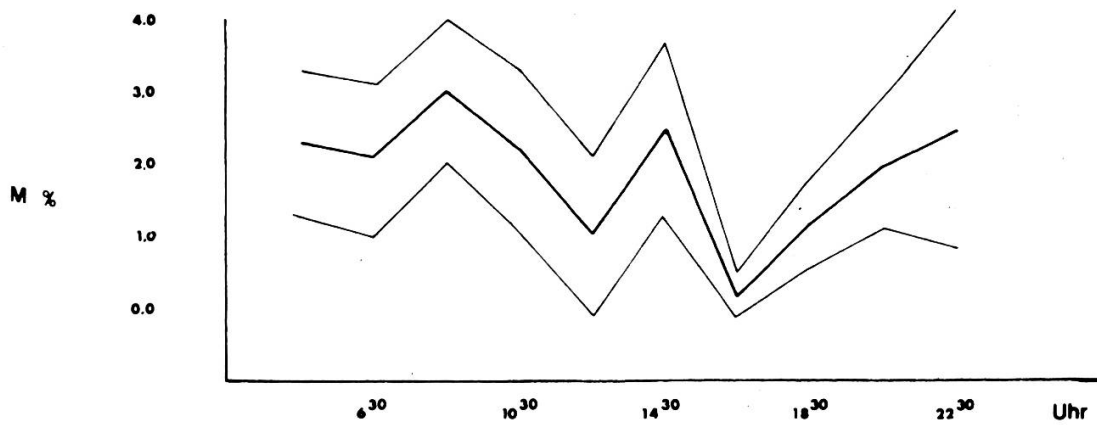


Abb. 1b  
Monozyten

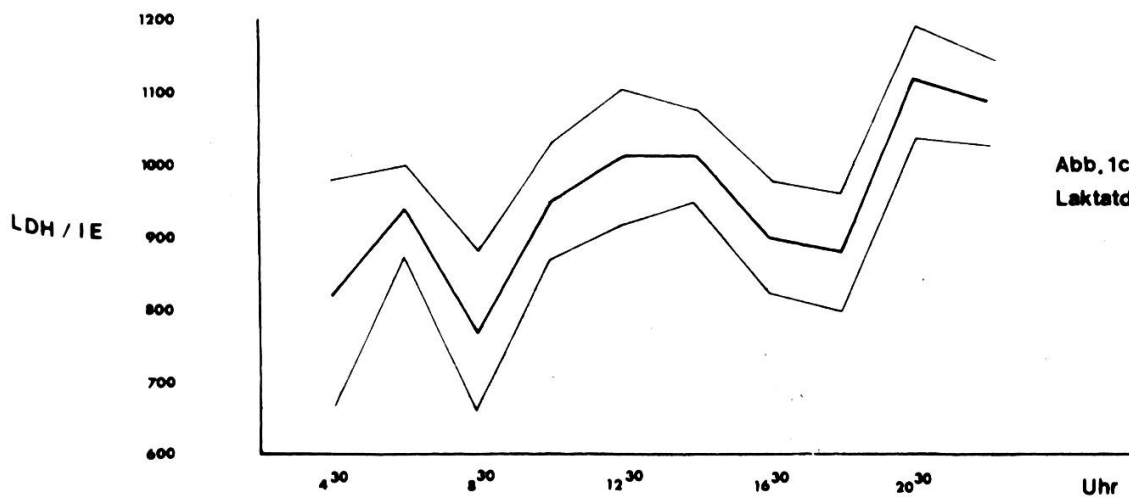


Abb. 1c  
Laktatdehydrogenase

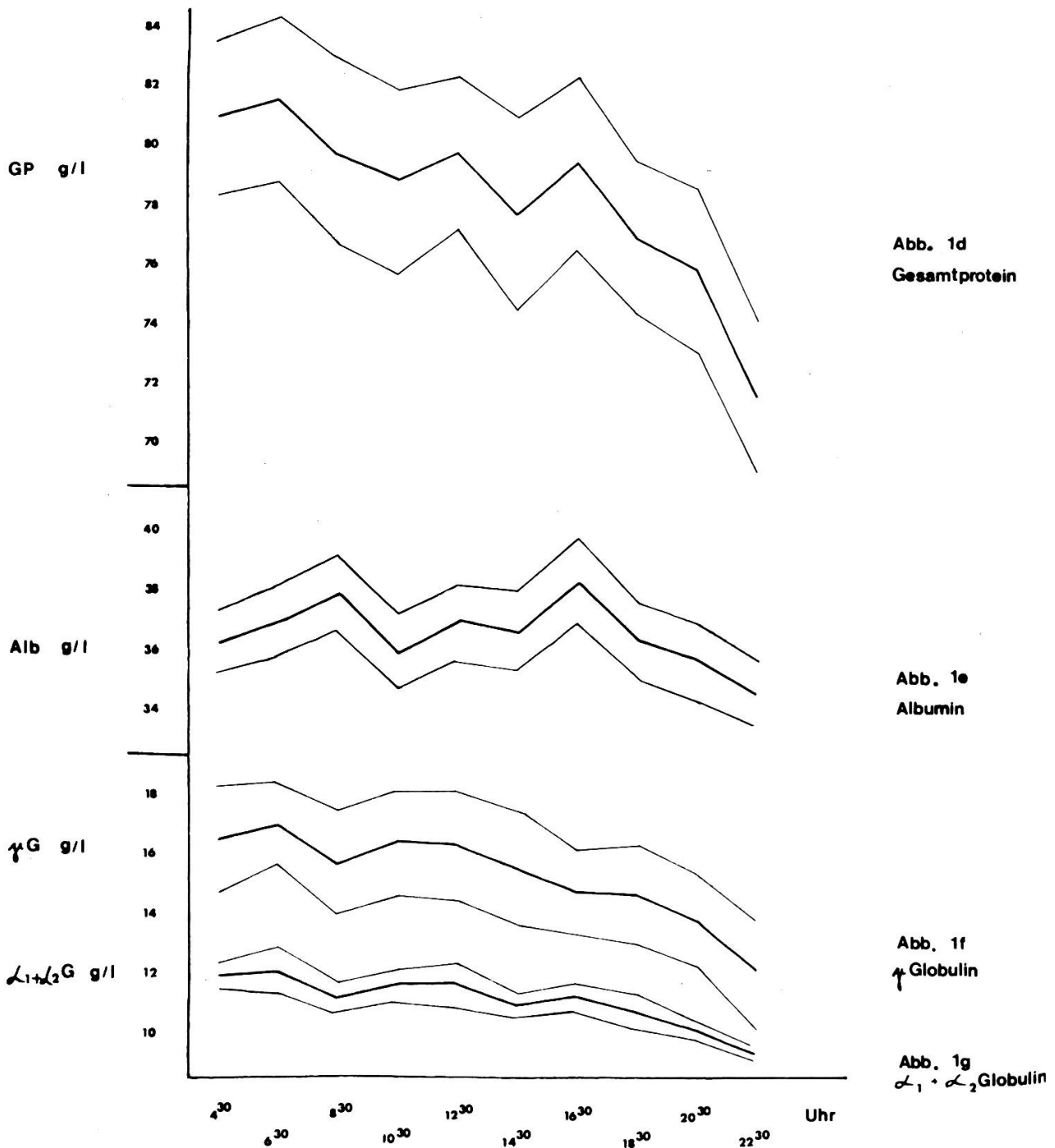
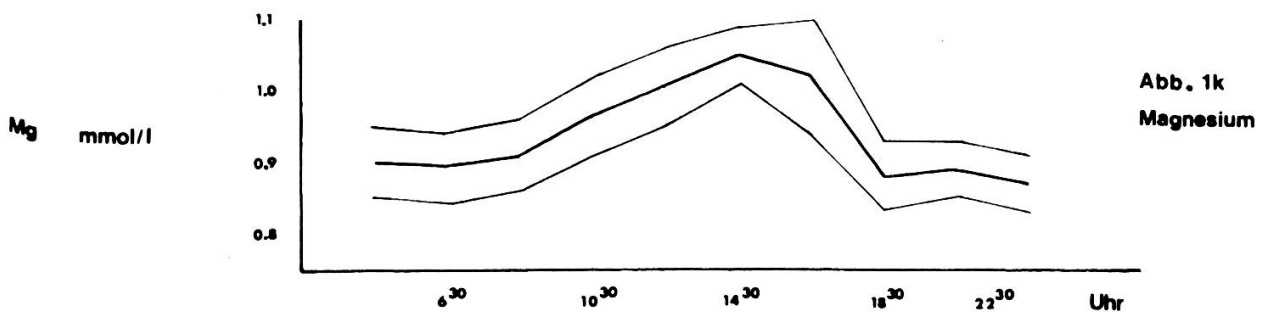
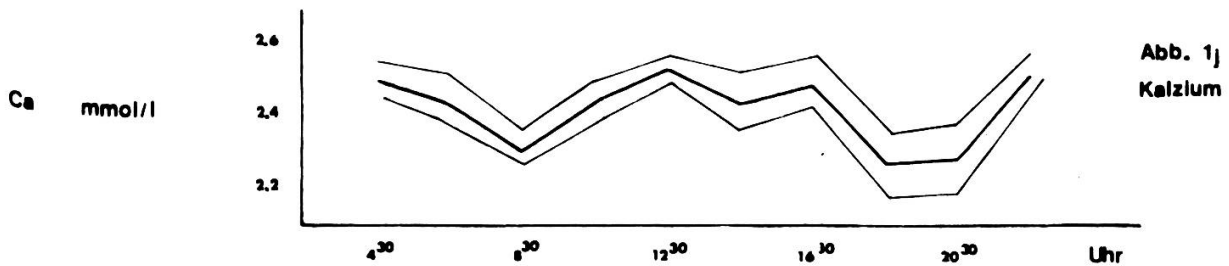
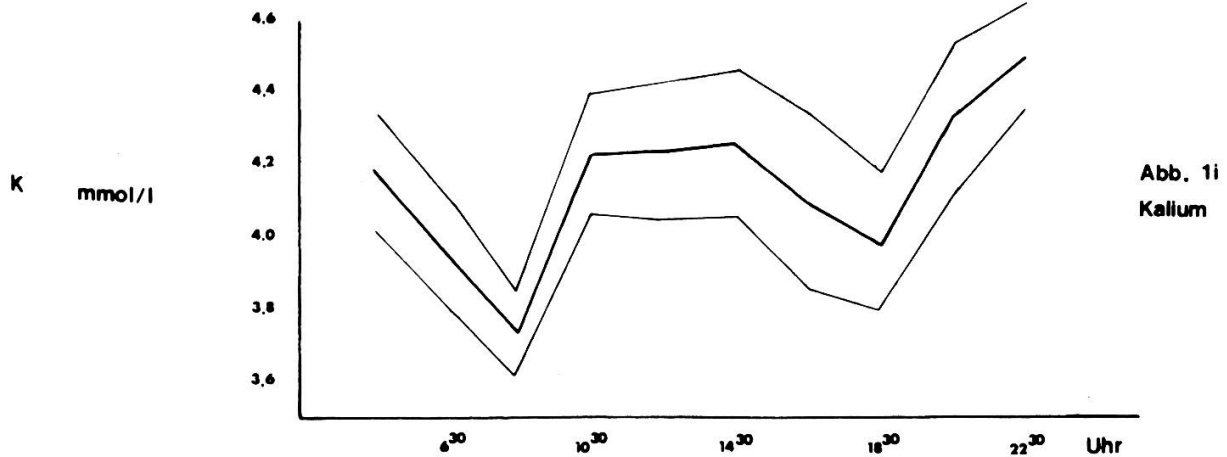
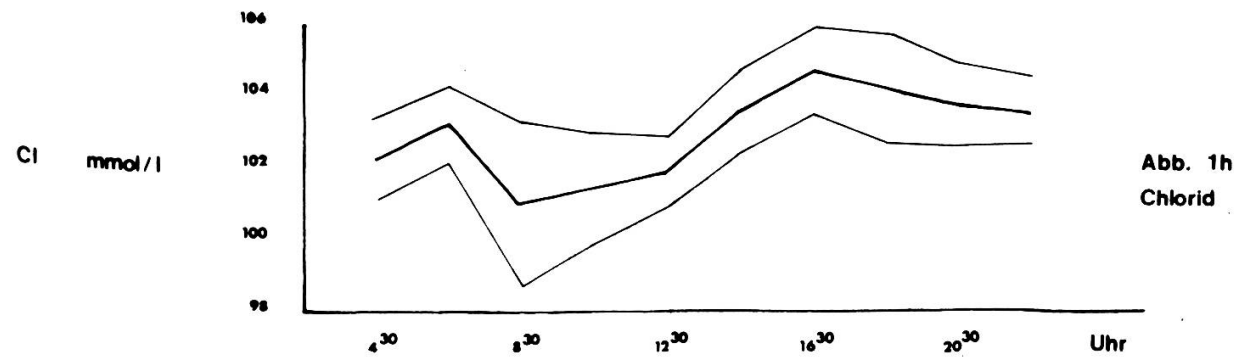


Abbildung 1h stellt den Chloridspiegel im Serum dar. Die höchste Konzentration finden wir von 14<sup>30</sup> – 22<sup>30</sup> Uhr, also in der zweiten Tageshälfte.

Kalium- und Calciumspiegel im Serum (Abbildung 1i und 1j) verlaufen ähnlich. Sie fallen von der 1. bis zur 3. Blutentnahme ab (04<sup>30</sup> – 08<sup>30</sup> Uhr), steigen dann an, zeigen um 18<sup>30</sup> Uhr einen tiefen Wert und steigen erneut an.

Der Serummagnesiumspiegel (Abbildung 1k) schliesslich weist von 10<sup>30</sup> – 16<sup>30</sup> Uhr die höchsten Werte auf mit dem Maximum um 14<sup>30</sup> Uhr.



Da die Kühe aus 5 verschiedenen Betrieben stammen, stellt sich die Frage, wie weit Unterschiede zwischen diesen fünf Betrieben die Parameter beeinflussen.

Tabelle 4 fasst die Ergebnisse einer Varianzanalyse (einfache Klassifikation) zwischen den fünf Betrieben zusammen. Bei 21 Parametern treten dabei signifikante Unterschiede auf. Die grössten F-Werte, d.h. die markantesten Unterschiede zwischen den Betrieben, zeigen die Serumspiegel von Cholesterin und Kupfer.

Tabelle 4 Varianzanalyse zwischen Betrieben

| Parameter               | F-Werte | Signifikanz |
|-------------------------|---------|-------------|
| PCV                     | 24,0    | ***         |
| Hb                      | 23,5    | ***         |
| RBC                     | 5,5     | ***         |
| WBC                     | 17,0    | ***         |
| Sta                     | 2,5     | *           |
| Seg                     | 16,5    | ***         |
| E                       | 10,7    | ***         |
| B                       | 0,4     |             |
| M                       | 0,8     |             |
| Lg                      | 1,2     |             |
| Lk                      | 7,3     | ***         |
| GP                      | 12,8    | ***         |
| Alb                     | 3,1     | *           |
| $\alpha_1 + \alpha_2 G$ | 2,6     | *           |
| $\beta_1 G$             | 7,3     | ***         |
| $\beta_2 G$             | 7,5     | ***         |
| $\gamma G$              | 22,7    | ***         |
| Na                      | 2,7     | *           |
| K                       | 0,9     |             |
| Ca                      | 0,8     |             |
| Mg                      | 12,1    | ***         |
| Cl                      | 2,0     |             |
| P                       | 6,8     | ***         |
| Fe                      | 3,2     | *           |
| Cu                      | 42,5    | ***         |
| G                       | 18,7    | ***         |
| Ch                      | 42,7    | ***         |
| LDH                     | 1,0     |             |
| SDH                     | 1,6     |             |
| GOT                     | 0,4     |             |

Als nächster Schritt interessiert die Frage nach der Grösse der Unterschiede zwischen den Kühen des gleichen Betriebes. Für jeden der fünf Betriebe wurde deshalb eine Varianzanalyse (einfache Klassifikation) zwischen den drei Kühen durchgeführt. In Tabelle 5 sind die erhaltenen F-Werte zusammengestellt. Bei vielen Parametern treten zwischen den drei Kühen eines Betriebes signifikante Unterschiede auf, und es resultieren z.T. sehr grosse F-Werte. Die Serumspiegel von Eisen, Cholesterin und Glutamat-Oxalacetat-Transaminase zeigen in allen Betrieben zwischen den Kühen signifikante Differenzen. Dies deutet auf stark individuell geprägte Parameter hin. Im Serumkupferspiegel dagegen unterscheiden sich die Kühe nur im Betrieb 022 signifikant voneinander, obwohl zwischen den Betrieben (Tabelle 4) grosse Unterschiede bestehen. Keine Unterschiede zwischen den Kühen innerhalb des Betriebes weisen einzig drei Parameter des Differentialblutbildes auf, nämlich der Anteil der stabkernigen neutrophilen Granulozyten, der basophilen Granulozyten und der Monozyten an der Gesamt-Leukozytenzahl.

Schliesslich stellt sich die Frage nach der relativen Bedeutung der Variation, verursacht durch unterschiedliche Entnahmezeitpunkte, verglichen z.B. mit der Variation zwischen den fünf Betrieben und der Gesamtvariation. Ein Vergleich der F-Werte der Tabelle 3 und 4, also ein Vergleich der Unterschiede zwischen den zehn Entnahmezeiten und zwischen den fünf Betrieben, ergibt für die Betriebe häufiger signifikante Differenzen und meist auch grössere F-Werte. Besser lässt sich aber der relative Einfluss von Tageszeit und Betrieb auf die Variation der Blutparameter mit Hilfe einer Zwei-Weg-Varianzanalyse (Tabelle 6) darstellen.

Wir möchten zuerst auf die zweitletzte Kolonne in Tabelle 6 hinweisen. Je nach Parameter werden mit dieser Zwei-Weg-Varianzanalyse 19,6 bis 74,0 Prozent der Gesamtstreuung erklärt. 19,6 Prozent sind es für den Serumspiegel von Eisen und 74,0 Prozent für den Serumspiegel von Magnesium.

Tabelle 5 Ergebnisse der Varianzanalyse zwischen Kühen innerhalb Betrieb

| Betrieb Nr.<br>Parameter | 008<br>F-Werte | 015<br>F-Werte | 018<br>F-Werte | 020<br>F-Werte | 022<br>F-Werte |
|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| PCV                      | 90,7 ***       | 0,0            | 7,7 **         | 2,6            | 14,2 ***       |
| Hb                       | 98,1 ***       | 0,1            | 1,8            | 10,3 ***       | 14,4 ***       |
| RBC                      | 328,1 ***      | 0,0            | 78,7 ***       | 34,6 ***       | 26,0 ***       |
| WBC                      | 40,0 ***       | 12,4 ***       | 4,1 *          | 9,9 ***        | 10,7 ***       |
| Sta                      | 0,7            | 0,8            | 0,3            | 0,0            | 0,3            |
| Seg                      | 2,2            | 3,4 *          | 4,1 *          | 6,3 **         | 5,2 *          |
| E                        | 5,4 **         | 3,6 *          | 4,4 *          | 2,3            | 1,6            |
| B                        | 0,2            | 0,1            | 0,9            | 1,3            | 1,7            |
| M                        | 1,1            | 0,0            | 0,7            | 2,2            | 1,1            |
| Lg                       | 4,2 *          | 0,8            | 4,3 *          | 0,1            | 1,9            |
| Lk                       | 0,8            | 0,1            | 2,7            | 17,9 ***       | 1,9            |
| GP                       | 1,8            | 1,3            | 21,6 ***       | 5,0 **         | 28,2 ***       |
| Alb                      | 10,6 ***       | 2,4            | 29,4 ***       | 3,1            | 14,9 ***       |
| $\alpha_1 + \alpha_2 G$  | 9,0 ***        | 4,2 *          | 4,4 *          | 6,0 **         | 3,5 *          |
| $\beta_1 G$              | 8,6 ***        | 1,6            | 23,3 ***       | 5,6 **         | 10,3 ***       |
| $\beta_2 G$              | 0,6            | 0,1            | 7,2 **         | 0,8            | 3,0            |
| $\gamma G$               | 11,0 ***       | 12,4 ***       | 8,2 **         | 2,7            | 17,1 ***       |
| Na                       | 1,2            | 1,3            | 3,9 *          | 0,2            | 1,6            |
| K                        | 2,2            | 2,8            | 1,6            | 1,5            | 4,3 *          |
| Ca                       | 4,7 *          | 0,1            | 3,2            | 0,8            | 1,7            |
| Mg                       | 3,5 *          | 0,6            | 11,4 ***       | 0,1            | 4,5 *          |
| Cl                       | 4,1 *          | 3,8 *          | 1,4            | 0,3            | 1,9            |
| P                        | 49,8 ***       | 0,9            | 7,6 **         | 3,8 *          | 0,4            |
| Fe                       | 17,2 ***       | 145,4 ***      | 102,1 ***      | 32,0 ***       | 11,8 ***       |
| Cu                       | 2,6            | 1,7            | 3,3            | 2,4            | 11,7 ***       |
| G                        | 6,4 **         | 20,0 ***       | 20,8 ***       | 2,4            | 0,5            |
| Ch                       | 191,5 ***      | 13,3 ***       | 231,4 ***      | 107,0 ***      | 17,6 ***       |
| LDH                      | 3,9 *          | 1,4            | 11,3 ***       | 10,0 ***       | 4,2 *          |
| SDH                      | 4,1 *          | 0,3            | 2,2            | 0,8            | 5,3 *          |
| GOT                      | 7,4 **         | 9,0 ***        | 3,7 *          | 4,0 *          | 9,0 ***        |

Tabelle 6 Ergebnisse der Zwei-Weg-Varianzanalyse Tageszeit- und Betriebseinfluss

| Parameter               | Tageszeit<br>(FG 9) <sup>1</sup><br>F-Werte | Betrieb<br>(FG 4) <sup>1</sup><br>F-Werte | Interaktion<br>(FG 36) <sup>1</sup><br>F-Werte | % erklärte Streuung<br>total <sup>2</sup> | Tageszeit <sup>3</sup> |
|-------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------|
| PCV                     | 1,0                                         | 20,0 ***                                  | 0,4                                            | 50,9                                      | 4,5                    |
| Hb                      | 1,2                                         | 19,5 ***                                  | 0,3                                            | 50,2                                      | 5,3                    |
| RBC                     | 0,7                                         | 4,2 **                                    | 0,2                                            | 22,7                                      | 4,9                    |
| WBC                     | 0,7                                         | 13,6 ***                                  | 0,3                                            | 42,1                                      | 3,8                    |
| Sta                     | 4,4 ***                                     | 4,0 **                                    | 2,4 ***                                        | 49,0                                      | 16,5                   |
| Seg                     | 1,3                                         | 15,5 ***                                  | 0,8                                            | 50,8                                      | 5,6                    |
| E                       | 1,1                                         | 9,4 ***                                   | 0,5                                            | 40,2                                      | 5,8                    |
| B                       | 1,7                                         | 0,5                                       | 1,3                                            | 38,6                                      | 9,5                    |
| M                       | 3,3 **                                      | 1,0                                       | 1,4                                            | 45,6                                      | 16,3                   |
| Lg                      | 2,0                                         | 1,2                                       | 0,8                                            | 34,2                                      | 12,2                   |
| Lk                      | 1,3                                         | 7,7 ***                                   | 1,3                                            | 47,3                                      | 6,1                    |
| GP                      | 6,0 ***                                     | 15,0 ***                                  | 0,4                                            | 56,4                                      | 23,7                   |
| Alb                     | 2,9 ***                                     | 3,5 **                                    | 0,5                                            | 37,2                                      | 16,8                   |
| $\alpha_1 + \alpha_2 G$ | 10,8 ***                                    | 4,0 **                                    | 0,7                                            | 58,3                                      | 40,8                   |
| $\beta_1 G$             | 1,8 *                                       | 7,0 ***                                   | 0,6                                            | 40,0                                      | 9,8                    |
| $\beta_2 G$             | 2,4                                         | 8,5 ***                                   | 1,2                                            | 49,4                                      | 10,8                   |
| $\gamma G$              | 5,5 ***                                     | 25,0 ***                                  | 0,3                                            | 61,5                                      | 18,9                   |
| Na                      | 2,5 *                                       | 4,8 **                                    | 3,2 ***                                        | 60,8                                      | 8,7                    |
| K                       | 7,6 ***                                     | 1,4                                       | 1,5                                            | 56,0                                      | 29,9                   |
| Ca                      | 13,1 ***                                    | 1,7                                       | 2,1 **                                         | 66,9                                      | 39,1                   |
| Mg                      | 13,7 ***                                    | 24,1 ***                                  | 1,8 *                                          | 74,0                                      | 32,0                   |
| Cl                      | 4,4 ***                                     | 2,6 *                                     | 1,4                                            | 49,9                                      | 19,7                   |
| P                       | 2,4 *                                       | 7,5 ***                                   | 1,0                                            | 46,9                                      | 11,5                   |
| Fe                      | 0,5                                         | 2,5 *                                     | 0,3                                            | 19,6                                      | 3,5                    |
| Cu                      | 3,3 **                                      | 45,8 ***                                  | 0,7                                            | 70,5                                      | 8,6                    |
| G                       | 2,0 *                                       | 17,0 ***                                  | 0,4                                            | 50,3                                      | 8,8                    |
| Ch                      | 0,5                                         | 31,0 ***                                  | 0,1                                            | 56,8                                      | 1,8                    |
| LDH                     | 6,2 ***                                     | 2,2                                       | 0,9                                            | 49,2                                      | 28,8                   |
| SDH                     | 1,7                                         | 1,7                                       | 0,7                                            | 33,2                                      | 10,6                   |
| GOT                     | 1,5                                         | 0,3                                       | 0,8                                            | 30,0                                      | 9,7                    |

<sup>1</sup> FG = Freiheitsgrade<sup>2</sup> Prozentualer Anteil der Gesamtstreuung, der mit dieser Zwei-Weg-Varianzanalyse erklärt wird.<sup>3</sup> Prozentualer Anteil der Gesamtstreuung, der auf die zehn Entnahmezeiten entfällt.

In der letzten Kolonne von Tabelle 6 findet sich der prozentuale Anteil der Gesamtstreuung, der sich auf die unterschiedlichen Blutentnahmezeitpunkte zurückführen lässt. Die Anteile reichen von 40,8 Prozent für  $\alpha_1 + \alpha_2$  Globulin bis zu 1,8 Prozent für den Serumcholesterinspiegel. Für die in den Abbildungen 1a – 1k dargestellten Parameter liegt der Streuungsanteil, der auf den Entnahmezeitpunkt zurückgeführt wird, über 15 Prozent.

Nur bei 4 Parametern tritt eine signifikante Interaktion oder Wechselwirkung Tageszeit/Betrieb auf. Bei Serumcalcium und Serummagnesium sind die Wechselwirkungen zwar signifikant, treten aber gegenüber dem direkten Einfluss der Tageszeit

und beim Magnesium auch gegenüber dem Betriebseinfluss in den Hintergrund. Dies zeigt sich auch in der Grösse der dazugehörigen F-Werte.

### Diskussion

Über individuelle, tages- und tageszeitabhängige Schwankungen von Blutbestandteilen beim Rind liegen umfassende Untersuchungen aus dem Max-Planck-Institut für Tierzucht und Tierernährung Mariensee/Trenthorst vor. Die Autoren J. Unshelm und W.H. Rappen (1968), H. Hagemeister und J. Unshelm (1968), J. Unshelm (1968), J. Unshelm (1969a), J. Unshelm (1969b), J. Unshelm (1969c), J. Unshelm und H. Hagemeister (1969) und H. Hagemeister und J. Unshelm (1970) analysierten die Variationsursachen von 32 verschiedenen Blutparametern. 21 dieser Parameter finden sich auch in der vorliegenden Untersuchung. In den erwähnten Veröffentlichungen wird auch eingehend das Schrifttum zu diesem Problemkreis diskutiert, so dass wir uns darauf beschränken möchten, unsere Ergebnisse (für die gemeinsam untersuchten Parameter) mit denjenigen von Unshelm, Rappen und Hagemeister zu vergleichen.

Unshelm et al. führten pro Tier am gleichen Tag 6 Blutentnahmen durch und zwar zwischen 08<sup>00</sup> – 18<sup>00</sup> Uhr in zweistündigen Abständen. Beim gleichen Tier wiederholte sich dann dieses Vorgehen an zwei weiteren Tagen innerhalb einer Woche. Dies ergab die Möglichkeit, neben der individuellen und der Tageszeitvariation auch die Variation von Tag zu Tag mit den sich ergebenden Wechselwirkungen in die Analyse einzubeziehen. Die Variation der Blutbestandteile wurde von den erwähnten Autoren nicht für alle Parameter an den gleichen Tagen untersucht.

Für fast alle von Unshelm et al. analysierten Parameter fällt der hohe Anteil individueller Faktoren an der Gesamtvariation auf. Diese Feststellung trifft weitgehend auch für die vorliegende Untersuchung zu. Recht oft finden wir hochsignifikante Unterschiede zwischen den Kühen innerhalb Betrieb (Tabelle 5), dies obwohl pro Betrieb nur drei Kühe untersucht worden sind. Keine Unterschiede zwischen den Kühen innerhalb Betrieb zeigen nur drei Parameter des Differentialblutbildes (von Unshelm et al. nicht untersucht). Es handelt sich bei diesen um die stabkernigen neutrophilen Granulozyten, die basophilen Granulozyten und um die Monocyten. Diese Parameter weisen zudem eine ausgeprägt linksschiefe Verteilung auf, was uns veranlasste, für diese Parameter (einschliesslich der grossen Lymphozyten) den Zentralwert anstelle von Durchschnitt und Standardabweichung anzugeben (Tabelle 2).

Da die fünf Betriebe jeweils nur durch drei Kühe repräsentiert werden, kann (aber muss nicht) das Einzeltier einen starken Einfluss auf Betriebsdurchschnitt und Varianz ausüben.

Beim Serumkupferspiegel (Tabelle 5) finden wir zwischen den Kühen nur im Betrieb 022 signifikante Unterschiede. Zwischen den Betrieben aber (Tabelle 4) resultiert für den Kupferspiegel im Serum ein sehr grosser F-Wert. Hier dürfte es sich also um einen eigentlichen Betriebseinfluss handeln.

Zur Abklärung des Einflusses der Tageszeit der Entnahme auf die verschiedenen Blutparameter wären Entnahmen über 24 Std. wohl noch aussagekräftiger ausgefal-

len. Rufen wir uns z.B. Abbildung 1d in Erinnerung, so würde man beim Gesamtprotein zwischen 22<sup>30</sup> – 4<sup>30</sup> Uhr einen kräftigen Anstieg erwarten, vorausgesetzt, dass ein 24-Stunden-Rhythmus für die Abnahme der Proteinkonzentration verantwortlich ist. Blutentnahmen über 24 Stunden liessen sich aber praktisch nicht durchführen, da schon so der 12. September für Laborantinnen und Tierärzte zum «längsten Tag» wurde.

Elf der 30 untersuchten Blutparameter zeigen zwischen den zehn Entnahmen am gleichen Tag hochsignifikante Unterschiede. Es liegt nahe, diese Unterschiede als Folge des variierenden Entnahmezeitpunktes zu interpretieren. Auch bei grosser Vorsicht und Sorgfalt im Labor lassen sich systematische Fehler nicht ganz ausschliessen, die zu Unterschieden nicht physiologischer Herkunft führen könnten.

Die Serumspiegel von Kalium (Abbildung 1i), von Calcium (Abbildung 1j), von Magnesium (Abbildung 1k) und von Chlorid (Abbildung 1h) zeigen hochsignifikante Unterschiede zwischen den Entnahmezeitpunkten (Tabelle 3). J. Unshelm und W.H. Rappen (1968) fanden für die Serumspiegel von Kalium einen signifikanten und für diejenigen von Calcium und Magnesium einen hochsignifikanten Einfluss der Tageszeit. Der Chloridgehalt wurde von diesen Autoren nicht untersucht. Für die Natriumkonzentration im Serum ermittelten sie einen hochsignifikanten Einfluss der Tageszeit und für den Phosphorspiegel einen signifikanten Einfluss. Nach unseren Resultaten wird der Natriumspiegel des Serums vom Entnahmezeitpunkt nicht beeinflusst.

Nach Unshelm und Rappen (1968) stieg der Kalidgehalt im Blutserum von 08<sup>00</sup> – 10<sup>00</sup> Uhr an, blieb bis 12<sup>00</sup> Uhr hoch, fiel dann bis 16<sup>00</sup> Uhr ab und zeigte bis 18<sup>00</sup> Uhr wiederum einen Anstieg. Dieser Verlauf stimmt recht gut mit demjenigen in Abbildung 1i überein. Die Calciumkonzentration im Serum stieg von 08<sup>00</sup> – 12<sup>00</sup> Uhr und fiel dann bis 18<sup>00</sup> Uhr ab. Auch dieser Verlauf ist demjenigen in Abbildung 1j recht ähnlich. Der Magnesiumgehalt zeigte von 08<sup>00</sup> – 12<sup>00</sup> Uhr ebenfalls einen Anstieg und fiel dann zwischen 14<sup>00</sup> und 16<sup>00</sup> Uhr deutlich ab. In unserer Untersuchung (Abbildung 1k) tritt ein deutlicher Abfall des Magnesiumspiegels zwischen 16<sup>30</sup> und 18<sup>30</sup> Uhr ein, im übrigen besteht auch hier eine gute Übereinstimmung zwischen den beiden Verlaufskurven.

Für die Gesamteiweisskonzentration im Serum fand Unshelm (1969 c) den höchsten Wert morgens um 8<sup>00</sup> Uhr (1. Blutentnahme) und den tiefsten Wert um 18<sup>00</sup> Uhr (letzte Blutentnahme). Ein hoher Wert trat auch um 16<sup>00</sup> Uhr auf. Eine Ähnlichkeit mit dem in Abbildung 1d dargestellten Verlauf lässt sich nicht verneinen. In der vorliegenden Untersuchung treten für das Gesamtprotein im Verlaufe des Tages beträchtliche Konzentrationsunterschiede auf, die höchsten Konzentrationen zeigen die Blutentnahmen von 04<sup>30</sup> und 06<sup>30</sup> Uhr und die tiefsten Konzentrationen diejenigen von 20<sup>30</sup> und 22<sup>30</sup> Uhr. Sollte dieser Variation ein 24-Stunden-Rhythmus zugrunde liegen, setzte dies einen dramatischen Anstieg der Gesamteiweisskonzentration innerhalb der verbleibenden 6 Stunden voraus und man fragt sich, wann und wie dieser Anstieg erfolgen würde. Von den Fraktionen des Gesamteiweisses zeigte bei Unshelm (1969 c) einzig die Albuminkonzentration eine signifikante Abhängigkeit von der Tageszeit der Blutentnahme, wobei Unshelm im Gegensatz zu uns die prozentu-

alen Anteile der Eiweissfraktionen und nicht die absoluten Konzentrationen untersuchte.

Hagemeister und Unshelm (1968) fanden für die Glutamat-Oxalacetat-Transaminase, für die Laktatdehydrogenase und für 4 weitere von uns nicht untersuchte Enzyme im Serum einen hochsignifikanten Einfluss der Tageszeit. Bei den drei von uns untersuchten Enzymen zeigt sich nur bei der Laktatdehydrogenase (Abbildung 1c) ein solcher Einfluss.

Zu den Abbildungen 1a und 1b ist zu bemerken, dass es sich weder bei den stabkernigen neutrophilen Granulozyten noch bei den Monozyten um normalverteilte Parameter handelt. Unter 200 Leukozyten, die pro Kuh und Blutentnahme differenziert worden sind, findet sich bei der 5., 7. und 9. Entnahme kein stabkerniger Granulozyt. Für diese drei Entnahmezeitpunkte betragen Durchschnitt und Streuung Null, womit untere und obere Vertrauensgrenze mit dem Durchschnitt zusammenfallen.

Abschliessend möchten wir feststellen, dass weniger als die Hälfte von 30 untersuchten Blutparametern durch zehn Blutentnahmezeitpunkte (18 Stunden eines Tages umfassend) signifikant beeinflusst worden sind. Wenn auch der Einfluss der Tageszeit verglichen mit demjenigen des Einzeltieres (Betriebes) für die meisten Parameter bescheiden ausfällt, empfiehlt es sich trotzdem für hämatologische und klinisch chemische Reihenuntersuchungen die Tageszeit der Blutentnahme möglichst konstant zu halten. Um aber die Werte von Einzeltieren für variable Entnahmezeiten zu korrigieren, erachten wir die vorliegenden Unterlagen als nicht umfassend genug.

### Zusammenfassung

Während 18 Stunden eines Tages wurde 15 Simmentalerkühen aus 5 verschiedenen Beständen im Abstand von zwei Stunden Blut entnommen. Von 30 untersuchten hämatologischen und klinisch-chemischen Blutparametern wurden 13 Parameter signifikant durch den Entnahmezeitpunkt beeinflusst. Die Ergebnisse der durch die Tageszeit hochsignifikant beeinflussten Parameter werden graphisch dargestellt.

### Résumé

A l'intervalle de deux heures et durant 18 heures de la journée, l'on a pris du sang à 15 vaches de 5 étables différentes. Des 30 paramètres hématologiques et de chimie clinique investigués, 13 sont influencés par le moment de la prise de sang.

Un graphique montre les résultats des paramètres influencés de façon significative ( $p \leq 0,001$ ) par le moment de la prise de sang.

### Riassunto

Durante 18 ore di uno stesso giorno sono stati eseguiti prelevamenti di sangue con un intervallo di due ore in 15 vacche Simmental provenienti da 5 differenti aziende. Dei 30 parametri ematologici e chimico-clinici presi in considerazione, 13 sono stati influenzati in modo significativo dal periodo della giornata in cui è stato eseguito il prelievo. I risultati relativi ai 13 parametri in questione vengono rappresentati graficamente.

### Summary

From 15 Simmental-cows of 5 different farms blood samples were taken during 18 hours of a day in intervals of two hours.

13 of 30 investigated haematological and clinico-chemical parameters were significantly influenced by the day-time, when the blood was taken.

The results of these significantly influenced parameters ( $p \leq 0,001$ ) are represented by graphical illustrations.

### Literatur

- [1] *Hagemeister H. und J. Unshelm*: Individuelle, tages- und tageszeitabhängige Schwankungen von Blutbestandteilen beim Rind. 2. Mitteilung: Das Verhalten der Enzymaktivität von GOT, GPT, LDH, MDH, GLDH und alkalische Phosphatase. Zbl. Vet. Med. A. 15, 499–509 (1968). [2] *Hagemeister H. und J. Unshelm*: Individuelle, tages- und tageszeitabhängige Schwankungen von Blutbestandteilen beim Rind. 8. Mitteilung: Das Verhalten der Milchsäure (Laktat), der Brenztraubensäure (Pyruvat), des Harnstoffes und des Blutzuckers. Zbl. Vet. Med. A. 17, 31–36 (1970). [3] *Unshelm J.*: Individuelle, tages- und tageszeitabhängige Schwankungen von Blutbestandteilen beim Rind. 3. Mitteilung: Das Verhalten der Erythrozyten, des Hämoglobingehaltes und des Hämatokrit. Zbl. Vet. Med. A. 15, 664–762 (1968). [4] *Unshelm J.*: Individuelle, tages- und tageszeitabhängige Schwankungen von Blutbestandteilen beim Rind. 4. Mitteilung: Das Verhalten der Gesamtleukozyten und der eosinophilen Granulozyten. Zbl. Vet. Med. A. 16, 145–153 (1969 a). [5] *Unshelm J.*: Individuelle, tages und tageszeitabhängige Schwankungen von Blutbestandteilen beim Rind. 5. Mitteilung: Das Verhalten der Spurenelemente Eisen und Kupfer sowie des Cholesterins. Zbl. Vet. Med. A. 16, 703–711 (1969 b). [6] *Unshelm J.*: Individuelle, tages- und tageszeitabhängige Schwankungen von Blutbestandteilen beim Rind. 6. Mitteilung: Das Verhalten der Gesamteiweisskonzentration und ihrer Komponenten. Zbl. Vet. Med. A. 16, 808–819 (1969 c). [7] *Unshelm J. und H. Hagemeister*: Individuelle, tages- und tageszeitabhängige Schwankungen von Blutbestandteilen beim Rind. 7. Mitteilung: Das Verhalten verschiedener Kriterien des Säurebasen-Haushaltes (Standard-Bikarbonat), Basenüberschuss,  $p\text{CO}_2$  und pH-Wert. Zbl. Vet. Med. A. 16, 916–926 (1969). [8] *Unshelm J. und W.H. Rappen*: Individuelle, tages- und tageszeitabhängige Schwankungen von Blutbestandteilen beim Rind. 1. Mitteilung: Das Verhalten der Mineralstoffe Natrium, Kalium, Kalzium, Magnesium und anorganischer Phosphor. Zbl. Vet. Med. A. 15, 418–437 (1968).

### Verdankungen

Dem Eidg. Statistischen Amt, insbesondere den Herren H.P. Ittig und E. Moser möchten wir für ihre Mithilfe bei der statistischen Auswertung bestens danken. Unser Dank gebührt auch den Laborantinnen der Klinik für Nutztiere und Pferde und Frl. Grimm vom Institut für Tierzucht.

## REFERAT

### Künzi A. Massanalytische und statistische Untersuchungen an Schweizer Freiburger- und Warmblut- zuchtpferden.

Dissertation aus dem Institut für Tierzucht der Universität Bern. 50 Seiten, 1980.

Im vergangenen Jahr wurden anlässlich der Herbstschauen bei 3- und 5jährigen Zuchtstuten der Freibergerrasse und des Schweizer Warmblutpferdes die Widerristhöhe, der Brust- und Röhrebeinumfang abgenommen. Zusätzlich sind die gleichen Masse der Hengste, geboren zwischen 1940 und 1976, in die Untersuchung einbezogen worden. Die gemessenen Werte wurden, getrennt nach Rasse und Geschlecht, in 8 Gruppen eingeteilt und einer umfassenden statistischen Analyse unterworfen.

Die mittlere Grösse für die 3jährigen Freiburger- und Warmblutstuten beträgt 152 resp. 159.8 cm; für die entsprechenden 5jährigen Gruppen belaufen sich die Werte auf 152.7 resp. 160.4 cm. Für die Widerristhöhe der Hengstgruppen besteht eine Abhängigkeit bezüglich Jahrgang. Diese Grösse hat bei den Freiburgerhengsten sukzessive ab-, bei den Warmblutvertretern dagegen deutlich zugenommen. Für alle übrigen Unterschiede und wertmässigen gegenseitigen Beziehungen innerhalb und zwischen den erfassten Populationen sei auf die anspruchsvolle Originalarbeit verwiesen.

W. Weber, Bern.