

## Physiologische Variablen bei Mutterkühen und bei deren Kälbern während der Weidehaltung

MARTIN STEINHARDT, HANS-HERMANN THIELSCHER und WALTER GRÜNBERG

Institut für Tierzucht und Tierverhalten Mariensee,  
Institutsteil Trenthorst/Wulmenau

### Einleitung

In der Mutterkuhhaltung sind sowohl während der Stallhaltungsperiode als auch während der Weidehaltung individuelle, vom Reaktionstyp abhängige Merkmale stärker gefordert als in anderen Haltungsvarianten. Dies ist von besonderem Interesse hinsichtlich des maternalen Investments und wegen der Beziehung zwischen Konstitution und Leistung bei den Muttertieren und auch bei den Nachkommen. Eine sinnvolle und zuverlässige Nutzung physiologischer Variablen bei klinisch-diagnostischen Untersuchungen und bei der Einschätzung der Wirkung von spezifischen Umgebungsfaktoren, des Versorgungsgrades der Tiere sowie der Tiergerechtigkeit von Haltungsbedingungen setzt eine umfassende Kenntnis über physiologische Variationsursachen voraus.

Die vorliegende Arbeit bezieht sich auf Untersuchungen an der Mutterkuhherde des Institutes und berücksichtigt die Fragestellungen:

1. Wann sind bei Muttertieren und Saugkälbern während der Weideperiode Änderungen bei welchen physiologischen Variablen nachzuweisen?
2. Lassen sich Unterschiede in den Reaktionen bei Rindern verschiedener Rassen nachweisen?
3. Welchen Einfluss hat das Alter der Muttertiere auf Reaktionen der Tiere während der Weideperiode?
4. Lässt sich eine Individualspezifität physiologischer Variablen und der Reaktionen nachweisen?

### Material und Methoden

Die Tiere der Mutterkuhherde des Institutes (Deutsche Rotbunte, DRB und Deutsche Schwarzbunte, DSB im alten Typ) befanden sich von Oktober bis Anfang Mai in Stallhaltung (Boxenlaufstall) und während der übrigen Zeit auf intensiv bewirtschafteten Grünlandflächen (Umtriebsweide). Während der Stallhaltung erhielten die Tiere Mais- und Grassilage. Mineralstoffmischungen wurden über das Futter verabreicht. Zusätzlich standen Leckschalen zur Verfügung, und es bestand die Möglichkeit zur Wasseraufnahme aus Selbsttränken. Die Kälber hatten gemeinsam mit den Muttertieren stets Zugang zu Silagefutter sowie zu einem täglich erneuerten Konzentratfutter- und Heuangebot im Kälberschlupf. Die Futterversorgung wurde zweimal pro Tag gegen 7.30 Uhr und 15.00 Uhr über einen zentralen Futtergang vorgenommen (Tier-Fressplatzverhältnis 1 : 1). Während der Weidehaltung erfolgte keine Zufütterung. Die Wasseraufnahme war dort über Selbsttränken

möglich, Lecksteine standen für die Mineralstoffaufnahme zur Verfügung.

Die Tiere wurden am Ende der Stallhaltungsperiode (09.05.) und während der Weidehaltungsperiode wiederholt (13.06.; 15.07.; 15.08.; 25.09.) von denselben Personen in den Vormittagstunden untersucht. Im Stall konnten die Kühe im Fressgatter und die Kälber am Halsgurt fixiert werden, auf der Weide ist die Herde für die Untersuchungen insgesamt in einen Kral gebracht worden, in dessen Begrenzung ein Melkstand mit 4 Plätzen für die Fixierung integriert war. Für die Probennahme wurden die Tiere durch 5 Personen in den Melkstand gebracht und dort mit Strickhalfter fixiert.

In peripheren venösen Blutproben wurden Säure-Basen-Status, Gasgehalte und -drucke, die Hämoglobinkonzentration (Hb), Hämoglobinderivate und -varianten, der Hämatokrit (Hk), Totalprotein, Albumin, Harnstoff, Glukose, Laktat, Kreatinin, Ca, Mg, P und Fe bestimmt. Aus Hb und Hk konnte die mittlere korpuskuläre Hämoglobinkonzentration (MCHC) errechnet werden. Säure-Basen-Status und Blutgasgehalte wurden mit dem AVL 995-Hb Automatic Blood Gas System von Biomedical Instruments, Graz, Österreich, die Blutinhaltsstoffe im Analysenautomaten (Kone, Finnland) mit Reagenzien der Firmen Boehringer und Merck bestimmt. Die Blutproben wurden außerdem mit dem AVL 912 CO-Oxylite von Medical Instruments AG analysiert, mit welchem die Hämoglobinderivate Oxyhämoglobin (O<sub>2</sub>Hb), Desoxyhämoglobin (HHb), Carboxyhämoglobin (COHb), Methämoglobin (MetHb) und Sulfhämoglobin (SHb) ermittelt werden können. Dieses Gerät stand erst zur Verfügung, als die Untersuchungen schon begonnen hatten, sodass ein Vergleich mit den Stallhaltungsbedingungen bei diesen Variablen nur in einigen Fällen möglich ist.

Der Hämatokritwert wurde mit der Mikrohämatokritmethode bestimmt. Für die Bearbeitung der Ergebnisse nutzten wir PC-Statistik von Topsoft Hannover und Sigma Stat von Jandel Scientific Software und wendeten die Korrelations- und Regressionsrechnung sowie die Varianzanalyse (ANOVA und ANOVA for repeated measures) an. Multiple Mittelwertprüfungen wurden mit dem Bonferroni t-Test, Mittelwertprüfungen zweier Gruppen mit dem t-Test und Wilcoxon-Test vorgenommen. Die Irrtumswahrscheinlichkeiten sind in den **Tabellen und Abbildungen (Anhang)** angegeben. Allgemein wird eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % angenommen. Die Bearbeitung und Darstellung der Ergebnisse ist nach Rassengruppen und nach Gruppen der Laktationsnummer des Muttertieres (LANr 1, 2 und LANr > 2) vorgenommen worden.

## Ergebnisse

### Körpermasse und Trächtigkeitsdauer der Muttertiere, Wachstum der Kälber

Bei der Ausstallung betrug die Körpermasse der DRB  $598,4 \pm 114,3$  kg (449 bis 840 kg) und diejenige der DSB  $663,9 \pm 64,7$  kg (584 bis 807 kg) und unterschied sich im Mittel schwach ( $p < 0,05$ ). Kühe mit den Laktationsnummern 1 und 2 hatten eine Körpermasse von  $562,5 \pm 65,8$  kg (449 bis 645 kg) und solche mit Laktationsnummern größer 2 hatten eine Körpermasse von  $696,7 \pm 68,7$  kg (594 bis 840 kg), welche sicher unterschiedlich waren ( $p < 0,01$ ).

Die Trächtigkeitsdauer der Kühe wies an den Untersuchungspunkten eine beträchtliche Variation auf, Mittelwertunterschiede zwischen den Gruppen konnten nicht nachgewiesen werden.

Das mittlere Alter und die mittlere Körpermasse der DSB-Kälber waren kleiner als jene der DRB-Kälber, zu sichern waren diese Unterschiede nur für die Körpermasse. Kälber der Kühe mit Laktationsnummern 1 und 2 hatten signifikant kleinere Lebensalter und auch Körpermassen als jene der Kühe mit den Laktationsnummern 3 bis 8.

### Biochemische Blutwerte (Abbildungen 1 bis 3, Anhang)

Die Konzentrationen von Totalprotein, Albumin und Harnstoff waren während der Weidehaltung größer, diejenigen von Kreatinin und Glukose kleiner gegenüber dem Ausgangswert, und diejenige von Laktat änderte sich im Mittel nur geringgradig. An einigen Untersuchungspunkten war eine größere Variation der Laktatkonzentration zu erkennen. Änderungen der Harnstoffkonzentration erfolgten mehrfach während der Weideperiode. Die Kreatininkonzentration war gegen Ende der Weideperiode wieder vergrößert. Bemerkenswert waren Zunahmen der Glukosekonzentration bei DSB in den Untersuchungen im August und September.

DSB-Kühe und Tiere in höheren Laktationen hatten größere Konzentrationen an Totalprotein und Albumin, Mittelwertdifferenzen waren jedoch nicht bei allen Untersuchungen zu sichern. DRB-Kühe wiesen größere Kreatininkonzentrationen auf. Die Harnstoffkonzentrationen waren bei DRB-Kühen größer, sicher waren die Mittelwertunterschiede nur bei der ersten Weideuntersuchung.

Bei Saugkälbern waren die Totalprotein-, Albumin-, Kreatinin- und Harnstoffkonzentrationen kleiner, diejenigen von Glukose größer als und diejenigen von Laktat in gleicher Größe wie bei den Mutterkühen. Die Änderungen der Variablen während der Weideperiode waren qualitativ wie bei den Mutterkühen, das Ausmaß war bei Totalprotein, Albumin, Harnstoff und Glukose anders als bei jenen. Die Kreatininkonzentration wurde bei DRB-Kälbern während der Weideperiode größer.

### Mineralstoffe (Abbildungen 4 und 5, Anhang)

Die Ca-Konzentration war während der Weidehaltung größer und am Ende derselben kleiner gegenüber dem Ausgangswert. Die Mg-Konzentration wurde im Juni und besonders im August noch einmal gegenüber dem Ausgangswert verringert, wobei Unterschiede zwischen DRB- und DSB-Kühen offensichtlich wurden, und sie unterschied sich im Juli und September wenig von den Messwerten am Ende der Stallhaltung. Die P- und Fe-Konzentrationen waren während der Weideperiode verringert. Bemerkenswert sind Vergrößerungen insbesondere der P-Konzentration im August, aber auch im September, wobei stärkere Reaktionen bei DRB-Kühen zu beobachten waren. Die Verringerung der P-Konzentration während der Weideperiode ist bei Kühen mit höheren Laktationsnummer stärker ausgeprägt gewesen als bei solchen mit den Laktationsnummern 1 und 2. Änderungen der Fe-Konzentration während der Weideperiode traten bei DRB-Kühen deutlicher hervor.

Bei Saugkälbern waren die Ca- und Fe-Konzentrationen am Ende der Stallperiode wie bei den Mutterkühen, die Mg-Konzentrationen kleiner, die P-Konzentrationen größer als bei jenen. Bei DSB-Tieren und hier besonders bei den Kälbern waren kleinere Fe-Werte zu beobachten. Während der Weideperiode ist eine Verringerung der Ca-Konzentration festzustellen gewesen, die stärker bei Kälbern von Mutterkühen mit größeren Laktationsnummern hervortrat. Die Mg-Konzentration vergrößerte sich während der Weideperiode, und zwar gleich im Beginn stärker bei DRB-Kälbern. Die P-Konzentration von Saugkälbern verringerte sich bei den Untersuchungen im Juli, August und September. Die Plasmaeisenkonzentration war im Beginn der Weideperiode vergrößert und wurde dann wieder verringert.

### Hämatologische Variablen (Abbildungen 6 bis 8, Anhang)

Hb und Hk sowie auch MCHC wurden in den Monaten Juni und Juli vergrößert und blieben bis zum Ende der Weideperiode auf dem höheren Niveau. Signifikant größere Hb und Hk waren bei DSB-Kühen und bei Kühen mit höheren Laktationsnummern zu beobachten (Abbildung 6).

Sauerstoffkapazität und Sauerstoffgehalt des Blutes (Abbildung 7) wiesen weitgehend ähnliche Änderungen während der Weideperiode wie Hb und Hk auf, die mittleren Gruppendifferenzen waren im Falle des Sauerstoffgehaltes des Blutes nicht so sicher wie bei den anderen Variablen. Sauerstoffsättigung und Anteile der Hämoglobinderivate und -varianten änderten sich offensichtlich erst im Juli in stärkerem Maße, wobei die Änderungen bis zum Ende der Weideperiode bestehenblieben. Bemerkenswert sind höhere COHb-Anteile bei DRB-Kühen und bei Kühen mit kleineren Laktationsnummern (Abbildung 8) und höhere MetHb-Anteile bei DSB-Kühen und bei Kühen mit

größeren Laktationsnummern. Mittelwertdifferenzen traten jedoch nur im August und September hervor (Abbildung 8).

Bei Saugkälbern waren am Ende der Stallperiode größere Hb und Hk als bei den Mutterkühen nachzuweisen. Mittelwertunterschiede bei Hb und Hk sowie der O<sub>2</sub>-Kapazität zwischen DRB- und DSB-Tieren sowie solche von Muttertieren mit kleineren und größeren Laktationsnummern traten nicht so deutlich hervor. Während der Weideperiode sind qualitativ die gleichen Änderungen der Variablen wie bei den Mutterkühen festzustellen, bezüglich der Zeitpunkte und des Ausmaßes sind jedoch Unterschiede vorhanden. Die Vergrößerungen erfolgten bei Saugkälbern allmählich und stetig, bei den Mutterkühen dagegen im Juni und Juli in stärkerem Maße. Bemerkenswert sind die Unterschiede im Sauerstoffgehalt des Blutes zwischen DRB- und DSB-Kälbern in den ersten drei Monaten der Weideperiode.

COHb-Anteile wurden bei Mutterkühen verringert und erreichten im Juli die kleinsten Werte, die MetHb-Anteile wurden vergrößert und erreichten im Juli die größten Anteile. Kleinere Anteile von COHb waren bei DSB-Kühen und bei solchen mit größeren Laktationsnummern festzustellen. Bei Saugkälbern waren die Anteile von COHb größer als bei den Mutterkühen, und die Verringerungen des Anteils während der Weideperiode waren bei ihnen besonders deutlich. Die Anteile von MetHb während der Weideperiode waren bei Saugkälbern kleiner als bei Mutterkühen. Die Verringerung des Anteils von MetHb während der Weideperiode gegenüber der Stallperiode war nicht so deutlich ausgeprägt. DSB-Tiere hatten größere MetHb-Anteile.

#### Individualspezifität der Variablen und der Änderungen (Abbildungen 9 bis 12, Anhang)

Korrelationen und Regressionen der physiologischen Variablen zwischen den Untersuchungen und insbesondere solche der Änderungen der Variablen zwischen den Untersuchungen zu den Ausgangswerten am Ende der Stallperiode lassen deren Individualspezifität sowie auch gerichtete Anpassungsreaktionen bei einzelnen Tieren erkennen (Tabellen 1 und 2/Anhang, Abbildungen 9 bis 12). Die Verringerung der Kreatininkonzentration im Beginn der Weideperiode erfolgte in stärkerem Maße bei solchen Kühen mit einer großen Kreatininkonzentration am Ende der Stallperiode (Abbildung 9). Während der Weideperiode stellten sich spezielle Niveaus ein (Tabelle 1, Abbildung 11), und insbesondere am Ende derselben stieg die Kreatininkonzentration bei allen Kühen in etwa gleichem Maße wieder an. Bei Saugkälbern waren geringgradige Abnahmen der Kreatininkonzentration bei Tieren mit einer großen Kreatininkonzentration am Ende der Stallperiode zu erkennen (Abbildung 10). Während der Weideperiode lagen die Werte zwischen 90 und 110  $\mu\text{mol/l}$  (Abbildung 12), und am Ende derselben waren etwa glei-

che Zunahmen der Kreatininkonzentration bei allen Kälbern zu beobachten.

Die Plasmaeisenkonzentration wies bei dem überwiegen- den Teil der Kühe Verringerungen auf (Abbildung 9), und es stellten sich Plasmaeisenwerte von 20 bis 25  $\mu\text{mol/l}$  ein (Abbildung 11). Bei Kälbern mit kleinen Plasmaeisenkonzentrationen waren Zunahmen derselben und bei Kälbern mit großen Plasmaeisenkonzentrationen am Ende der Stallperiode waren Abnahmen derselben festzustellen (Abbildungen 10 und 12), es stellten sich Plasmaeisenwerte von 30 bis 36  $\mu\text{mol/l}$  ein (Abbildung 12). Bei Kälbern mit Plasmaeisenkonzentrationen in diesem Bereich traten keine Änderungen während der Weideperiode ein (Abbildung 12). Hb wurde bei allen Mutterkühen im Weidebeginn um etwa 1,5 g/dl vergrößert, weitere Steigerungen um 2,5 bis 4,5 g/dl während der Weideperiode erfolgten in Abhängigkeit von dem Ausgangswert am Ende der Stallperiode (Abbildung 9). Bei Saugkälbern waren Zunahmen von Hb überwiegend bei Tieren mit einem kleinen Hb am Ende der Stallperiode festzustellen, und zwar traten diese bereits im Weidebeginn auf (Abbildung 10). Bemerkenswert sind größere Variationen von Hb der Saugkälber in dem Bereich von 11,5 bis 12,5 g/dl (Abbildung 10).

#### Diskussion

Die mit den Anpassungsreaktionen der Tiere verbundenen Änderungen physiologischer Variablen hatten unterschiedliche Zeitverläufe und waren im Beginn und am Ende der Weideperiode deutlicher nachweisbar. Sie waren hinsichtlich der Stärke bei DRB- und DSB-Kühen sowie bei jungen und älteren Kühen und bei Muttertieren und ihren Kälbern qualitativ und quantitativ unterschiedlich. In Abhängigkeit von Weideaufwuchs und Nahrungsverfügbarkeit können offensichtlich an beliebigen Zeitpunkten während der Weideperiode innerhalb kurzer Zeit stärkere Änderungen vor allem metabolischer Variablen bei den Kühen auftreten, die sich auch bei den Kälbern auswirken. Da die Zeitdauer der Weidehaltung als Bezug gewählt worden ist, ergab sich der Sachverhalt, dass DSB-Kälber gegenüber DRB-Kälbern an allen Untersuchungspunkten im Mittel ein signifikant kleineres Lebensalter und eine kleinere Körpermasse und die Kälber der Muttertiere mit Laktationsnummern 3 bis 8 ein größeres Lebensalter und eine größere Körpermasse als jene der jüngeren Muttertiere hatten, was bei der Einschätzung der Untersuchungsbefunde zu berücksichtigen ist.

Die mit der Nahrungsbeschaffung verbundene körperliche Aktivität (lokomotorische Bewegungen des Körpers, Muskelaktivität besonders der Kopf-Hals-Region) und Steigerung des Umsatzes stimuliert metabolische, ventilatorische und zirkulatorische Funktionen und damit die Sauerstoffversorgung der Gewebe, die Blutbildung und ändert die Stoffeinlagerungen in den Körper. Motorische Aktivität und die geänderte Nahrungsverfügbarkeit mobilisieren Mineralstoffe des Körpers wie Ca und P. Frisches, proteinreiches Grünfütter beeinflusst die Verdauungs- und

Resorptionsvorgänge sowie die Syntheseleistungen der Tiere. Mit einer Zunahme der Laktationsleistung im Beginn der Weideperiode in einigen Fällen ist zu rechnen. Langfristige Effekte ergeben sich durch Adaptation an die Weidehaltung und Jahreszeit und an spezifische Funktionsstatus, die durch die Reproduktionsfunktion bei Kühen bedingt sind. Gerichtete, individualspezifische Reaktionen sind bei der Einstellung der Niveaus physiologischer Variablen im Falle der Entwicklung spezifischer Funktionsstatus (Trächtigkeit, Laktation) und der Anpassung adulter Tiere an die Weidehaltung und bei der Optimierung funktioneller Komponenten während des Wachstums der Kälber festzustellen.

#### Nahrungsverfügbarkeit, Körpermasse, Laktationsleistung, Wachstum

Futter- und Mineralstoffaufnahme sind nicht explizit erfasst und die Energieversorgung der Tiere nicht kalkuliert worden. Die Energieaufnahme wird im Verhältnis zum Output und auch zum Protein- und Aminosäureanteil des Futters im Verlaufe der Weideperiode unterschiedlich gewesen sein. Zum Weidebeginn und bei vermehrten Niederschlägen wie in diesem Falle gegen Ende der Weideperiode ergaben sich Situationen eines reichlichen Futterangebotes mit einer Überernährung durch rohproteinreiches Futter. Individuelle und durch Leistungsveranlagung und Funktionszustand bedingte Unterschiede der Trockensubstanzaufnahme von Milchkühen bei verschiedenen Aufwuchsqualitäten sind bekannt (GIBB et al., 1999). Die am Ende der Stallperiode vorhandene Differenzierung der KM blieb während der Weideperiode bestehen, und besonders bei jüngeren Kühen konnte keine merkliche Verbesserung der Konstitution beobachtet werden.

Die Nahrungsverfügbarkeit der Kälber ist je nach Alter und Entwicklungsqualität von der Laktationsleistung der Muttertiere, von informationellen Effekten zwischen Muttertier und Nachkommen und auch vom Futteraufwuchs der Grünlandflächen abhängig. Die Laktationsleistung der Muttertiere ist nicht sicher einzuschätzen. Die mittleren Wachstumsraten der Kälber zwischen den Gruppen nach Rassenvertretern und Laktationsnummern der Muttertiere unterschieden sich nicht (**Tabelle 3, Anhang**). Wachstumsraten weisen bei Saugkälbern charakteristische Beziehungen zum Alter der Tiere auf und haben bei einzelnen Kuh-Kalb-Paaren eine spezifische Ausprägung (STEINHARDT et al., 1995a,b). Die größere Zunahme der Kreatininkonzentration bei DRB- gegenüber DSB-Kälbern während der Weideperiode spricht für eine bessere Nahrungsverfügbarkeit und Wachstumsleistung bei diesen Tieren. Nach längeren Trockenperioden im Juli/August vorhandene Leistungseinschränkungen infolge geringerer Nahrungsverfügbarkeit für die Tiere machten sich an der Körpermasse geringgradig, an den Blutmesswerten (Totalprotein, Albumin, Harnstoff) sicher bemerkbar, und zwar stärker bei Saugkälbern von Muttertieren in der ersten und zweiten Laktation.

#### Biochemische Blutwerte

Die Totalprotein- und Albuminkonzentration des Bluteserums reagieren auf Proteinernährung, Laktationsleistung und Anpassung der Tiere an die Trächtigkeit (HELKJAR et al., 1992; MAHER et al., 1993; STEINHARDT et al., 1996), aber auch auf körperliches Training sowie auf aktuelle körperliche Belastungen und die damit verbundene Muskel-tätigkeit, wenn diese eine bestimmte Intensität erreichen.

Aminosäurereiche Ernährung stimuliert die Leberfunktion und hat größere Totalprotein- und Albuminkonzentrationen zur Folge und wird auch von größeren Blutharnstoffkonzentrationen begleitet. Anstiege der Harnstoffkonzentration traten unverzüglich ein, wenn vermehrt erneuter frischer Aufwuchs z. B. nach einer Regenperiode wie in diesem Falle im August zur Verfügung stand.

Jahreszeitliche Einflüsse auf die Blutharnstoffkonzentration mit höheren Werten von Juni bis September während der Weidezeit bei erneutem Pflanzenaufwuchs sind bei Milchrindern bekannt (O'FARRELL et al., 1986; PAYNE et al., 1974; PÖHLMANN, 1981; STEINHARDT et al., 1994; 1996). Über längere Zeiträume vorhandene hohe Harnstoffkonzentrationen über einen Bereich von 2,5 bis 5,8 mmol/l (15 bis 35 mg/dl) hinaus, der als physiologischer Variationsbereich angenommen wird (LOTTHAMMER, 1988), sind nicht nur wegen möglicher toxischer Effekte von Interesse, sondern sie können auch mit Störungen des Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushaltes verbunden sein (PROBST et al., 1978). Säurereiche Nahrung kann zu einem vermehrten Verlust von Mineralstoffen über Darm und Nieren führen. Von einer vermehrten Mineralstoffaufnahme der Milchrinder auf intensiv bewirtschafteten Grünlandflächen ist berichtet worden (HOPPE, 1995).

Abnahmen der Glukosekonzentration während der Weideperiode stehen bei Kühen mit dem Rückgang der Laktationsleistung und bei Kälbern mit dem Entwöhnen von der Milchernährung in Verbindung. Die Laktatkonzentration änderte sich bei Kühen und Kälbern nur unbedeutend während des gesamten Untersuchungszeitraumes. Größere Variationen an einigen Untersuchungspunkten waren auf stärkere Reaktionen einzelner Tiere während der Probennahmen zurückzuführen.

Bemerkenswert sind die unterschiedlichen Änderungen der Kreatininkonzentration bei Mutterkühen und bei ihren Kälbern. Geht man davon aus, daß bei adulten Tieren eine enge Beziehung zwischen Fleischkörpermasse und Kreatininkonzentration des Blutes besteht (HANSET und MICHAUX, 1986), so weisen Vertreter der DRB einen größeren Fleischkörperanteil als solche der DSB auf, und während der Weideperiode wurde dieser Anteil verringert, und zwar stärker bei Tieren mit einem hohen Fleischanteil am Ende der Winterperiode. Dies ist im Beginn der Weideperiode bei DSB-Kühen deutlicher ausgeprägt gewesen und bestätigt die Differenzierung in der Konstitution bei Kühen während der Gruppenhaltung im Laufstall und auch die unterschiedliche Nahrungsverfügbarkeit während der Weideperiode. Am Ende der Weideperiode war der

Ausgangszustand hinsichtlich des Fleischkörperanteils offensichtlich wieder erreicht. Bei den Saugkälbern deuteten sich diese Änderungen nur geringgradig an. Bei den Kälbern waren auf Grund des mehr proportionalen Körperwachstums Änderungen der Kreatininkonzentration nicht so deutlich ausgeprägt, und erst gegen Ende der Weideperiode wurde anscheinend der Fleischkörperanteil mehr vergrößert als andere Körperbestandteile (Abbildungen 2 und 10).

Jüngere DSB-Kälber der Mutterkuhhaltung (GRÜNBERG, 1996) hatten während der Aufzucht zwischen 30 und 90 Lebenstagen keine größeren Änderungen der Kreatinin- und Harnstoffkonzentration. Es bestanden jedoch sichere Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Kälbern in der Harnstoffkonzentration.

### Mineralstoffe

Es ist über Gesundheits- und Leistungsprobleme der Mutterkuhhaltung, verursacht durch Mineralstoffwechselstörungen und Mineralstoffmangel, berichtet worden (OCHRIMENKO et al., 1998; MÄNNER und LAIBLIN, 1997). Die Mineralstoffaufnahme auf der Weide wird durch viele Faktoren beeinflusst (MC DOWELL, 1996). Das betrifft die individuelle Situation des Tieres (Rasse, Körpermasse, physiologischer Status, Leistung) und die Umwelt (Mineralstoffgehalt des Futters, botanische Zusammensetzung des Pflanzenbestandes, Klima). Bei Kühen kam es während der Weideperiode offensichtlich zu Mobilisierungen von Ca und zu stärkeren Phosphorverlusten. Der Mg-Stoffwechsel wurde anscheinend wenig beeinflusst, und die Plasmaeisenkonzentration stellte sich bei Kühen auf ein anderes Niveau als bei Stallhaltung ein. Bei Kälbern waren Änderungen des Mineralstoffwechsels weniger offensichtlich. Die Plasmaeisenkonzentration variierte bei Kälbern allgemein und insbesondere bei DSB-Tieren stärker und stellte sich während der Weideperiode auf ein Niveau von 30 bis 36  $\mu\text{mol/l}$  ein.

### Hämatologische Variablen

Die Anpassungen der Sauerstofftransportkapazität und der Blutbildung hatten eine spezifische Charakteristik bei Kühen, bei denen die körperliche Aktivierung und die Änderungen der Laktationsleistung, und bei Kälbern, bei denen Wachstum und Ernährungsumstellung die Haupteinflussfaktoren waren. Vergrößerungen von Hb und Hk innerhalb von etwa 4 Wochen bei allen Kühen sind auf eine Stimulation der Blutbildung und eine Optimierung der Blutvolumenregulation zurückzuführen, die in der folgenden Zeit in Verbindung mit der abnehmenden Laktationsleistung und der sich entwickelnden Trächtigkeit fortgesetzt werden. Dies wird durch Vergleich mit den Reaktionen von Milchrindern während der Weideperiode hinsichtlich der Laktationsleistung bestätigt (STEINHARDT et al., 1994, 1996). Bei Kälbern sind die Änderungen von Hb und Hk auf eine Optimierung dieser Variablen bezüglich des

Körperwachstums und der Körperzusammensetzung ausgerichtet.

Höhere COHb-Anteile bei Kühen im Weidebeginn bestätigen eine Stimulation der Erythropoese. Bei Kälbern waren die COHb-Anteile während der Weideperiode zwar geringer als am Ende der Stallperiode, sie sind jedoch ebenfalls Ausdruck einer gesteigerten erythropoetischen Aktivität, die bis zum Ende der Weideperiode wenig verändert wurde. Geht man davon aus, daß die Hämoglobinderivate HHb, O<sub>2</sub>Hb und COHb adulter Rinder nur minimale spektralanalytische Differenzen zu humanen Hämoglobinderivaten haben (ZIJLSTRA et al., 1997), was bei Multispektralanalyse zu berücksichtigen ist, so können bei den gleichen Tieren wiederholte Untersuchungen zuverlässige Ergebnisse bringen. Erhöhte COHb-Anteile sind nicht vorrangig auf den CO-Gehalt der Luft zurückzuführen, sondern ergeben sich aus Interferenzen mit HbF, welches bei starker Stimulation der Erythropoese auch bei adulten Individuen gebildet werden kann.

Anteile von MetHb, der oxidierten Form des Hämoglobinmoleküls (Ferrihämoglobin oder Methämoglobin), sind von der Aktivität des membrangebundenen Enzyms NADH MetHb-Reduktase abhängig, welches Fe<sup>3+</sup> zu Fe<sup>2+</sup> umwandelt. Die Kapazität der Erythrozyten, oxidiertes Häm zu reduzieren, ist vielfach größer als die Rate der physiologischen Oxidation, sodass im allgemeinen 1 bis 2 % MetHb nachgewiesen werden können. Zunahmen der MetHb-Fraktion können durch Förderung der MetHb-Bildung oder durch Einschränkung der MetHb-Reduktion bedingt sein. Die Hämoglobinoxidationsrate kann bei Einwirkung von Medikamenten oder anderen Stoffen wie Nitraten/Nitriten erhöht sein. Größere MetHb-Anteile bei Kühen während der Weideperiode zeigen, dass diese Vorgänge wirksam sind, klinisch relevante Anteile wurden jedoch bei diesen und auch bei Kälbern nicht erreicht.

Über Reaktionen verschiedener Rassenvertreter während der Weidehaltung liegen anscheinend wenige Untersuchungen vor. Bei ganzjähriger Freilandhaltung, wobei im Winter Heu mittlerer Qualität angeboten wurde, wurde die Versorgung der Tiere mit Mg, Ca, Cu und Fe besonders zum Beginn des Weideganges als defizitär eingeschätzt, während die Erythrozyten-, Leukozyten- und Thrombozytenzahlen zu jeder Untersuchung (April, Juni, September, November) im physiologischen Bereich lagen (OCHRIMENKO et al., 1998).

Milchrinder weisen qualitativ und quantitativ unterschiedliche Reaktionen gegenüber Mutterkühen auf, was insbesondere bei Hb, Totalprotein, Albumin und Kreatinin und weniger deutlich an den Mineralstoff-, Glukose- und Harnstoffkonzentrationen zu bemerken ist (STEINHARDT et al., 1994, 1996). Im Gegensatz zu Mutterkühen war bei Milchkühen Hb während der Weideperiode kleiner als am Ende der Stallhaltung, und es wurde in einigen Fällen sogar weiter verringert. Am Ende der Weideperiode sind wieder größere Hb festzustellen gewesen. Die Kreatininkonzentration der Milchrinder wurde in der Mitte und am Ende der Weideperiode verringert. Die Totalproteinkonzentration

war bei Milchkühen während der Weideperiode kleiner als am Ende der Stallperiode.

Die Untersuchung bezieht sich auf Variablen, die Konzentrationsmaße von Stoffen sind, welche unterschiedliche Turnoverraten von einigen Minuten bis zu mehreren Tagen und Wochen haben und von denen einige kurzfristig durch Erregungssteigerung und körperliche Aktivität sowie durch Periodizität der Nahrungs- und Flüssigkeitsaufnahme beeinflusst werden können. Tagesperiodische Anteile an der Variation dieser Messgrößen sind wahrscheinlich gering, jedoch nicht gänzlich auszuschließen gewesen.

Änderungen von Hb und Hk (Hämokonzentration, Hämodilution) und auch solche der Gesamtprotein- und Albuminkonzentration können durch Mobilisierungen von Blut mit hohem Erythrozyten- und/oder Proteingehalt aus Stromgebieten wie jenes der Milz oder des Darmes oder durch Änderungen der Verteilungsvolumina wie z. B. Verlagerung von Flüssigkeit zwischen intravaskulärem und extravaskulärem Raum bedingt sein. Die mit dem Fixieren der Tiere verbundene motorische Aktivität hatte unterschiedliche Qualitäten und Ausmaße der Änderung der Variablen bei Kühen und bei Kälbern unterschiedlichen Alters zur Folge. Zeitliche Beziehungen der Auslösung der Reaktionen und der Blutprobenentnahme, die Kinetik der Stoffe und der Ort der Blutentnahme sind von Bedeutung in Verbindung mit der Änderung von Variablen. Derartige Einflüsse können z. B. an der Variation von Hb der Kälber in der vorliegenden Untersuchung beteiligt sein. Höhere Konzentrationsmaße einiger Variablen bei Saugkälbern (REECE, 1984a,b,c; REECE et al., 1984; REECE und HOTCHKISS, 1987; RICE et al., 1967; THIELSCHER, 1994) müssen in enger Verbindung mit der Vorgehensweise beim Fangen und Fixieren der Tiere kritisch eingeschätzt werden.

## Zusammenfassung

An Deutschen Rotbunten (DRB) und Deutschen Schwarzbunten (DSB) Kühen in Mutterkuhhaltung und ihren Kälbern wurden am Ende der Winterstallhaltung und während der Weideperiode wiederholt Blutuntersuchungen vorgenommen und darin der Säure-Basen-Status, Gasgehalte und -drucke, die Hämoglobinkonzentration (Hb), Hämoglobinderivate und -varianten, der Hämatokrit (Hk), Totalprotein, Albumin, Harnstoff, Glukose, Laktat, Kreatinin, Ca, Mg, P und Fe bestimmt.

Totalprotein, Albumin, Harnstoff, Ca, Hb, Hk, O<sub>2</sub>CAP, O<sub>2</sub>CONT waren bei Kühen während der Weideperiode größer und Kreatinin, Glukose, P, Fe kleiner gegenüber der Stallperiode. Bei Kälbern sind die Änderungen der Variablen von gleicher Qualität, im Ausmaß jedoch unterschiedlich. Mg und Laktat änderten sich nur geringgradig während der Weideperiode.

Mittelwertdifferenzen bei DRB und DSB sowie bei jüngeren und älteren Tieren ließen sich für einige Variablen an allen Untersuchungspunkten und für andere im Beginn oder am Ende der Weideperiode nachweisen. Die Variablen wie-

sen zwischen den Untersuchungspunkten in vielen Fällen sichere Korrelationen auf. Gerichtete, individualspezifische Reaktionen sind bei der Einstellung der Niveaus physiologischer Variablen im Falle der Entwicklung spezifischer Funktionsstatus (Trächtigkeit, Laktation) und der Anpassung adulter Tiere an die Weidehaltung und bei der Optimierung funktioneller Komponenten während des Wachstums der Kälber festzustellen. Zwischen den Änderungen der Variablen und den Ausgangswerten konnten sichere Korrelationen nachgewiesen werden, deren Regressionen Richtung und Grad der Anpassungsvorgänge erkennen lassen.

## Physiological variables in suckler cows and in their calves during the course of a grazing period

On German Red Pied and German Black Pied cattle kept as suckler cows and in their calves investigations were done at the end of winter stalling and repeatedly in the course of pasturing period. Blood samples were analysed for acid-base balance, gas content and pressure, hemoglobin concentration (Hb), hemoglobin derivatives and variants, hematocrite (Hk), total protein, albumin, blood urea, glucose, lactate, creatinine, Ca, Mg, P and Fe. Total protein, albumin, blood urea, Ca, Hb, Hk, O<sub>2</sub>CAP, O<sub>2</sub>CONT were higher and creatinine, glucose, P and Fe were smaller in cows on pasture comparing the end of stalling period.

In calves the changes of variables were of the same quality as in the dams but of different degree. Mg and lactate had moderate variations between sampling points.

Different mean values between German Red Pied and German Black Pied cattle and between younger and older dams could be demonstrated for some variables at all sampling points and for other variables at the start and at the end of pasturing period only.

For some variables high between sampling point correlation could be established. The changes of some variables of cattle going on pasture had significant relationships with the starting values at the end of the stalling period. The regressions of these correlations show the direction and degree of the adaptation processes. Directed and individual specific reactions could be observed in setting the levels of physiological variables in case of development of specific functional states (pregnancy, lactation) and adaptation of adult animals going on pasture and in case of optimizing functional components in growing cattle.

## Literatur

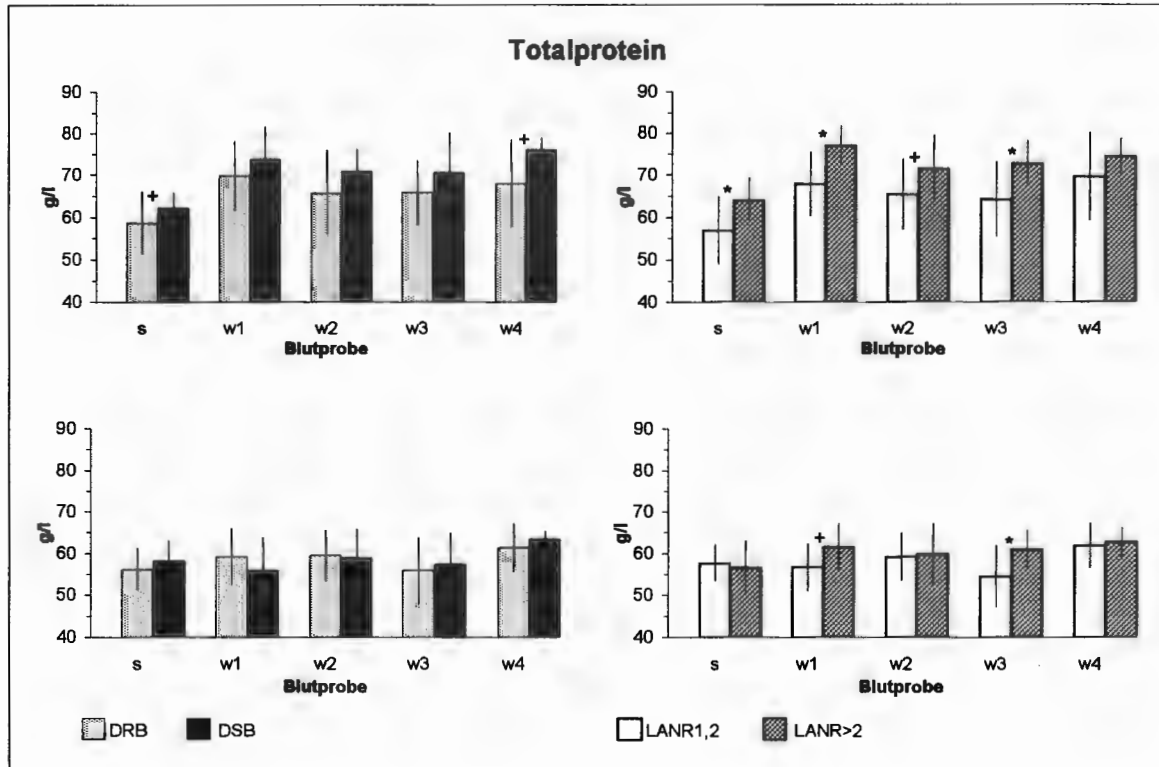
GIBB, M. J., HUCKLE, C. A., NUTHALL, R. und ROOK, A. J. (1999): The effect of physiological state (lactating or dry) and sward surface height on grazing behaviour and intake by dairy cows. - *Appl. Anim. Behav. Sci.* 63, S. 269-287.  
GRÜNBERG, W. (1996): Untersuchung zur Eignung der Rinderrasse Deutsch Schwarzbunt (DSB) für eine ganzjährige Außenhaltung in besonderer Berücksichtigung der Abkalbung. - *Vet. med. Diss. Hannover.*

- HANSET, R. und MICHAUX, C. (1986): Characterization of biological types of cattle by the blood levels of creatine and creatinine. - *Z. Tierzücht. Züchtungsbiol.* 103, S. 227-240.
- HELKJÄR, R. E., HOLM, J. und HEMMINGSEN, L. (1992): Intra-individual changes in concentration of urinary albumin, serum albumin, creatinine, and uric acid during normal pregnancy. - *Clin. Chem.* 38, S. 2143.
- HOPPE, T. (1995): Untersuchungen zur Weidewirtschaft mit Milchkühen bei Verzicht auf Stickstoffdüngung. - Agr. Diss. Kiel.
- LOTTHAMMER, K.-H. (1988): Gesundheitsüberwachung in Milchviehbeständen. Aktuelle Themen der Tierernährung. - Lohmann, Cuxhaven, S. 79-84.
- MÄNNER, K. und LAIBLIN, C. (1997): - *Fleischrinder* 1, S. 16-19.
- MAHER, J. E., GOLDENBERG, R. L., TAMURA, T., CLIVER, S. P., HOFFMANN, H. J., DAVIS, R. O. und BOOTS, L. (1993): Albumin levels in pregnancy: a hypothesis - decreased levels of albumin are related to increased levels of alpha-fetoprotein. - *Early Human Development* 34, S. 209-215.
- MC DOWELL, L. R. (1996): Feeding minerals to cattle on pasture. - *Anim. Feed Sci. Technol.* 60, S. 247-271.
- OCHRIMENKO, W. I., LÖHNERT, H.-J., SCHWARTZE, J. und LOBER, U. (1998): Status ausgewählter Stoffwechselfparameter von Mutterkühen bei ganzjähriger Freilandhaltung. - *Tierärztl. Umschau* 53, S. 613-620.
- O' FARRELL, K. J.; MC CARTHY, D. D., CRINION, R. A. P. und SHERRINGTON, J. (1986): Metabolic profiles of dairy cows. 1. The effects of season, nitrogen level and stocking rate. - *Irish. Vet. J.* 40, S. 42-52.
- PAYNE, J.-M.; ROWLANDS, G. J., ROWLANDS, R., MANSTON, R., DEW, S. M. und PARKER, W. H. (1974): A statistical appraisal of the results of the metabolic profile test on 191 herds in the B.V.A./A.D.A.S. joint exercise in the animal health and productivity. - *Brit. Vet. J.* 130, S. 34-44.
- PÖHLMANN, K.-J.: Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen dem Nitratgehalt im Grünfütter und verschiedenen Stoffwechselfparametern im Blutserum von Milchrindern. - *Vet. med. Diss. Hannover* 1981.
- PROBST, D. F., PARIS, S. M., TORBECK, R. L. FROST, O. L. und BRAKKEN, F. K. (1978): Azotemia in cattle. - *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 173, S. 481-485.
- REECE, W. O. (1984a): Acid-base balance and selected hematologic, electrolyte, and blood chemical variables in calves: milk-fed vs. conventionally fed. - *Am. J. Vet. Res.* 41, S. 109-113.
- REECE, W. O. (1984b): Response of anemic calves to exertion. - *Am. J. Vet. Res.* 45, S. 437-439.
- REECE, W. O. (1984c): Acid-base balance and selected hematologic, electrolytic, and blood chemical variables in calves nursing cows: One week through fifteen weeks. - *Am. J. Vet. Res.* 45, S. 666-669
- REECE, W. O., SELF, H. L. und HOTCHKISS, D. (1984): Injection of iron in newborn beef calves: Erythrocyte variables and weight gains with newborn-dam correlations. - *Am. J. Vet. Res.* 45, S. 2119-2122.
- REECE, W. O. und HOTCHKISS, D. K. (1987): Blood studies and performance among calves reared by different methods. - *J. Dairy Sci.* 70, S. 1601-1611.
- RICE, R. W., NELMS, G. E. und SCHOONOVER, C. O. (1967): Effect of injectable iron on blood hematocrit and hemoglobin and weaning weight of beef calves. - *J. Anim. Sci.* 26, S. 613-617.
- STEINHARDT, M., THIELSCHER, H.-H., LADEWIG, J., HOPPE, T., SCHLICHTING, M. C. und SMIDT, D. (1994): Herzschlagfrequenz und konstitutionelle Merkmale von Hochleistungsmilchrindern auf intensiv und umweltschonend bewirtschafteter Weide. - *Tierärztl. Prax.* 22, S. 221-229.
- STEINHARDT, M., THIELSCHER, H.-H., BÖNNER, S. und SMIDT, D. (1995a): Studien zum maternalen Milchtransfer und Wachstum von Saugkälbern der DRB, DSB und der Kreuzung Galloway x Holstein Friesian: Lebensalters- und Körpermassebereiche der Kälber. - *Landbauforschung Völkenrode* 45, S. 113-121.
- STEINHARDT, M., THIELSCHER, H.-H., BÖNNER, S. und SMIDT, D. (1995b): Studien zum maternalen Milchtransfer und Wachstum von Saugkälbern der DRB, DSB und der Kreuzung Galloway x Holstein Friesian: Alter des Muttertieres und Merkmale des Kalbes. - *Landbauforschung Völkenrode* 45, S. 177-190.
- STEINHARDT, M., THIELSCHER, H.-H., IHNEN, B., Hoppe, T. und SMIDT, D. (1996): Physiologische Reaktionen und Anpassungsvorgänge bei Rindern während des Weideganges auf intensiv und umweltschonend bewirtschafteten Weideflächen und nach der Aufstallung. - *Landbauforschung Völkenrode* 46, S. 181-197.
- THIELSCHER, H.-H. (1994): Hämoglobingehalt und Laktatkonzentration bei Kälbern unter extensiven und intensiven Haltungsbedingungen. - *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 107, S. 20-22.
- ZIJLSTRA, W. G. und BUURSMA, A. (1997): Spectrophotometry of hemoglobin: Absorption spectra of bovine oxyhemoglobin, deoxyhemoglobin, carboxyhemoglobin, and methemoglobin. - *Comp. Biochem. Physiol. B - Biochem. Molec. Biol.* 118, S. 743-749.

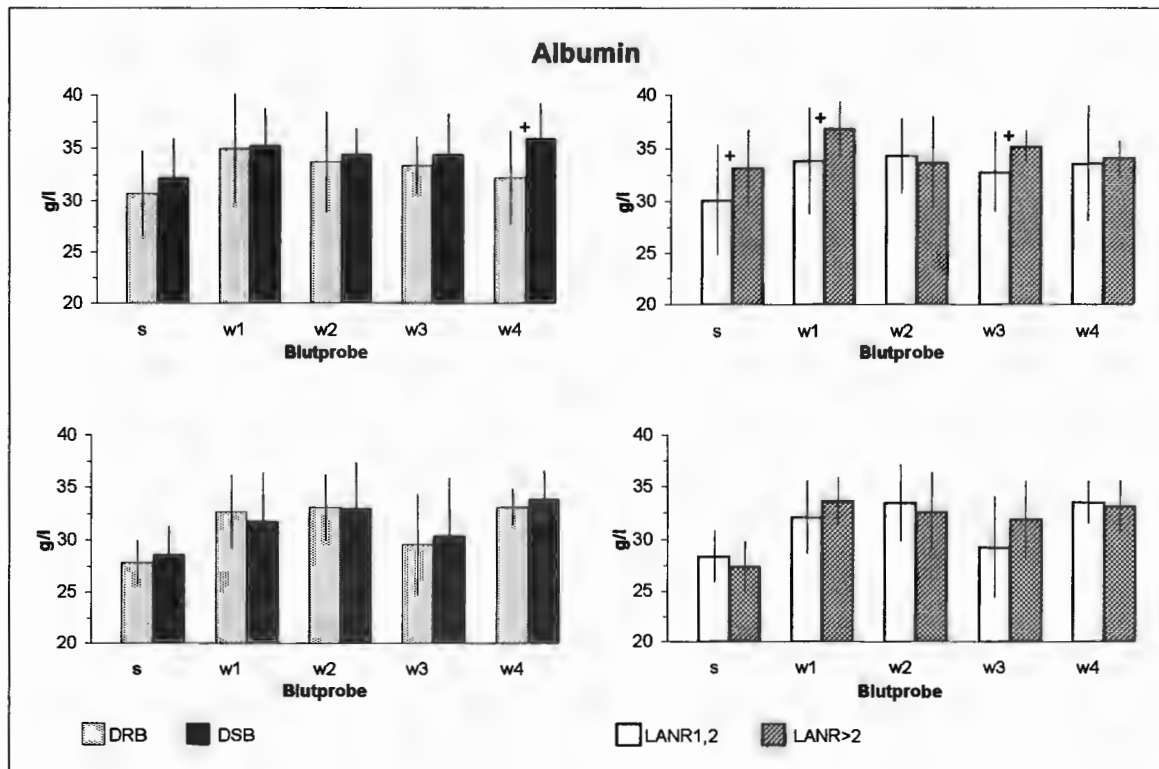
Verfasser: STEINHARDT, Martin, Dr. med. vet., habil.; THIELSCHER, Hans-Hermann, Dr. med. vet.; GRÜNBERG, Walter, Dr. med. vet.; Institut für Tierzucht und Tierverhalten Mariensee der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Leiter: Prof. Dr. sc. agr. Dr. habil. Dr. h. c. Franz ELLENDORFF.

## Anhang: Abbildungen und Tabellen

**Abbildung 1:** Totalprotein (oberer Teil) und Albumin (unterer Teil) des Blutserums bei Mutterkühen (obere Säulenreihen) und bei Saugkälbern (untere Säulenreihen), Mittelwerte und Standardabweichungen, Untersuchungen: s = Stall, w1 bis w4 = Weideperiode, Gruppen nach Rassen (linker Teil) und nach Laktationsnummer der Mutter (rechter Teil)



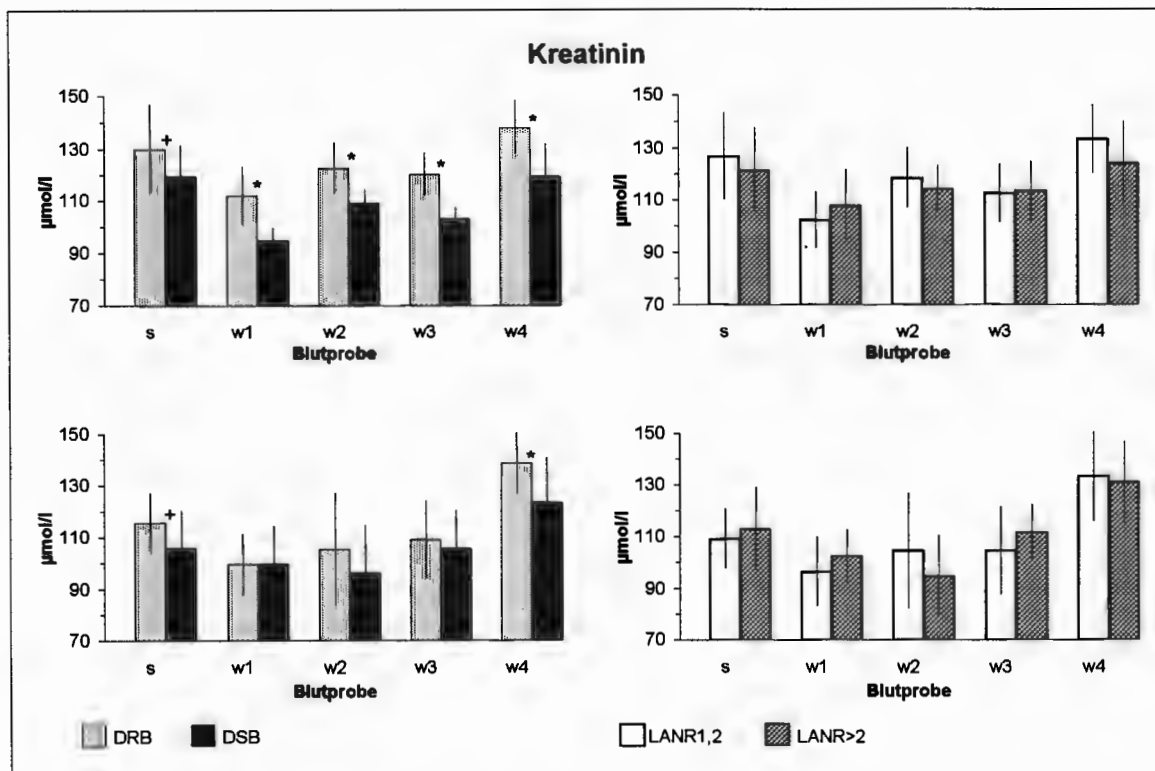
+ p<0.05, \* p<0.01



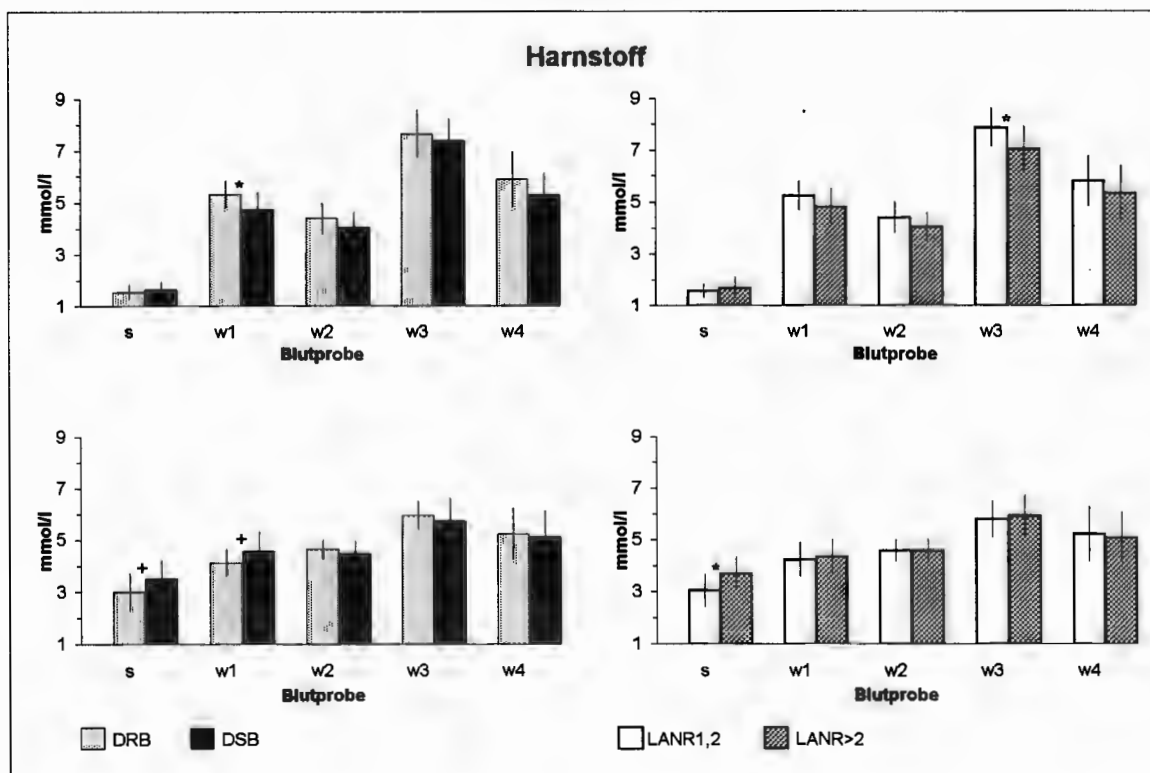
+ p<0.05



Abbildung 2: Kreatinin (oberer Teil) und Harnstoff (unterer Teil) des Blutplasmas, übrige Bezeichnung wie Abbildung 1

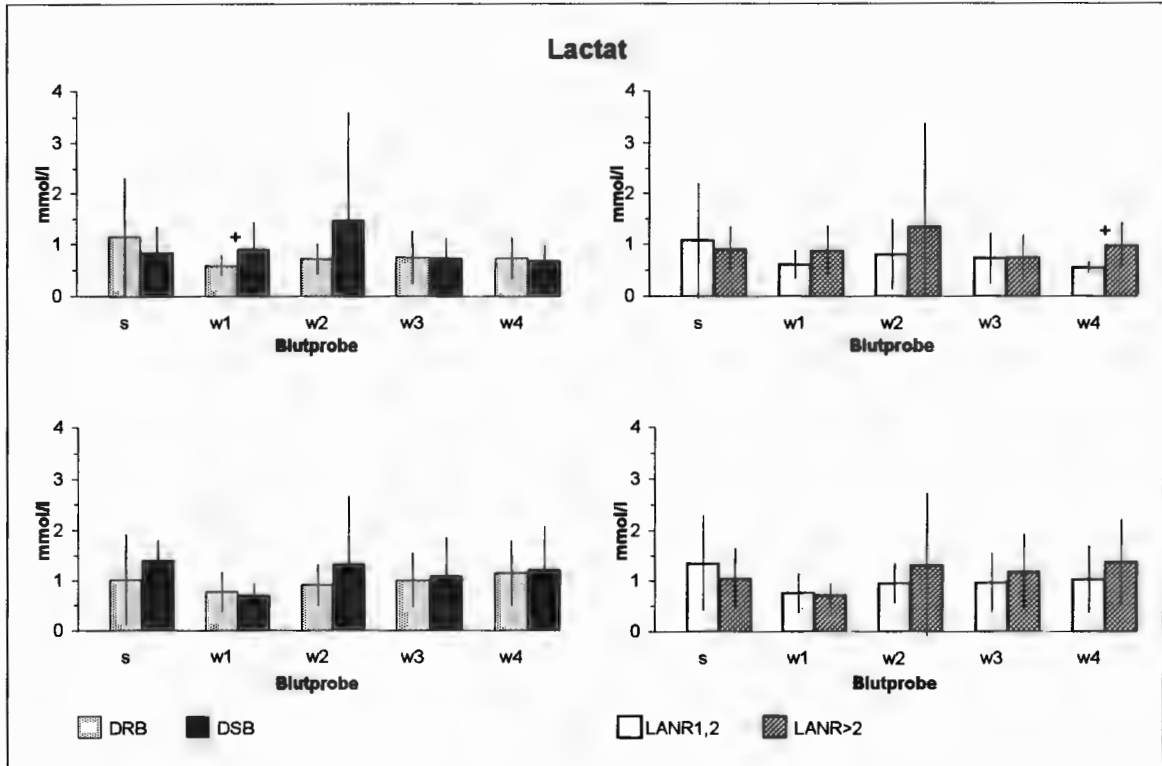


+ p<0.05, \* p<0.01

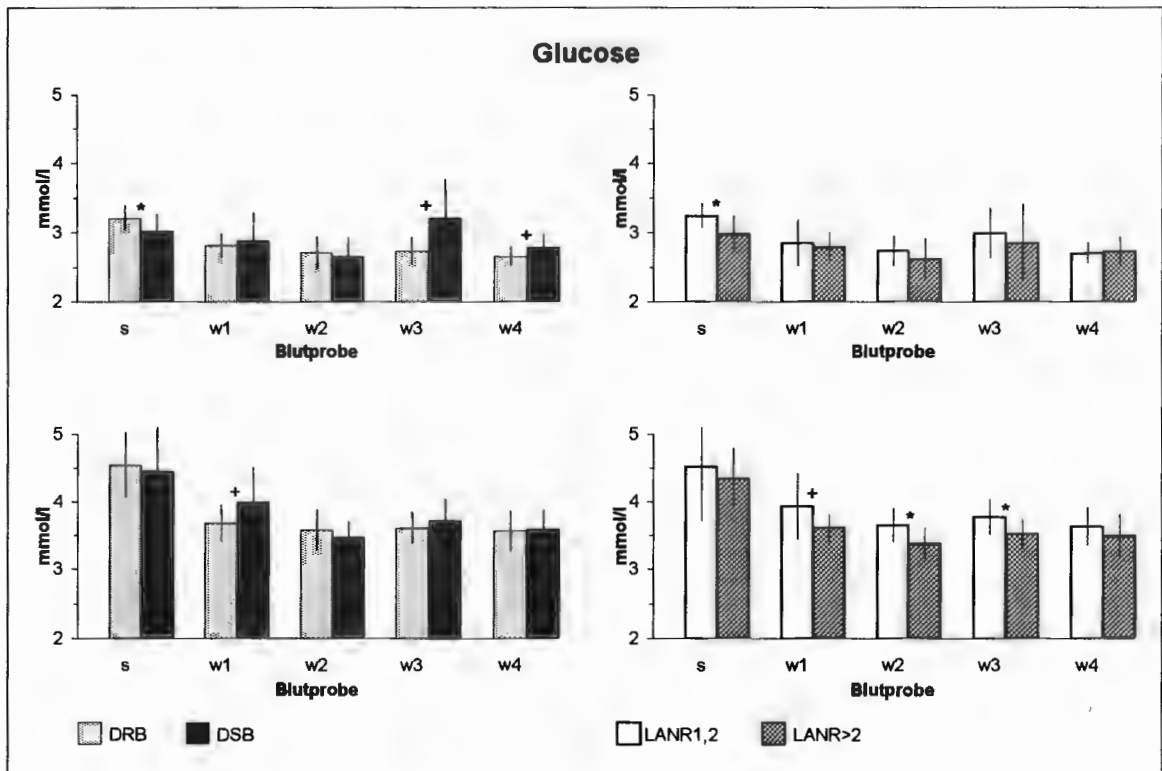


+ p<0.05, \* p<0.01

Abbildung 3: Laktat (oberer Teil) und Glukose (unterer Teil) des Blutes, übrige Bezeichnung wie Abbildung 1

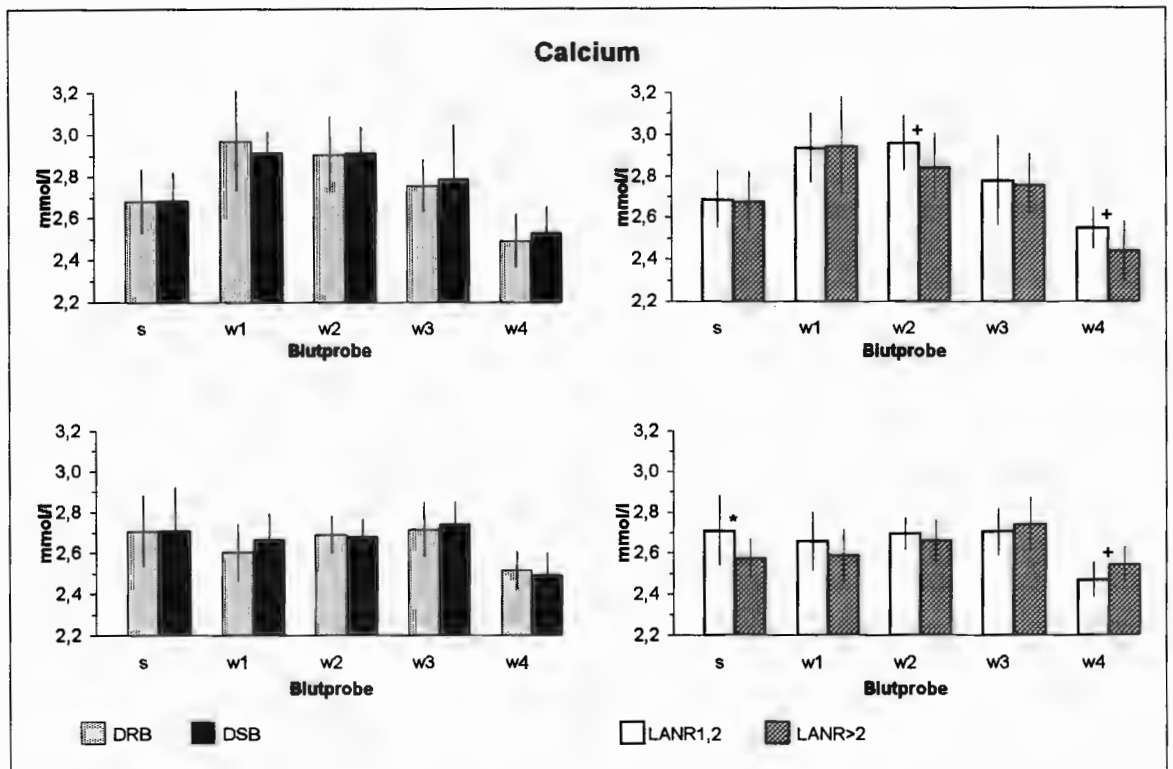


+ p<0.05, \* p<0.01

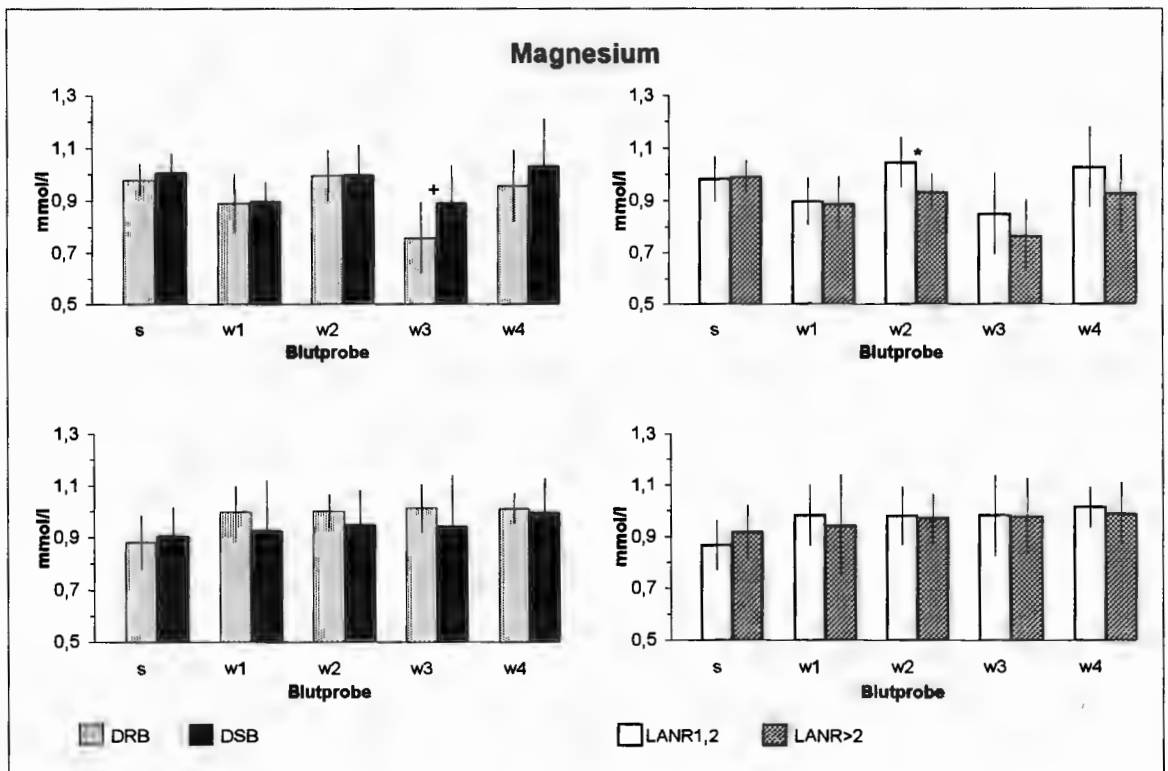


+ p<0.05, \* p<0.01

Abbildung 4: Ca (oberer Teil) und Mg (unterer Teil) des Blutplasmas, übrige Bezeichnung wie Abbildung 1

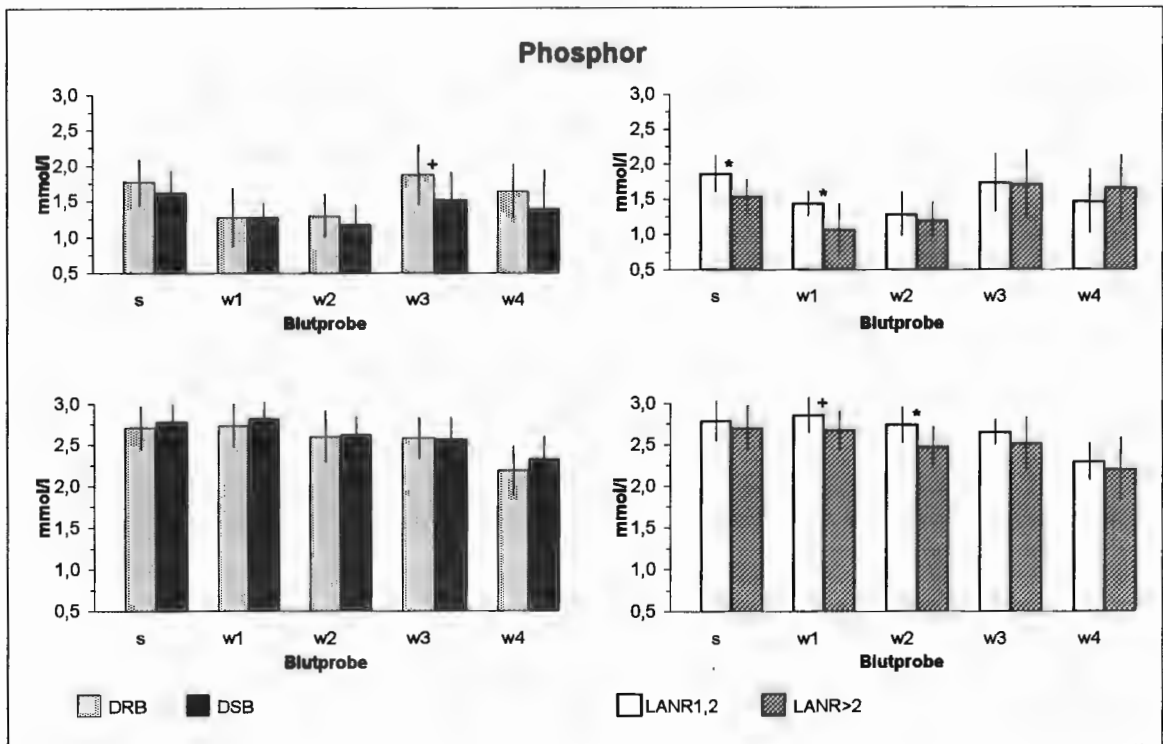


+ p<0.05, \* p<0.01

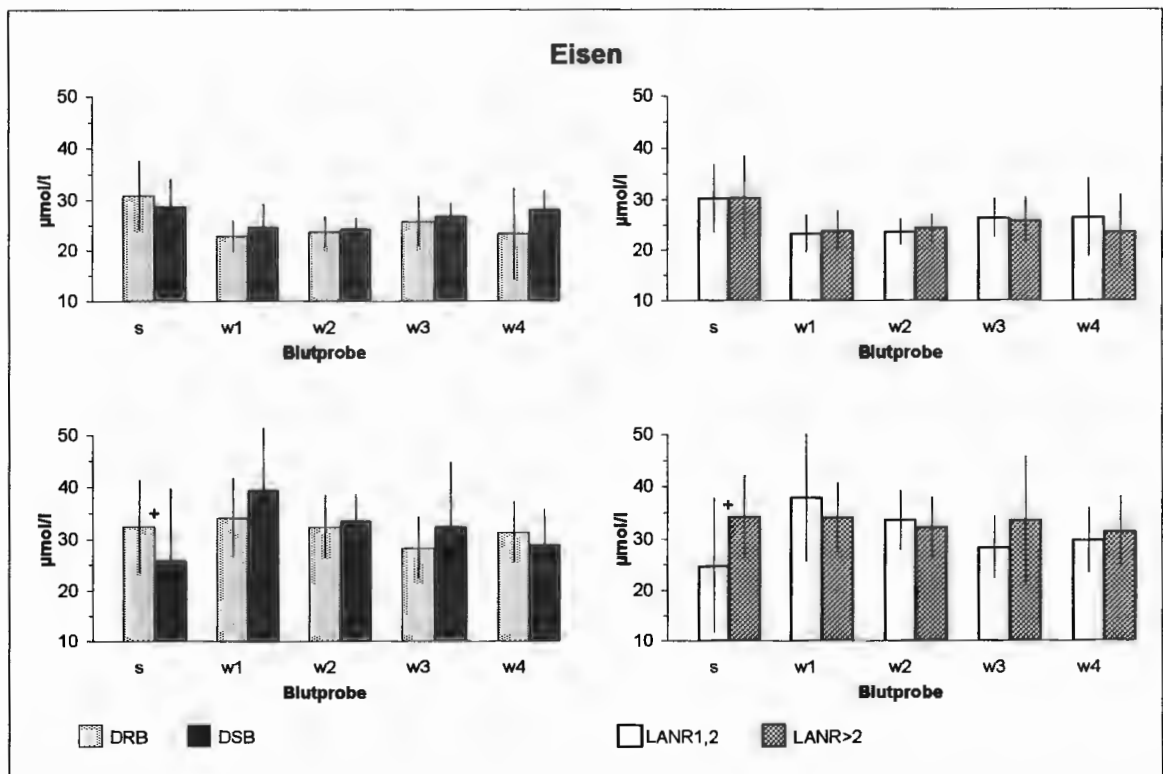


+ p<0.05, \* p<0.01

Abbildung 5: Anorganischer Phosphor (oberer Teil) und Eisen (unterer Teil) des Blutplasmas, übrige Bezeichnung wie Abbildung 1

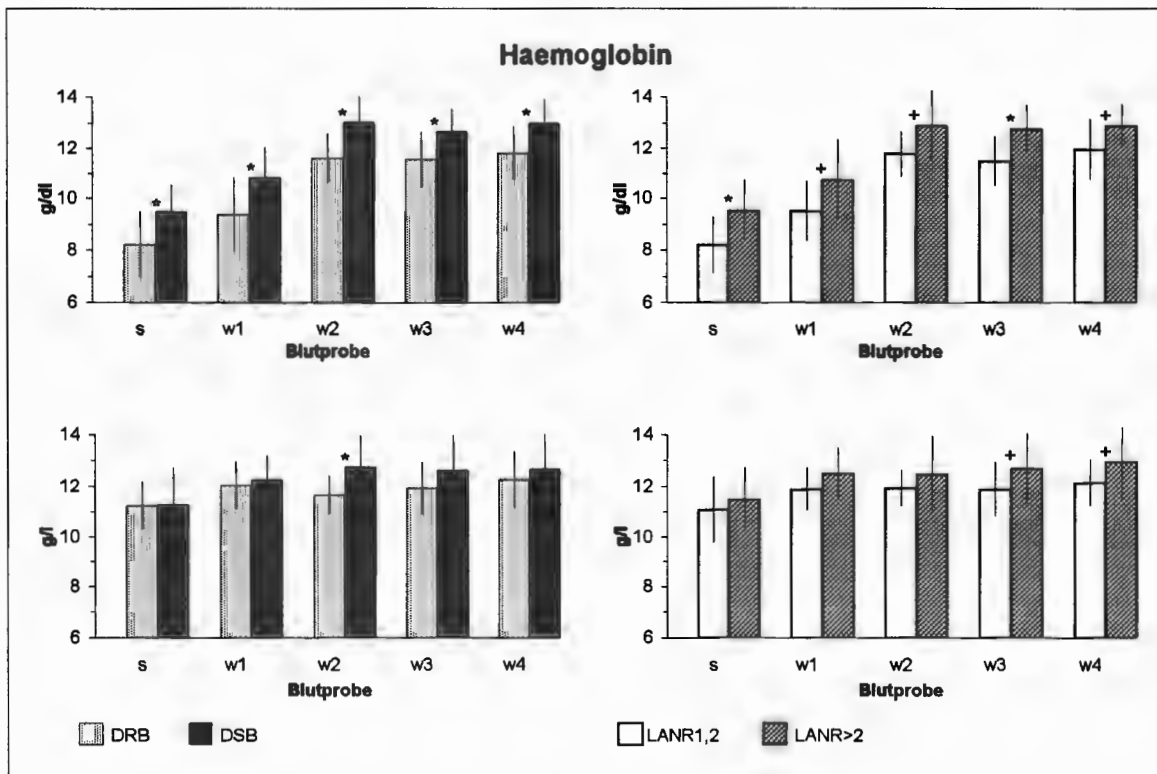


+ p < 0.05, \* p < 0.01

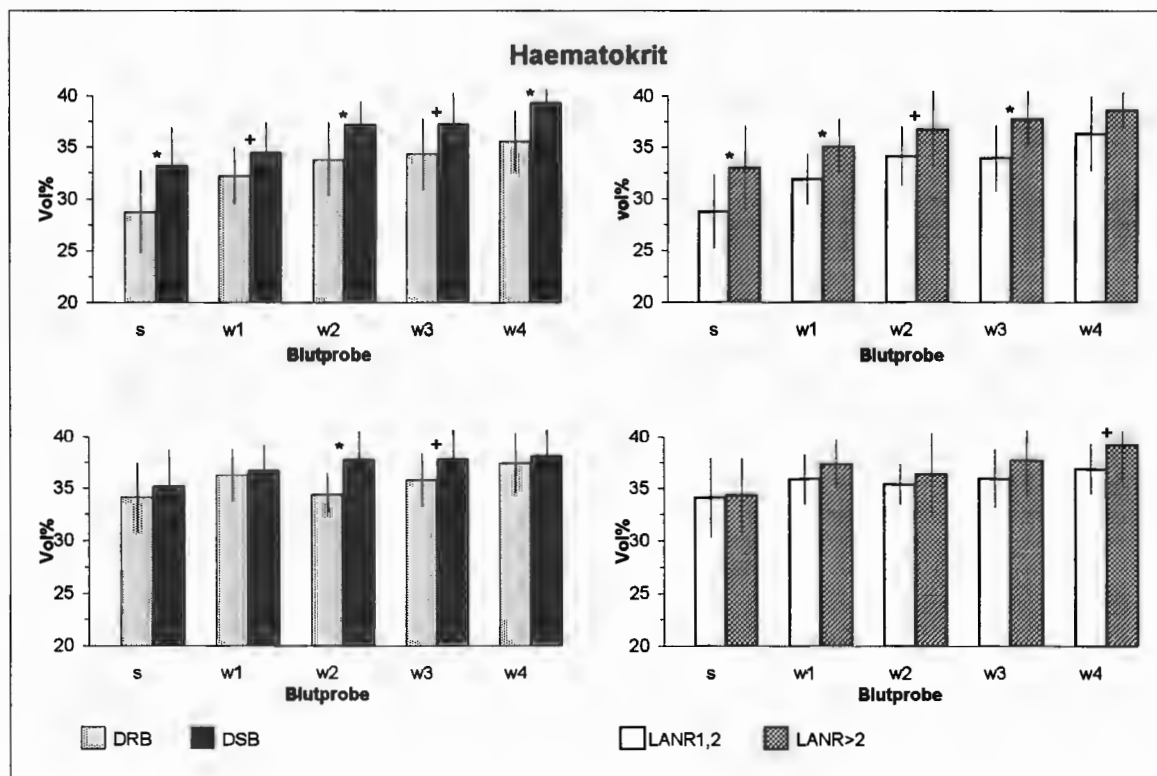


+ p < 0.05

Abbildung 6: Hämoglobin (oberer Teil) und Hämatokrit (unterer Teil) des Blutes, übrige Bezeichnung wie Abbildung 1

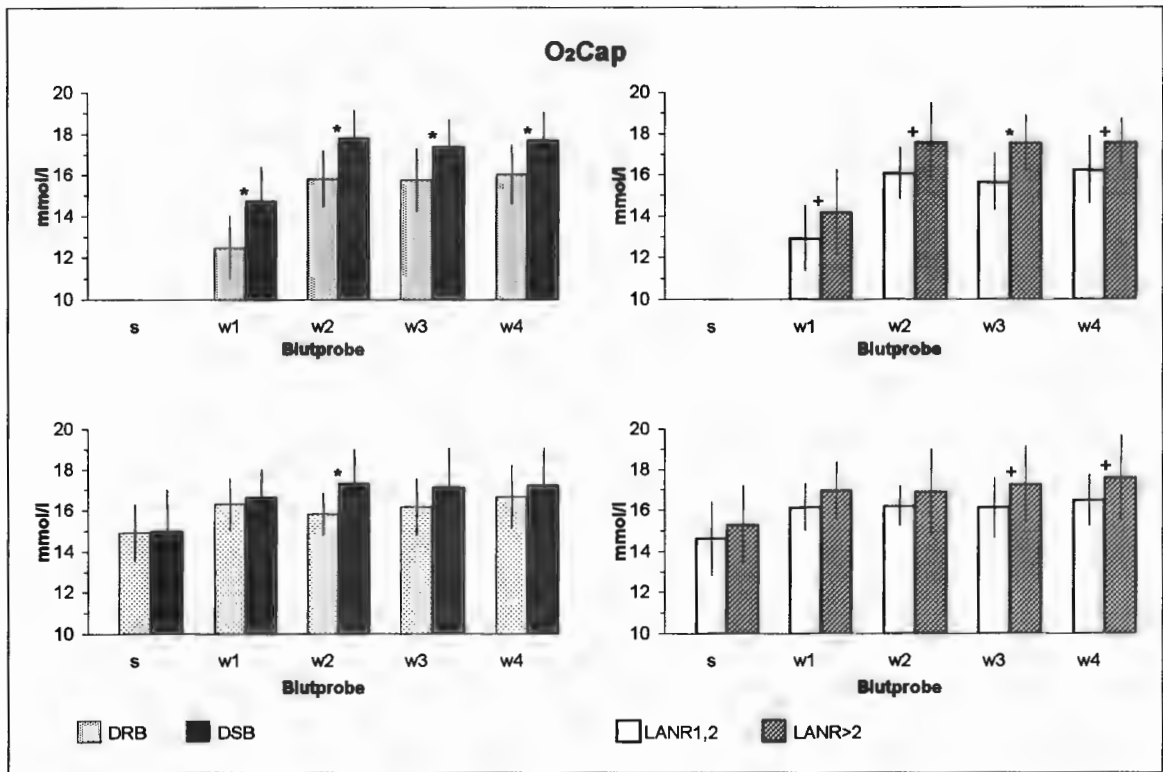


+ p<0.05, \* p<0.01

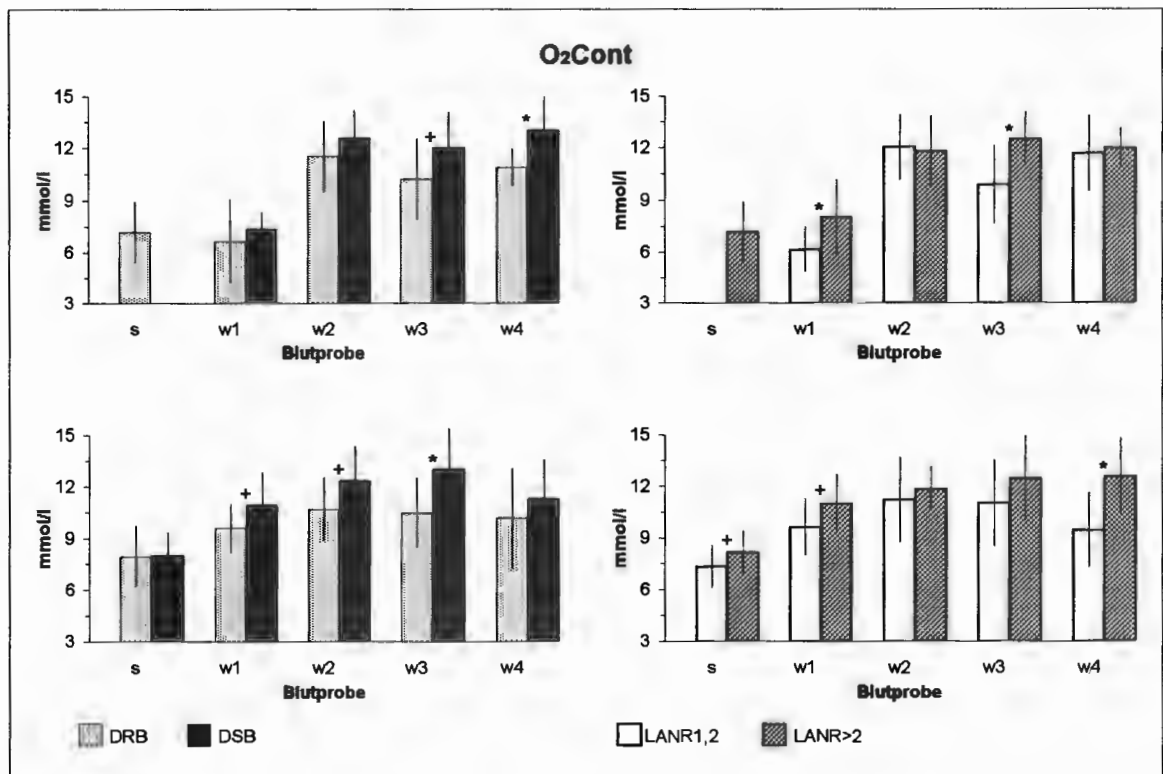


+ p<0.05, \* p<0.01

Abbildung 7: Sauerstoffkapazität (oberer Teil) und Sauerstoffgehalt (unterer Teil) des Blutes, übrige Bezeichnung wie Abbildung 1

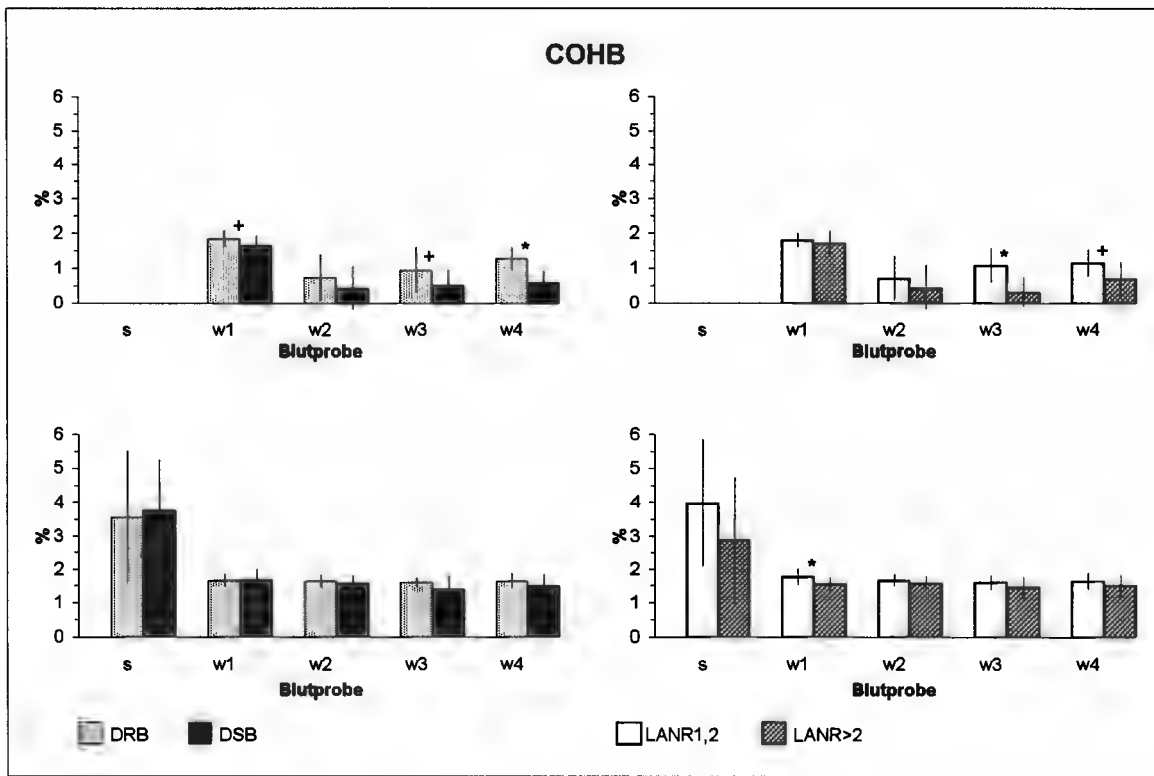


+ p<0.05, \* p<0.01

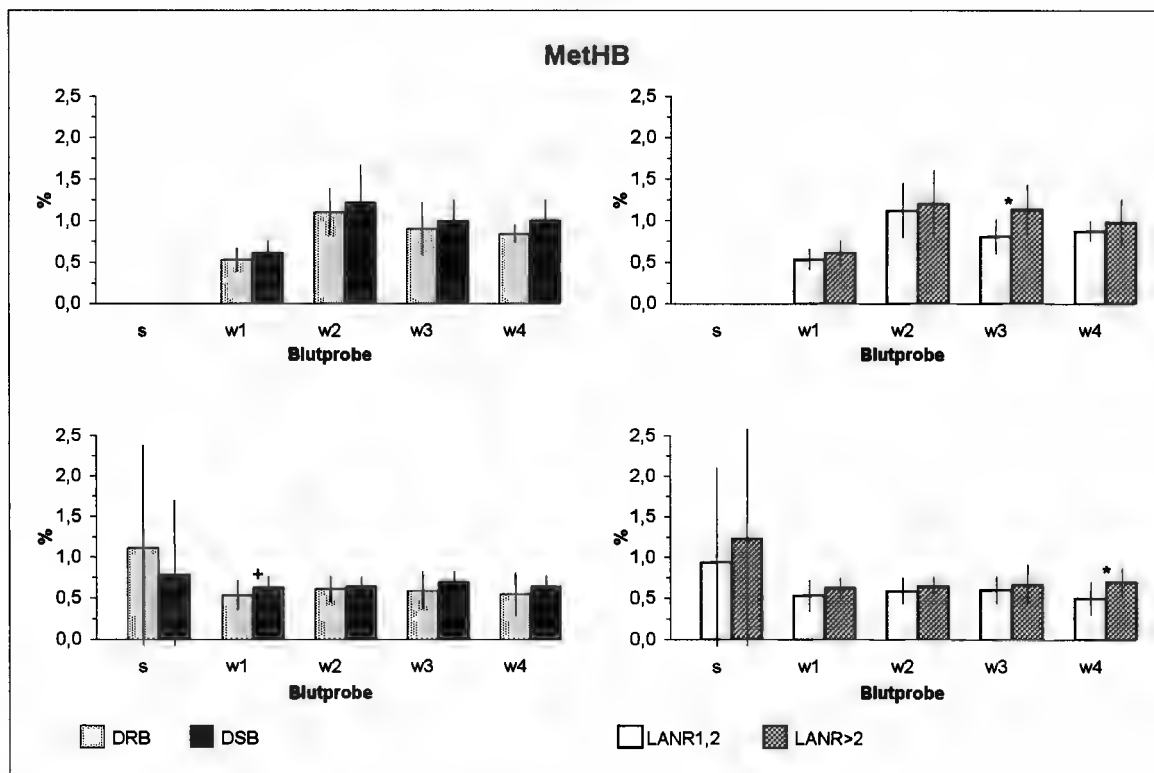


+ p<0.05, \* p<0.01

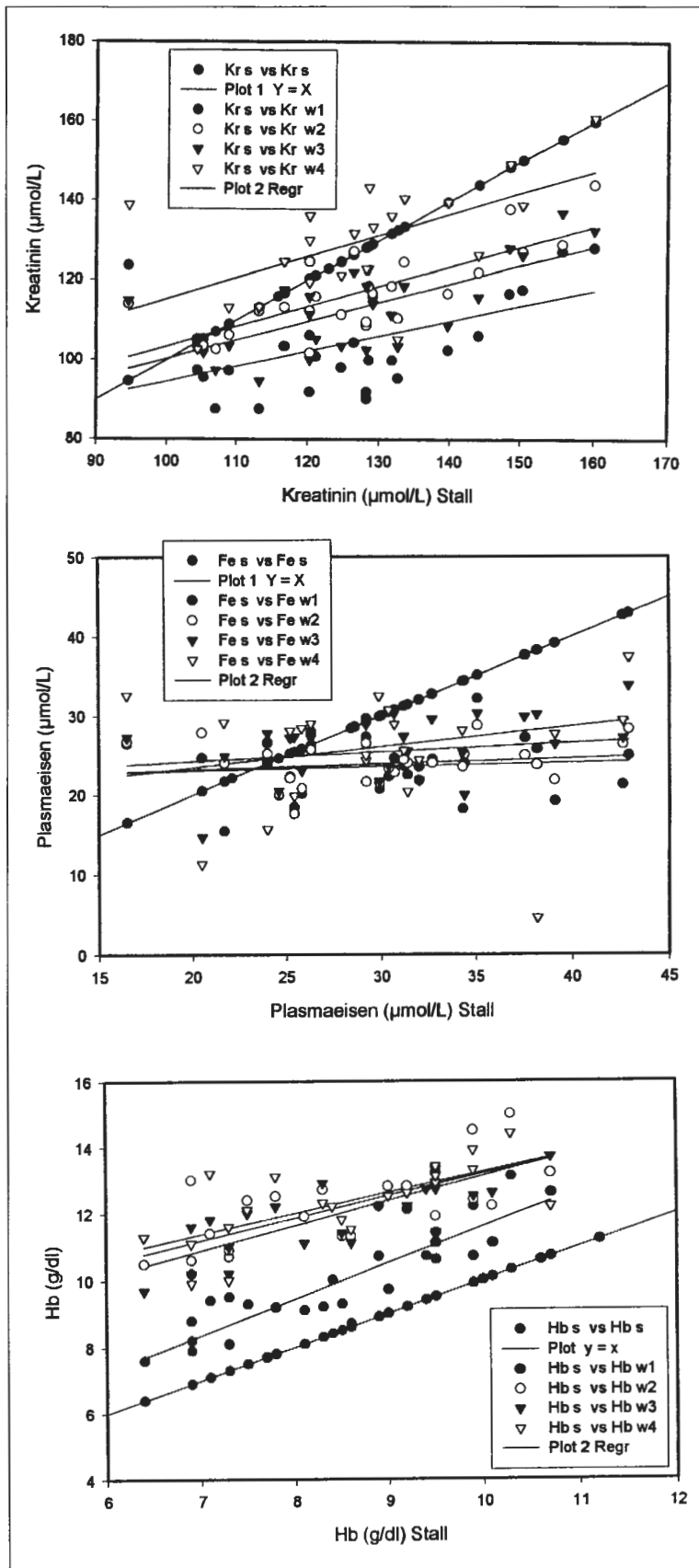
Abbildung 8: Carboxyhämoglobin (oberer Teil) und Methämoglobin (unterer Teil) des Blutes, übrige Bezeichnung wie Abbildung 1



+ p<0.05, \* p<0.01



+ p<0.05, \* p<0.01



**Abbildung 9:** Beziehung zwischen Kreatinin-, Plasmaeisen- und Hämoglobinkonzentration des Blutes von Mütternkühen am Ende der Stallperiode und denselben bei wiederholten Untersuchungen während der Weideperiode, Einzelwerte und Regressionsgeraden



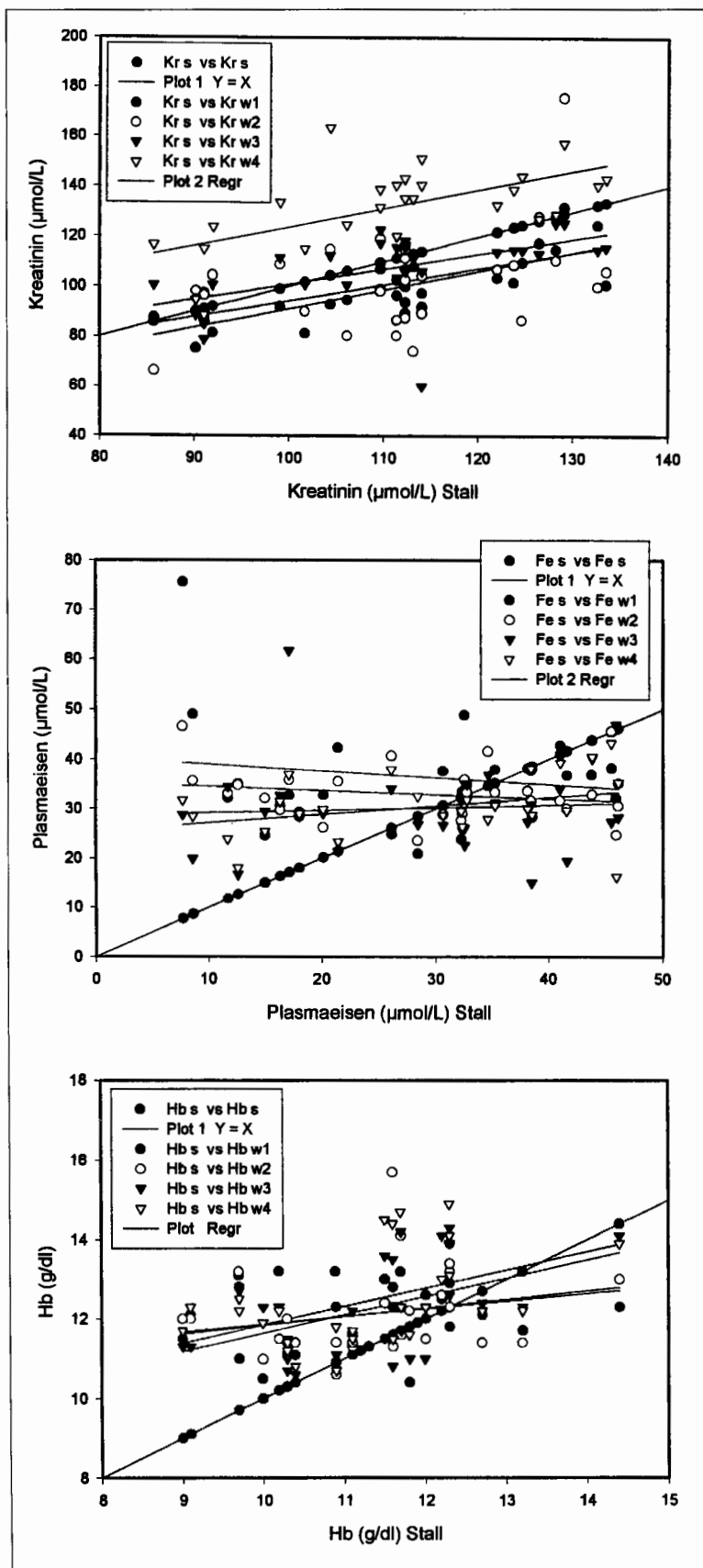


Abbildung 10: Beziehung zwischen Kreatinin-, Plasmaeisen- und Hämoglobinkonzentration des Blutes von Saugkälbern am Ende der Stallperiode und denselben bei wiederholten Untersuchungen während der Weideperiode, Einzelwerte und Regressionsgeraden

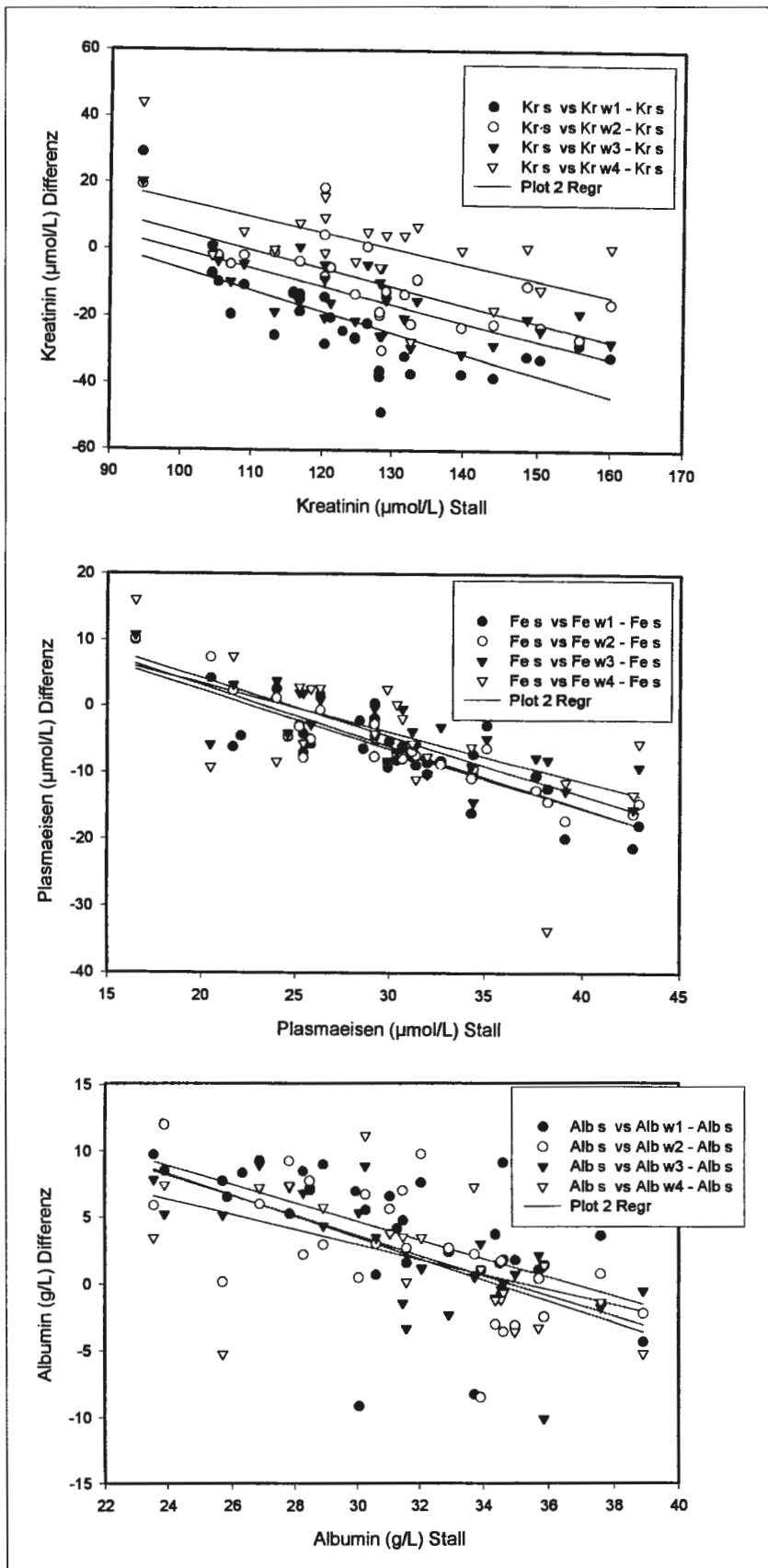
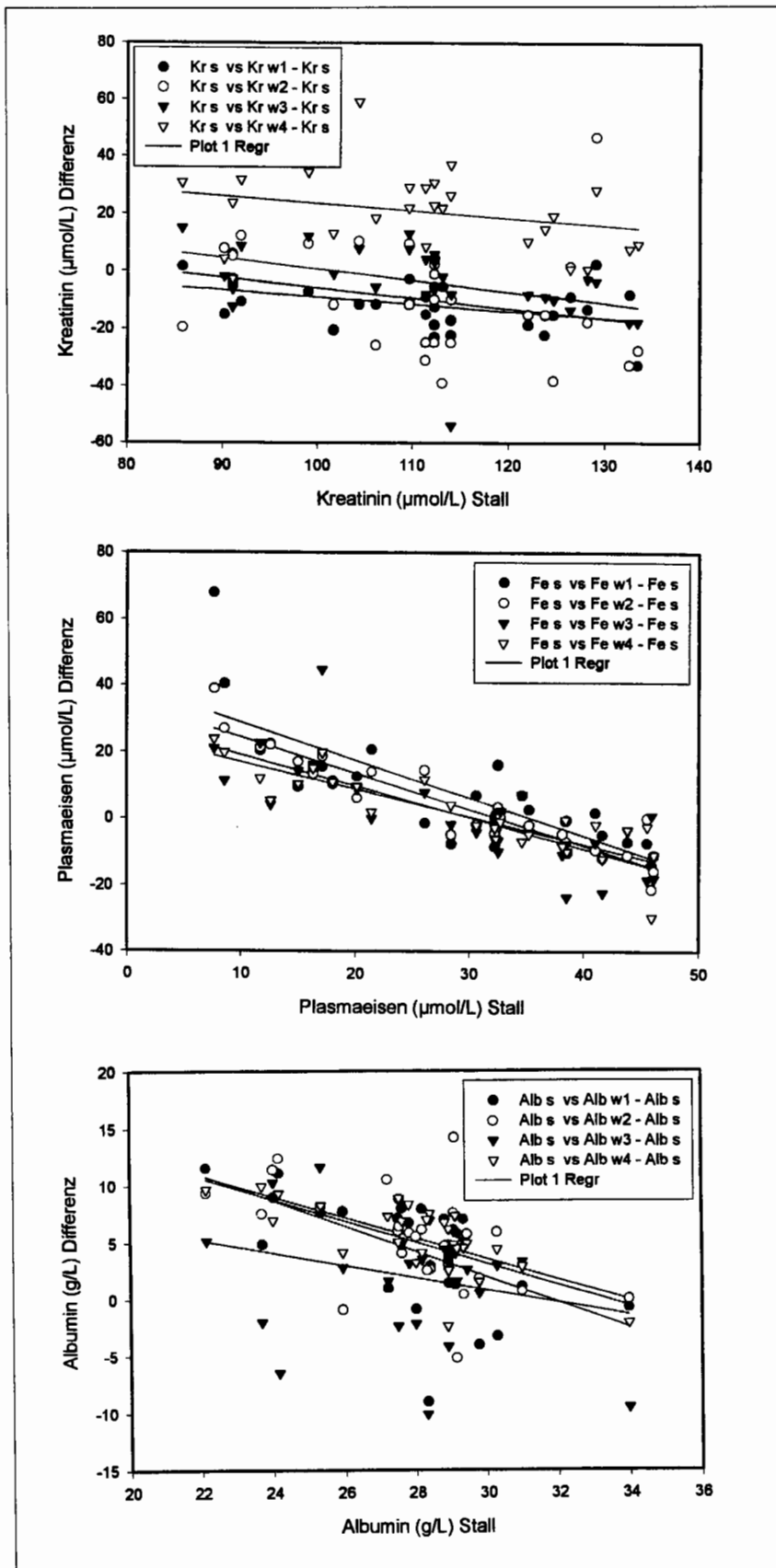


Abbildung 11: Beziehung zwischen den Änderungen der Kreatinin-, Plasmaeisen- und der Albuminkonzentration bei Mutterkühen während der Weideperiode und den Ausgangswerten im Stall, Einzelwerte und Regressionsgeraden



**Abbildung 12:** Beziehung zwischen den Änderungen der Kreatinin-, Plasmaeisen- und Albuminkonzentration bei Saugkälbern während der Weideperiode und den Ausgangswerten im Stall, Einzelwerte und Regressionsgeraden

**Tabelle 1:** Korrelationen und Regressionen der Änderungen der Variablen von Mutterkühen bei Weidehaltung mit dem Ausgangswert und errechneter X-Wert im Falle  $y = 0$

|           | W1-S : S  | W2-S : S   | W3-S : S  | W4-S : S   |
|-----------|---|--|---|--|
| Albumin   | N = 27, r - 0,624<br>p = 0,0003<br>y = -0,77x+27,8<br>y = 0; x = 36,1 | N = 26, r - 0,631<br>p = 0,0003<br>y = -0,75x+26,3<br>y = 0; x = 35,1  | N = 26, r - 0,72<br>p < 0,0001<br>y = -0,8x+27,5<br>y = 0; x = 34,4   | N = 21, r - 0,529<br>p = 0,0071<br>y = -0,57x+19,96<br>y = 0; x = 35,0 |
| Kreatinin | N = 27, r - 0,737<br>p < 0,0001<br>y = -0,66x+62,0<br>y = 0; x = 93,9 | N = 26, r - 0,789<br>p < 0,0001<br>y = -0,53x+56,6<br>y = 0; x = 106,8 | N = 26, r - 0,76<br>p < 0,0001<br>y = -0,53x+53,4<br>y = 0; x = 100,8 | N = 21, r - 0,555<br>p = 0,0047<br>y = -0,46x+60,4<br>y = 0; x = 131,3 |
| Harnstoff | N = 27, r - 0,466<br>p = 0,0072<br>y = -1,17x+5,3<br>y = 0; x = 4,53  | N = 26, r - 0,572<br>p = 0,0012<br>y = -1,42x+4,9<br>y = 0; x = 3,45   | N = 26, r - 0,565<br>p = 0,0014<br>y = -2x+9,2<br>y = 0; x = 4,6      | N = 21, r - 0,545<br>p = 0,0055<br>y = -2,18x+7,6<br>y = 0; x = 3,49   |
| Glukose   | N = 27, r - 0,513<br>p = 0,0032<br>y = -0,68x+1,84<br>y = 0; x = 2,7  | N = 26, r - 0,564<br>p = 0,0014<br>y = -0,71x+1,78<br>y = 0; x = 2,5   | N = 26, r - 0,44<br>p = 0,0125<br>y = -0,93x+2,73<br>y = 0; x = 2,9   | N = 21, r - 0,894<br>p < 0,0001<br>y = -1,26x+3,51<br>y = 0; x = 2,8   |
| Laktat    | N = 27, r - 0,931<br>p < 0,0001<br>y = -1x+0,72<br>y = 0; x = 0,7     | N = 26, r - 0,554<br>p = 0,0018<br>y = -0,94x+0,97<br>y = 0; x = 1,0   | N = 26, r - 0,909<br>p < 0,0001<br>y = -1x+0,73<br>y = 0; x = 0,7     | N = 21, r - 0,955<br>p < 0,0001<br>y = -1,03x+0,74<br>y = 0; x = 0,7   |
| Ca        | N = 27, r - 0,335<br>p = 0,0437<br>y = -0,39x+1,03<br>y = 0; x = 2,6  | N = 26, r - 0,547<br>p = 0,0020<br>y = -0,62x+1,88<br>y = 0; x = 3,0   | N = 26, r -<br>--   | N = 21, r - 0,727<br>p = 0,0001<br>y = -0,95x+2,4<br>y = 0; x = 2,5    |
| P         | N = 27, r - 0,574<br>p = 0,0009<br>y = -0,67x+0,72<br>y = 0; x = 1,07 | N = 26, r - 0,756<br>p < 0,0001<br>y = -1,03x+1,3<br>y = 0; x = 2,91   | N = 26, r - 0,529<br>p = 0,0028<br>y = -0,83x+1,43<br>y = 0; x = 1,72 | N = 21, r - 0,483<br>p = 0,0136<br>y = -0,75x+1,1<br>y = 0; x = 1,47   |
| Fe        | N = 27, r - 0,879<br>p < 0,0001<br>y = -0,92x+21<br>y = 0; x = 22,8   | N = 26, r - 0,919<br>p < 0,0001<br>y = -0,93x+21,7<br>y = 0; x = 23,3  | N = 26, r - 0,795<br>p < 0,0001<br>y = -0,74x+18,2<br>y = 0; x = 24,6 | N = 21, r - 0,629<br>p = 0,0013<br>y = -0,88x+21,8<br>y = 0; x = 24,8  |
| Hk        | N = 27, r - 0,691<br>p < 0,0001<br>y = -0,52x+18,8<br>y = 0; x = 36,2 | N = 26, r - 0,606<br>p = 0,0006<br>y = -0,54x+21,4<br>y = 0; x = 39,6  | N = 24, r - 0,591<br>p = 0,0013<br>y = -0,49x+20,4<br>y = 0; x = 41,6 | N = 21, r - 0,641<br>p = 0,001<br>y = -0,5x+22,1<br>y = 0; x = 44,2    |
| MCHC      | N = 27, r -<br>--   | N = 24, r - 0,425<br>p = 0,0193<br>y = -1,22x+41,1<br>y = 0; x = 33,7  | N = 24, r - 0,574<br>p = 0,0018<br>y = -1,36x+44,2<br>y = 0; x = 32,5 | N = 21, r - 0,497<br>p = 0,0113<br>y = -0,86x+29,1<br>y = 0; x = 33,8  |

**Tabelle 2:** Korrelationen und Regressionen der Änderungen der Variablen von Saugkälbern bei Weidehaltung mit dem Ausgangswert und errechneter X-Wert im Falle  $y = 0$

|              | W1-S : S  | W2-S : S  | W3-S : S  | W4-S : S  |
|--------------|---|---|---|---|
| Totalprotein | N = 28, r - 0,526<br>p = 0,0021<br>y = -0,89x+51,6<br>y = 0; x = 58,0 | N = 28, r - 0,654<br>p < 0,0001<br>y = -1,07x+63,3<br>y = 0; x = 59,2 | N = 28, r - 0,383<br>p = 0,0223<br>y = -0,6x+33,8<br>y = 0; x = 56,3  | N = 28, r - 0,68<br>p < 0,0001<br>y = -0,83x+52,3<br>y = 0; x = 63,0  |
| Albumin      | N = 28, r - 0,567<br>p = 0,0009<br>y = -0,12x+35,6<br>y = 0; x = 31,8 | N = 28, r - 0,529<br>p = 0,002<br>y = -0,93x+31,2<br>y = 0; x = 33,5  | N = 28, r -<br>--   | N = 28, r - 0,706<br>p < 0,0001<br>y = -0,91x+30,7<br>y = 0; x = 33,7 |
| Hamstoff     | N = 28, r - 0,629<br>p = 0,0002<br>y = -0,7x+3,3<br>y = 0; x = 4,71   | N = 28, r - 0,845<br>p < 0,0001<br>y = -0,94x+4,3<br>y = 0; x = 4,57  | N = 28, r - 0,557<br>p = 0,0011<br>y = -0,62x+4,6<br>y = 0; x = 7,42  | N = 28, r - 0,596<br>p = 0,0005<br>y = -1,0x+5,2<br>y = 0; x = 5,2    |
| Laktat       | N = 28, r - 0,919<br>p < 0,0001<br>y = -0,74x+0,5<br>y = 0; x = 0,7   | N = 28, r - 0,489<br>p = 0,0042<br>y = -0,61x+0,6<br>y = 0; x = 1,0   | N = 28, r - 0,737<br>p < 0,0001<br>y = -0,85x+0,9<br>y = 0; x = 1,1   | N = 28, r - 0,639<br>p = 0,0001<br>y = -0,71x+0,8<br>y = 0; x = 1,1   |
| Ca           | N = 28, r - 0,605<br>p = 0,0004<br>y = -0,57x+1,5<br>y = 0; x = 2,6   | N = 28, r - 0,869<br>p < 0,0001<br>y = -0,98x+2,6<br>y = 0; x = 2,7   | N = 28, r - 0,722<br>p < 0,0001<br>y = -0,78x+2,1<br>y = 0; x = 2,7   | N = 28, r - 0,884<br>p < 0,0001<br>y = -15x+2,9<br>y = 0; x = 2,5     |
| Mg           | N = 28, r -<br>--   | N = 28, r - 0,513<br>p = 0,0027<br>y = -0,48x+0,5<br>y = 0; x = 1,04  | N = 28, r -<br>--   | N = 28, r - 0,577<br>p = 0,0007<br>y = -0,57x+0,6<br>y = 0; x = 1,05  |
| P            | N = 28, r - 0,499<br>p = 0,0035<br>y = -0,44x+1,2<br>y = 0; x = 2,73  | N = 28, r - 0,408<br>p = 0,0158<br>y = -0,39x+0,95<br>y = 0; x = 2,44 | N = 28, r - 0,487<br>p = 0,0044<br>y = -0,46x+1,1<br>y = 0; x = 2,39  | N = 28, r - 0,344<br>p = 0,0365<br>y = -0,34x+0,44<br>y = 0; x = 1,29 |
| Fe           | N = 28, r - 0,808<br>p < 0,0001<br>y = -1,14x+40,4<br>y = 0; x = 35,4 | N = 28, r - 0,922<br>p < 0,0001<br>y = -1,09x+35,3<br>y = 0; x = 32,4 | N = 28, r - 0,779<br>p < 0,0001<br>y = -0,95x+28,7<br>y = 0; x = 30,2 | N = 28, r - 0,861<br>p < 0,0001<br>y = -0,83x+25,4<br>y = 0; x = 30,6 |
| Hb           | N = 28, r - 0,738<br>p < 0,0001<br>y = -0,78x+9,66<br>y = 0; x = 12,4 | N = 28, r - 0,684<br>p < 0,0001<br>y = -0,81x+9,93<br>y = 0; x = 12,3 | N = 28, r - 0,535<br>p = 0,0018<br>y = -0,54x+7,01<br>y = 0; x = 13,0 | N = 28, r - 0,536<br>p = 0,0017<br>y = -0,54x+7,22<br>y = 0; x = 13,4 |

**Tabelle 3:** Lebensstagszunahme von Kälbern der Mutterkuhhaltung am Ende der Stallperiode und während der Weideperiode, Gruppen nach Rassen und nach Laktationsnummer des Muttertieres, MW  $\pm$  SD, Min., Max.

|     | DRB<br>(16)                                     | DSB<br>(12)                                     | LANr. 1, 2<br>(16)                            | LANr. > 2<br>(11)                               |
|-----|---|---|---|---|
| S   | 1,26 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup><br>(0,45 - 1,55)   | 1,38 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup><br>(1,02 - 1,88)   | 1,29 $\pm$ 0,33 <sup>a</sup><br>(0,45 - 1,88) | 1,37 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup><br>(1,11 - 1,55)   |
| W 1 | 1,26 $\pm$ 0,15 <sup>a,c</sup><br>(0,94 - 1,48) | 1,33 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup><br>(1,07 - 1,64)   | 1,29 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup><br>(0,94 - 1,64) | 1,32 $\pm$ 0,11 <sup>b,c</sup><br>(1,11 - 1,48) |
| W 2 | 1,27 $\pm$ 0,11 <sup>a,c</sup><br>(0,99 - 1,43) | 1,28 $\pm$ 0,13 <sup>b,c</sup><br>(1,05 - 1,48) | 1,28 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup><br>(0,99 - 1,48) | 1,29 $\pm$ 0,10 <sup>b,d</sup><br>(1,08 - 1,43) |
| W 3 | 1,18 $\pm$ 0,10 <sup>b</sup><br>(0,96 - 1,34)   | 1,14 $\pm$ 0,14 <sup>b,d</sup><br>(0,87 - 1,38) | 1,16 $\pm$ 0,12 <sup>b</sup><br>(0,96 - 1,36) | 1,19 $\pm$ 0,09 <sup>b,e</sup><br>(1,01 - 1,34) |
| W 4 | 1,16 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup><br>(0,99 - 1,27)   | 1,15 $\pm$ 0,13 <sup>b,d</sup><br>(0,89 - 1,32) | 1,16 $\pm$ 0,10 <sup>b</sup><br>(0,99 - 1,32) | 1,17 $\pm$ 0,08 <sup>b,e</sup><br>(0,99 - 1,26) |

a, b, c, d, e Mittelwerte mit gleichem Buchstaben in der Säule nicht verschieden