

## Physiologische Reaktionen und Anpassungsvorgänge bei Rindern während des Weideganges auf intensiv und umweltschonend bewirtschafteten Weideflächen und nach der Aufstallung

MARTIN STEINHARDT, HANS-HERMANN THIELSCHER, BIRGIT IHNEN,  
TATJANA HOPPE und DIEDRICH SMIDT

Institut für Tierzucht und Tierverhalten

### 1 Einleitung

Die Weidehaltung der Rinder kommt der tierartgerechten Haltung in vieler Hinsicht weitgehend nahe. Der Wechsel von Stallhaltung und Weidegang ist mit Anpassungsvorgängen verbunden, die bei wachsenden und adulten Tieren in Verbindung mit anderen spezifischen Funktionsabläufen (Wachstums-, Laktations-, Trächtigkeitsperioden) erfolgen müssen und von Tieren mit unterschiedlich hohem Leistungsniveau in verschiedener Weise bewältigt werden können. Die Ausprägung individueller Reaktionsweisen ist unter den Bedingungen der Weidehaltung in stärkerem Maße möglich als während der Stallhaltungsperiode. Haupteinflussfaktoren des Weideganges sind motorische Aktivität, Nahrungsqualität und -verfügbarkeit, Klima und soziale Bedingungen.

Es besteht ein Interesse daran, Einschätzungen zur Konstitution und Gesundheit der Tiere unter verschiedenen Weidehaltungsbedingungen durch umfangreiches Untersuchungsmaterial zu ermöglichen, um vorteilhafte Varianten erkennen und vielfältig charakterisieren zu können, wobei Gesichtspunkte des Tiereschutzes und der artgerechten Tierhaltung Berücksichtigung finden und mit einem sachlich zu begründenden Inhalt ausgestattet werden müssen.

Zum Gesundheitszustand und zur Fertilität von Milchrindern während des Weideganges auf intensiv bewirtschafteten Weideflächen (Lotthammer, 1988; 1992; Pöhlmann, 1981) und von Rinderbeständen, in denen Grundfuttermittel solcher Anbauflächen genutzt wurden, liegt Untersuchungsmaterial vor. Anlaß für Untersuchungen ist in den meisten Fällen der sogenannte Problembestand (verminderte Leistung, Fertilitätsstörungen, erhöhte Erkrankungsrate), und es fanden die Energie- und Proteinernährung, der Mineralstoffhaushalt, die Nitratbelastung sowie spezifische Organschäden (Leber) eine vorrangige Berücksichtigung (Lotthammer, 1991; Martens und Gäbel, 1986; Martens, 1995; Romer et al., 1992; Sommer, 1985; Wemheuer, 1987).

In mehreren Projekten untersuchten wir, welche Reaktionen bei Rindern verschiedenen Alters und Leistungsstandes im Verlaufe des Weideganges auf unterschiedlich bewirtschafteten Weideflächen und nach der Aufstallung festzustellen sind und wie diese mit den Leistungskriterien der Tiere verschiedener Rassen und einer Kreuzung in Beziehung stehen.

Einige Untersuchungsansätze und die Bearbeitung von Fragestellungen, die die langfristigen Auswirkungen der Effekte von Aufzucht- und Haltungsbedingungen betreffen, sind nur möglich an größeren Tierbeständen und an einem genetisch definierten Tiermaterial, welches in einem Betrieb unter einheitlichen Bedingungen gehalten, gezüchtet und versorgt wird, wie das durch die Tierherden des Institutes gewährleistet ist.

### 2 Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden an Tieren der Rinderherden des Institutes mit dem Standort in Trenthorst/Wulmenau vorgenommen. Es standen Vertreter der Holstein-Friesian (HF), der Deutschen Schwarzbunten (DSB), der Deutschen Rotbunten (DRB), der Galloway (G) sowie der Kreuzung Galloway x Holstein-Friesian zur Verfügung. Die Tiere befinden sich von Oktober bis Mai in Stallhaltung (Milchrinder: Anbindehaltung, Grabner Kette) und während der übrigen Jahreszeit auf Weideflächen (Dauergrünland), welches intensiv und teilweise seit 3 Jahren ohne N-Düngung bewirtschaftet worden ist. Bei einigen Weideflächen war ein verspäteter Austrieb der Jungrinder geplant (siehe Hoppe, 1995; Hoppe et al., 1995; Schlichting et al., 1995).

Das methodische Vorgehen beim Vergleich von Gruppen oder bei Verfolgsuntersuchungen berücksichtigt insbesondere die Biorhythmizität, und es wurden permanente Messungen über 24 Stunden (Herzschlagfrequenz, Blutinhaltsstoffe) oder Punktmessungen (Meßgrößen mit größerer Beständigkeit, Messung stets zur gleichen Tageszeit) in spezifischen Leistungsperioden der Tiere (Ende der Trächtigkeit, Abkalbung, Bereich der höchsten Laktation) vorgenommen (Tabelle 1). Des Weiteren wurden Leistungskriterien wie die Qualität der Nachkommen unmittelbar nach der Geburt, die Fertilität und Erkrankungs- und Behandlungsfrequenz bei den Tieren mit einbezogen.

Meßgrößen	Funktionsbereiche
Herzschlagfrequenz	Blutkreislauf
Kreatinin	Muskel
Harnstoff	Leber, Niere
Eiweiß	Proteinmetabolismus
Albumine	
Glukose	Energetische Blutinhaltsstoffe
Hämoglobin	Blutbildung, Wasserhaushalt
Hämatokrit	
MCHC	
T4	Schilddrüse
T3	
Ca	Mineralstoffwechsel
Mg	
P anorg.	
Fe	

Tabelle 1: Meßgrößen und Funktionsbereiche

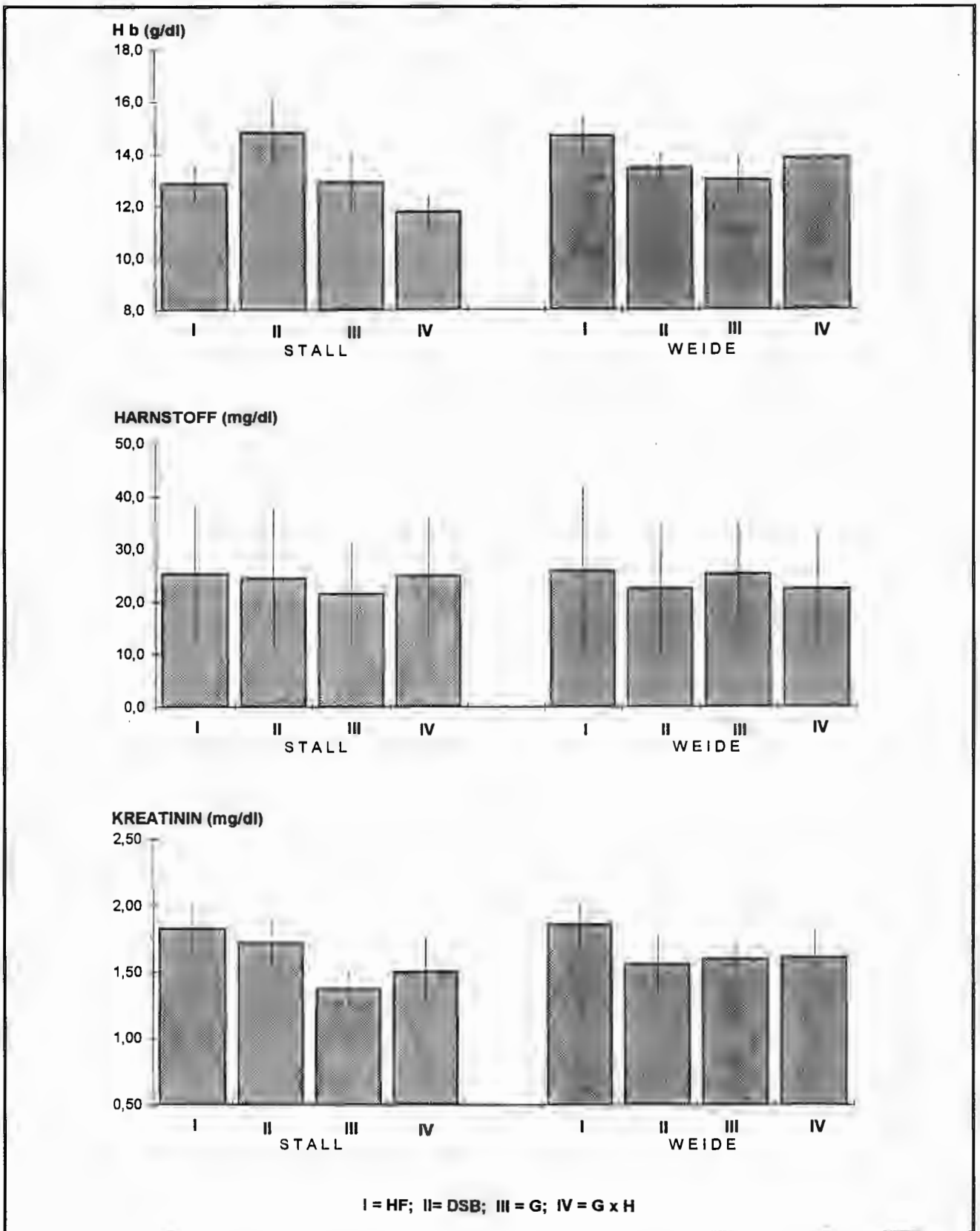


Abbildung 1: Konzentration von Hämoglobin im Blut und von Harnstoff und Kreatinin im Blutserum bei nicht trächtigen Jungrindern der HF, DSB, G und G x HF vor und am Ende der Weideperiode 1993, Mittelwerte und Standardabweichungen

		HF		DSB		G		G x HF	
		Apr. 1993	Okt. 1993	Apr. 1993	Okt. 1993	Apr. 1993	Okt. 1993	Apr. 1993	Okt. 1993
	n	(12)	(12)	(14)	(12)	(12)	(12)	(14)	(12)
Alter (Mon.)	x	12,5	18,6	12,6	18,8	11,3	17,3	15,1	21,0
	s	0,7	0,5	1,0	0,9	0,9	0,9	1,1	1,1
KM (kg)	x	369,5	442,4	366,4	428,6	268,5	345,7	379,3	444,5
	s	17,4	17,1	22,2	27,5	28,9	29,4	25,2	33,0

Tabelle 2: Alter und Körpermasse von Jungrindern der HF, DSB, G und der Kreuzung G x HF vor und nach der Weideperiode, Mittelwerte und Standardabweichungen, Anzahl der Tiere in Klammern

Die wiederholte Untersuchung der gleichen Tiere ermöglicht die Prüfung der Individualspezifität der Meßgrößen und deren regelmäßige Änderungen im Verlauf der Anpassung an die Bedingungen des Weideganges, auch der Nahrungsverfügbarkeit, und des spezifischen Funktionszustandes wie Wachstum, Trächtigkeit, Laktation.

In der vorliegenden Arbeit werden einige Beispiele aus den verschiedenen Arbeitsgebieten dargestellt.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Untersuchungen nicht trächtiger und trächtiger Jungrinder (Tabellen 2 bis 4)

Wachstum und Entwicklung von Vertretern der DRB, DSB, HF, G und G x HF auf umweltschonend bewirtschafteter Standweide sind untersucht worden. Am Ende der Weideperiode sind die Konzentrationen von Kreatinin und Harnstoff größer, diejenigen von Gesamteiweiß und Serumalbuminen kleiner und diejenigen von Glukose und Hämoglobin sowie der Hämatokrit nicht verän-

dert gegenüber den Werten vor der Weideperiode (Tabelle 2, Abbildung 1). Unterschiede der Mittelwerte zwischen den Rassenvertretern und der Kreuzung vor und auch nach der Weideperiode sind bei den Konzentrationen von Kreatinin und Glukose und nach der Weideperiode bei der Serumharnstoffkonzentration nachzuweisen.

Bei trächtigen Jungrindern (Tabellen 3 und 4) sind die Mittelwerte der Konzentrationen von Gesamteiweiß, Serumalbuminen, Mg, Hämoglobin sowie der Hämatokrit und Glukose größer als vor der Weideperiode (Abbildungen 2 und 3). Bei der Untersuchung im Jahre 1994 (Tabelle 4), bei welcher die Blutmeßwerte im September bei einer beträchtlich differierenden Trächtigkeitsdauer (Mittelwerte der Gruppen zwischen 150 bis 178 Tagen) gemessen worden sind, sind die Unterschiede der Mittelwerte nur bei der Konzentration von Glukose deutlich zu erkennen.

Unterschiede der Mittelwerte zwischen den Rassenvertretern und der Kreuzung sind an der Konzentration von Hämoglobin und Kreatinin sowie insbesondere an derjenigen des Serumkalziums zu erkennen (Abbildung 4).

		Gesamt		HF		DRB		DSB	
		März 1993	Okt. 1993	März 1993	Okt. 1993	März 1993	Okt. 1993	März 1993	Okt. 1993
	n	(66)	(64)	(36)	(35)	(15)	(14)	(15)	(15)
Alter (Mon.)	x	666	811	703	847	645	790	601	748
	s	129	128	129	125	108	110	126	127
Trächtigkeit (d)	x	93	237	102	243	86	240	79	217
	s	35	33	36	34	32	33	31	21

Tabelle 3: Alter und Trächtigkeitsdauer von Rindern der HF, DRB und DSB vor und nach der Weideperiode, Mittelwerte und Standardabweichungen, Anzahl der Tiere in Klammern

		HF		DSB		G		G x HF	
		März 1994	Sept. 1994	März 1994	Sept. 1994	März 1994	Sept. 1994	März 1994	Sept. 1994
		(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)
Alter (Mon.)	x	23,6	29,6	23,8	29,8	22,2	28,3	26,0	32,0
	s	0,5	0,5	0,9	0,9	0,9	0,9	1,1	1,1
Trächtigkeit (d)	x	(5)	(12)	(3)	(10)	(2)	(11)	(7)	(12)
	s	5,2	174,5	7,3	149,5	9	164,0	4,3	178,9
KM (kg)	x	2,9	16,8	5,0	56,1	0,0	22,6	2,2	21,0
	s	494,0	602,7	490,1	587,1	396,3	491,5	494,2	591,2
		34,7	29,6	40,2	46,3	42,9	50,5	41,8	39,1

Tabelle 4: Alter, Trächtigkeitsdauer und Körpermasse von Rindern der HF, DSB, G und der Kreuzung G x HF vor und nach der Weideperiode, Mittelwerte und Standardabweichungen, Anzahl der Tiere in Klammern

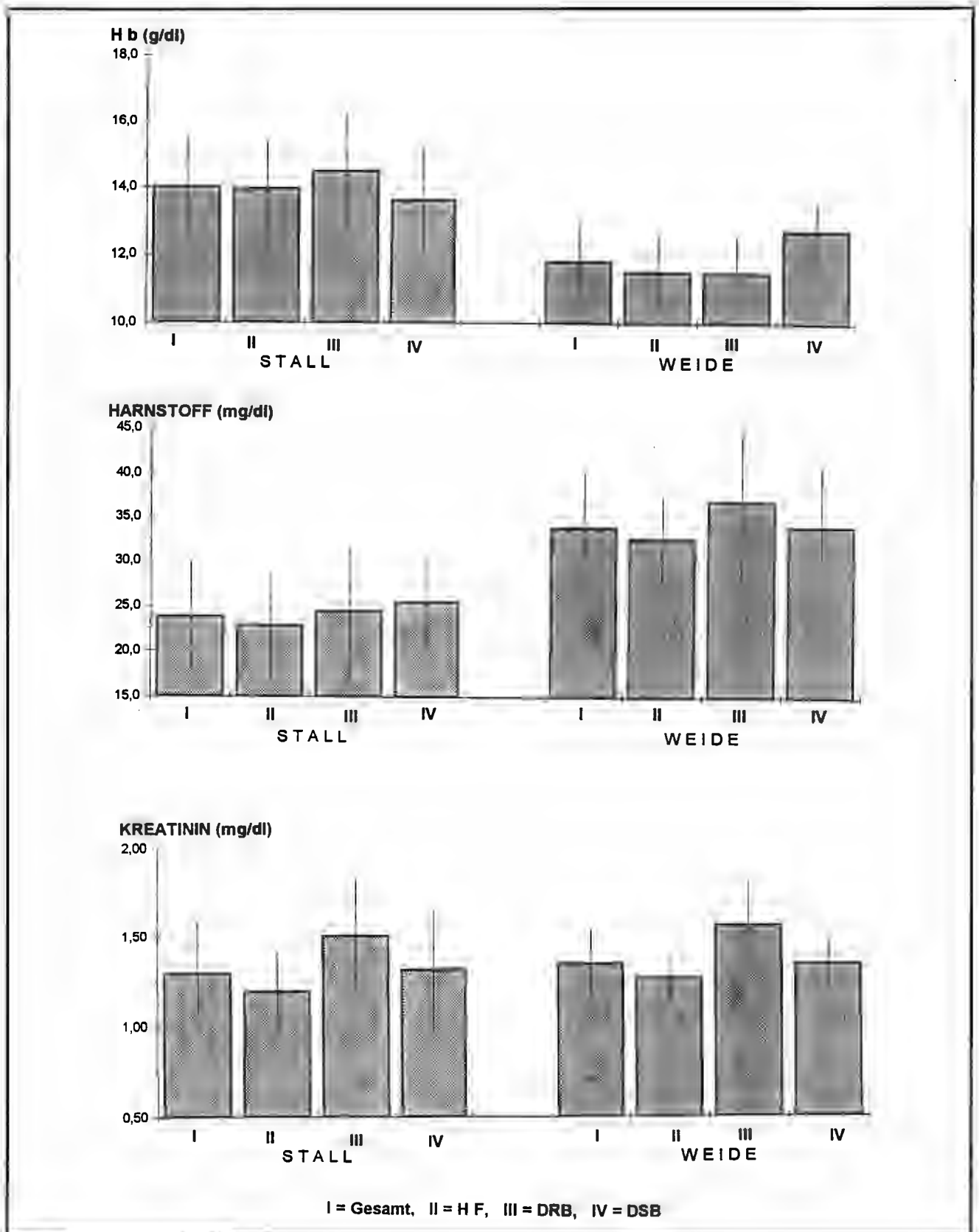


Abbildung 2: Konzentration von Hämoglobin im Blut und von Harnstoff und Kreatinin im Blutserum von trächtigen Jungrindern der HF, DSB und DRB vor und am Ende der Weideperiode 1993, Mittelwerte und Standardabweichung

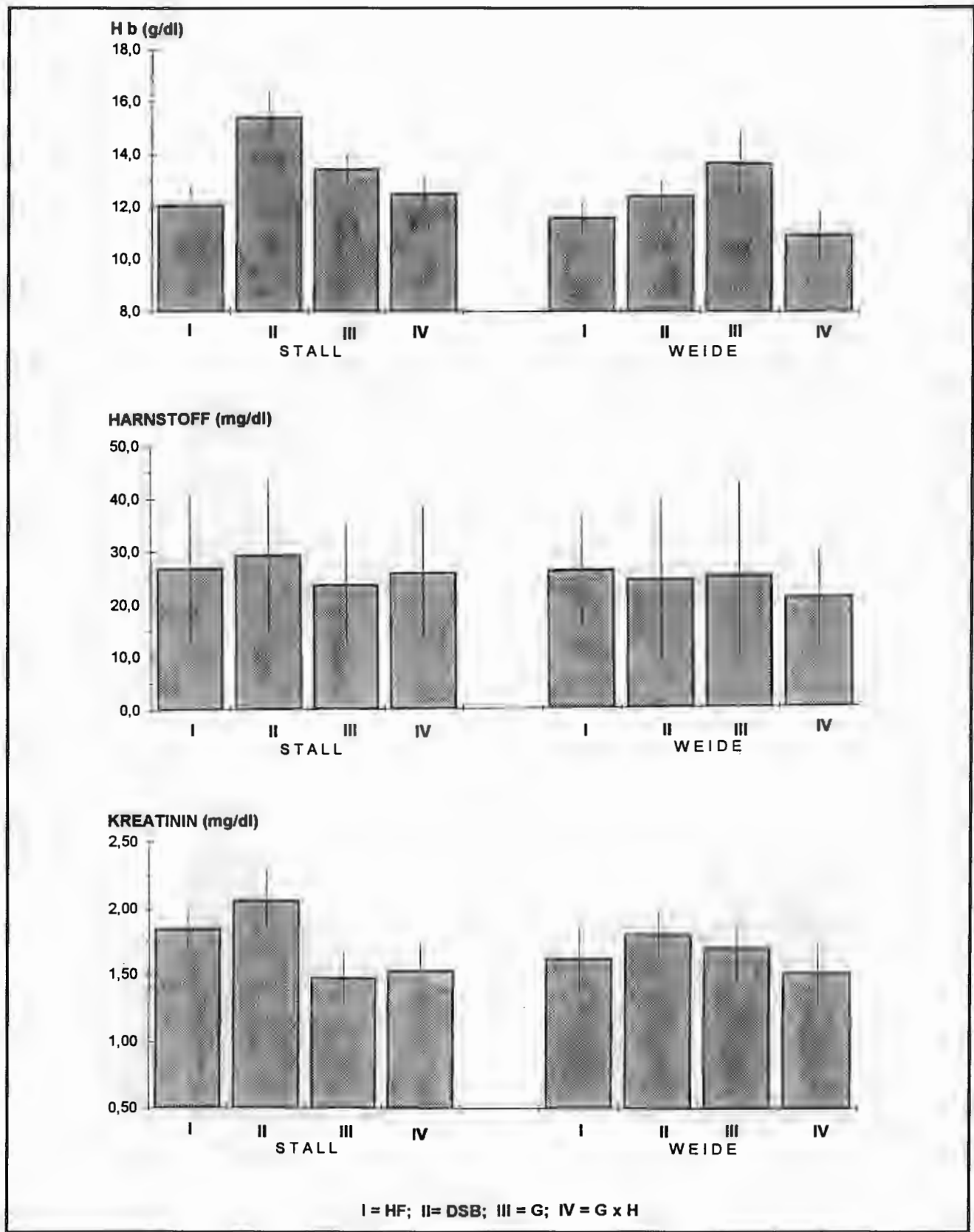


Abbildung 3: Konzentration von Hämoglobin im Blut und von Harnstoff und Kreatinin im Blutserum von trächtigen Jungrindern der HF, DSB, G und der Kreuzung G x HF vor und am Ende der Weideperiode 1994, Mittelwerte und Standardabweichung

### 3. 2 Korrelationen der Meßwerte

Hochsignifikante Korrelationen bestehen zwischen einigen Meßwerten wie Gesamteiweiß und Albuminen ( $N = 191$ ,  $r = 0,819$ ,  $y = 0,416x + 9,83$ ) oder Hämoglobin und Hämatokrit ( $N = 236$ ,  $r = 0,78$ ,  $y = 2,218x + 9,9$ ).

In der weiteren Bearbeitung der Untersuchungsbefunde sind die Korrelationen und Regressionen der Meßwerte der beiden Untersuchungspunkte zu analysieren, um die Individualspezifität von Meßwerten und Reaktionen im Verlaufe der Anpassung erkennen und einschätzen zu können. Weiterhin sind dieselben mit der Körpermasse, dem Lebensalter, der Wachstumsrate sowie der Trächtigkeitsdauer zu prüfen und Vergleiche der Rassenvertreter

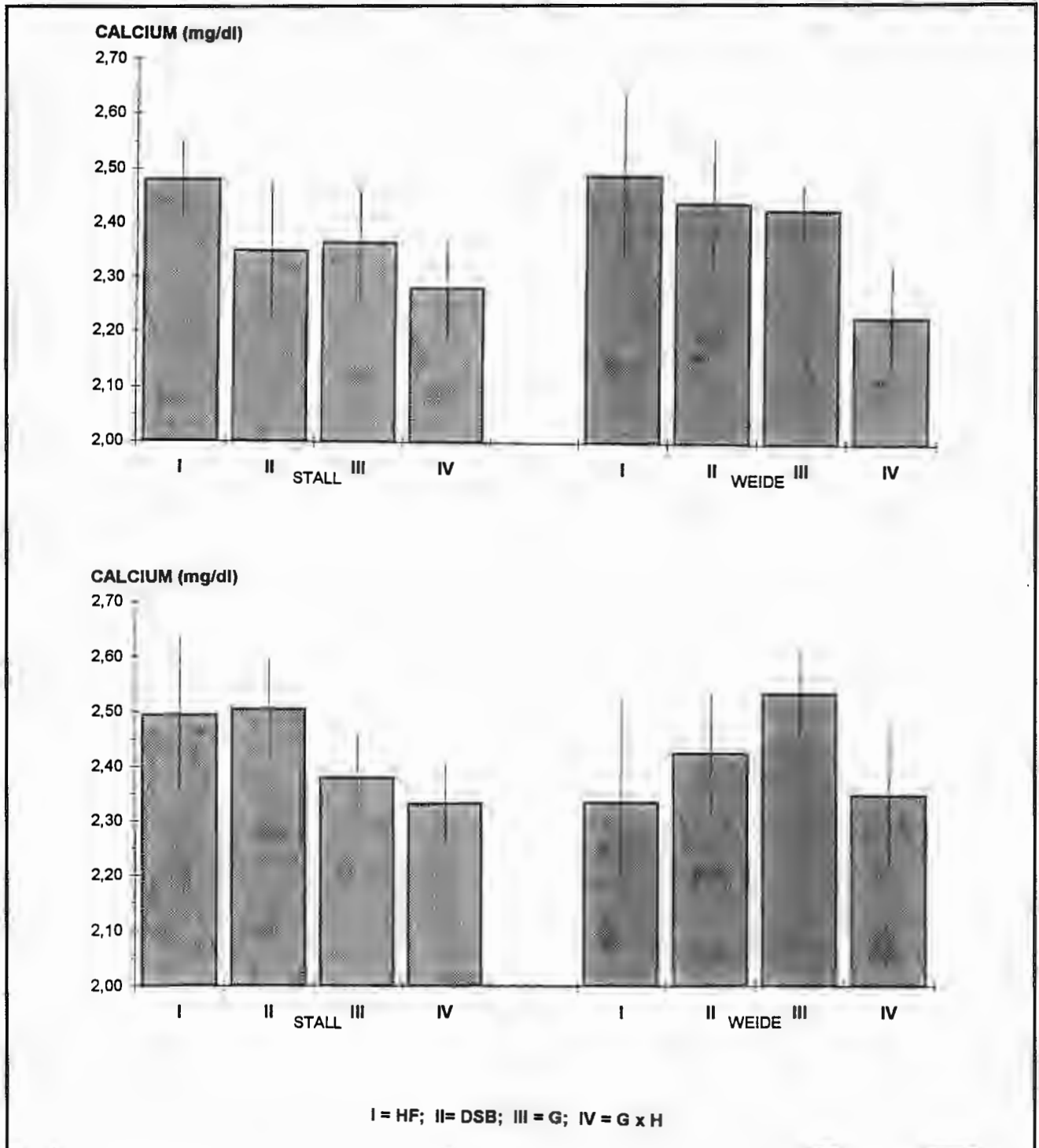


Abbildung 4: Konzentration des Ca im Blutserum von nicht trächtigen (unterer Teil) und trächtigen (oberer Teil) Jungrindern, übrige Bezeichnung wie bei Abbildung 3

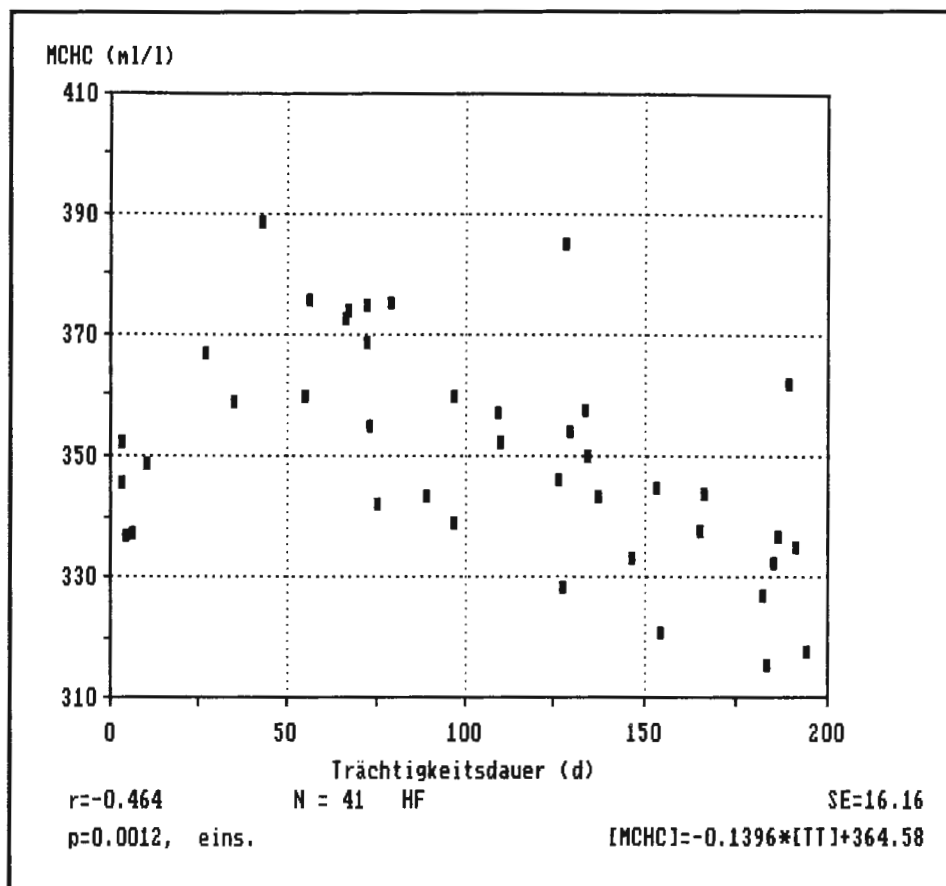


Abbildung 5: Beziehung zwischen Trächtigkeitsdauer und MCHC bei HF-Tieren, Einzelwerte

und der Kreuzung innerhalb von Kategorien dieser Variablen vorzunehmen. Wie aus der Abbildung hervorgeht, besteht ein enger Zusammenhang z. B. zwischen den Indices des roten Blutbildes und der Trächtigkeitsdauer.

### 3.3 Untersuchungen an Milchrindern

An Hochleistungsmilchrindern der HF wurde in den Jahren 1992, 1993 und 1994 umfangreiche Untersuchungen über verhaltensphysiologische Reaktionen und Anpassungsvorgänge während der Weideperiode durchgeführt. Die Tiere erhielten 2 kg Kraftfutter pro Tag während der Melkzeit. Die Weideperiode von 1992 war dadurch charakterisiert, daß einerseits größere Zeitperioden mit Trockenheit und warmem Wetter vorkamen und andererseits die Weideführung so gehandhabt worden ist, daß die Futterbemessung knapp war. Die Weideperiode 1993 hatte in der ersten Hälfte zunehmend Perioden mit geringen Niederschlägen, in der zweiten Hälfte jedoch reichlich Niederschläge und guten Aufwuchs an Pflanzen, und es war die Weideführung so geregelt, daß eine gegenüber 1992 reichlichere Futterbemessung gewährleistet war.

Änderungen der Mittelwerte im Verlaufe der Weideperiode sind bei allen Meßgrößen in bei-den Tiergruppen deutlich erkennbar (Abbildungen 6 bis 10). Unterschiede zwischen den Gruppen treten nach 4 Wochen beim Blutharnstoff und nach 10 bis 12 Wochen

bei der Hämoglobinkonzentration des Blutes, der Gesamteiweiß-, Mg- und Ca- und später auch bei der P a-, Fe- und Kreatinin-Konzentration auf. Bei den Milchrindern in verschiedenen Laktationen sind in vielen Fällen unterschiedliche Reaktionsgrade zu beobachten (Abbildungen 6 bis 10).

Nach der Aufstallung verschwinden die Unterschiede zwischen den Gruppen bei der Harnstoff- und Glukosekonzentration innerhalb von 2 bis 3 Wochen, bei den übrigen Meßgrößen bleiben sie noch längere Zeit bestehen und nehmen in einigen Fällen weiter zu.

Die Prüfung der Korrelationen und Regressionen der Meßwerte zwischen den Untersuchungspunkten ließ in vielen Fällen eine hohe Individualspezifität der Meßwerte und auch deren Änderung erkennen. Im Falle der Hämoglobinkonzentration des Blutes (Abbildungen 11 und 12) tritt eine Verringerung der Werte gegen Ende der Weideperiode ein. Dann verbleiben die Werte auf dem erreichten Niveau und steigen vor der Abkalbung der Tiere wieder an.

Die weitere Analyse der Untersuchungsbefunde berücksichtigt die Korrelationen und Regressionen der Blutmeßwerte mit der Laktationsdauer, Trächtigkeitsdauer und Länge der Trockenperiode sowie mit verschiedenen Milchleistungskriterien der Tiere. Vergleiche der Milchrindgruppen sind innerhalb bestimmter Kategorien der vorher genannten Variablen vorzunehmen.

### 4 Diskussion

Die Untersuchungsbefunde können unter folgenden Gesichtspunkten und Fragestellungen diskutiert werden:

- (1) Wie verlaufen die Anpassungsreaktionen in Beziehung zu den Leistungsmerkmalen bei gleichem oder/und unterschiedlichem genetischen Tiermaterial auf intensiv und umweltschonend bewirtschafteten Weideflächen?
- (2) Welche Meßgrößen ändern sich im Verlaufe der Weideperiode in welchem Grade bei den Tieren und worin sind die vermeintlichen Ursachen zu suchen?
- (3) Unter welchen Bedingungen lassen sich Beziehungen zwischen physiologischen Meßwerten und Leistungsmerkmalen nachweisen?
- (4) Welche Meßgrößen und welche Reaktionsweisen sind von hoher Individualspezifität?

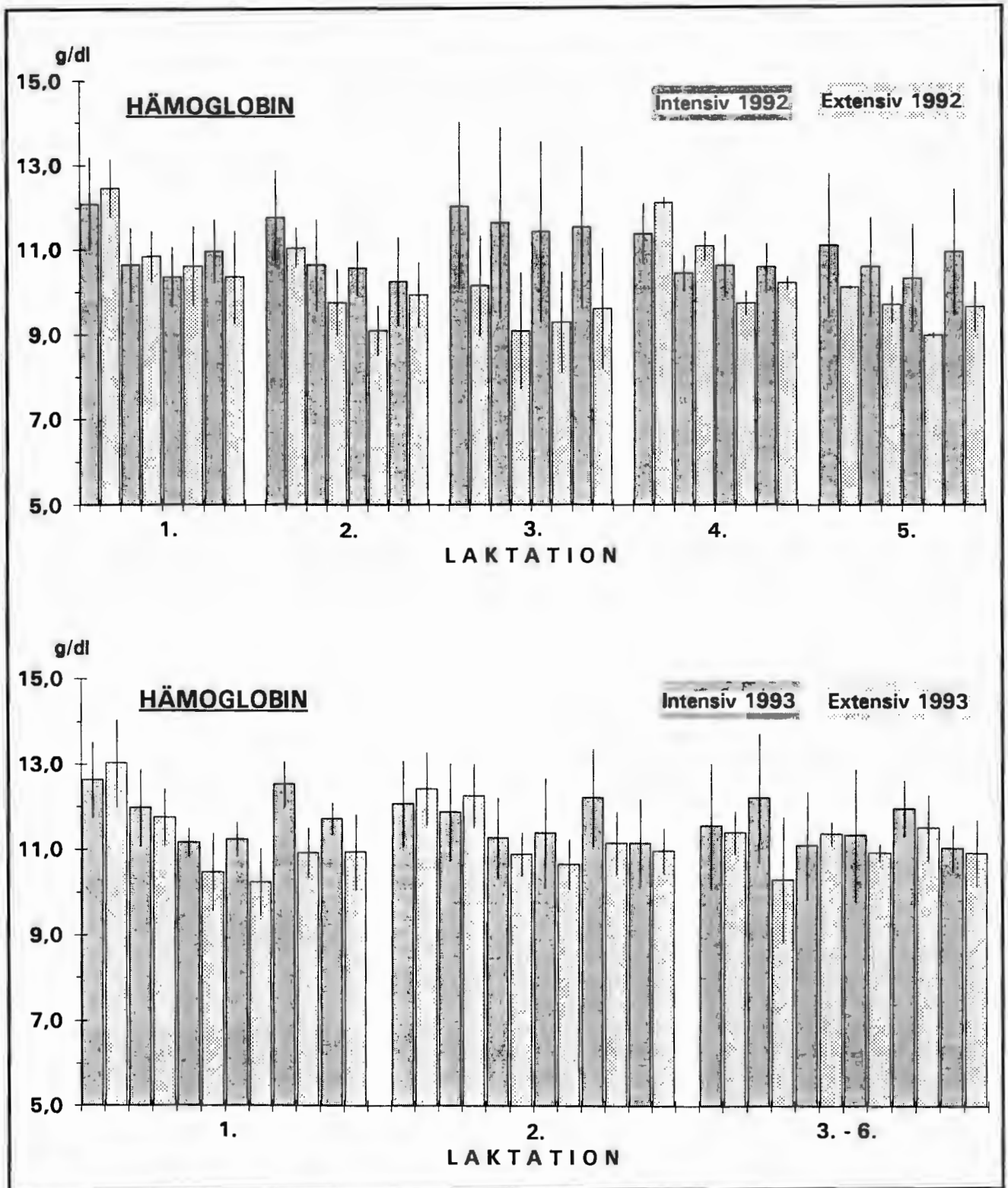


Abbildung 6: **Hämoglobinkonzentration des Blutes von Milchrindern (HF) vor, während und nach der Weideperiode, Gruppen nach Laktationsnummern, Mittelwerte und Standardabweichungen**

1992: 3 Säulenpaare Weide (10./11.6.; 11./12.8.; 22./23.9.)

1 Säulenpaar Stall (27./28.10.)

1993: 1 Säulenpaar Stall (29.3.)

4 Säulenpaare Weide (8./9.6.; 27./28.7.; 24./25.8.; 28./29.9.)

1 Säulenpaar Stall (19.10.)



Pflanzenaufwuchs, Weidemanagement und Weideführung haben einen Einfluß auf die Anpassungsreaktionen der Tiere, die bei den Rassenvertretern in unterschiedlicher Qualität ablaufen. Signifikante Unterschiede der Mittelwerte einiger Meßgrößen (z. B. Hämoglobin-, Kreatininkonzentration) können bei den

Rassenvertretern und der Kreuzung bereits vor der Weideperiode aufgezeigt werden, die sich offensichtlich infolge der spezifischen Bedingungen während der Winterstallhaltung insbesondere bei den Jungtieren (Gruppenhaltung) herausgebildet haben. Infolge der Gruppenhaltung sind Anpassungen an körperliche Aktivität

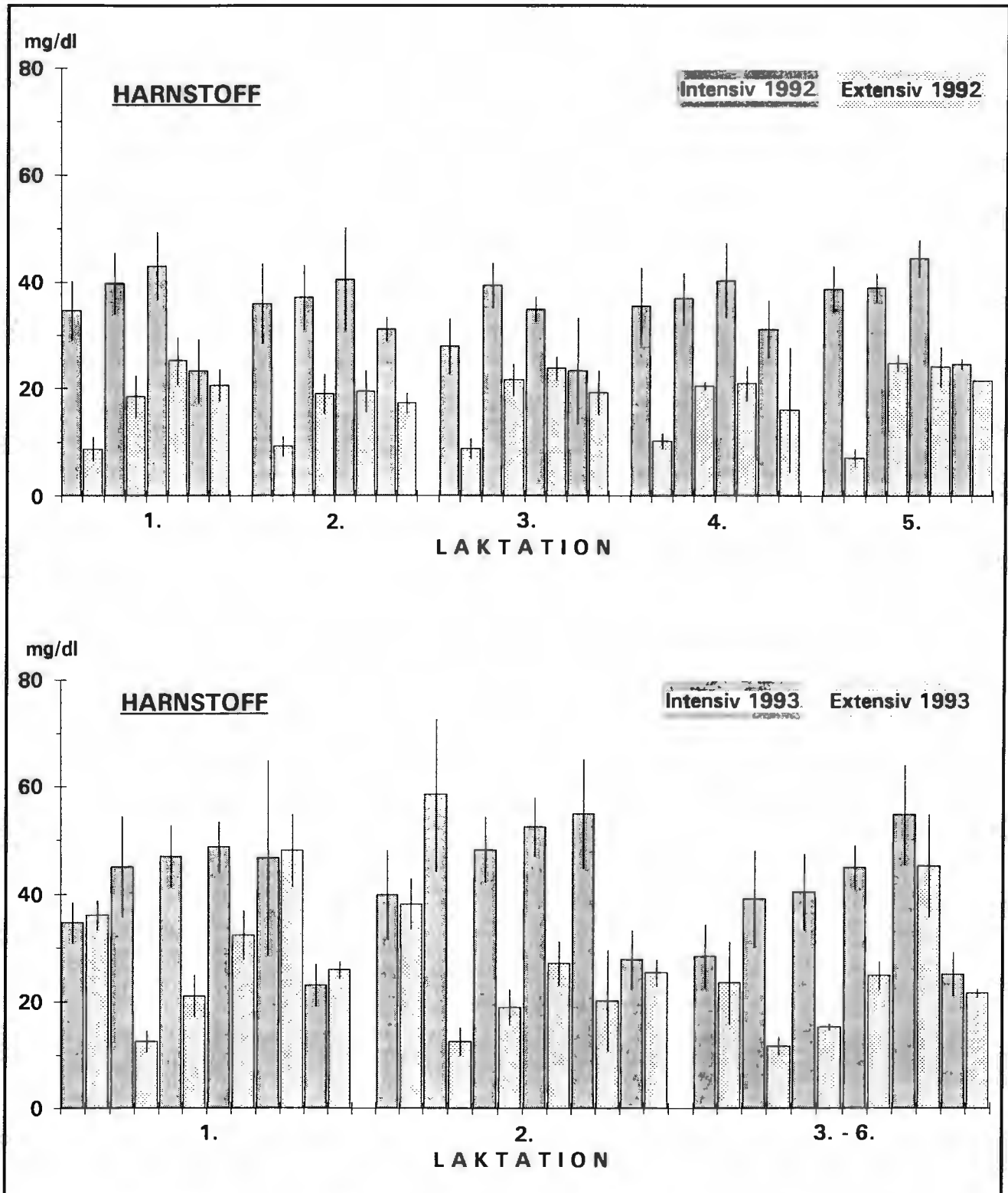


Abbildung 7: Harnstoffkonzentration des Blutserums von Milchrindern (HF), übrige Bezeichnung wie bei Abbildung 6

während der Weideperiode bei diesen Tieren nicht in dem Maße notwendig wie bei Milchrindern. Geht man von dem Kreatininhalt des Blutes aus, so unterscheiden sich die Rassenvertreter und die Kreuzung in der während der Weideperiode zugebildeten

Körpermasse sehr deutlich (Abbildungen 1 bis 3) in der Weise, daß Fleischrassen wie die Galloway die Fleischkörpermasse weiter vergrößert haben.

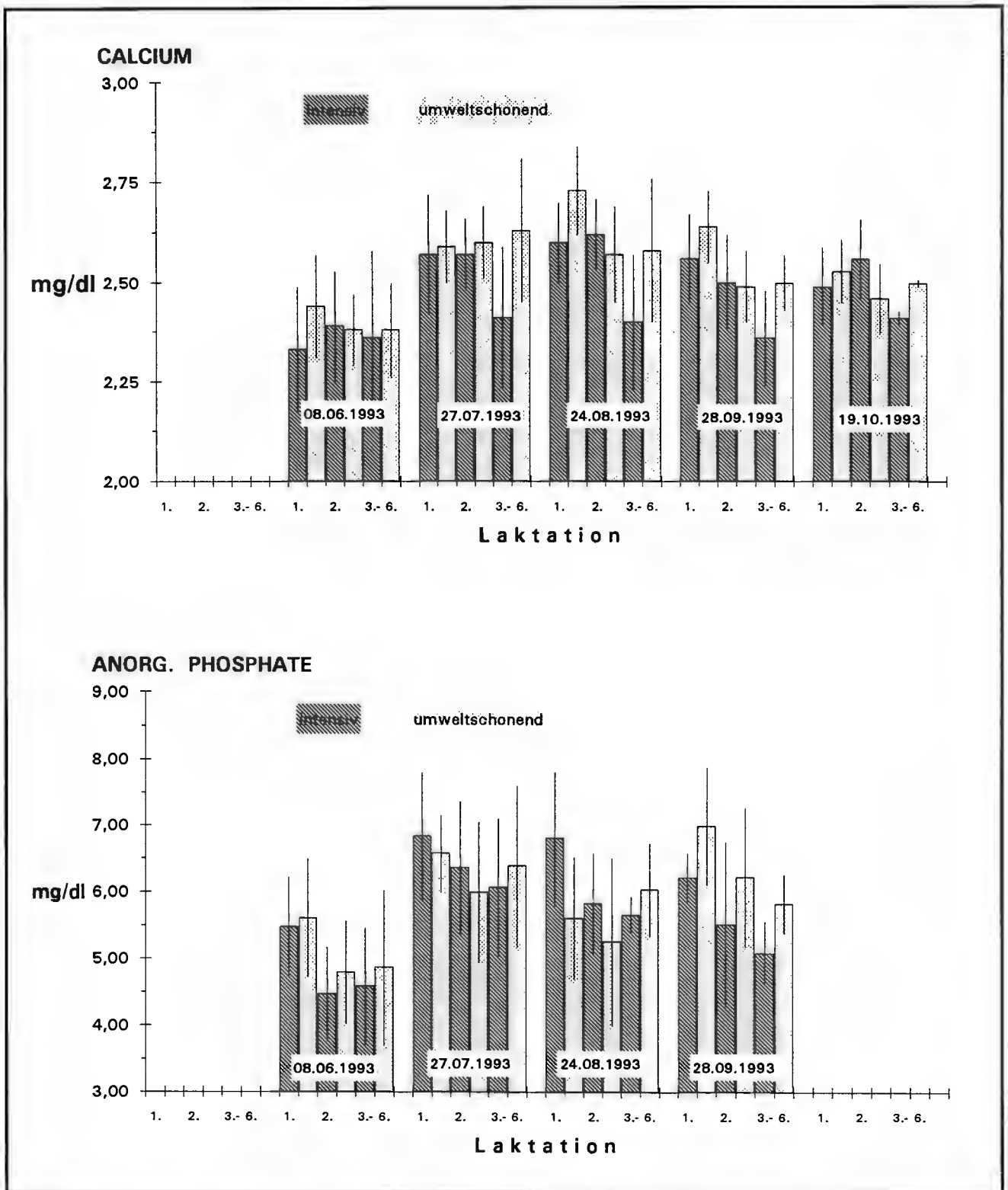


Abbildung 8: Konzentration von Ca und P im Blutserum von Milchrindern (HF) vor, während und nach der Weideperiode im Jahre 1993, Gruppen nach der Laktationsnummer

Die mit der Trächtigkeit verbundenen Funktionsänderungen des Tierkörpers beeinflussen in besonderem Maße die verhaltensphysiologischen und die Anpassungsreaktionen der Tiere während der Weideperiode (Abbildungen 2 bis 5), und sie können in einigen

Trächtigkeitsstadien bestimmend sein (Steinhardt et al., 1994b). Die kleineren Hämoglobinkonzentrationen am Ende der Weideperiode stehen mit der verstärkten Zunahme der Blutmenge (Reynolds, 1953) und der proportional größeren Zunahme

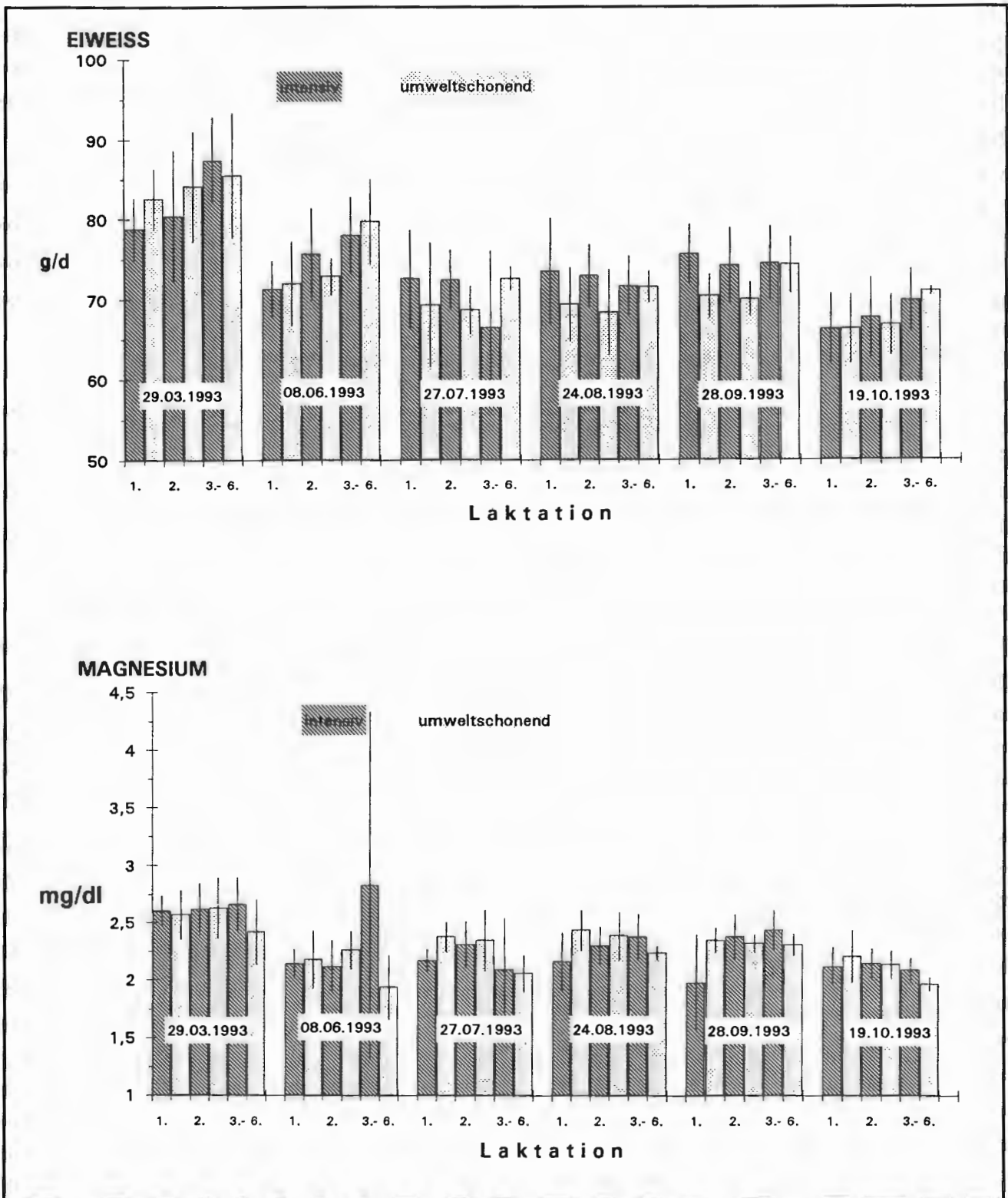


Abbildung 9: Konzentration von Gesamteiweiß und Mg im Blutserum von Milchrindern (HF) vor, während und nach der Weideperiode im Jahre 1993, Gruppen nach der Laktationsnummer, Mittelwerte und Standardabweichungen

des Plasmavolumens (Jönsson et al., 1992) im letzten Drittel der Trächtigkeit im Zusammenhang. Die gesteigerte Erythrozytenbildung (Howells et al., 1986; Lurie und Danon 1992; Lurie, 1993) kommt an den Änderungen der Indices der Erythrozyten (Abbildung 5) zum Ausdruck. Der Anteil junger Erythrozyten mit großem Volumen im Blut nimmt zu. Im ersten Drittel der Trächtigkeit überwiegt die Erythrozytenbildung, und es

können sehr große Hämoglobinwerte erreicht werden, wie das bei den Tieren der DSB zu sehen ist. Auch in anderen Untersuchungen hatten die DSB gegenüber HF und DRB größere Hämoglobinkonzentrationen (Steinhardt et al., 1994a; 1995).

Die hohen Blutharnstoffkonzentrationen sind Ausdruck der ausreichenden Verfügbarkeit von aminosäure- und eiweißreichem Futter (Beutlhauser, 1982; Eckart, 1980; Blum und

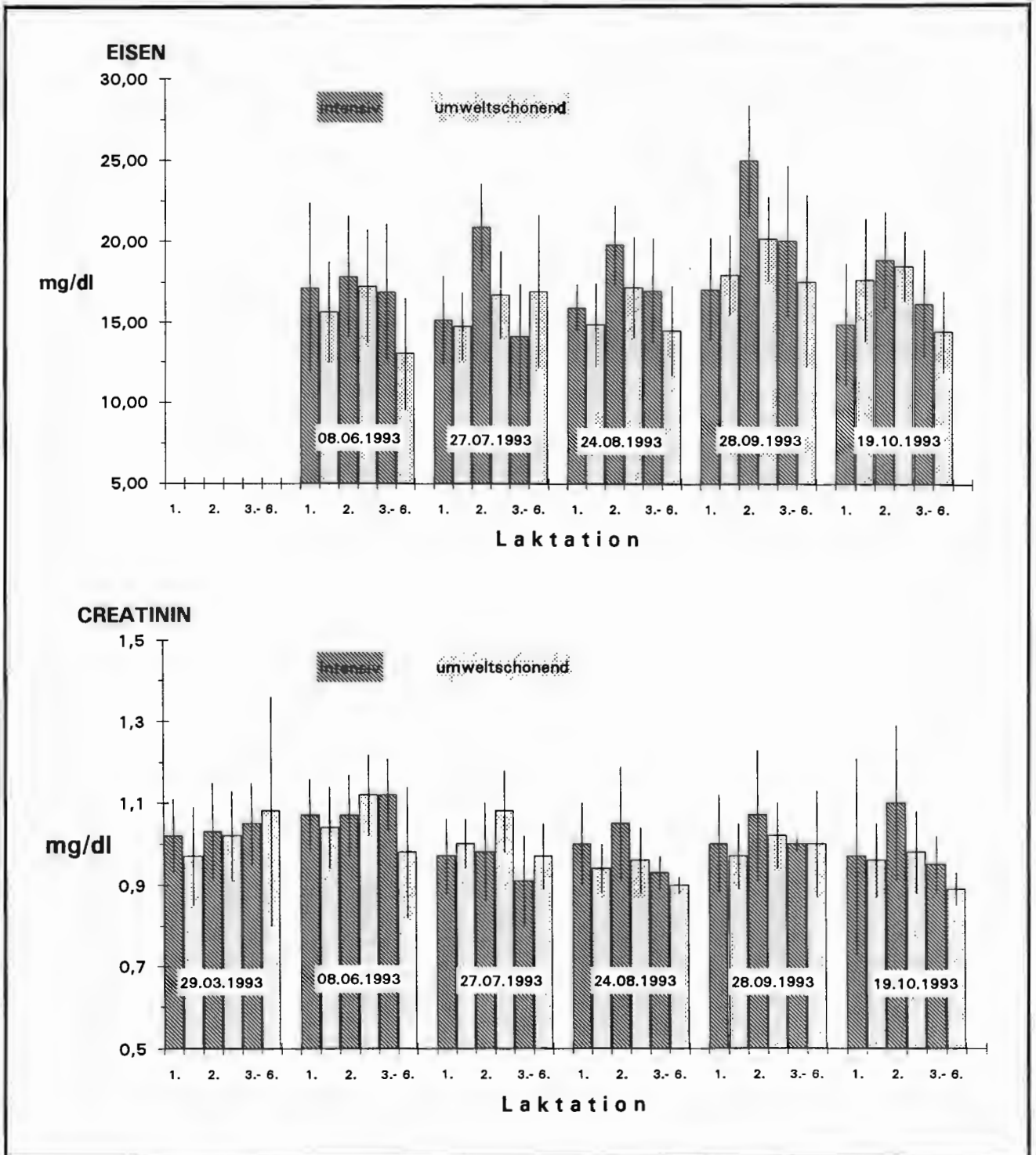


Abbildung 10: Konzentration von Fe und Kreatinin im Blutserum von Milchrindern (HF) vor, während und nach der Weideperiode im Jahre 1993, Gruppen nach der Laktationsnummer, Mittelwerte und Standardabweichungen

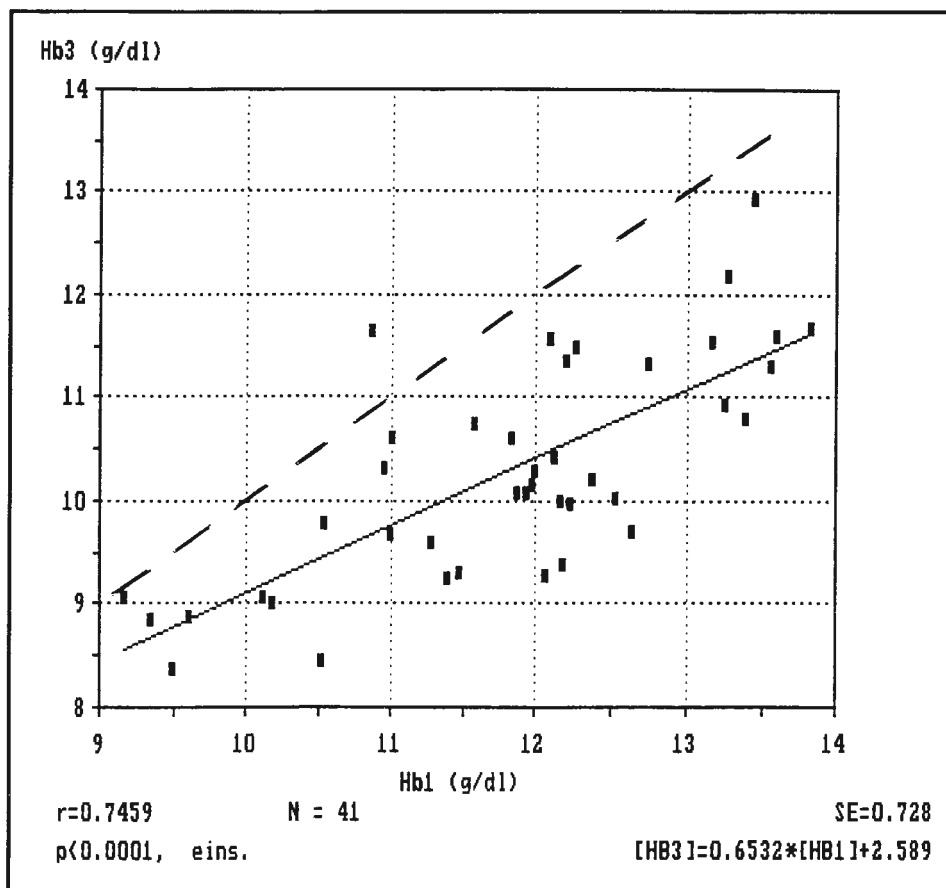


Abbildung 11: Beziehung zwischen Hämoglobinkonzentration (Hb1) von HF-Milchrindern bei Weidebeginn (10./11.6.) und derselben (Hb3) gegen Ende der Weideperiode (22./23.9.), Einzelwerte und lineare Regression, unterbrochene Linie:  $y = x$

Kunz, 1980; Paulicks, 1992; Reinartz und Hofmann, 1989). Das durch den Trächtigkeitsanabolismus beeinflusste Körperwachstum dieser Tiere (Robinson, 1986) führt offensichtlich zu verschiedenen Qualitäten der zugebildeten Körpermasse innerhalb einer Rassengruppe und zwischen den Rassengruppen. Während bei den Galloway-Rindern die Fleischkörpermasse weiter vergrößert wird, scheint ihr Anteil an der Körpermasse bei HF und DSB konstant zu bleiben. Auch die unterschiedliche Regulationsfähigkeit des Mineralstoffbestandes der Rassenvertreter kommt insbesondere während der Trächtigkeit unter den gegebenen Bedingungen der Weidehaltung zum Ausdruck (Abbildung 4).

Die Gesamteiweiß- und die Albuminkonzentration des Blutserums reagieren auf Proteinernährung, körperlichen Trainingszustand und die aktuelle körperliche Belastung durch Muskeltätigkeit. Tiere, die an Manipulationen durch den Menschen nicht gewohnt und/oder in einzelnen Fällen leicht erregbar sind, können vor und während der Blutprobengewinnung intensive dynamische und statische Muskeltätigkeit ausführen, die die Konzentration vieler Blutinhaltsstoffe beträchtlich ändert (Stodola und Slipka, 1986). Die sehr hohen Hämoglobinwerte bei einigen Galloway-Rindern sind wahrscheinlich auf solche Effekte zurückzuführen.

Bei den Milchrindern sind körperliche Aktivität während des Weideganges, fortgesetzte Laktation und die Anpassung an die Trächtigkeit mit einem Abfall der Konzentrationen von Hämoglobin, Gesamteiweiß, Albuminen, Ca, Mg und Glukose verbunden. Das Training der mit der Nahrungssuche aktivierten Muskulatur und die verbesserte Proteinernährung haben anfangs eine Zunahme bestimmter Muskelgruppen und damit auch einen geringen Anstieg der Kreatininkonzentration zur Folge. Während der Gravidität wird die Albuminkonzentration verringert (Helkjer et al., 1992; Maher et al., 1993), wobei die Zunahme der Konzentration anderer Proteine wie alpha-Fetoprotein eine Rolle spielen könnte. Die GesamtproteinKonzentration ist während des Weideganges kleiner gegenüber dem Ende der Stallhaltungsperiode, fällt geringgradig weiter ab und ist nach der Aufstallung kleiner als während des Weideganges.

Die Harnstoffkonzentration des Blutes wird von Anfang an hochgradig durch die unterschiedliche Qualität des Futters auf den Wei-

deflächen und durch die Futterbemessung bestimmt und erreicht bei Milchrindern auf umweltschonend bewirtschafteten Weideflächen die niedrigsten und bei denjenigen auf intensiv bewirtschafteten Weideflächen die höchsten bekannten Wertebereiche, wobei sich die Jahre 1992 und 1993 deutlich im Niveau und der Änderung der Harnstoffkonzentration während der Weideperiode unterscheiden. Bei Milchrindern auf intensiv bewirtschafteten Weideflächen liegt während der gesamten Weideperiode eine Proteinüberernährung vor, bei jenen auf umweltschonend bewirtschafteten Weideflächen kann eine solche vorübergehend nach gutem Pflanzenaufwuchs vorkommen. Der gesicherte Anstieg der Blutharnstoffkonzentration im Verlaufe der Weideperiode bei letzterer Gruppe kann einerseits auf eine verstärkte Mobilisierung der Körpersubstanz der Tiere bei sehr knapper Futterbemessung wie im Jahre 1992 und/oder bei verbesserter Proteinernährung infolge guten Grasaufwuchses wie im Jahre 1993 bedingt sein. Dies wird durch die abnehmenden und bei den Milchrindern auf umweltschonend bewirtschafteten Weideflächen kleineren Kreatininwerte bestätigt (Abbildung 10).

Jahreszeitliche Einflüsse auf den Harnstoffgehalt des Blutserums mit höheren Werten von Juni bis September während der Weidezeit sind bekannt (O'Farrell et al., 1986; Payne et al., 1974; Pöhlmann, 1981). Die Harnstoffkonzentrationen

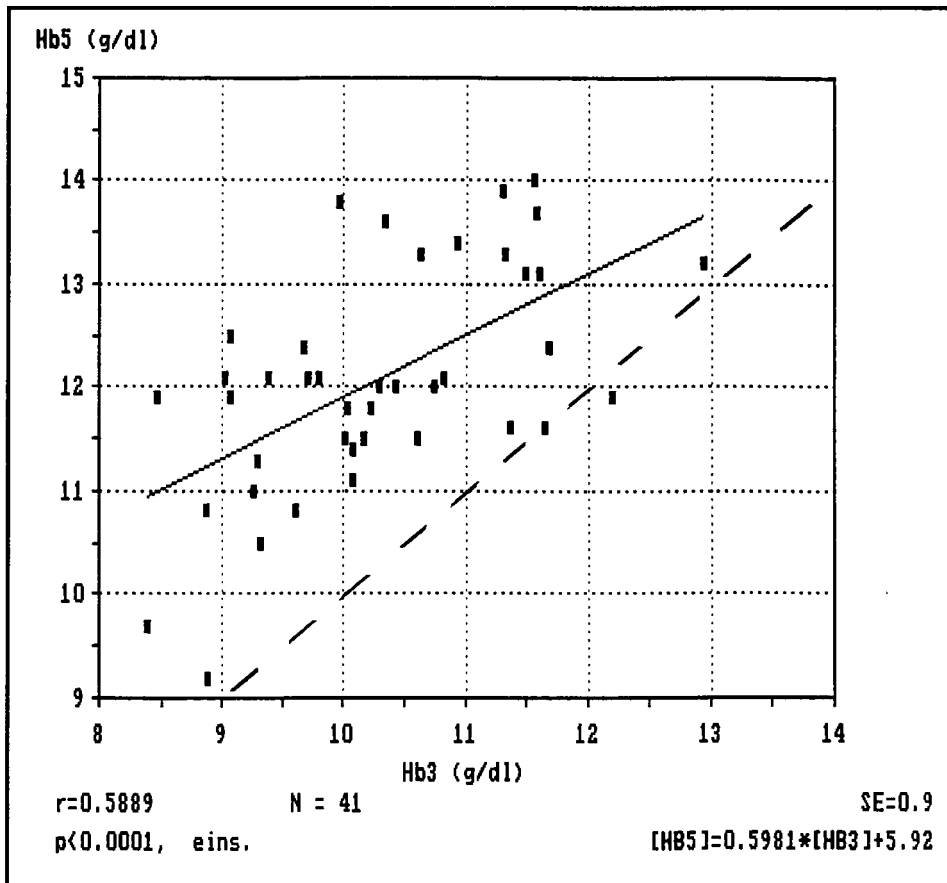


Abbildung 12: Beziehung zwischen Hämoglobinkonzentration (Hb3) von HF-Milchrindern gegen Ende der Weideperiode (22./23.9.) und derselben (Hb5) bei der Abkalbung der Tiere, Einzelwerte und lineare Regression, unterbrochene Linie:  $y = x$

während der Weideperiode 1993 bei den Milchrindern müssen als sehr hoch eingeschätzt werden. Die über größere Zeiträume erhöhten Blutharnstoffkonzentrationen sind nicht nur wegen möglicher toxischer Wirkungen von Interesse, sondern sie können auch mit Störungen des Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushaltes verbunden sein (Probst et al., 1978). Bei den Milchrindern auf umweltschonend bewirtschafteten Weideflächen variierte die Blutharnstoffkonzentration über einen Bereich, der von Lotthammer (1988b) (15 bis 35 mg/dl) als physiologischer Variationsbereich angenommen wird.

Größere Hämoglobinkonzentrationen bei Milchrindern auf intensiv bewirtschafteten Weideflächen können durch das Laktations- und Trächtigkeitsstadium bedingt sein. Bei Rindern in Laktation und Trächtigkeit ist eine andere Reaktion zu erwarten als bei den trächtigen Färsen. Zunahmen der Hämoglobinkonzentration und des Hämatokrit gegen Ende der Laktationsperiode und der Trächtigkeit und Höchstwerte im peripartalen Zeitraum (Bostedt et al., 1974) sind durch Änderungen von Plasmavolumen und Erythrozytenvolumen bedingt, die mit dem Trockenstellen der Milchrinder verbunden und durch verminderte körperliche Aktivität u. a. auch infolge der Hochträchtigkeit verursacht sein können.

Die größeren Hämoglobinkonzentrationen können auch mit der Nitratbelastung dieser Tiere im Zusammenhang stehen, obwohl sich die Unterschiede zwischen den Gruppen erst Mitte bis Ende Weideperiode deutlich abzeichnen. Der Nitratgehalt in der Trockensubstanz steigt direkt mit der Menge der Stickstoffdüngung pro Hektar Grünland an (Pöhlmann, 1981; Klawonn et al., 1995) und hat eine enge Beziehung zum Eiweißgehalt des Futters. Durch Ansammlung von Düngemitteln in Bodensenken (Fahrspuren, Trittlöcher), was nach Regenfällen verstärkt sein kann, sind beträchtliche Konzentrationsunterschiede dieser Stoffe möglich. Der Nitratgehalt im Blut steht in direkter Beziehung zu demjenigen in der Trockensubstanz des Grundfutters, und eine gesicherte Korrelation konnte zwischen Plasmanitrat und Harnstoff bei laktierenden ( $r = 0,31$ ) und trockenstehenden Milchrindern ( $r = 0,35$ ) gefunden werden (Hambitzer et al., 1987).

Die Aufnahme größerer Nitratmengen führt bei trächtigen Färsen unverzüglich zu einer Steigerung der erythropoietischen Aktivität (Jainudeen et al., 1964), die mit größerem Hämoglobingehalt und Hämatokrit verbunden ist. Bei laktierenden Rindern sind Steigerungen dieser Werte bei Nitrataufnahme mit dem Futter nicht so eindeutig einzuschätzen (Hambitzer et al., 1987). Bemerkenswert sind die sehr hohen Serumeisenkonzentrationen bei Kühen in der zweiten Laktation auf intensiv bewirtschafteten Weideflächen (Abbildung 10), die mit einer erhöhten Erythrozytenabbaurate in Verbindung stehen können. Die permanente Methämoglobinbildung infolge der Nitrataufnahme (Saeiki und Hayashi, 1973) muß einen bestimmten Grad erreichen oder kann durch kumulative und additive Effekte die verstärkte Erythrozytenbildung auslösen und in Abhängigkeit von weiteren Faktoren dann auch zu vergrößerten Hämoglobin- und Hämatokritwerten führen. Die Messung des Methämoglobingehaltes des Blutes könnte ein besseres Monitoring der Nitratbelastung gewährleisten. Auf die stärkere Nitratbelastung bei Weidehaltung gegenüber der Stallhaltung und deren Folgen für Gesundheit und Fruchtbarkeit von Milchkühen ist aufmerksam gemacht worden (Lotthammer et al., 1982; Lotthammer, 1988a; 1992).

Nicht auszuschließen sind eine gesteigerte Erregbarkeit der Tiere auf intensiv bewirtschafteten Weideflächen oder auch größere Verluste an Mineralstoffen über die Nieren bei diesen Tieren, denn die Unterschiede der Ca- und Pa-Konzentration im Blut zwi-

schen den Tiergruppen traten im Gegensatz zu denjenigen von Mg ebenfalls während dieser Zeit der Weideperiode deutlicher hervor als im Weidebeginn. Verstärkte Säure-, auch Aminosäureausscheidung über die Nieren ist mit gesteigerter Mineralstoffausscheidung verbunden. Negative Beziehungen zwischen der Plasmakonzentration von K und  $\text{NO}_3$  ( $r = 0,32$ ) sowie Na und  $\text{NO}_2$  ( $r = -0,53$ ) und Mg und  $\text{NO}_2$  ( $r = -0,23$ ) konnten bei Milchrindern nachgewiesen werden (Hambitzer und Sommer, 1986). Eine Verfeinerung der Einschätzung kausaler Zusammenhänge ist durch die Prüfung der Korrelationen der Blutmeßwerte mit der Laktations- und Trächtigkeitsdauer zu erwarten.

Während des Weideganges ist die Ausprägung individualspezifischer Reaktionsweisen bei den Milchrindern in stärkerem Maße möglich als während der Anbindehaltung im Stall, was insbesondere die selektive Futtermittelaufnahme und auch die Wasser- und Salzaufnahme betreffen kann. Auch soziale Einflußfaktoren können diesbezüglich eine Rolle spielen, wenn die Tiere z. B. wie bei Portionsweide auf sehr kleiner Fläche gehalten werden. Die Prüfung der Korrelationen der Meßgrößen bei wiederholten Untersuchungen an den gleichen Tieren kann mehr Einblick in die individuellen Anpassungsreaktionen als die Statistiken einmaliger Querschnittsuntersuchungen geben. Darüber hinaus sind solche Analysen gesondert innerhalb der Altersgruppen möglich, deren Meßgrößen in vielen Fällen schon bei gewohnten Situationen unterschiedlich sind, sich bei extremen Umgebungs- und Leistungsbedingungen dann jedoch noch stärker unterscheiden können. Unterschiedliche Reaktionsgrade der Milchkuhe in der ersten, zweiten und in höheren Laktationen sind an den Abbildungen 6 bis 10 zu erkennen.

Die genetisch festgelegte Leistungsbereitschaft der Milchrinder ist mit metabolischen Prozessen verbunden, die die Körpersubstanz der Tiere in starkem Maße mit einbeziehen können und auch andere Funktionssysteme des Tierkörpers und deren Regelbreite und Kapazität einschränken können, wenn der Energie- und Stoffdurchsatz z. B. bei der Zufuhr über die Nahrung beeinflusst wird und nicht mehr adäquat ist. Von Interesse ist die Frage, welcher Grad der Einschränkung oder Störung anderer Funktionssysteme über welche Zeiträume zulässig ist, ohne daß nachhaltige, die Nutzung des Tieres vermindernde Wirkungen eintreten. Hier wären Kriterien der Reproduktionsleistung und Fertilität, der Erkrankungs- und Behandlungsfrequenz sowie die Lebensleistung und Nutzungsdauer heranzuziehen, wofür wegen der Frequenz dieser Ereignisse und Erscheinungen nur in sehr großen Tierbeständen oder über größere Zeiträume zuverlässige Aussagen erreicht werden können. Dabei ist es von Bedeutung, wann im Verlaufe des Lebens eines Tieres schädigende Haupteffekte wirksam gewesen sind. Erste Hinweise auf vorteilhafte Bedingungen der Tiergruppen auf umweltschonend bewirtschafteten Weideflächen auch in dieser Hinsicht liegen vor.

Zu berücksichtigen ist bei der Einschätzung der Untersuchungsergebnisse auch der regelmäßige Wechsel von Stall- und Weidehaltung, wobei die Versuchstiergruppen dann während der Stallhaltungsperiode für 6 bis 7 Monate wieder weitgehend gleichen Ernährungs- und Haltungsbedingungen ausgesetzt sind.

Die bemerkenswerte Variation einiger Meßgrößen bei Rindern unter den gegebenen Bedingungen, die offensichtlich nicht vorrangig auf circadiane Biorhythmizität zurückzuführen ist, sondern adaptiven (Umwelt, Ernährung, körperliche Aktivität, Trächtigkeit) und saisonalen Reaktionen zugeordnet werden kann, ist von Bedeutung in Verbindung mit dem Anliegen, die Korrelationen physiologischer Größen mit verschiedenen Leistungskriterien der Tiere zu untersuchen. Variationen physiologischer Meßwerte bei Rindern sind beschrieben worden (Hewett, 1974; Rowlands et al., 1975; Rowlands, 1984; Jensen et al., 1992a; b), und sie sind unter dem Gesichtspunkt von Interesse, welcher Variationsbereich der Meßwerte für welches Entwicklungs-, Funktions- und Adaptationsstadium und Leistungsniveau der Rinder repräsentativ und referenzfähig ist.

## 5 Schlußfolgerungen

- 1) Die Nahrungsverfügbarkeit bestimmt in hohem Maße die Reaktionen der Tiere während der Weideperiode. Sie ist abhängig von:
  - Weideführung
  - individueller Fähigkeit der Nahrungssuche und -aufnahme.
- 2) Tiere auf intensiv bewirtschafteten Weideflächen (Dauergrünland) zeigen Reaktionen, die für eine permanente absolute oder relative Proteinüberernährung sprechen. Anzeichen einer vorübergehenden Proteinüberernährung können bei Tieren auf umweltschonend bewirtschafteten Weideflächen unter den gegebenen Bedingungen festgestellt werden.
- 3) Die Anpassungsreaktionen während der Weideperiode sind bei Tieren in der 1. und 2. Laktation von größerem Ausmaß als bei Tieren in höheren Laktationen, wenn die Bedingungen während der Weideperiode gesteigerte Anforderungen an die Tiere stellen oder sogar in extreme Bereiche gehen.
- 4) Unterschiede an den Reaktionen der Tiergruppen auf intensiv und umweltschonend bewirtschafteten Weideflächen (Dauergrünland) lassen sich bei einigen Meßgrößen (Harnstoff, Bluteiweiß, Mg) bereits 4 bis 6 Wochen nach Weidebeginn und bei anderen Meßgrößen (Hb, Hk, Glukose, Ca, P) gegen Mitte und Ende der Weideperiode aufzeigen.
- 5) Die Ausprägung individualspezifischer Reaktionsweisen ist an einigen Meßgrößen sicher nachweisbar. Die Korrelationen dieser Reaktionsweisen und Kennwerte mit Leistungskriterien und deren Bedeutung werden weiter untersucht.
- 6) Mineralstoffversorgung und -stoffwechsel bei Milchrindern müssen eine ausreichende Beachtung bei den verschiedenen Formen der Weidebewirtschaftung finden.
- 7) Die Nitratbelastung der Tiere während der Weideperiode auf intensiv bewirtschafteten Weideflächen (Dauergrünland) und deren Folgen sind anscheinend von erheblicher Bedeutung. Der Einfluß der Nitratbelastung auf die Reaktionen der Tiere kann stärker in die Untersuchungen zum Vergleich von unterschiedlich bewirtschafteten Weideflächen einbezogen werden.

## 6 Zusammenfassung

Bei Jungtieren verschiedener Rassen und einer Kreuzung und bei Milchrindern sind vor, während und nach der Weideperiode auf intensiv und umweltschonend bewirtschafteten Weideflächen verhaltensphysiologische und Blutuntersuchungen vorgenommen und Leistungskriterien erfaßt worden. Zwischen den Gruppen und auch innerhalb der Gruppen zwischen den Untersuchungspunkten konnten gesicherte Mittelwertunterschiede bei den meisten Meßgrößen festgestellt werden, die eine Einschätzung der Anpassungsreaktionen der Tiere unter den verschiedenen Haltungsbedingungen und bei gleichzeitigem Körperwachstum oder sich entwickelnder Gravidität und fortdauernder Laktation ermöglichen. Die wiederholte Untersuchung der gleichen Tiere erlaubt die Prüfung der Individualspezifität von Meßgrößen und von Reaktionen mit Hilfe der Regressionsrechnung, wie am Beispiel der Hämoglobinkonzentration aufgezeigt wird.

### Physiological reactions and adaptation in grassing cattle during and after the period on pasture grounds heavy fertilized or managed in an environmentally healthy way

Growing dairy cattle from different breeds and a cross breed and adult dairy cattle were investigated before, during and after the period the animals were put out on grass of pastures managed with heavy fertilization or in an environmentally healthy way. The measures of jugular venous blood samples, repeatedly taken from the same animals, were compared within and between the groups and correlated with performance traits of the animals allowing to assess group and individual adaptation reactions to the different environments of growing and pregnant dairy cattle. Individual differences were more pronounced in young and older animals kept on pasture than in the same animals kept tied in a cow house or group housed in a cattle barn. Differences of mean values between groups and within the groups between test points could be found in near all blood measures some being more obvious in the middle and the end of the time period the animals spent on the special pasture ground.

### Literatur

- Beuthauser, B. (1982): Harnstoffkonzentrationen in Milch und Körperflüssigkeiten bei Hochleistungskühen. - Vet. med. Diss. Universität München.
- Blum, J. W. und Kunz, P. (1980): Stoffwechselprofile: Veränderungen von Hormonen und Metaboliten im Zusammenhang mit der Milchleistung. - In: Optimale Fütterung, Erkennung und Behandlung von Stoffwechselstörungen bei Hochleistungskühen. - Schriften der Schweizerischen Vereinigung für Tierzucht, Nr. 57, S. 39-51.
- Bostedt, H., Wagenseil, F. und Garhammer, M. (1974): Untersuchungen über den Eisen- und Kupfergehalt im Blutserum sowie über das rote Blutbild des Rindes während der Gravidität und in der Zeit um die Geburt. - Züchtg. 9, S. 49-57.
- Eckart, K. (1980): Bestimmung des Harnstoffgehaltes der Milch. Ein Beitrag zur Beurteilung der Protein- und Energieversorgung bei Kühen. - Vet. med. Diss. München.
- Frühling, S. (1983): Blutparameter bei weiblichen Jungrindern. - Agr. Diss. Universität Kiel.
- Hambitzer, R. und Sommer, H. (1986): Nitrat- und Nitritwerte im Blutplasma von Milchkühen und ihre Beziehung zum Blutprofil. - Tierärztl. Umschau 41, 634-641.
- Hambitzer, R., Velke, H., Ramm, K. und Sommer, H. (1987): Bewertung der Nitratbelastung von laktierenden und trockenstehenden Milchkühen anhand der Nitratwerte im Blutplasma und eines Blutprofils. - Tierärztl. Umschau 42, S. 775-780.
- Helkjær, 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.
- Hewett, C. (1974): On the causes and effects of variations in the blood profile of Swedish dairy cattle. - Acta Vet. scand. Suppl. 50, S. 1-152.
- Hoppe, T. (1995): Untersuchungen zur Weidewirtschaft mit Milchkühen bei Verzicht auf Stickstoffdüngung. - Agr. Diss. Universität Kiel.
- Howells, M. R., Jones, S. E., Napier, A. F., Saunders, K. and Cavill, I. (1986): Erythropoiesis in pregnancy. - Br. J. Haematol. 64, S. 595-599.
- Jainudeen, M. R., Hansel, W. and Davison, K. L. (1964): Nitrate toxicity in dairy heifers - erythropoietic responses to nitrate ingestion during pregnancy. - J. Dairy Sci. 47, S. 1382-1387.
- Jensen, A. L., Houe, H. and Nielsen, C. G. (1992): Critical differences of clinical-chemical parameters in blood from Red Danish dairy cows. - Res. Vet. Sci. 52, S. 86-89.
- Jensen, A. L., Houe, H. and Nielsen, C. G. (1992): Critical differences of clinical-chemical components in blood from Red Danish dairy cows based on weekly measurements. - J. Comp. Pathol. 107, S. 373-378.
- Jönsson, V., Bock, J. E. and Nielsen, J. B. (1992): Significance of plasma skimming and plasma volume expansion. - J. Appl. Physiol. 72, S. 2047-2051.
- Klawonn, W., Landfried, K. and Kühl, J. (1995): Zum Einfluß der Stickstoffdüngung vor der Weidenutzung auf verschiedene Blut- und Milchparameter bei Milchkühen. - Tierärztl. Umschau 50, S. 31-41.
- Lotthammer, K.-H. (1988a): Nitratbelastung bei Weidegang. - Tierzüchter 42, S. 63-65.
- Lotthammer, K.-H. (1988b): Gesundheitsüberwachung in Milchviehbeständen. Aktuelle Themen der Tierernährung. - Lohmann, Cuxhaven, S. 79-84.
- Lotthammer, K.-H. (1991): Beziehungen zwischen einigen Blut- und Milchinhaltsstoffen als Indikatoren der Energieversorgung und der Fruchtbarkeit sowie Euter- und Stoffwechselstörungen bei Milchrindern. - Mh. Vet. Med. 46, S. 639-643.
- Lotthammer, K.-H. (1992): Fütterung und Fruchtbarkeit von Milchrindern. - Züchtungskunde 64, S. 432-446.
- Lurie, S. and Danon, D. (1992): Life span of erythrocytes in late pregnancy. - Obstet. Gynecol. 80, S. 123-126.
- Lurie, S. (1993): Changes in age distribution of erythrocytes during pregnancy. A longitudinal study. - Gynecol. Obstet. Invest. 36, S. 141-144.
- Maher, J. E., Goldenberg, R. L., Tamura, T.,



- Cliver, S. P., Hoffman, H. J., Davis, R. O. and 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.
- Martens, H. (1995): Die Konzentration von Mineralstoffen im Plasma von Wiederkäuern: Geeigneter Parameter zur Beurteilung der Mineralstoffversorgung? - *Tierärztl. Umschau* 50, S. 321-326.
- Martens, H. und Gäbel, G. (1986): Pathogenese und Prophylaxe der Weidetetanie aus physiologischer Sicht. - *Dtsch. tierärztl. Wschr.* 93, S. 170-177.
- O'Farrell, K. J., McCarthy, D. D., Crinion, R. A. P. and Sherrington, J. (1986): Metabolic profiles of dairy cows. 1. The effects of season, nitrogen level and stocking rate. - *Irish Veterin. J.* 40, S. 42-52.
- Paulicks, B. (1992): Wann nützt der Harnstofftest? - *Tierzüchter* 10, S. 36-38.
- Payne, J.- M., Rowlands, G. J., Rowlands, R., Manston, R., Dew, S. M. and 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. (1981): Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen dem Nitratgehalt im Grünfütter und verschiedenen Stoffwechselfparametern im Blutserum von Milchrindern. - *Vet. Med. Diss. Hannover.*
- Probst, D. F., Paris, S. M., Torbeck, R. L., Frost, O. L. and Brakken, F. K. (1978): Azotemia in cattle. - *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 173, S. 481-485.
- Reinartz, M. und Hofmann, W. (1989): Serumharnstoffbestimmungen in Milchrindherden. - *Der prakt. Tierarzt*, Heft 9, S. 22-28.
- Reynolds, M. (1953): Measurement of bovine plasma and blood volume during pregnancy and lactation. - *Am. J. Physiol.* 175, S. 118-122.
- Robinson, J. J. (1986): Changes in body composition during pregnancy and lactation. - *Proc. Nutr. Soc.* 45, S. 71-80.
- Romer, H., Wagenseil, F., Oesterle, P., Albrecht, E. und Unglaub, W. (1992): Rindergesundheitsdienst und klinisch-chemische Befunde. - *Tierärztl. Umschau* 47, S. 416-427.
- Rowlands, G. J., Manston, R., Pocock, R. M. and Dews, S. M. (1975): Relationships between stage of lactation and pregnancy and blood composition in a herd of dairy cows and the influences of seasonal changes in management on there relationships. - *J. Dairy Res.* 42, S. 349-362.
- Rowlands, G. J. (1984): Week to week variations in the blood composition of dairy cows and its effects on interpretation of metabolic profil tests. - *Br. Vet. J.* 140, S. 550-557.
- Saeki, T. and Hayashi, M. (1973): Relationship between plasma nitrate and methemoglobin of cattle. - *National Institute of Animal Health Quarterly, Japan*, 13, S. 232-233.
- Sommer, H. (1985): Die Kontrolle der Gesundheit und Nährstoffversorgung bei Milchkühen. - *Vet. Med. Nachrichten* 1, S. 13-35.
- Steinhardt, M., Thielscher, H.-H., Horn, T. von, Horn, R. von, Ermgassen, K., Ladewig, J. und Smidt, D. (1994a): Bemerkungen zur Hämoglobinkonzentration des Blutes bei Milchrindern verschiedener Rassen und bei ihren Nachkommen im peripartalen Zeitraum. - *Tierärztl. Prax.* 22, S. 129-135.
- Steinhardt, M., Thielscher, H.-H., Ladewig, J., Hoppe, T., Schlichting, M. C. und Smidt, D. (1994b): Herzschlagfrequenz und konstitutionelle Merkmale von Hochleistungsmilchrindern auf intensiv und umweltschonend bewirtschafteter Weide. - *Tierärztl. Prax.* 22, S. 221-229.
- Steinhardt, M., Thielscher, H.-H., Szalony, S., Lehr, A., Ihnen, B., Ladewig, J. und Smidt, D. (1995): Wachstum und Entwicklung der Saugkälber einer Mutterkuhherde aus Vertretern der DRB, DSB und der F1 Galloway x Holstein Friesian. Einflüsse des Alters der Muttertiere und des Geburtsverlaufes. - *Landbauforschung Völkenrode* 45, Heft 2 (1995), S. 83-93.
- Stodola, J. und Slipka, J. (1986): Werte der Blutmerkmale der Milchkühe nach Zwangsbewegung. - *Zivoc. Vyr.* 31, S. 9-14.
- Wemheuer, W. (1987): Auswertung von Blutparametern aus fruchtbarkeitsgestörten Milchviehbeständen. - *Tierärztl. Prax.* 15, S. 353-360.
- Verfasser: Steinhardt, Martin, Dr. med. vet. habil., Thielscher, Hans-Hermann, Dr. med. vet.; Ihnen, Birgit, Tierärztin; Hoppe, Tatjana, Dr. agr.; Smidt, Diedrich, Prof. Dr. med. vet., Dr. sc. agr., Dr. h. c., Institut für Tierzucht und Tierverhalten Mariensee der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Komm. Leiter: Professor Dr. Dr. Franz Ellendorff.