

# **Bericht**

über Untersuchungen zur Belastung von Rindern  
in üblichen Abläufen der Haltung im landwirt-  
schaftlichen Betrieb als Vergleich zur  
Belastung während des Be- und  
Entladens und des Transportes  
(Kontrollversuch)

Dr. Michael Marahrens

Bundesinstitut für gesundheitlichen  
Verbraucherschutz und Veterinärmedizin

Fachgebiet 911: Spezielle Fragen des Tierschutzes

Berlin, im März 2001

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	3
2.	Material und Methoden	3
3.	Befunde	4
3.1.	Stalltemperatur	4
3.2.	Herzfrequenz	4
3.3.	Körpertemperatur	9
3.4.	Cortisol	12
3.5.	Creatinkinase	15
3.6.	Unveresterte Fettsäuren	16
3.7.	3-Hydroxybuttersäure	18
3.8.	Gesamteiweiss	20
3.9.	Plasma-Natrium	22
3.10.	Plasma-Magnesium	24
4.	Diskussion	25
5.	Schlussfolgerungen	28
6.	Literatur	29

## **1. Einleitung**

Im Herbst der Jahre 1998 und 1999 wurden umfangreiche Untersuchungen zur Belastung von tragenden Zuchtfärsen während des Be- und Entladens und des Transportes auf einem Rundkurs in Deutschland und während des Exportes nach Spanien durchgeführt (MARAARENS, HARTUNG und PARVIZI 1999, MARAARENS und HARTUNG 2000). Es liegt in der Natur der Fragestellung in einem Feldversuch zum Tiertransport, daß die Einrichtung einer Kontrollgruppe nach wissenschaftlichen Maßstäben (Nullbehandlung) in diesem Zusammenhang weder möglich ist noch sinnvoll erscheint. Es sollte hier vielmehr die Frage geklärt werden, welche Belastungsreaktionen Rinder in üblichen landwirtschaftlichen Betriebsabläufen zeigen, um Belastungsreaktionen während des Ferntransportes nach Art und Umfang vergleichend einordnen zu können.

Der Umbau der Milchviehhaltung im Lehr- und Forschungsgut Ruthe der Tierärztlichen Hochschule Hannover wurde zum Anlass genommen, einen solchen Vergleichsversuch durchzuführen. Als Belastungsfaktor wirkte hier die Einbringung der Rinderherde in die neue Haltungsumgebung eines Stallneubaus, wobei im Gegensatz zum alten Haltungsverfahren die Funktionsbereiche Futteraufnahme und Ruhen getrennt wurden. Gleichzeitig konnten auch die physiologischen Reaktionen der Kühe (Herzfrequenz und Körpertemperatur) auf das tägliche Umtreiben und Melken untersucht werden.

## **2. Material und Methoden**

Aus der etwa 80 Tiere umfassenden Milchviehherde des Betriebes wurden 24 möglichst junge Tiere ausgewählt und mit Brustgurten zur Messung der Herzfrequenz sowie Mess- und Aufzeichnungsgeräten für die vaginale Körpertemperatur ausgestattet. Daten zum Alter und Trächtigkeitsstadium der Tiere waren nicht zugänglich. Zur Beschreibung der Methoden zur Messung und Aufzeichnung von Herzfrequenz und Körpertemperatur sei hier auf die oben zitierten Berichte verwiesen, ebenso wie zur Beschreibung der Analysemethoden für die untersuchten Plasmaparameter der Belastungsreaktion der Rinder. Grundsätzlich wurden die selben Messgeräte, Laboreinrichtungen und Analysemethoden verwendet wie für die Auswertung der Transportversuche.

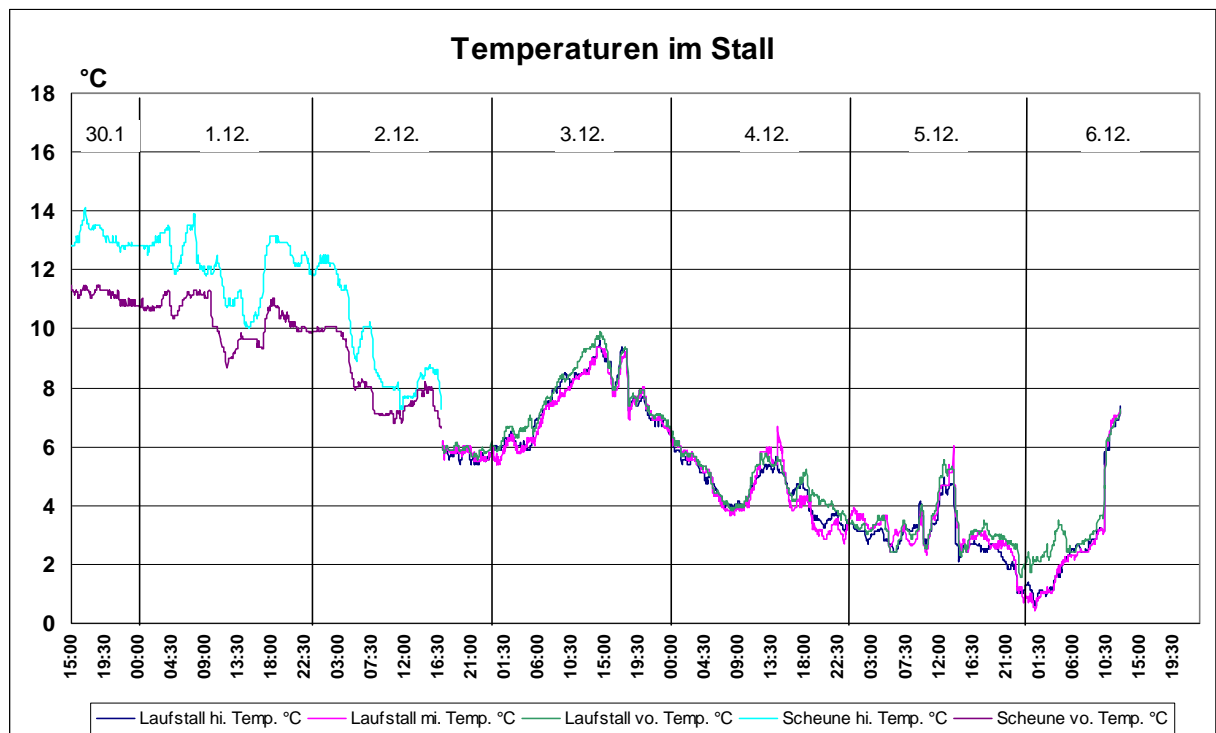
Vor der Umstallung der Herde in den neuen Laufstall des Versuchsgutes wurden die Rinder in einer Scheune auf Tiefstreu gehalten. Morgens und abends erfolgte vor dem Melken ein Umtrieb von einzelnen Tiergruppen in den alten Kuhstall mit Anbindehaltung, bevor die Tiere in Gruppen zu fünf in den Melkstand verbracht wurden. Nach dem Melken erfolgte ein weiteres Mal die Anbindung, bevor die Tiere in größeren Gruppen wieder zur Scheune zurückgetrieben wurden.

Die Umstallung der inzwischen in zwei Gruppen geteilten Herde in den neuen Laufstall erfolgte am 2.11.99 abends nach dem Melken. Eine Gruppe, in der sich die 24 Versuchstiere befanden, wurde in einen Laufstall mit getrennten Funktionsbereichen für Futteraufnahme (Fressgitter mit Spaltenboden) und Liegen (Tiefstreu) verbracht, die Haltung der zweiten Gruppe erfolgte in einem Spaltenboden- Laufstall mit unterschiedlich gestalteten Liegeboxen. In dieser Gruppe wurden keine Untersuchungen vorgenommen. Auch aus den neuen Ställen erfolgte der Zutrieb zum Melken gruppenweise, da der Wartebereich vor dem Melkstand noch nicht fertiggestellt war. Die Blutentnahmen zur Untersuchung der blutgetragenen Belastungsparameter erfolgten an den Untersuchungstagen jeweils direkt nach dem Melken durch Punktion der V. jugularis externa entweder im alten Kuhstall oder am Fressgitter des neuen Stalles.

### 3. Befunde

#### 3.1 Stalltemperatur

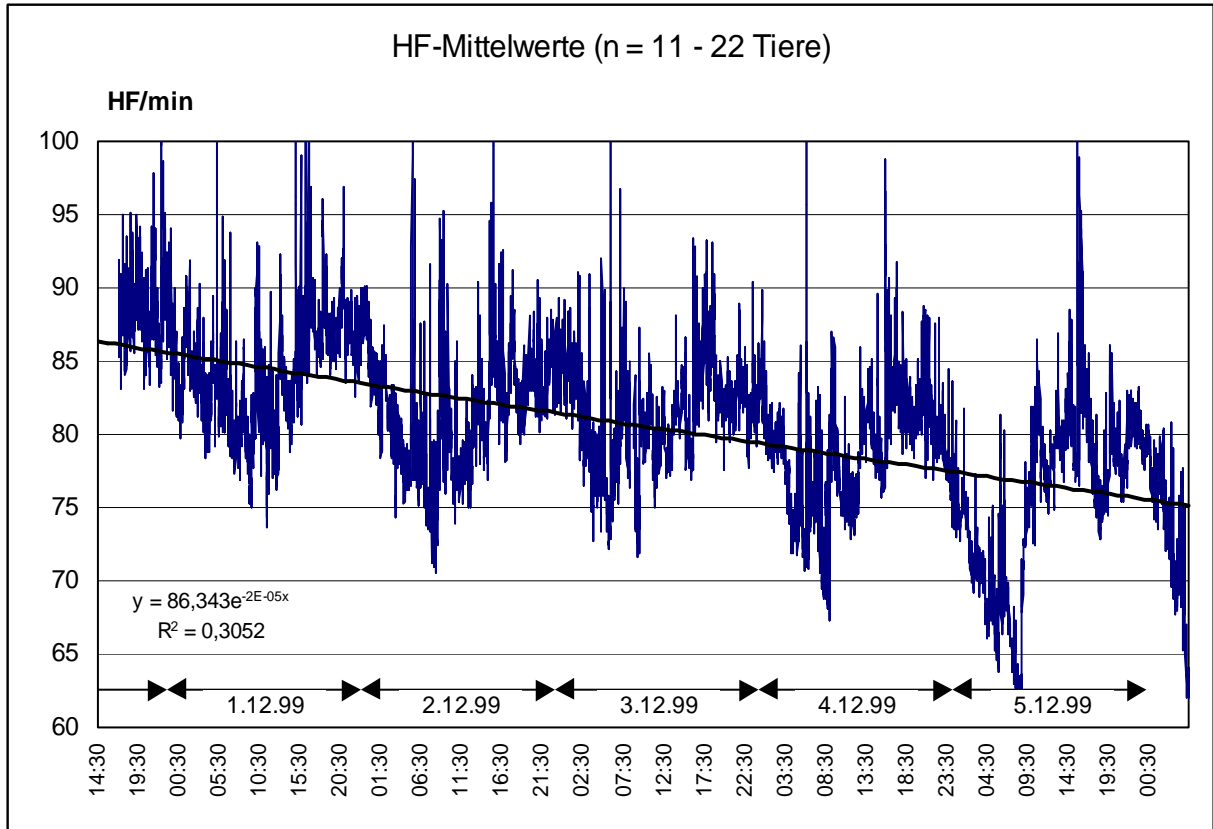
Als Indikator für die klimatischen Verhältnisse wird in der Abbildung 1 der Verlauf der Temperatur an verschiedenen Messpunkten im Stall angegeben. Im Versuchszeitraum fällt die Temperatur von etwa 14 °C auf etwa 2 °C ab, wobei sich innerhalb des Tiefstreustalles (Scheune) vor der Umstellung der Tiere am Abend des 2.12.99 Temperaturunterschiede von bis zu etwa 2 K zeigten.



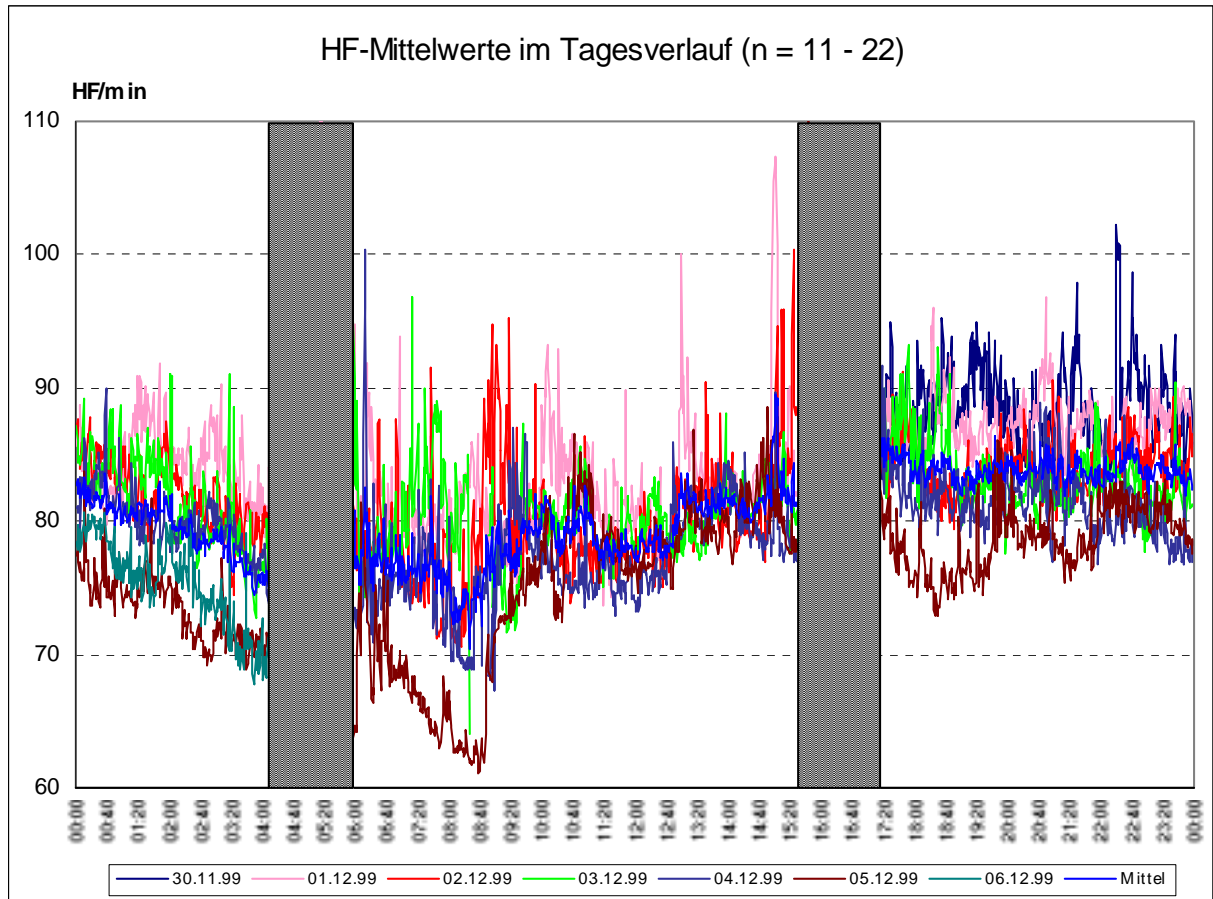
**Abb.1:** Temperaturen in den Ställen vor (Scheune) und nach (Laufstall) der Umstellung der Rinder am Abend des 2.12.99

#### 3.2 Herzfrequenz

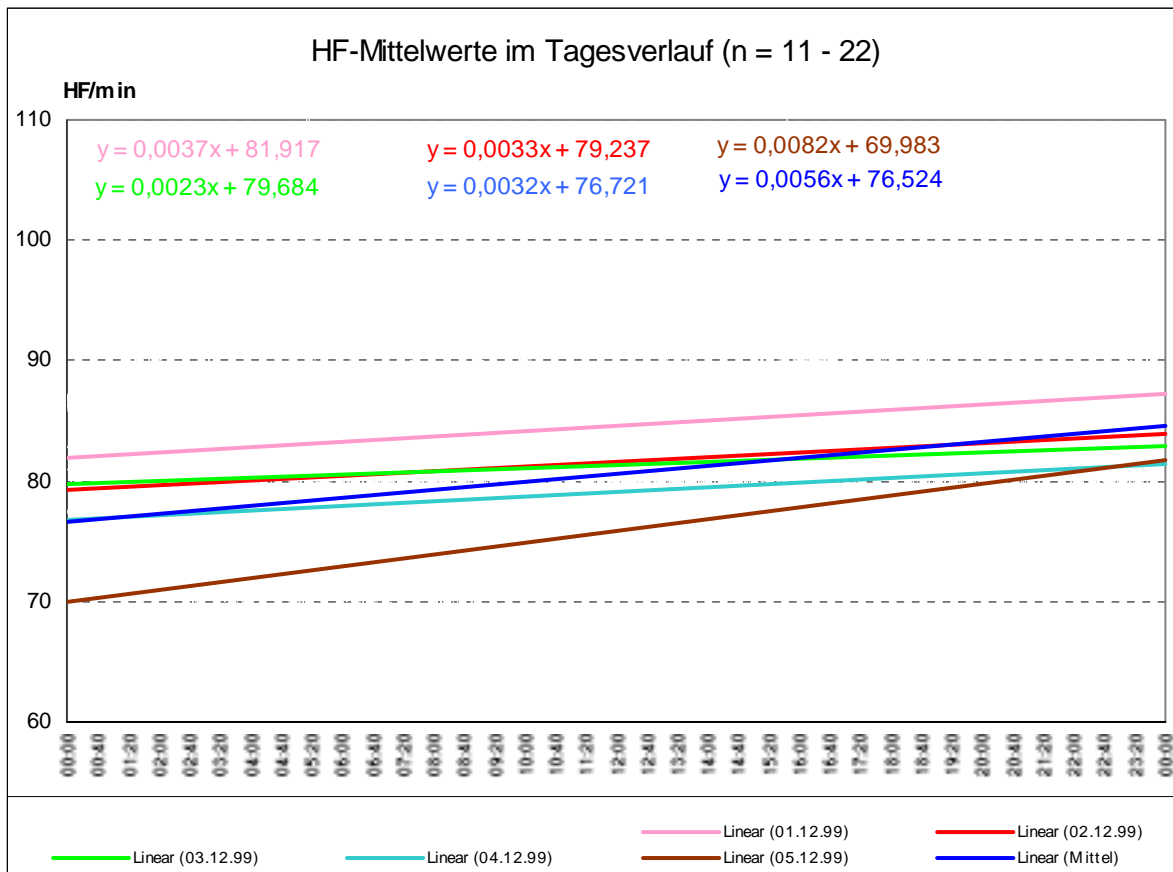
In Abbildung 2 ist der mittlere Verlauf der Herzfrequenzen von bis zu 22 Rindern (je nach Funktionszustand der HF-Monitore 11 bis 22 Tiere) während des gesamten Versuchszeitraumes vom 30.11.99 bis zum 6.12.99 wiedergegeben. Die Herzfrequenz der Rinder zeigt bei insgesamt fallender Tendenz eine deutliche diurnale Schwankung von bis zu 20 Schlägen pro Minute, wobei die Spitzenwerte zu den abendlichen Melkvorgängen und den sich daran anschließenden Stunden erreicht werden (siehe auch Abbildungen 3 und 4). Durch die Umstellung der Rinder und dem damit verbundenen Wechsel der Haltungsform und der Haltungs-umgebung werden weder der diurnale Rhythmus noch die über den Versuchszeitraum fallende Tendenz der Herzfrequenz – Verlaufskurve verändert. Die Reduzierung der mittleren Herzfrequenz um etwa 10 Schläge/min vom ersten zum letzten Versuchstag ist nicht ohne weiteres erklärbar, da die Tiere sich vor dem Umtrieb über mehrere Monate im alten Stall (Scheune) befanden. Die hohen Herzfrequenzen am ersten Versuchstag (30.11.) sind sicher mit den Aufregungen der Tiere zu erklären, die mit der Anlage der Monitore verbunden sind. Zur Auswertung sind nur die Daten gelangt, die 2 Stunden nach Anlage des letzten Monitors in der Tiergruppe aufgezeichnet wurden.



**Abb. 2:** Mittlerer Verlauf der Herzfrequenz von Rindern im Zeitraum des Kontrollversuches in einem üblichen Haltungsverfahren



**Abb. 3:** Mittlere Herzfrequenzen von Rindern im Tagesverlauf des Kontrollversuches

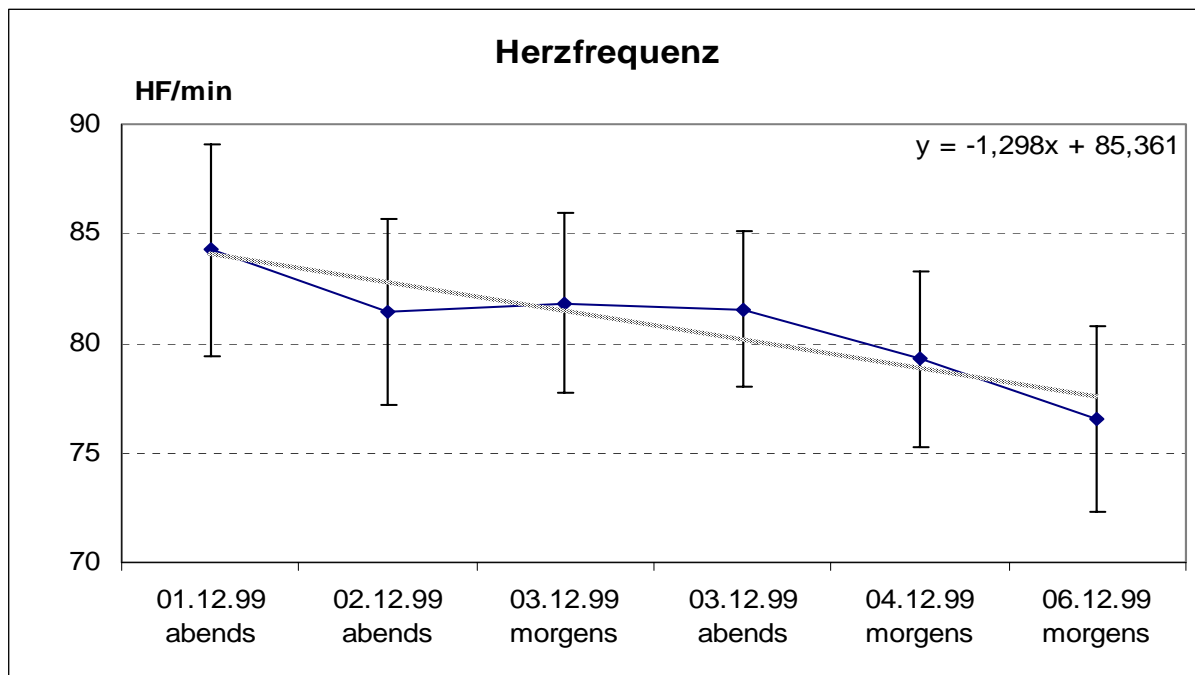


**Abb. 4:** Mittlere Herzfrequenzen (linear) von Rindern im Tagesverlauf

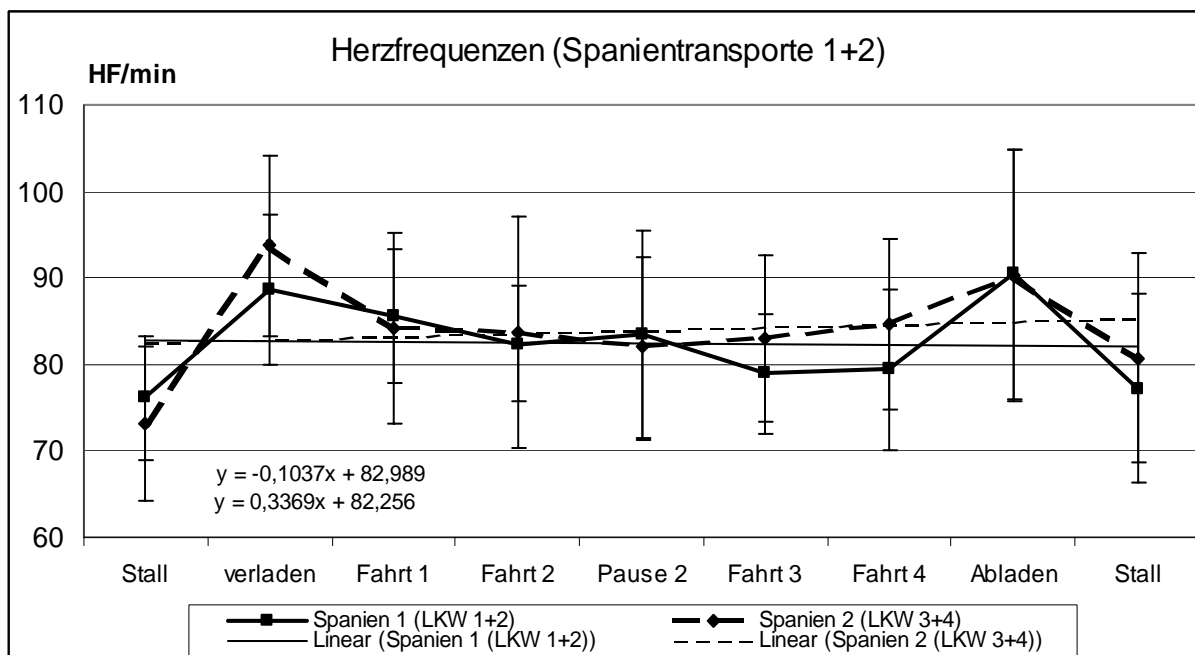
Aus der Abbildung 3 ist ersichtlich, dass die mittlere Herzfrequenz in der Rinderherde im Tagesverlauf, allerdings auf einem je nach Versuchstag unterschiedlichen Niveau, ansteigt und in der zweiten Hälfte der Nacht bis zur morgendlichen Fütterung wieder abfällt. Dieser Abfall wird in der Tendenz durch das Umtreiben zum Melkstand und den Melkvorgang selbst nur unterbrochen (kurzfristiger Anstieg der mittleren HF), jedoch nicht abgebrochen. Gemittelt über alle Versuchstage (blaue Linie) beträgt diese diurnale Schwankung in einem Bereich von etwa 72 bis 87 etwa 15 Schläge pro Minute. Da jedoch der Spitzenwert in die abendliche Melkzeit fällt, ist er als Ausdruck einer Aktivitätsphase anzusehen. In der Darstellung der um diese Aktivitätsphasen bereinigten Regressionsgeraden (Abbildung 4) beträgt die höchste tägliche Schwankung der HF etwa 12 (5.12.), die geringste etwa 3 Schläge pro Minute (3.12.). Über den Versuchszeitraum gemittelt ist in der Regressionsgeraden in der hier untersuchten üblichen Rinderhaltung ein Anstieg der HF um 8,4 Schläge pro Minute (von 76,5 auf 84,9) über den Versuchstag zu verzeichnen.

Die täglichen Umtriebe vom Stall zum Melkstand und das Melken selbst (in der Abbildung 3 grau hinterlegt) sowie die sich daran anschließenden Fütterungen schlagen sich vor dem Umtreiben der Rinder in den neuen Liegeboxen-Laufstall (30.11. bis 2.12.) in Erhöhungen der mittleren Herzfrequenz um bis zu 25 Schläge pro Minute nieder. Insbesondere am Abend wird hierbei der physiologische Grenzwert von 90 Schlägen pro Minute regelmäßig überschritten. Die höchsten Mittelwerte werden mit 105 bis 110 Schlägen pro Minute am 1. und 2.12.99 beim morgendlichen und abendlichen Umtreiben und Melken erreicht.

Auch nach dem Umtreiben der Rinderherde in den neuen Laufstall wird der Grenzwert von 90 Schlägen pro Minute während des Zutriebs zum Melkstand und des Melkens regelmäßig, jedoch nur abends und in kürzeren Zeitabschnitten überschritten. Auch hier beträgt der Anstieg der HF noch 15 bis 20 Schläge/min.



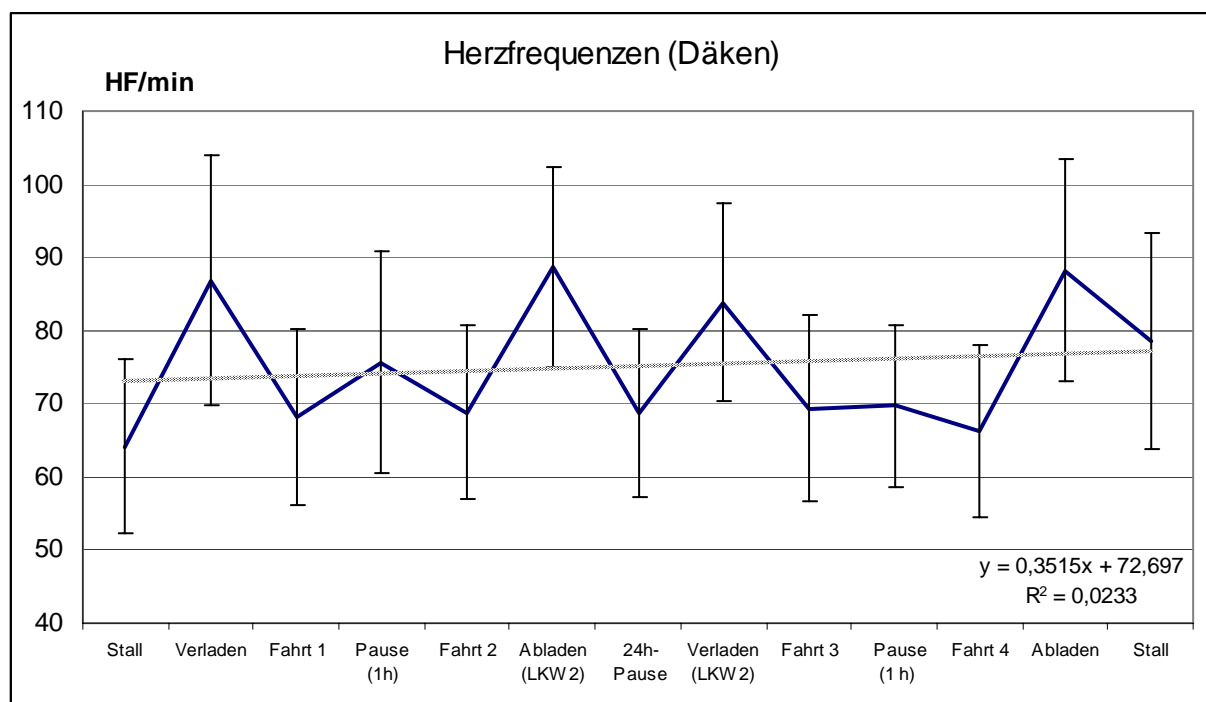
**Abb. 5:** Mittlere Herzfrequenzen von Rindern (n=11-22) im Kontrollversuch über einen jeweiligen Zeitraum von 8 Stunden vor den Blutentnahmezeitpunkten



**Abb. 6:** Herzfrequenzen von Rindern (n=56-64), gemittelt über jeweilige Versuchsvariante, in verschiedenen Abschnitten des Transportes nach Südspanien

In der Abbildung 5 sind die mittleren Herzfrequenzen der Rinder über einen Zeitraum von jeweils 8 Stunden vor den morgendlichen und abendlichen Blutentnahmen dargestellt. Sie beinhalten somit jeweils einen Umtrieb zum Melkstand und eine Melkzeit. Diese Zeiträume entsprechen in allerdings sehr grober Weise den Zeiträumen der verschiedenen Transportabschnitte in den Versuchen zum Rindertransport in Deutschland (Abbildung 7) und nach Spanien (Abbildung 6), nach denen Blutproben entnommen wurden. In diesen Feldversuchen wurden auch während der Nacht Proben entnommen, so daß eine direkte Vergleichbarkeit hier nicht besteht und die Ergebnisse eher als Orientierung aufzufassen sind. Aus diesen Gründen erfolgte auch keine statistische Bewertung der Versuchsergebnisse.

Beim Vergleich der Herzfrequenzen in den Abbildungen 5 und 6 zeigt sich, dass die über jeweils mehrere Stunden gemittelte HF während der vier Fahrtabschnitte des Transportes nach Spanien und im Kontrollversuch in einer üblichen Haltung, abgesehen von der Be- und Entladung der Fahrzeuge, mit etwa 80 bis 83 Schlägen pro Minute in etwa gleich sind. Erst gegen Ende des Kontrollversuches erfolgt nach ein bis 2 Tagen nach der Umstallung eine Absenkung der mittleren HF, was als Adaptation an die neuen Stallverhältnisse anzusehen ist. Die hier erreichten, niedrigeren HF entsprechen denen der Rinder im Transportversuch vor dem Verladen in die Fahrzeuge. Mit einiger Berechtigung läßt sich hier der Schluss ziehen, dass die Kreislaufbelastung der Rinder während eines Ferntransportes nach Spanien unter den dort vorgefundenen Bedingungen mit der einer Umstallung und der Gewöhnung an die neuen Stallverhältnisse unter den Bedingungen üblicher Betriebsabläufe (Gruppenhaltung, Umtreiben, Melken, Füttern) vergleichbar ist.



**Abb. 7:** Über drei Versuchsvarianten gemittelte Herzfrequenzen von Rindern (n=31) in verschiedenen Abschnitten des experimentellen Transportes in Deutschland

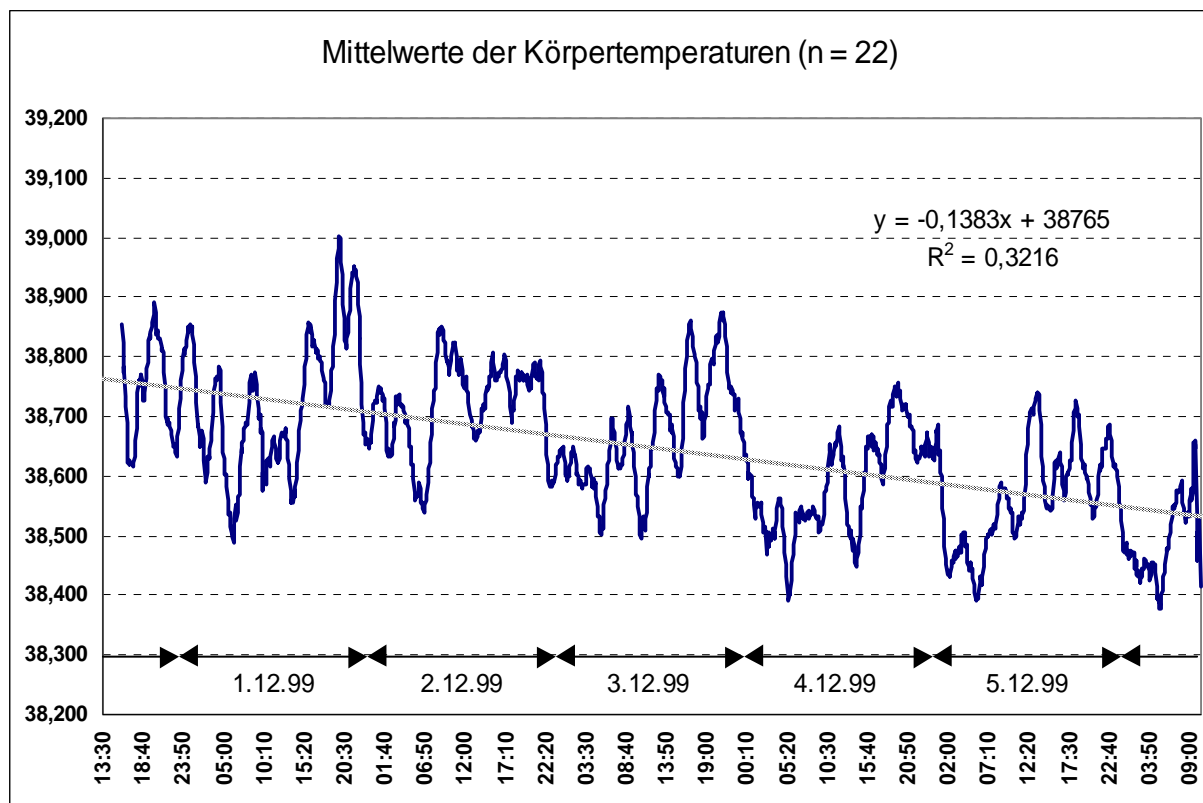
Etwas anders liegen die Verhältnisse beim Vergleich mit einem Transport tragender Zuchtrinder auf einem experimentellen Rundkurs in Deutschland über 85 Stunden (Abbildung 7). In keinem der vier Fahrtabschnitte werden hier Mittelwerte der HF von 70 Schlägen pro Minute überschritten. Die Ruhewerte im Kontrollversuch erreichen diesen Wert erst am 5. Versuchstag (Abbildung 2) oder bei Mittelwertbildung über Zeiträume von jeweils 8 Stunden überhaupt nicht (Abbildung 5).

Sowohl das Be- und Entladen der Fahrzeuge (Abbildungen 5 und 6) als auch das Umtreiben der Rinder und das anschließende Melken im Kontrollversuch (Abbildung 3) erhöhen die mittleren HF um 15 bis 25, im Extremfall (1.12.) um bis zu 40 Schläge pro Minute. Da weder im Verlauf der Transporte noch des Kontrollversuches bei Wiederholung der Vorgänge der Anstieg der HF geringer ausfällt, dürfte die Kreislaufbelastung der Rinder vordergründig motorischer Natur sein.



### 3.3 Körpertemperatur

Ähnlich wie die Herzfrequenz unterliegt auch die Körpertemperatur diurnalen Schwankungen mit Minimalwerten in den frühen Morgenstunden bei einer über den Zeitraum des Vergleichsversuches abfallenden Trendlinie (Abbildung 8). Deutlicher als bei der HF treten jedoch auch episodische Veränderungen der Körpertemperatur hervor, die sich im Tagesablauf wiederholen (Abbildung 9).

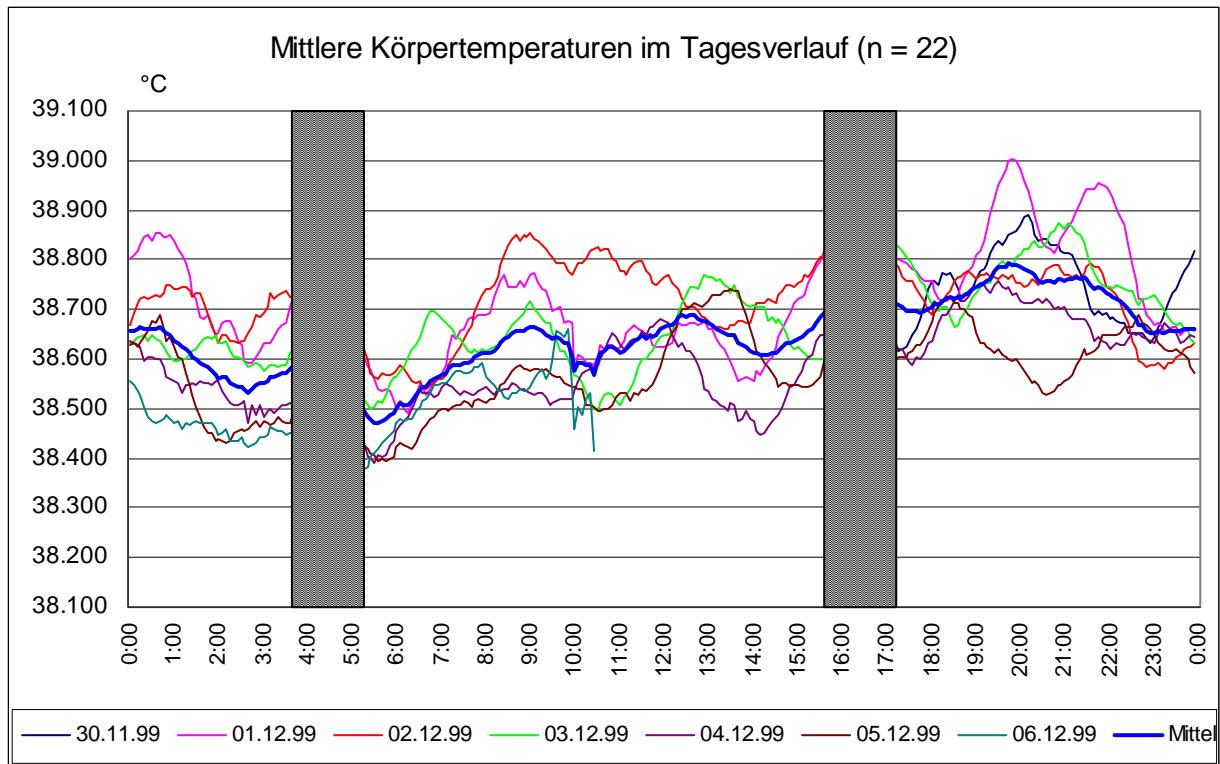


**Abb. 8:** Mittlerer Verlauf der Körpertemperatur von Rindern im Zeitraum des Kontrollversuches in einem üblichen Haltungsverfahren

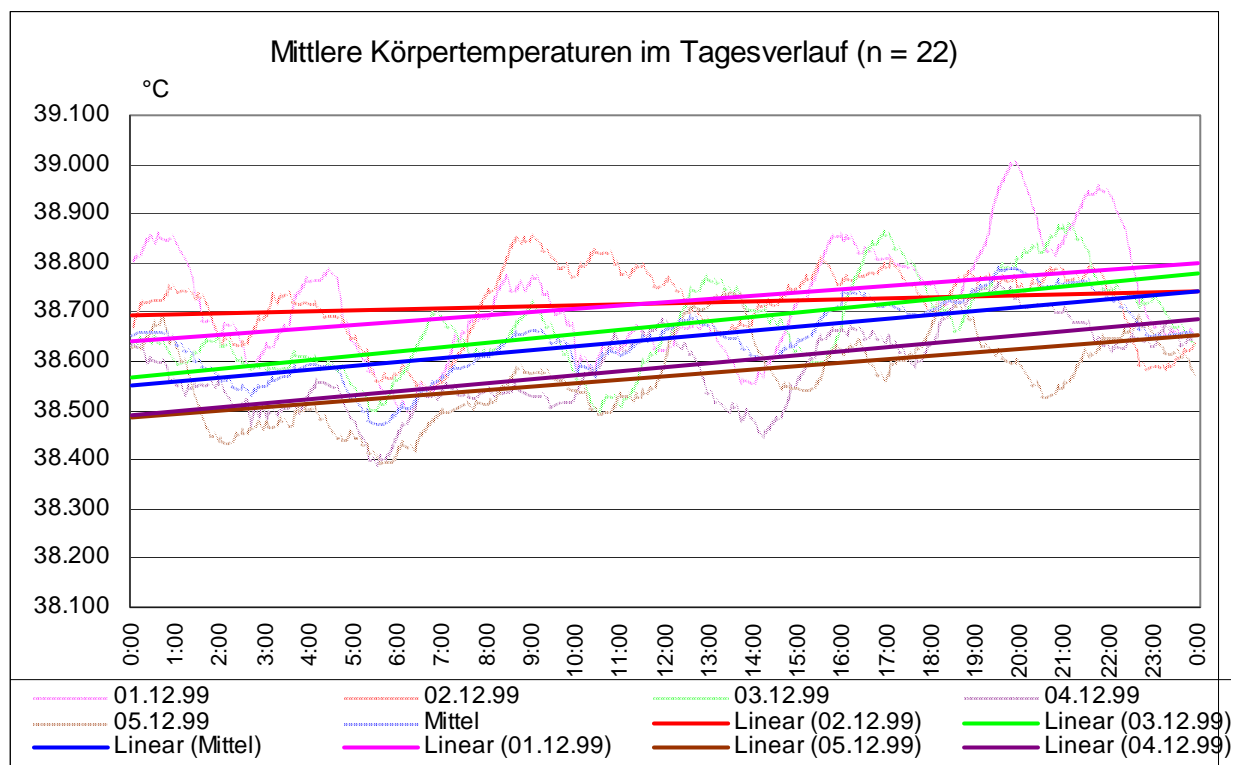
Durch die Umstallung der Rinder am Abend des 2.12.99 ist ebenso wie bei der Herzfrequenz eine Erhöhung der Körpertemperatur oder eine Abweichung vom vorliegenden Trend nicht festzustellen. Im Gegenteil sind in diesem Zeitraum niedrigere Temperaturen zu verzeichnen als in entsprechenden Zeiträumen des vorhergehenden und des nachfolgenden Tages.

Auch die Körpertemperatur der Rinder steigt im Kontrollversuch im Laufe des Tages an, um Verläufe der Nacht wieder abzufallen (Abbildungen 9 und 19). Dieser Anstieg erfolgt je nach Versuchstag unterschiedlich um etwa 0,03 bis 0,3 °C. Die Spitzenwerte werden abends in der Zeit von 20 bis 22 Uhr erreicht.

Die täglichen Umtriebe der Rinder vom Stall zum Melkstand und das Melken selbst (in der Abbildung 9 grau hinterlegt) sowie die sich daran anschließenden Fütterungen schlagen sich unabhängig vom Umstallen in den neuen Liegeboxen-Laufstall in Erhöhungen der mittleren Körpertemperaturen um bis zu 0,2 °C nieder. Die Temperaturerhöhungen fallen dabei am Abend größer aus als morgens, es wird dabei in keinem Fall der physiologische Grenzwert von 39,0 °C überschritten. Die episodischen Temperaturerhöhungen im Tagesverlauf fallen teilweise größer aus als die durch Umtrieb und Melken bedingten (z. B. 1. und 2.12.99).

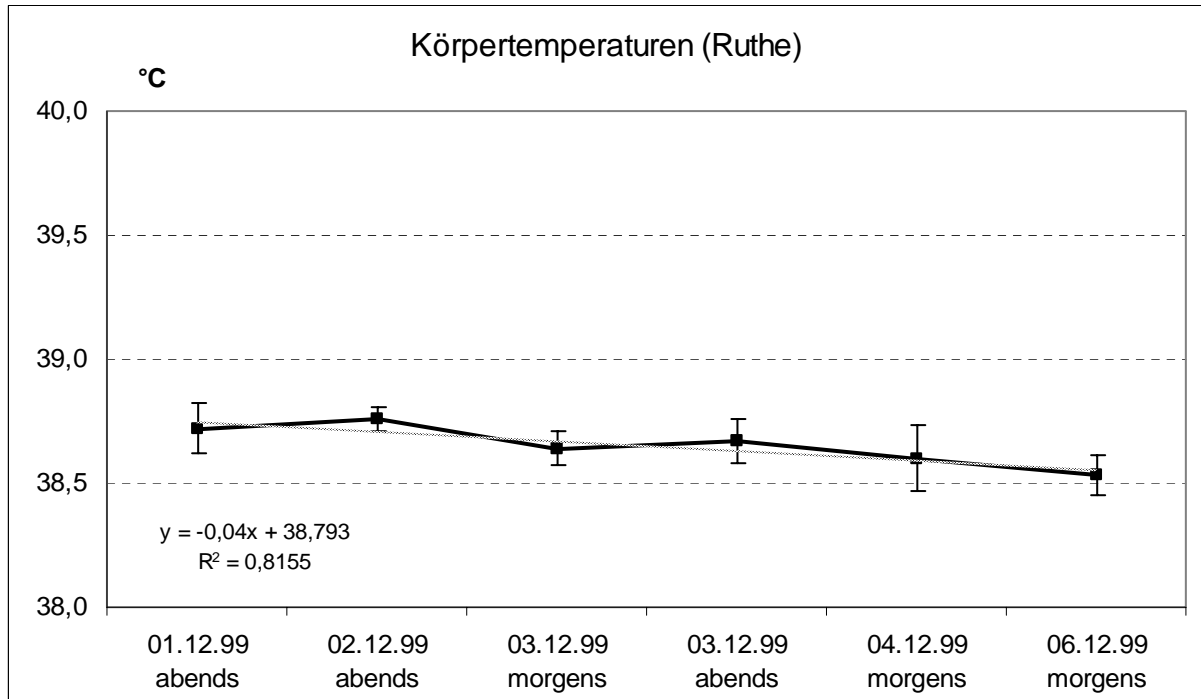


**Abb. 9:** Mittlere Körpertemperatur von Rindern im Tagesverlauf des Kontrollversuches

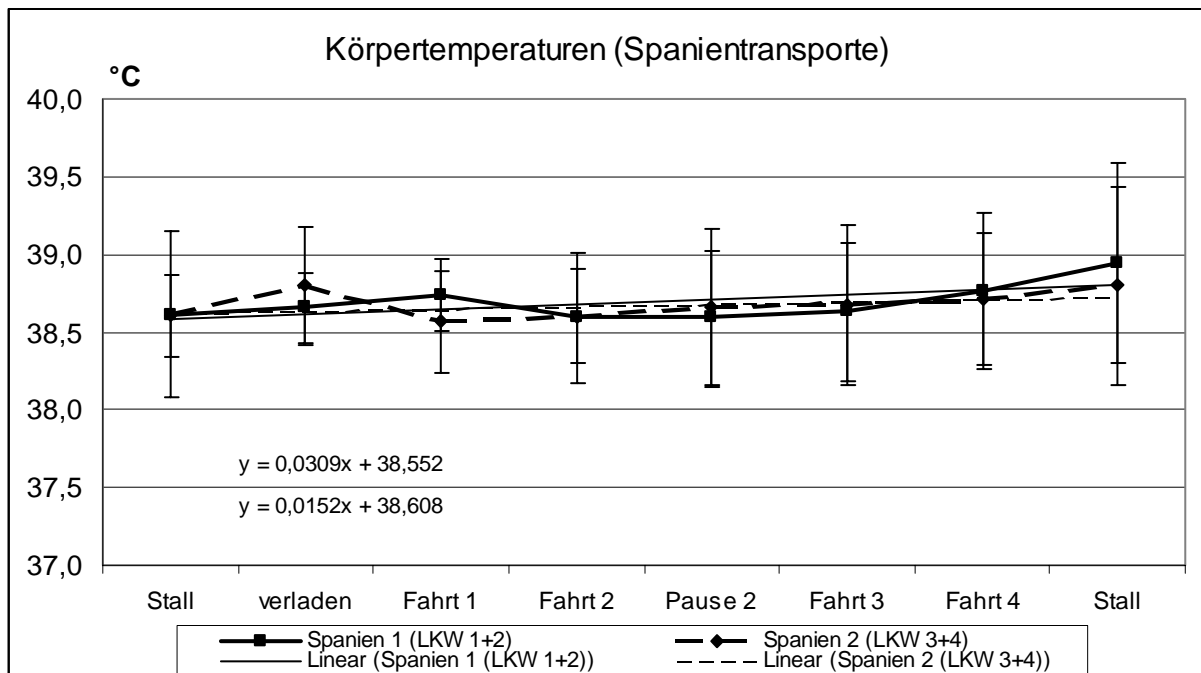


**Abb. 10:** Regressionsgeraden des Verlaufs der mittleren Körpertemperatur von Rindern an einzelnen Tagen des Kontrollversuches

In der Abbildung 11 sind die über einen Zeitraum von jeweils 8 Stunden vor den morgendlichen und abendlichen Blutentnahmen gemittelten Körpertemperaturen dargestellt, um den Verhältnissen bei der Probenahme während der Transportversuche angeglichenen Zeiträume zu bekommen. Sie beinhalten somit wie auch die in gleicher Weise erfassten Herzfrequenzen



**Abb. 11:** Mittlere Körpertemperaturen von Rindern (n=22) im Kontrollversuch über einen Zeitraum von jeweils 8 Stunden vor der Blutentnahme

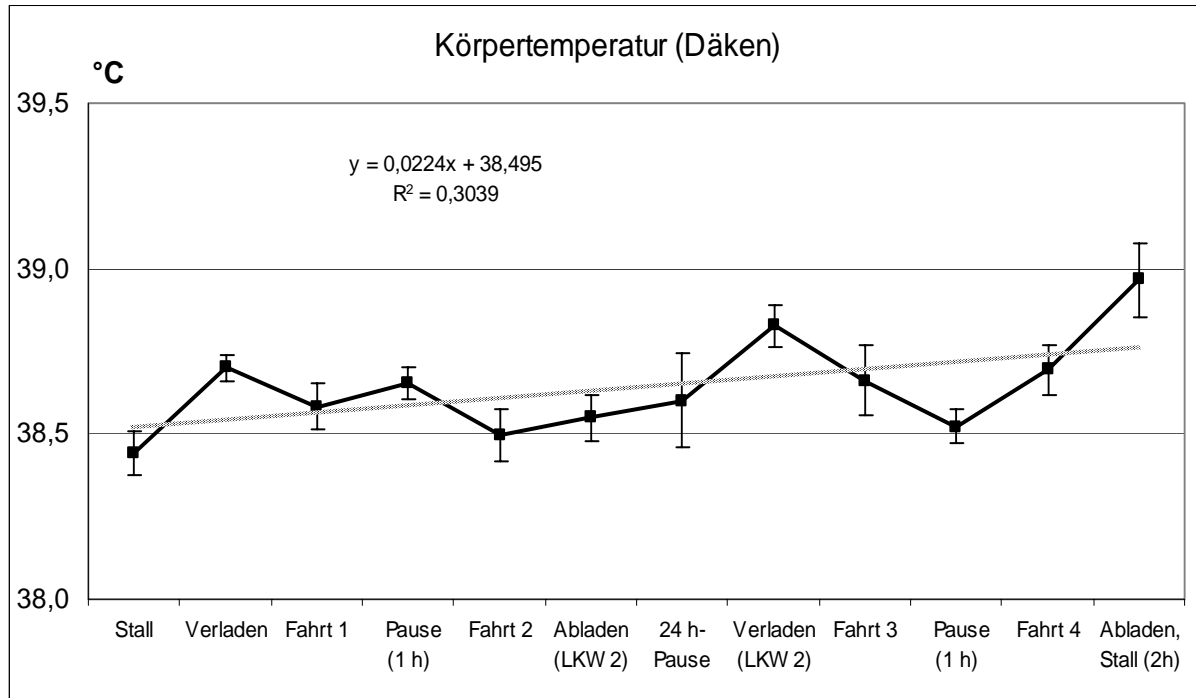


**Abb. 12:** Körpertemperaturen von Rindern (n=51), gemittelt über jeweilige Versuchsvariante, in verschiedenen Abschnitten des Transportes nach Südspanien

jeweils einen Umtrieb zum Melkstand und eine Melkzeit.

Mit einer sehr geringen Standardabweichung bewegt sich die mittlere Körpertemperatur der Rinder im Kontrollversuch mit leicht fallender Tendenz in einem Bereich von 38,6 bis 38,8 °C. Der fallenden Umgebungstemperatur wird zur Aufrechterhaltung der Homöothermie nicht mit einer vermehrten Bildung von Körperwärme begegnet. Dieselben Verhältnisse sind in den jeweils 4 Fahrtabschnitten beider Transporte (Deutschland und Spanien) unter veränderten

klimatischen Bedingungen anzutreffen. Allerdings sprechen etwas größere Standardabweichungen für abweichende Reaktionen einzelner Tiere. Der physiologische Grenzwert von 39,0 °C wird v.a. zum Ende der Spanientransporte bei steigender Tendenz der mittleren Körpertemperatur von einzelnen Tieren erreicht und überschritten.



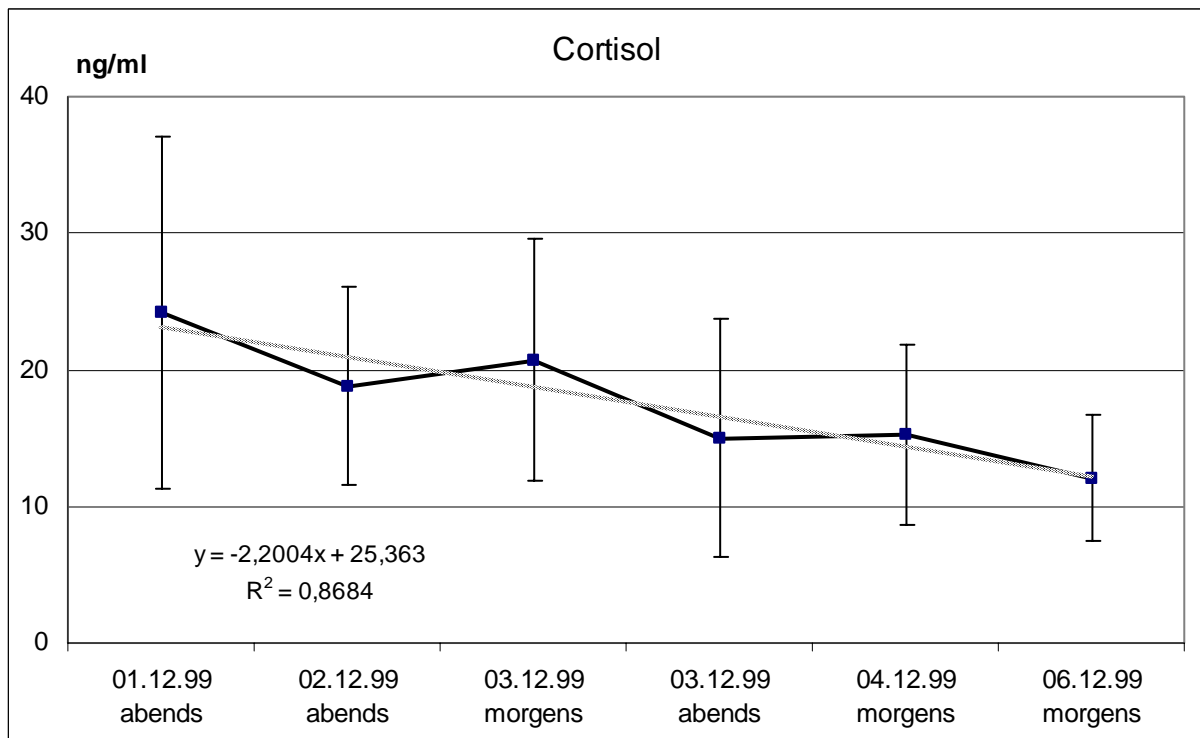
**Abb. 13:** Über drei Versuchsvarianten gemittelte Körpertemperatur von Rindern (n=33) in verschiedenen Abschnitten des experimentellen Transportes in Deutschland

Sowohl das Be- und Entladen der Fahrzeuge (Abbildungen 11 und 12) als auch das Umtreiben der Rinder und das anschließende Melken im Kontrollversuch (Abbildung 9) erhöhen die mittleren Körpertemperaturen um 0,2 bis 0,3 °C. Ebenso wie bei der Herzfrequenz dürften diese Anstiege der Körpertemperaturen in Phasen der Aktivität der Tiere motorisch bedingt sein, da eine Adaptation im Verlauf der Transporte oder des Kontrollversuches nicht erfolgt. Bei einer psychischen Gewöhnung an die Belastungssituation (Wechsel der Haltungsumgebung, Treibereinfluß) und einer entsprechend geringeren hormonell bedingten Erhöhung der Stoffwechselaktivität (Katecholamine, Cortisol) wären geringere Anstiege der Körpertemperaturen zu erwarten gewesen.

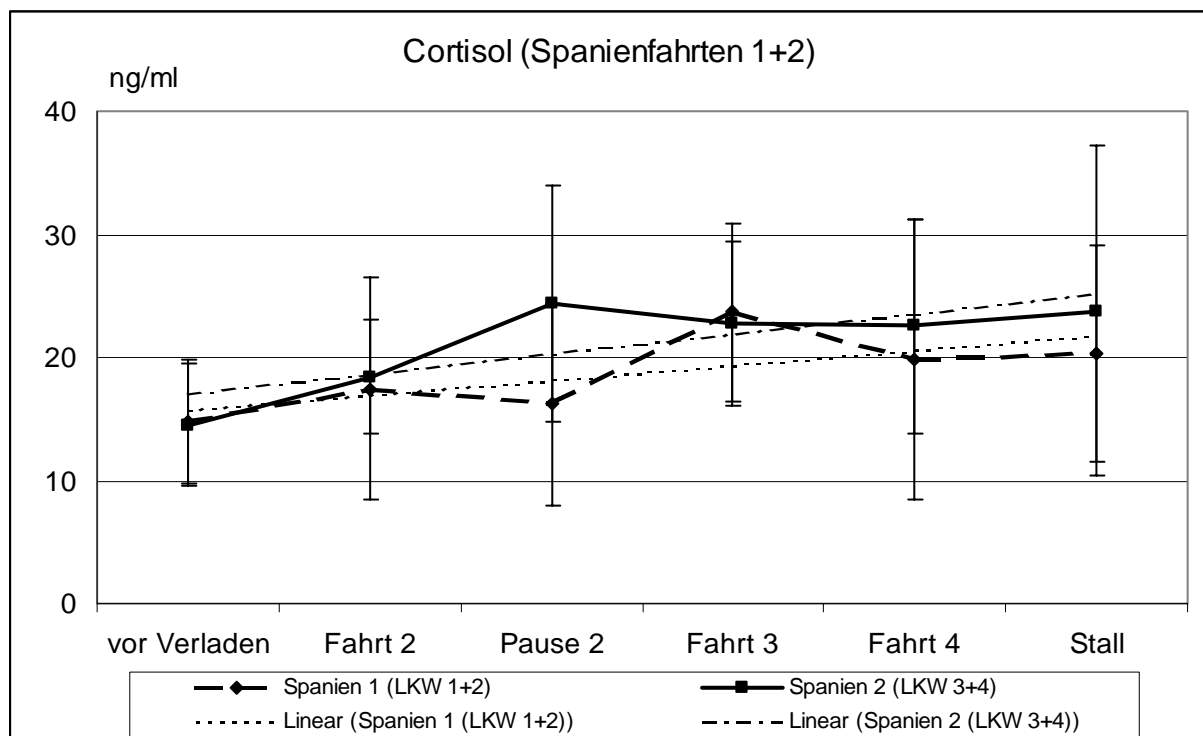
### 3.4 Cortisol

In der Abbildung 14 ist der Cortisolspiegel im Blutplasma der Rinder aus dem Kontrollversuch wiedergegeben. Die Proben wurden jeweils nach dem Melken am Morgen oder Abend des Versuchstages gewonnen. Während des Versuches ist ein nahezu linearer Abfall des Cortisolspiegels, unabhängig vom Zeitpunkt der Probenahme am Versuchstag (diurnaler Ausschüttungsmechanismus mit hohen Spiegeln am Morgen) oder der Umgebungstemperatur (niedrige Temperaturen erhöhen die Cortisolausschüttung) von anfänglich etwa 25 ng/ml auf etwa 12 ng/ml festzustellen. Der in der Literatur beschriebene Basiswert liegt beim Rind bei 5 bis 10 ng/ml. Der hohe Cortisolspiegel zu Beginn des Versuches ist vermutlich durch die aversive Reaktion einzelner Tiere auf die Blutentnahme bedingt, was durch eine hohe Stan-

dardabweichung verdeutlicht wird. Im weiteren Verlauf des Versuches sinkt neben dem Mittelwert auch die Standardabweichung, bis zum Ende des Versuches Werte erreicht werden, wie sie unter relativen Ruhebedingungen nach Umtrieb und Melken zu erwarten sind. Durch die Umstellung in eine neue Haltungsumgebung wird die Höhe der Cortisolausschüttung nur unwesentlich beeinflusst.



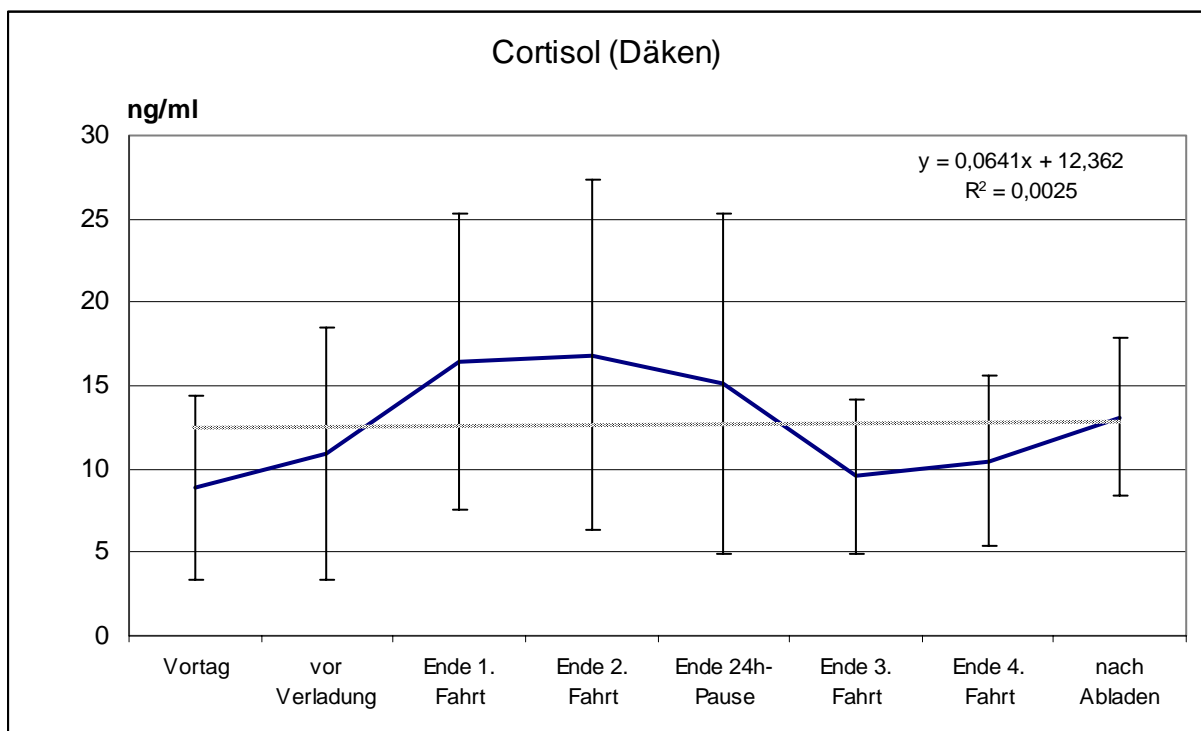
**Abb. 14:** Mittlere Cortisolgehalte im Blutplasma von Rindern (n=24) im Kontrollversuch



**Abb. 15:** Mittlere Cortisolgehalte im Blutplasma von Rindern (n=46) während des Ferntransportes nach Südspanien, gemittelt über zwei Versuchsvarianten

Die relativ hohen Cortisolspiegel vor dem Umstellen der Rinder in den neuen Laufstall (1. und 2.12.99) finden eine Erklärung weder in den relativ hohen Umgebungstemperaturen noch in einer höheren Aktivität des Betreuungspersonales im Stall. Zur Zeit der Probenahme war eine erhöhte Aktivität oder Unruhe der Tiere im Stall nicht festzustellen. Die hier gemessenen Cortisolspiegel im Blutplasma entsprechen angenähert denen im zweiten Abschnitt der Spanientransporte (etwa 20 bis 25 ng/ml, Abbildung 15).

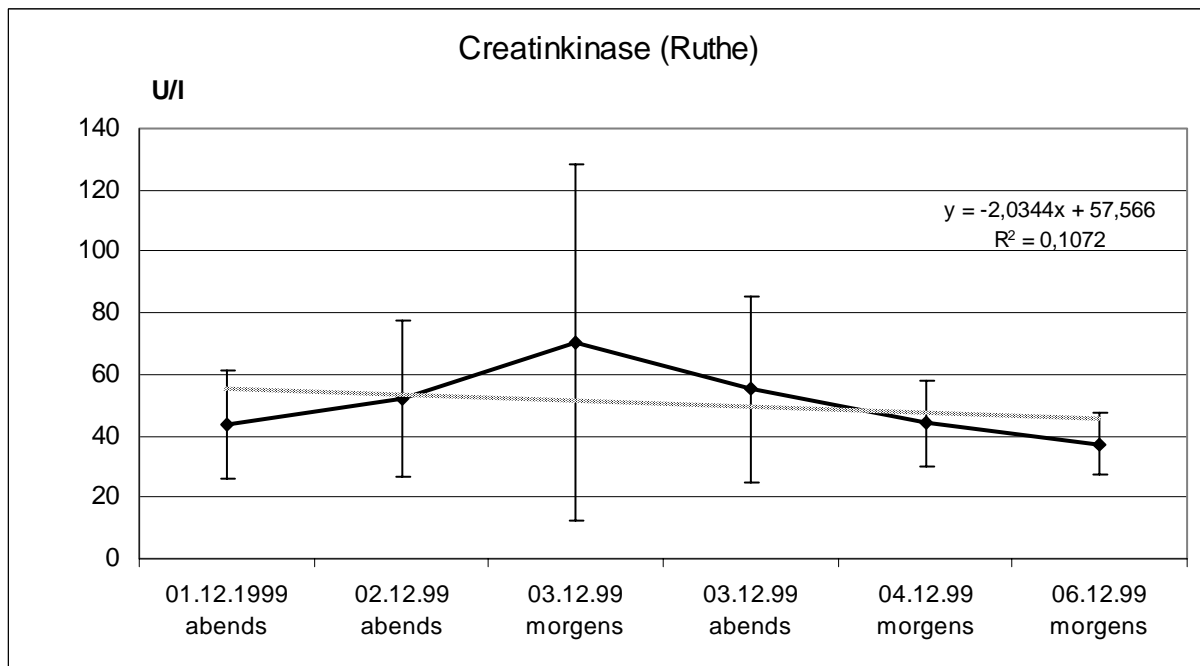
Bei einer erheblich größeren Standardabweichung liegen die mittleren Plasmacortisolgehalte während des experimentellen Transportes in Deutschland (Däken, Abbildung 16) weit niedriger. Im 3. und 4. Fahrtabschnitt liegen hier die Werte unter den niedrigsten Werten zum Ende des Kontrollversuches.



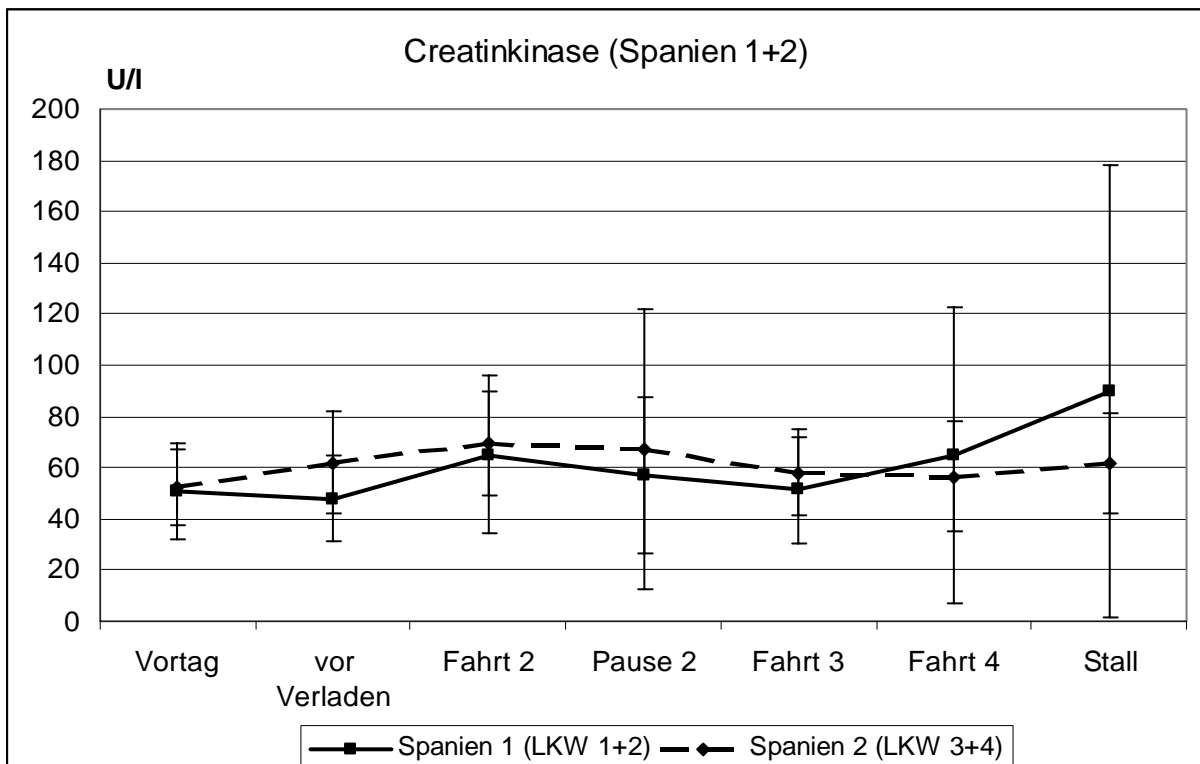
**Abb. 16:** Mittlere Cortisolgehalte im Blutplasma von Rindern (n=27) während eines experimentellen Ferntransportes in Deutschland, gemittelt über drei Versuchsvarianten

Die Vergleichsuntersuchungen verdeutlichen, dass unter üblichen Bedingungen der Rinderhaltung im Laufstall (Gruppenhaltung, umtreiben, melken, füttern) ähnlich hohe Cortisolkonzentrationen im Blutplasma vorzufinden sind wie unter den Bedingungen des Ferntransportes nach Südspanien oder innerhalb Deutschlands. Es bleibt hier jedoch zu beachten, dass die Klima- und Versorgungsbedingungen während der Transporte optimal waren. Auch sind die hier untersuchten drei Versuchskollektive nach Alter und Trächtigkeitsstadien unterschiedlich besetzt.

### 3.5 Creatinkinase



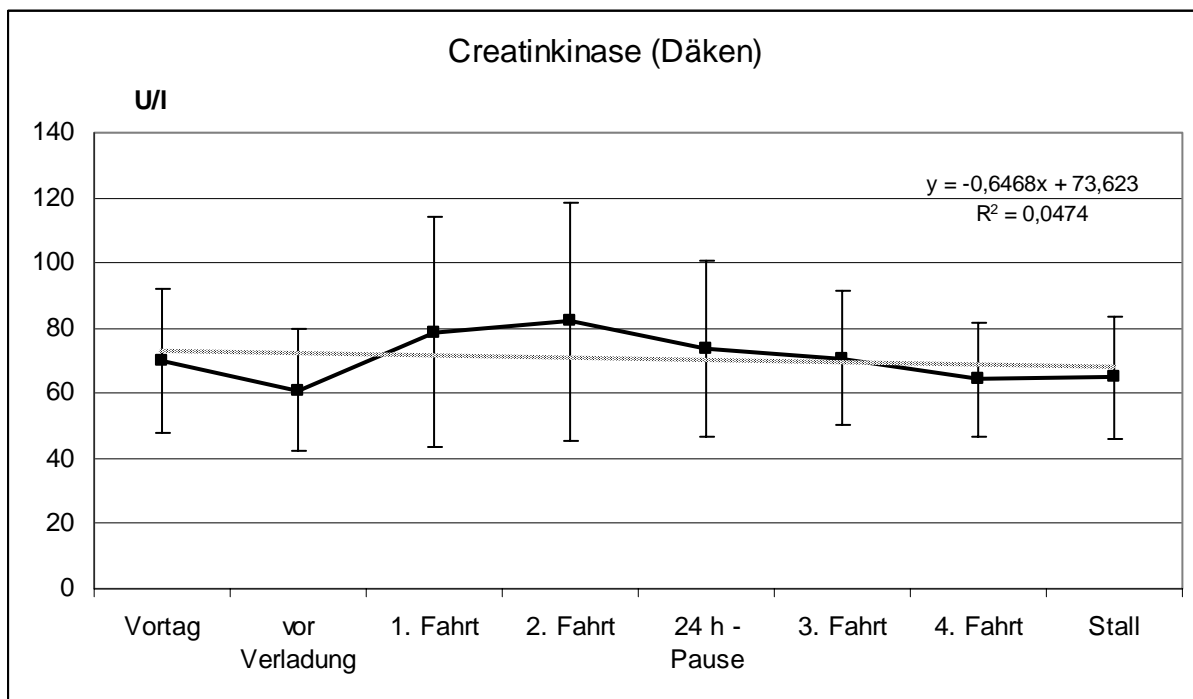
**Abb. 17:** Mittlere Aktivitäten der Creatinkinase im Blutplasma von Rindern (n=24) im Kontrollversuch



**Abb. 18:** Mittlere Aktivitäten der Creatinkinase im Blutplasma von Rindern (n=46) während des Ferntransportes nach Südspanien, gemittelt über zwei Versuchsvarianten

Die mittlere Aktivität der Plasmacreatinkinase steigt nach der Umstallung der Rinder im Kontrollversuch von etwa 50 auf 70 U/l an und fällt zum Abend des gleichen Tages wieder auf einen Wert von unter 60 U/l ab (Abbildung 17). Der erhebliche Zunahme der Standard-

abweichung verdeutlicht dabei jedoch, dass diese Zunahme zu einem großen Teil nur aufgrund der motorischen Aktivitätssteigerung einiger weniger Tiere beruht, die zu diesem Zeitpunkt einen Wert weit über dem physiologischen Grenzwert von 80 U/l aufweisen. Die motorische Belastung der Rinder während des Transportes nach Spanien liegt in einer ähnlichen Größenordnung wie während der Stallhaltung im Kontrollversuch (Abbildung 18). Es zeigt sich aber auch hier, dass einzelne Tiere mit einer erhöhten motorischen Belastung reagieren. Die jüngeren und in einem weniger fortgeschrittenen Stadium trächtigen Rinder des Transportversuches in Deutschland zeigen im Vergleich die höchsten Aktivitäten der Creatinkinase (Abbildung 19), die aber zum Ende des Transportes unter dem kritischen Wert von 80 U/l bleiben.



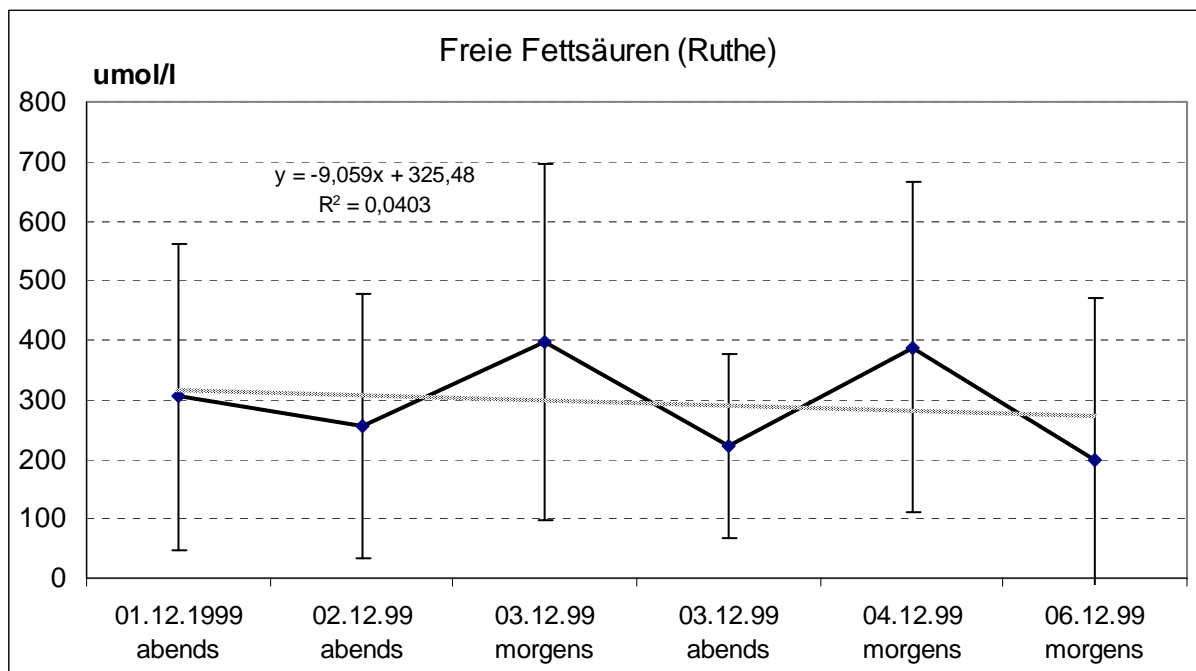
**Abb. 19:** Mittlere Aktivitäten der Creatinkinase im Blutplasma von Rindern (n=27) während eines experimentellen Ferntransportes in Deutschland, gemittelt über drei Versuchsvarianten

### 3.6 Unveresterte Fettsäuren

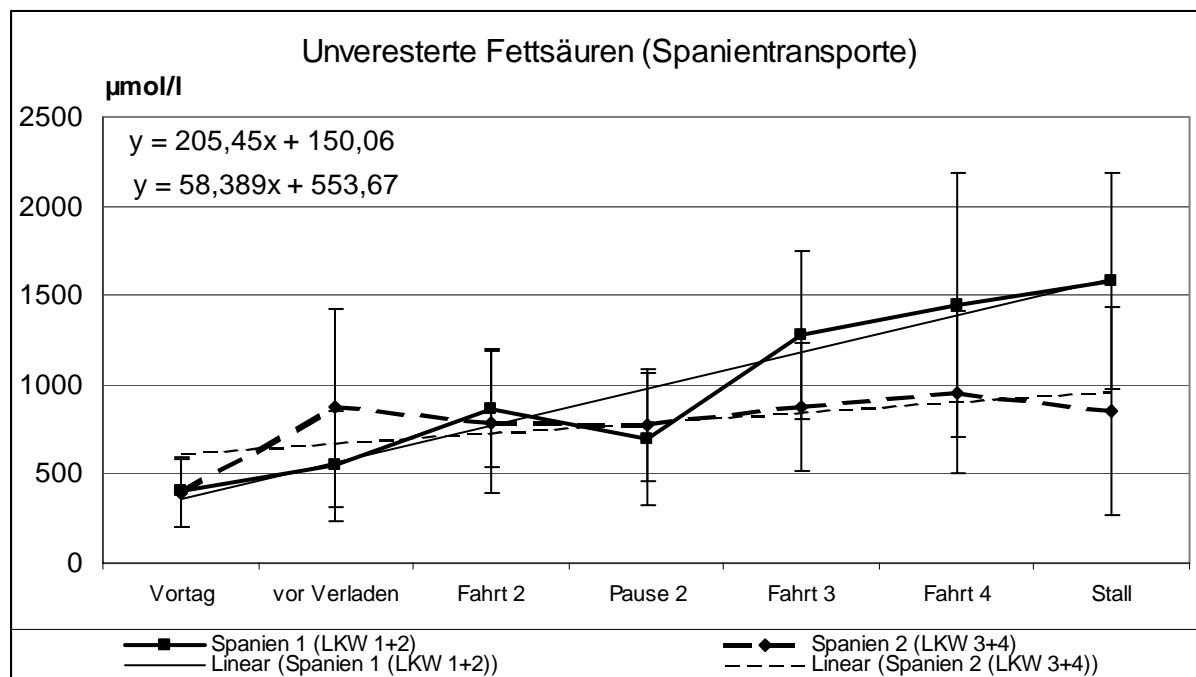
Die durch katabolen Stoffwechsel ansteigende Konzentration unveresteter Fettsäuren im Blutplasma von Rindern bleibt schwankt im Kontrollversuch zwischen 200 und 400  $\mu\text{mol/l}$  (Abbildung 20). Der ein Lipomobilisationssyndrom anzeigende Grenzwert von 600  $\mu\text{mol/l}$  wird hier nur durch die Standardabweichung in zwei Fällen überschritten. Die Umstallung sowie das Umtreiben und Melken bleibt somit ohne nennenswerte Auswirkungen auf den Energiestoffwechsel der Rinder.

Wie in den Auswertungen und Berichten zu den Rindertransporten in Deutschland und nach Spanien bereits festgestellt, geraten die Tiere unter den Bedingungen der üblichen Transportpraxis aufgrund der Umschaltung auf katabolen Stoffwechsel teilweise in ein erhebliches Energiedefizit (Abbildungen 21 und 22). Die Ursachen sind vornehmlich in einer unausgewogenen Futtermittellieferung, in unterschiedlicher Pausengestaltung und in klimatischen Einflüssen zu suchen, auf die die Tiere individuell sehr unterschiedlich reagieren. Auch spielen physi-



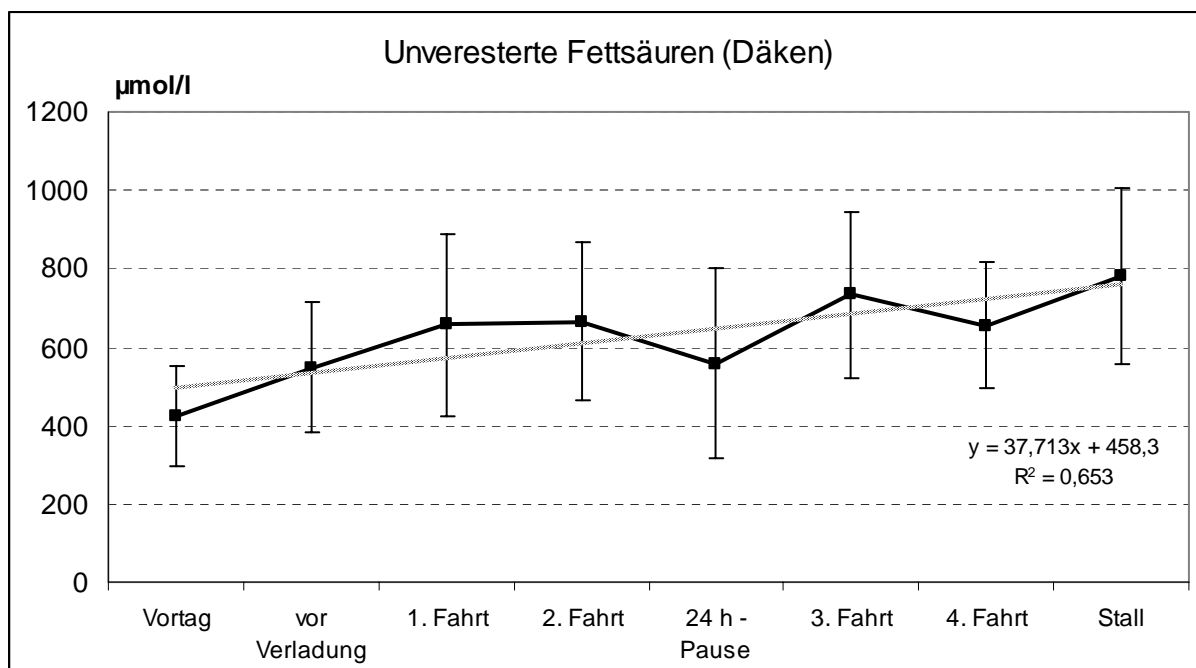


**Abb. 20:** Mittlere Konzentrationen unveresterter Fettsäuren im Blutplasma von Rindern (n=24) im Kontrollversuch



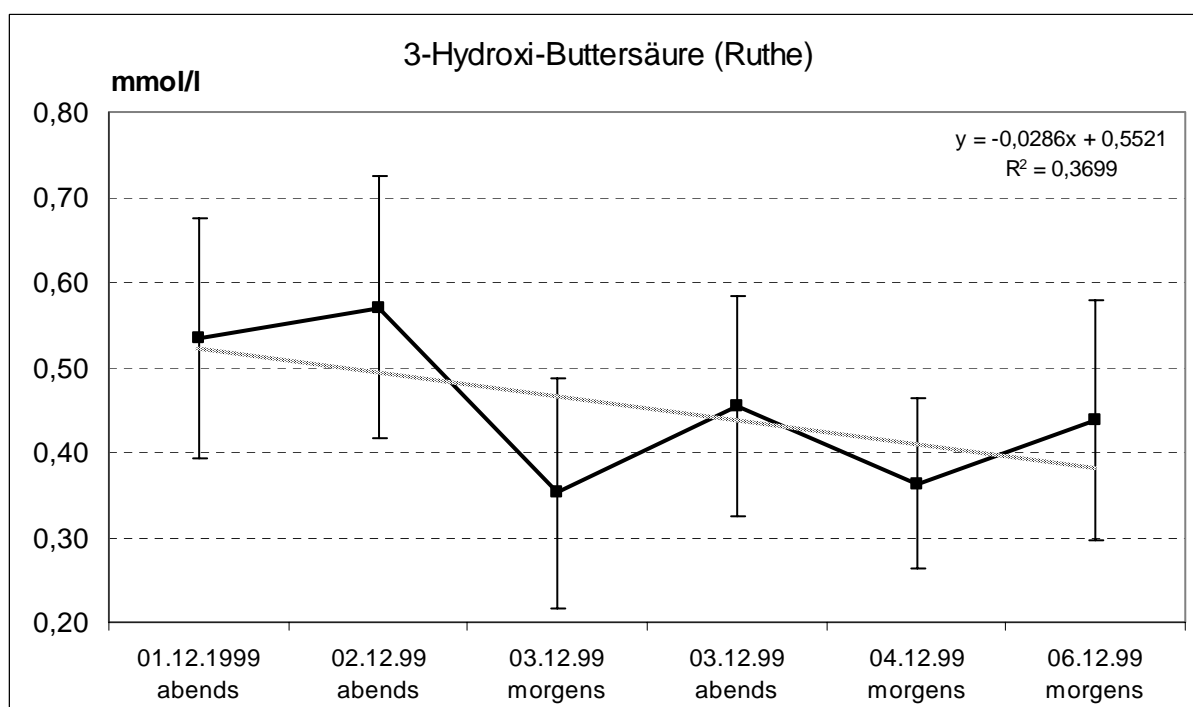
**Abb. 21:** Mittlere Konzentrationen unveresterter Fettsäuren im Blutplasma von Rindern (n=46) während des Ferntransportes nach Südspanien, gemittelt über zwei Versuchsvarianten

kalische Faktoren wie Vibrationen und Beschleunigungen eine Rolle, da die Energiemobilisierung je nach Standort der Tiere im Fahrzeug unterschiedlich aktiviert wird. Insgesamt gesehen ist das Lipomobilisationssyndrom der Rinder als spezifische Reaktion auf eine relative Energieunterversorgung während des Transportes zu werten, da eine entsprechende Reaktion unter den Bedingungen einer üblichen landwirtschaftlicher Rinderhaltung ausbleibt.



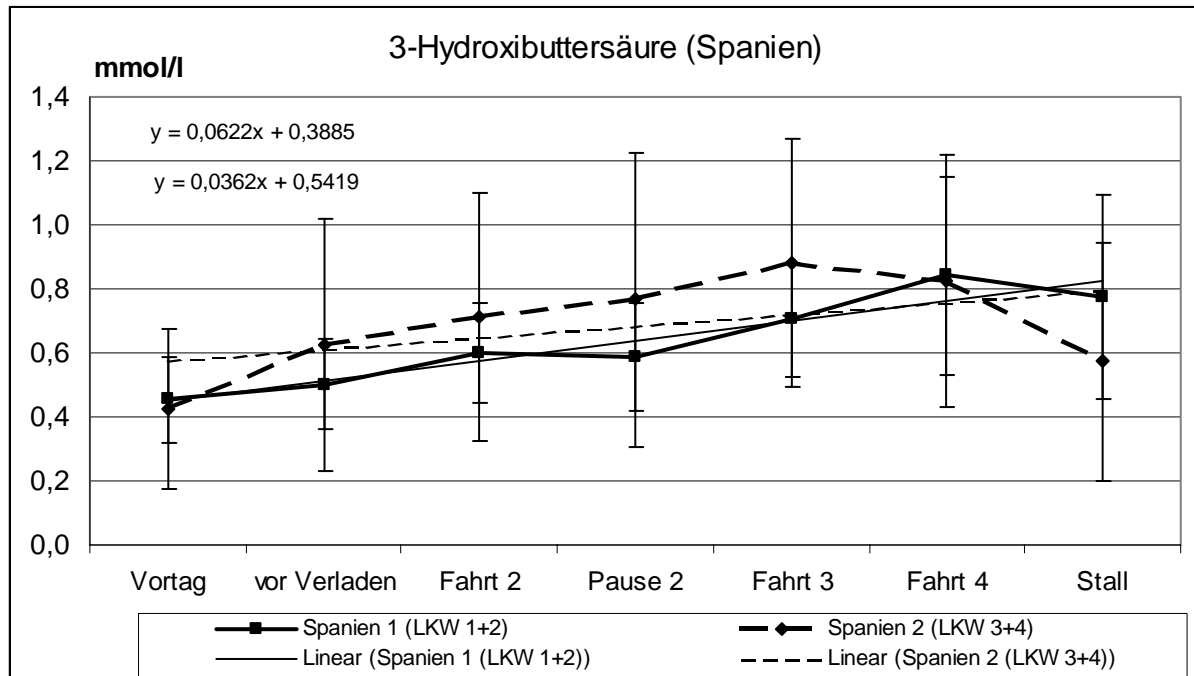
**Abb. 22:** Mittlere Konzentrationen unveresteter Fettsäuren im Blutplasma von Rindern (n=27) während eines experimentellen Ferntransportes in Deutschland, gemittelt über drei Versuchsvarianten

### 3.7 3-Hydroxybuttersäure

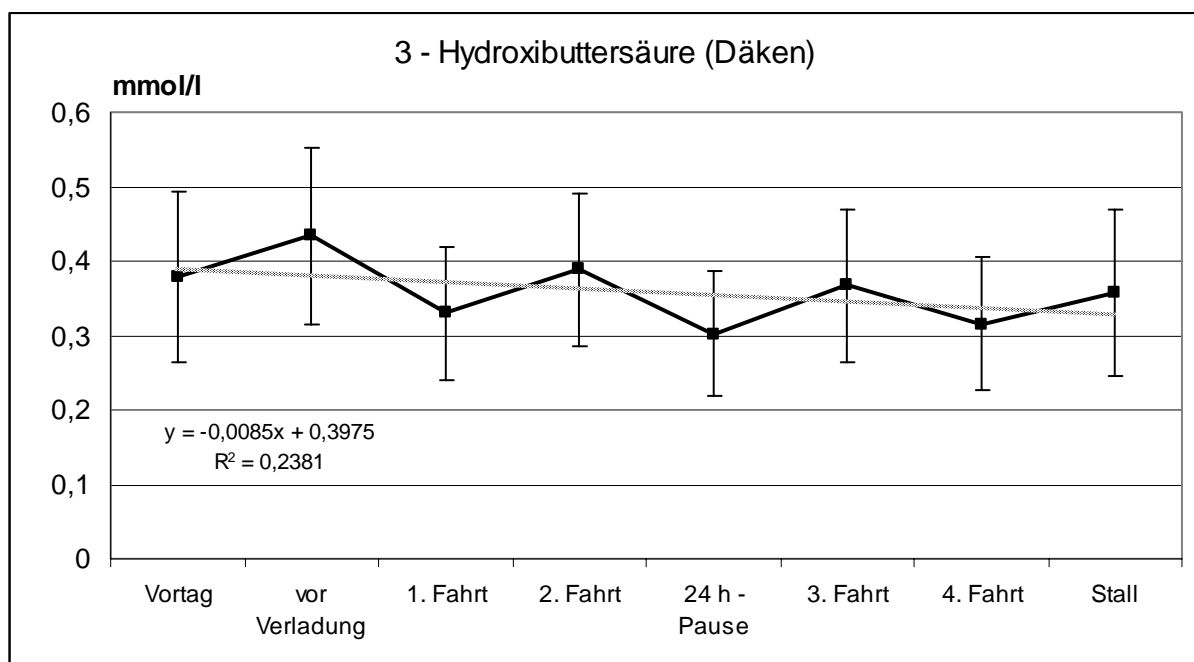


**Abb. 23:** Mittlere Konzentrationen des Ketokörpers 3-Hydroxybuttersäure im Blutplasma von Rindern (n=24) im Kontrollversuch

In Abbildung 23 ist der Konzentrationsverlauf der Plasma-3-Hydroxibuttersäure während des Vergleichsversuches in Ruthe wiedergegeben. Während sich der Plasmaspiegel vor der Umstellung in einem Bereich um 0,55 mmol/l bewegt, liegt er nach Umstellung zwischen 0,35 und 0,45 mmol/l. Der eine ketotische Stoffwechsellaage anzeigende kritische Grenzwert von 1,0 mmol/l wird auch im Einzelfall nicht überschritten.



**Abb. 24:** Mittlere Konzentrationen von 3-Hydroxibuttersäure im Blutplasma von Rindern (n=46) während des Ferntransportes nach Südspeanien, gemittelt über zwei Versuchsvarianten

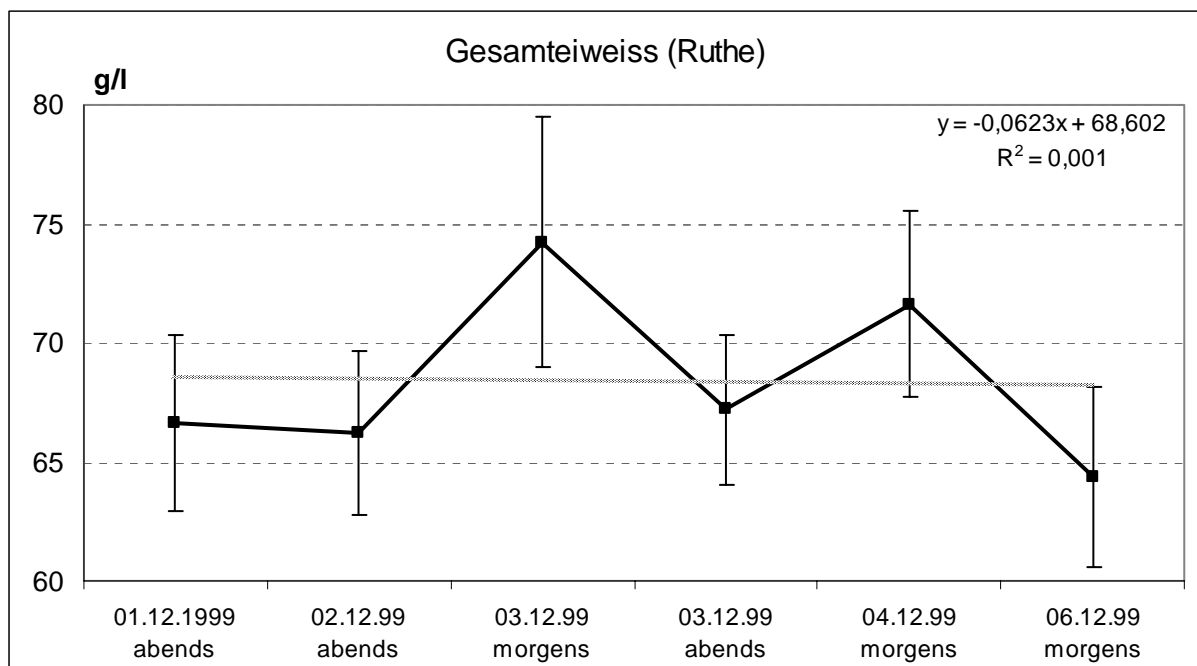


**Abb. 25:** Mittlere Konzentrationen von 3-Hydroxibuttersäure im Blutplasma von Rindern (n=27) während eines experimentellen Ferntransportes in Deutschland, gemittelt über drei Versuchsvarianten

Es ist zu vermuten, dass durch den längeren Umtriebsweg zum Melkstand, der Prozedur des wiederholten Anbindens und durch eine veränderte Kraftfutterzuteilung (provisorische Kraftfutter-Abrufstationen) die Verfügbarkeit leicht verdaulicher Kohlenhydrate vor der Umstellung der Rinder geringer war als nach Umstellung in den neuen Laufstall. Dies äussert sich in einem höheren Plasmaspiegel von Ketonkörpern, da es durch ein niedrigeres Vorläuferangebot (z. B. Propionat) zu einer Substratverarmung im Citratzyklus kommt und aus der Lipolyse stammende freie Fettsäuren nicht mehr über Acetyl-Coenzym A der  $\beta$ -Oxidation zugeführt werden können. Stattdessen erfolgt ihre Kondensation zu Acetacetat und nachfolgende Reduzierung zu 3-Hydroxybutyrat, das begrenzt in Gehirn sowie Herz- und Skelettmuskel des Wiederkäuers verwertet werden kann. In alimentären oder intermediären Krisensituationen (Hunger, Trächtigkeit, Früh-laktation) kann jedoch eine klinisch manifeste Ketose auftreten.

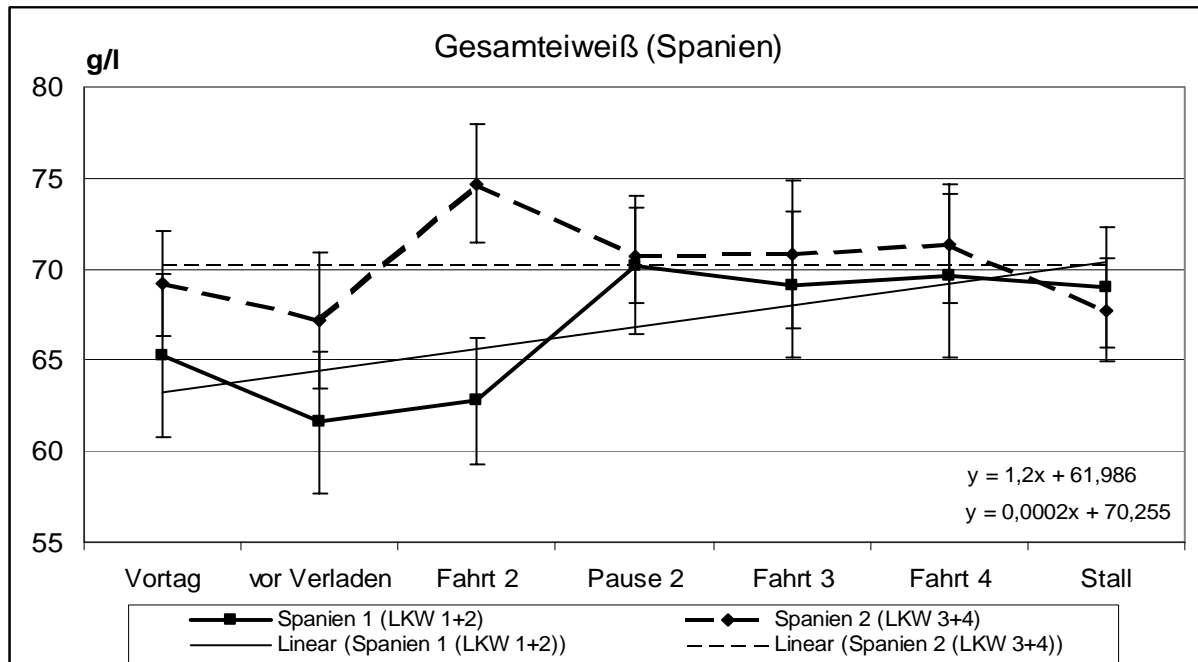
Während des Transportes nach Spanien werden diese Zusammenhänge deutlich (Abbildung 24). Durch eine alimentär (ausschließliche Heufütterung) und eine intermediär (erhöhter Bedarf) bedingte relative Unterversorgung an leicht verfügbaren Kohlenhydraten steigt mit ansteigender Anflutung von freien Fettsäuren auch der Plasmaspiegel an Ketonkörpern. Hier spielen im Vergleich zum Transportversuch in Deutschland (Abbildung 25) vermutlich auch die veränderten klimatischen Bedingungen und Straßenverhältnisse sowie die Pausengestaltung (Fütterung von Kraftfutter) eine Rolle, da hier ein Anstieg des Plasmaspiegels an 3-Hydroxybutyrat nicht erfolgt. Hieraus läßt sich der Schluss ziehen, dass die energetische Krisenlage, die sich in unseren Untersuchungen nur unter den Bedingungen während des Spanientransportes einstellt, nicht durch den Transport selbst hervorgerufen wird, sondern durch eine dem höheren Bedarf der Tiere nicht angepassten Versorgung an leicht verdaulichen und schnell verfügbaren Energieträgern.

### 3.8 Gesamteiweiss

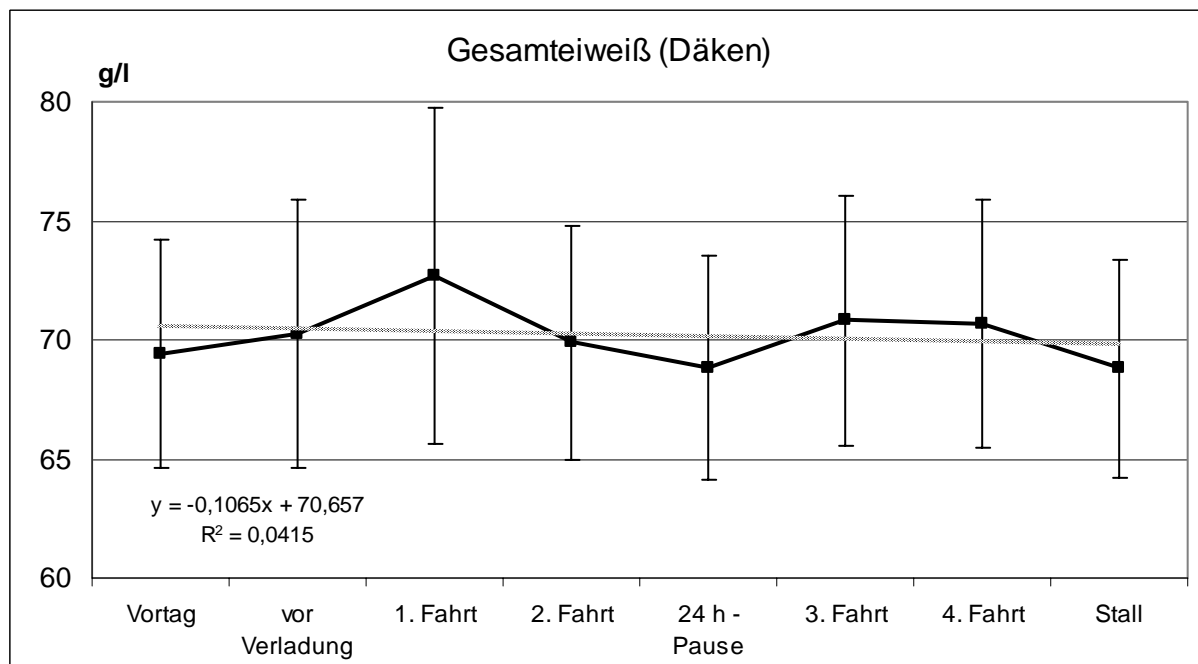


**Abb. 26:** Mittlere Konzentrationen von Gesamteiweiss im Blutplasma von Rindern (n=24) im Kontrollversuch

Trotz des in den Vormägen enthaltenen Flüssigkeitsvorrates können sich Störungen des Wasserhaushaltes (verminderte Wasseraufnahme, erhöhte Wasserausscheidung) relativ schnell auf das intravasale und interstitielle Flüssigkeitsreservoir auswirken. Dies wird durch Verschiebungen der Plasmaspiegel an Gesamtprotein und Natrium sowie des Hämatokrits angezeigt. Zu einer Erhöhung der Plasmakonzentration an Gesamtprotein kommt es jedoch auch durch eine Steigerung des Blutdruckes, wenn intravasale Flüssigkeit in den interstitiellen Raum gedrückt wird.



**Abb. 27:** Mittlere Konzentrationen von Gesamteiweiß im Blutplasma von Rindern (n=46) während des Ferntransportes nach Südspanien, gemittelt über zwei Versuchsvarianten

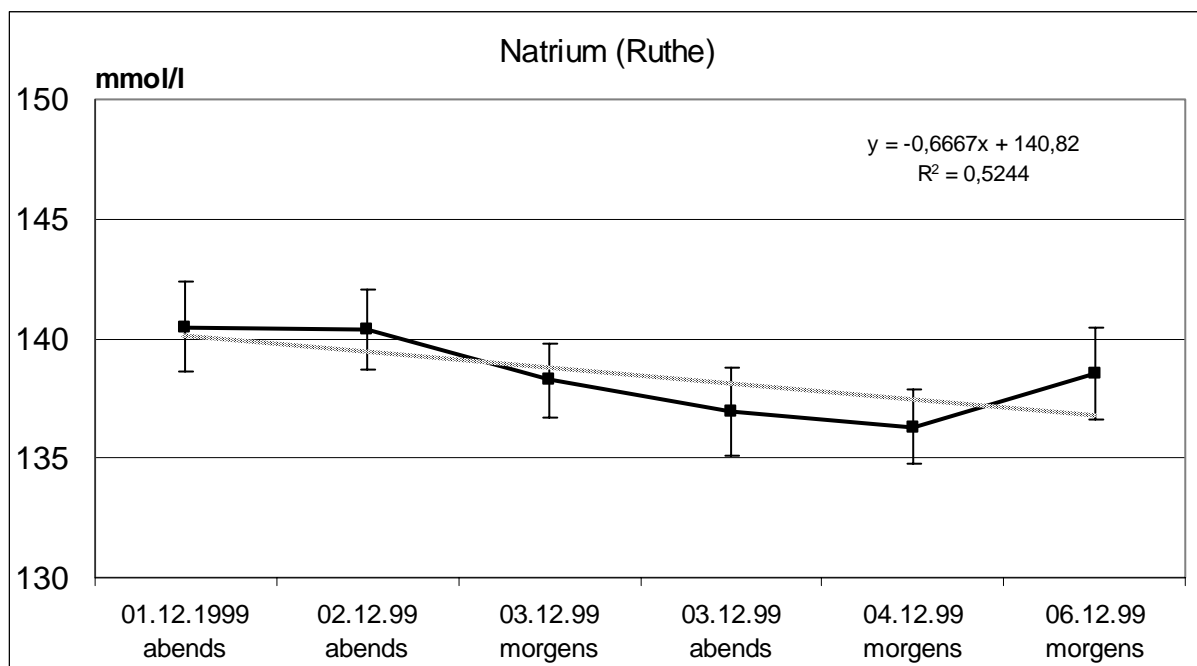


**Abb. 28:** Mittlere Konzentrationen von Gesamteiweiß im Blutplasma von Rindern (n=27) während eines experimentellen Ferntransportes in Dänemark, gemittelt über drei Versuchsvarianten

Dies scheint im Vergleichsversuch nach der Umstallung der Rinder in den Laufstall der Fall zu sein, da es hier zu einer erheblichen Konzentrationszunahme von Proteinen im Blutplasma kommt (Abbildung 26). Innerhalb eines Zeitraumes von etwa 12 Stunden ist eine derartige Hämokonzentration allein durch verminderte Wasseraufnahme (Kennenlernen der Tränkeverhältnisse im neuen Stall) nicht wahrscheinlich.

Eine vergleichbare Konzentrationszunahme an Gesamtprotein im Blutplasma transportierter Rinder ist in den ersten Abschnitten des Transportes (bis zur Fahrtpause bzw. dem Beginn des 2. Fahrtabschnittes) sowohl im Spanientransport (2. Fahrt) als auch im experimentellen Transport in Deutschland festzustellen (Abbildungen 27 und 28). Gegenüber den jeweiligen Verhältnissen im Stall vor und nach dem Transport bleiben während der Fahrten die Plasmaspiegel an Proteinen erhöht. Während des ersten Transportes nach Spanien steigt der Plasmaspiegel während des Aufenthaltes in wärmeren Klimagebiet (nach der 12 h – Pause in Südfrankreich, wogegen im 2. Transport schon nach dem 1. Fahrtabschnitt in Holland die höchsten Plasmagehalte feststellbar sind. Durch eine ungeeignete Tränkanlage in den Fahrzeugen (Zapfen) musste hier die Wasserversorgung in den Fahrtpausen durch Tränkschalen aufrecht erhalten werden.

### 3.9 Plasma - Natrium

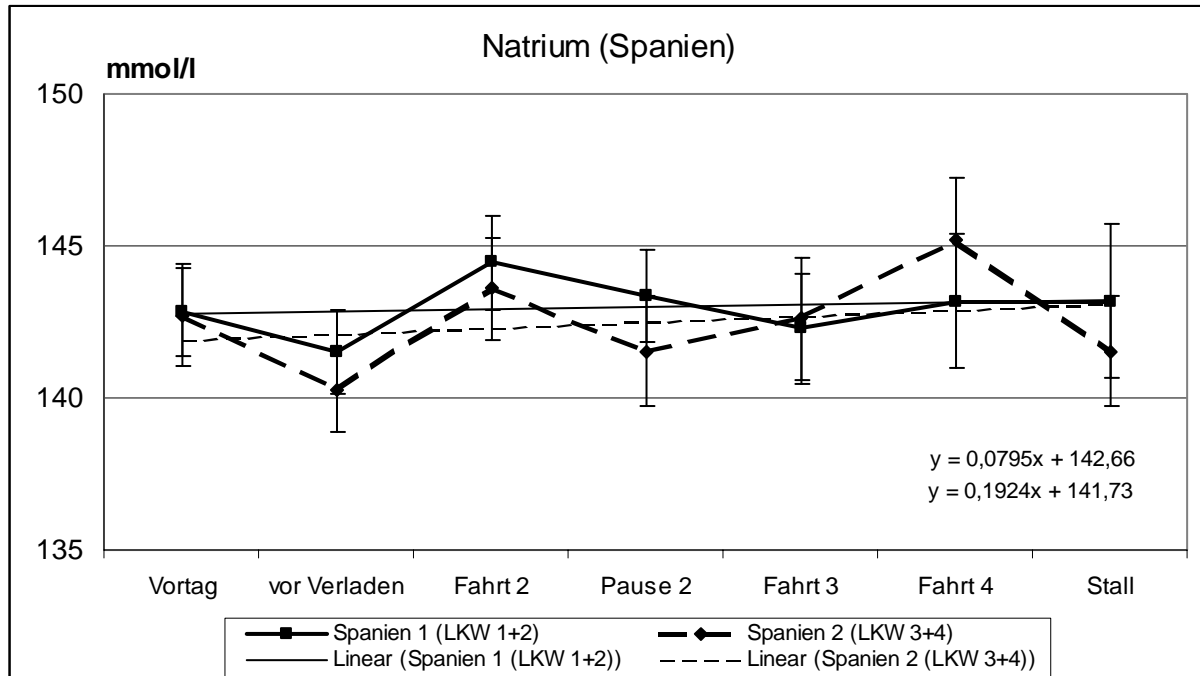


**Abb. 29:** Mittlere Konzentrationen von Natrium im Blutplasma von Rindern (n=24) im Kontrollversuch

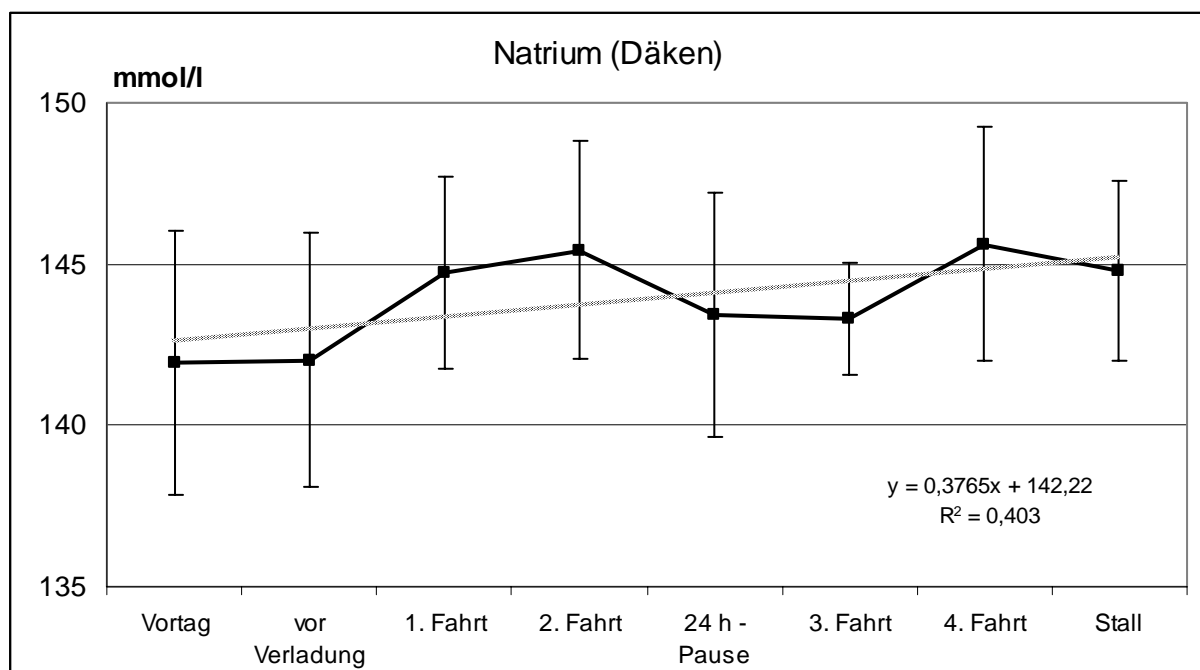
Wie bei allen warmblütigen Säugetieren bewegt sich der Natriumspiegel im Blutplasma beim klinisch gesunden Rind in einem Bereich von 135 bis 145 mmol/l. Zu einer Hypernatriämie (> 145 mmol/l) oder Steigerungen des Plasmaspiegels kann es durch Minderversorgung mit Wasser (oder seltener durch Wasserverlust) kommen, nicht jedoch wie beim Gesamtprotein durch Blutdruckerhöhung.

Nach Umstallung der Rinder im Vergleichsversuch sinkt der Natriumspiegel im Blutplasma ab (Abbildung 29), während er in den Transportversuchen dagegen eine eher steigende Tendenz aufweist (Abbildungen 30 und 31). In allen Transportvarianten wird teilweise der eine

Hypernatriämie anzeigende Grenzwert von 145 mmol/l überschritten, wogegen der Gesamtproteinspiegel im Normbereich verbleibt. Dieser Anstieg der Natriumkonzentration im Blutplasma der transportierten Rinder dürfte sich deshalb weniger belastungsbedingt einstellen als eher ein Problem in der bedarfsgerechten Wasserversorgung der Tiere verdeutlichen.



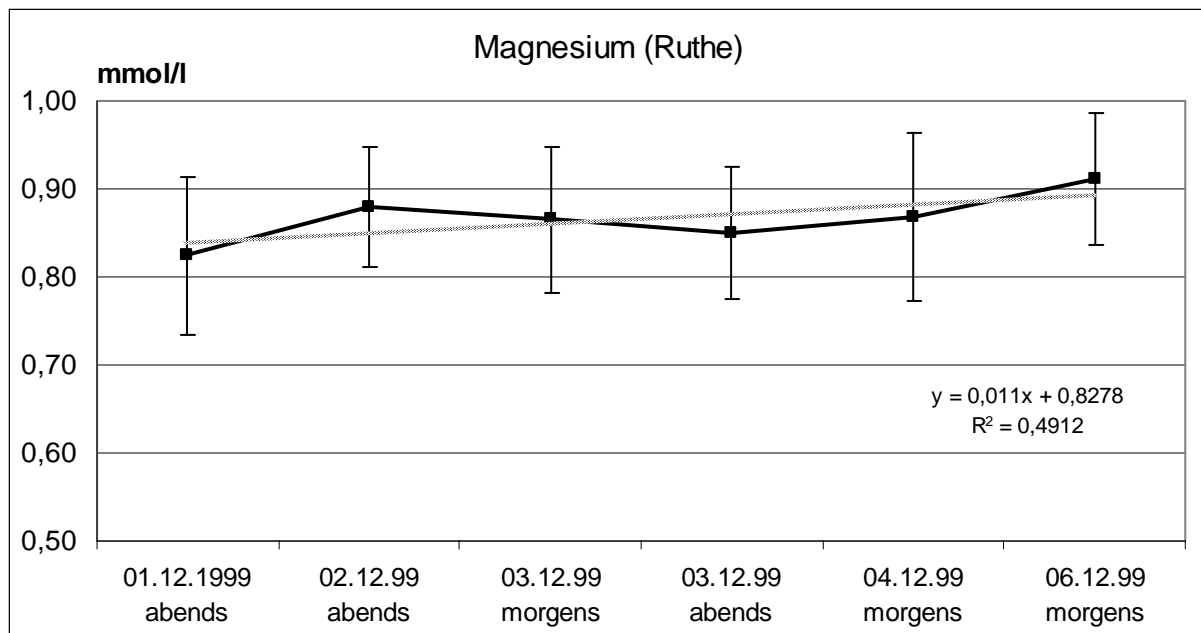
**Abb. 30:** Mittlere Konzentrationen von Natrium im Blutplasma von Rindern (n=46) während des Ferntransportes nach Südspanien, gemittelt über zwei Versuchsvarianten



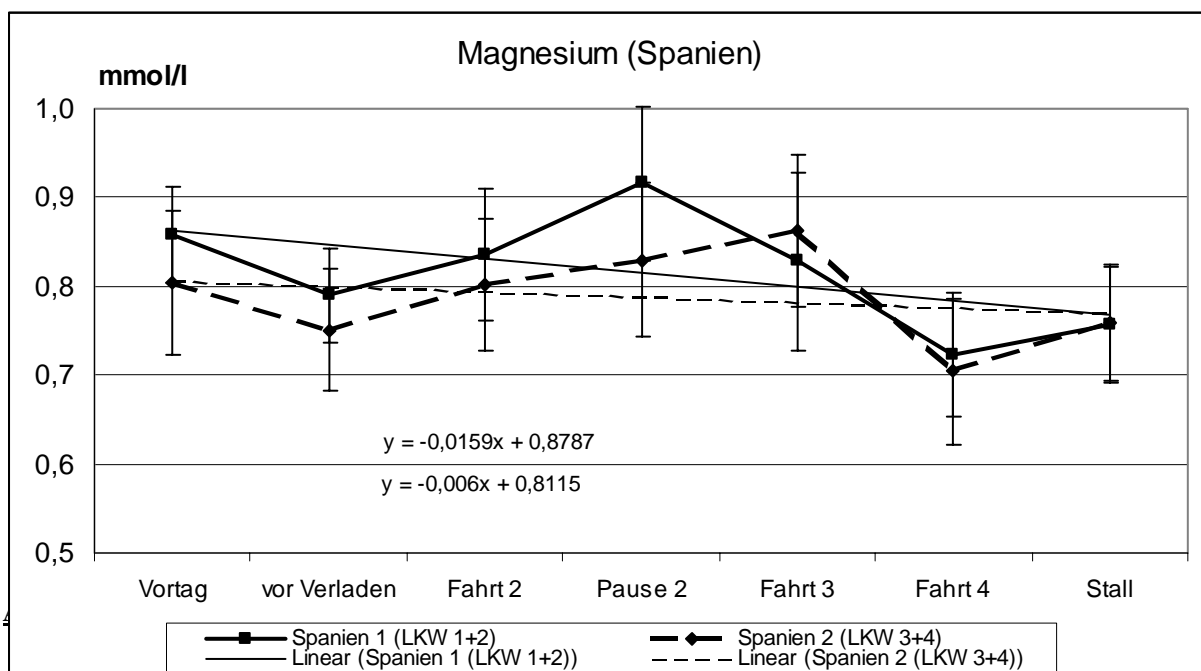
**Abb. 31:** Mittlere Konzentrationen von Natrium im Blutplasma von Rindern (n=27) während eines experimentellen Ferntransportes in Deutschland, gemittelt über drei Versuchsvarianten

### 3.10 Plasma - Magnesium

Um eine Aussage darüber treffen zu können, ob die Absenkung des Plasmaspiegels an Magnesium während des Transportes (Abbildungen 33 und 34) teilweise unter die kritische Grenze von 0,7 mmol/l eher belastungs- oder versorgungsbedingt ist, wurde dieser Parameter in den Vergleichsversuch einbezogen. Es zeigte sich, dass die Belastungen der Rinder durch einen Wechsel der Haltungsumgebung bei einer guten Versorgung nur geringgradige Auswirkungen auf ihren Magnesiumhaushalt aufweisen (Abbildung 32).

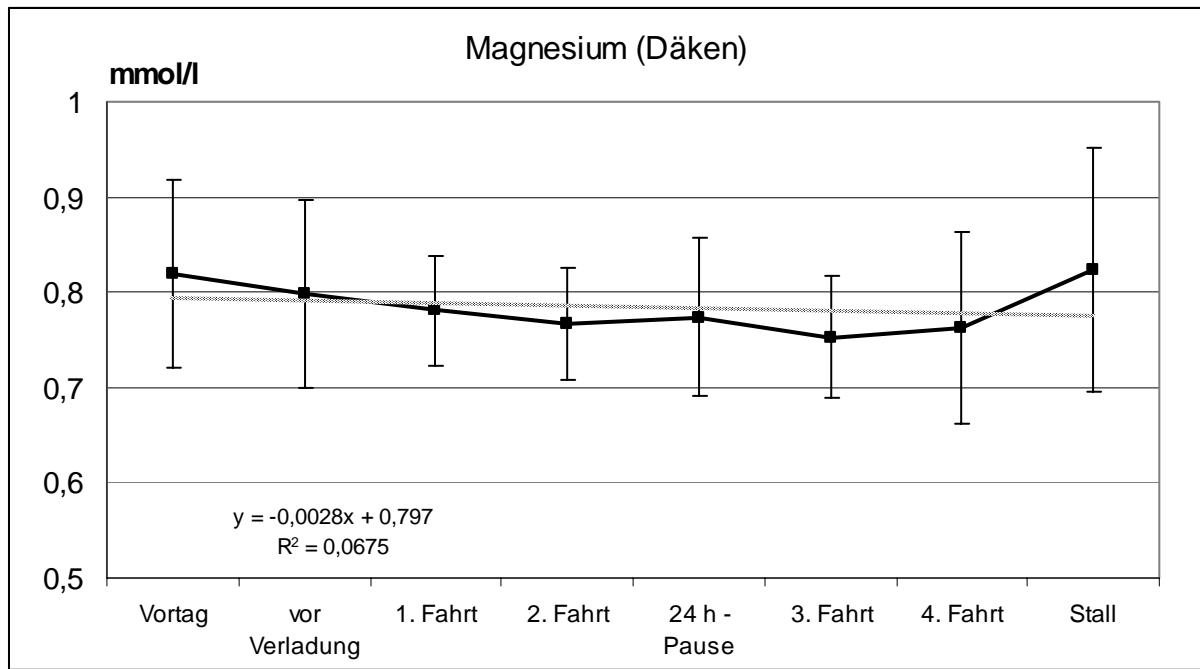


**Abb. 32:** Mittlere Konzentrationen von Magnesium im Blutplasma von Rindern (n=24) im Kontrollversuch



**Abb. 33:** Mittlere Konzentrationen von Natrium im Blutplasma von Rindern (n=46) während des Ferntransportes nach Südspanien, gemittelt über zwei Versuchsvarianten





**Abb. 34:** Mittlere Konzentrationen von Magnesium im Blutplasma von Rindern (n=27) während eines experimentellen Ferntransportes in Deutschland, gemittelt über drei Versuchsvarianten

Dagegen weisen die Rinder nach einem initialen Anstieg (Spanientransporte) oder nach allmählicher Abnahme (Transport in Deutschland) den Tiefpunkt der Magnesiumkonzentration im Blutplasma im letzten Fahrtabschnitt auf. Diese relativ wenig einheitlichen Konzentrationsverläufe deuten darauf hin, dass die Gefahr der Ausbildung einer Tetanie während des Transportes eher durch eine mangelhafte Magnesiumversorgung als durch hohe Stressbelastung verursacht wird.

#### 4. Diskussion

Auf dem Transport wirken eine Vielzahl von Faktoren auf Rinder ein, die ihr Wohlbefinden in erheblicher Weise stören können. Darüber wird in den letzten Jahren eine intensive gesellschaftliche und politische Diskussion geführt, die zunehmend auch in der EU zu gesetzlichen Regelungen führt. Die wissenschaftliche Basis dieser Regelungen ist jedoch noch schmal. Erst in letzter Zeit wurden umfangreichere Untersuchungen mit dem Ziel durchgeführt, die physiologische Belastung der Rinder während des Ferntransportes nach Art und Umfang einzuschätzen (WARRISS 1990, WARRISS et al. 1995, KNOWLES et al. 1999, MARAHRENS et al. 1999, MARAHRENS u. HARTUNG 2000). All diesen Untersuchungen fehlt jedoch die Möglichkeit zur Einschätzung physiologischer Adaptationsgrenzen, da eine Kontrollgruppe bisher nicht eingerichtet wurde. Da davon ausgegangen werden kann, dass Rinder während des Ferntransportes Belastungsreaktionen zeigen, bleibt die Untersuchung einer "Null-Behandlung" ohne Aussagewert. Ziel der hier vorliegenden Studie ist es vielmehr, die Belastungsreaktionen von Rindern während landwirtschaftlich üblicher Betriebsabläufe (Umstallung, Umtrieb, Melken) zu kennzeichnen und vergleichend mit denen während des Transportes zu bewerten.

Der gleichmäßig fallende Verlauf der Herzfrequenz – Mittelwertskurve der untersuchten Rinder im Vergleichsversuch deutet an, dass die Haltungsumwelt vor der Umstallung der Tiere

belastender auf den Kreislauf wirkt als danach. Der diurnale Rhythmus geht durch die Umstallung nicht verloren, auch ist hier keine kurzfristige Erhöhung des Mittelwertes feststellbar. Der Wechsel der Haltungsumgebung scheint somit wenig relevant für die Kreislaufregulation zu sein.

Die tageszeitlichen Schwankungen der Herzfrequenz der Rinder sind haltungsbedingten Aktivitäts- und Ruhephasen zuzuordnen, wie sie auch STEINHARDT und THIELSCHER (2000) bei Rindern während der Weidehaltung feststellten. Innerhalb dieser täglichen Schwankungen sind Herzfrequenzsteigerungen durch den Umtrieb zum Melkstand, das Melken selbst sowie durch die Rückkehr in den Stall vorhanden. Diese Herzfrequenzsteigerungen durch den täglichen Routinebetrieb betragen bis zu 25 Schläge pro Minute und überschreiten regelmäßig den bei adulten Rindern als physiologisch angesehenen Grenzwert von 90 Schlägen pro Minute (STÖBER und GRÜNDER 1990). Bereinigt um die (allerdings durch Umtriebe induzierten) HF-Steigerungen in diurnalen Aktivitätsphasen – insbesondere am Abend – beträgt die mittlere Zunahme der HF durch den Umtrieb zum Melkstand noch 15 bis 20 Schläge pro Minute. Abgesehen vom wenig kontrollierbaren Einfluss des Treibers dürfte diese Steigerung der HF hauptsächlich motorischer Natur sein.

In ähnlichen Größenordnungen bewegt sich die Zunahme der Herzfrequenz bei Rindern während des Verladens in das Fahrzeug zum Transport. Die Mittelwerte liegen während dieser Prozedur ausgehend von etwa 65 bis 75 Schlägen/min während der Stallhaltung im Bereich von 85 bis 95 Schlägen/min, wobei die Standardabweichung 105 Schläge/min erreicht. Extremwerte liegen bei 120 bis 150 Schläge pro Minute. Hier ist allerdings auch mit psychischen Belastungsmomenten zu rechnen, da die Verladung häufig mit mehreren Treibern erfolgt und entsprechend durch Hektik und Lärm geprägt ist, regelmäßig die Zusammensetzung der Gruppe geändert wird und die Individualdistanz durch Artgenossen erheblich unterschritten wird (GRANDIN 1998). Grundsätzlich läßt sich hier die Feststellung treffen, dass die Kreislaufbelastung der Rinder sich bei allerdings größerer Streuung während des Verladens in Größenordnungen bewegt, wie sie im täglichen Routinebetrieb vorzufinden ist.

Verglichen mit den Ruhewerten vor der Verladung bleibt die mittlere HF der Rinder während des gesamten Transportes etwa um 10 Schläge/min erhöht. Trotz dieser durch höhere motorische Beanspruchung durch die Bewegungen des Fahrzeuges verursachten Zunahme bleibt sie jedoch im während des täglichen Routinebetriebes feststellbaren diurnalen Schwankungsbereich. Bei dieser Art der Bewertung sind das Alter und das Trächtigkeitsstadium der Rinder mit einzubeziehen (STEINHARDT und THIELSCHER 2000). Das mittlere Alter der Tiere in der Vergleichsuntersuchung dürfte grob geschätzt um etwa 1 Jahr höher und das mittlere Trächtigkeitsstadium weniger weit fortgeschritten vorliegen als bei den Tieren der Transportuntersuchungen. Dennoch beträgt die über jeweils den gesamten Versuchszeitraum gemittelte HF der Tiere im Vergleichsversuch etwa 80, während der Transporte nach Spanien etwa 83 und in Deutschland etwa 73 Schläge/min. Trotz der im Gegensatz zu den Transportversuchen fallenden Tendenz der HF während des Vergleichsversuches liegen keine Anzeichen dafür vor, dass hinsichtlich der Kreislaufbelastung der Rinder während des Transportes Adaptationsgrenzen überschritten werden. Es könnte sich jedoch als problematisch herausstellen, das während langer Transporte Phasen der Ruhe über längere Zeiträume ausbleiben.

Auch die Körpertemperatur unterliegt wie die Herzfrequenz unter den Bedingungen einer landwirtschaftlich üblichen Haltung täglichen Schwankungen. Innerhalb dieser täglichen Schwankungen sind episodische Rhythmen feststellbar, die vermutlich mit Aktivitätsphasen einhergehen. Weder die Umstallung in eine neue Haltungsumgebung noch der tägliche Umtrieb zum Melkstand fallen hinsichtlich der Körpertemperatur der Rinder besonders ins Ge-

wicht. Die Zunahme der Körpertemperatur bleibt hier wie auch während der Verladung in den Transportversuchen im Rahmen der episodischen Schwankungen.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen im Vergleichsversuch zeigen die Mittelwerte in den beiden Transportversuchen über die Versuchsdauer gesehen eine steigende Tendenz. Die Gründe hierfür dürften in einem aktivierten Energieumsatz und damit verbundener Wärmeproduktion bei zunehmend kataboler Stoffwechsellage zu suchen sein (WARRISS 1990). Eine Beziehung zu klimatischen Parametern konnte während der Transportversuche nicht nachgewiesen werden, weshalb der Anstieg der Körpertemperatur nicht mit einer begrenzten Thermoregulationskapazität zu begründen ist. Hinsichtlich der Körpertemperatur während des Transportes könnte eine Adaptationsgrenze dann erreicht sein, wenn bei gleichbleibender (mangelhafter) Versorgung und nicht wesentlich wechselnden klimatischen Verhältnissen die Körpertemperatur absinkt, da dann die Energiereserven aufgezehrt sind.

Die während der Transportversuche festgestellten Plasmagehalte an Cortisol entsprechen bei gegenläufigen Tendenzen in der Größenordnung denen, wie sie zu Beginn des Vergleichsversuches in einer üblichen landwirtschaftlichen Rinderhaltung vorzufinden waren. Die wie auch bei Herzfrequenz und Körpertemperatur fallende Tendenz des Cortisolspiegels deutet darauf hin, dass zu Beginn des Vergleichsversuches die Haltungsbedingungen vor der Umstallung in den neuen Laufstall nicht optimal waren. Die hierdurch induzierten Belastungen der Tiere sind in der Größenordnung bei den bisher aufgeführten drei Parametern vergleichbar mit denen während des Transportes. Es muss hier allerdings der Zeitfaktor ausser Betracht bleiben, da während des Vergleichsversuches tendenziell Ruhewerte erreicht werden, beim Transport jedoch nicht. Es sollte deshalb, wie später noch zu zeigen sein wird, nicht nur beim Cortisol die Transportdauer als eigenständiger Belastungsfaktor angesehen werden, dessen Bewertung hinsichtlich der Adaptationskapazität der Rinder insbesondere im Zusammenhang mit ihrer energetischen Belastung (THUN und SCHWARZ-PORSCHKE 1994, KNOWLES et al. 1999) während des Transportes noch aussteht.

Die eine physische (motorische) Belastung der Rinder anzeigende Grenzaktivität von 80 U/l der Creatinkinase (CK, STÖBER und GRÜNDER 1990) wird im Vergleichsversuch nur von wenigen Tieren kurz nach der Umstallung in eine neue Haltungs Umgebung überschritten. Dieses dürfte durch eine erhöhte Erkundungsaktivität, u. U. verbunden mit Rangauseinandersetzungen, begründet sein. Während der Transporte sinken die CK-Spiegel nach einem durch die Verladung und dem Fahrtbeginn verursachten initialen Anstieg wieder leicht ab. Insgesamt gesehen verlassen die Mittelwerte hier nicht den physiologischen Bereich, liegen jedoch geringgradig über den im Vergleichsversuch ermittelten Werten. Es sind während des Transportes regelmäßig einige Tiere zu finden, deren Werte über dem Grenzwert liegen, ohne dass Anzeichen physischer Erschöpfung feststellbar waren. KNOWLES et al. (1999) fanden CK-Aktivitäten von bis zu 180 U/l während eines Transportes von Schlachtrindern über 31 Stunden, wogegen die Aktivität der CK bei Langzeittransporten von tragenden Zuchtrindern in Neuseeland bei über 500 U/l liegt (FISHER et al. 1999). Diese Ergebnisse verdeutlichen die relativ geringen physischen Belastungen der Rinder in der vorliegenden Studie.

Ein Hauptproblem des Rinderfernttransportes stellt die bedarfsgerechte Energieversorgung dar. Während die physiologische Belastungsreaktion der Rinder im engeren Sinne (Herzfrequenz, Körpertemperatur, Cortisol) während des Transportes zumindest in der Größenordnung diejenige während der Haltung im landwirtschaftlichen Betrieb nicht wesentlich übersteigt, zeigt sich in der Energieversorgung insbesondere während der Spanientransporte ein ausgeprägtes Defizit. Während nach einer Umstallung die maximalen Mittelwerte von unveresterten Fettsäuren (NEFA) im Vergleichsversuch bei 400  $\mu\text{mol/l}$  liegen, betragen sie wäh-

rend der Spanientransporte etwa 1500 bzw. 950  $\mu\text{mol/l}$ . Der gleichzeitige Anstieg der Plasmakonzentrationen von 3-Hydroxybutyrat verdeutlicht, dass hier nicht nur ein grundsätzliches Defizit in der Energieversorgung vorliegt, sondern dass gleichzeitig ein Mangel an verfügbaren Kohlenhydraten besteht. KNOWLES et al. (1999) fanden dagegen bei einem Transport von Schlachtrindern über einen Zeitraum von bis zu 31 Stunden bei Heufütterung eine Zunahme der Plasmakonzentration von NEFA auf maximal 540  $\mu\text{mol/l}$ , während sich der Spiegel an 3-Hydroxybutyrat von 0,21 auf 0,17 mmol/l verringerte. In einigen Transportgruppen verringerte sich sogar der Plasmaspiegel von NEFA von 580  $\mu\text{mol/l}$  vor dem Transport auf 440  $\mu\text{mol/l}$  danach. Die Autoren erklärten die Umstellung der Fütterung von Weidegang auf Heu als Ursache dieser Resultate. FISHER et al. (1999) fanden dagegen Anstiege des Plasma gehaltes an 3-Hydroxybutyrat während des Transportes von tragenden Zuchtrindern über etwa 2000 km mit maximal 0,51 mmol/l in den Größenordnungen der eigenen Studie.

Die kurzzeitige Erhöhung der Plasmakonzentration von Gesamtprotein in den Blutproben nach der Umstallung der Rinder deutet auf eine Hämokonzentration infolge verminderter Wasseraufnahme (Kennenlernen des Tränkesystems im neuen Stall) oder durch eine Erhöhung des Blutdruckes infolge einer Stressbelastung hin. Da gleichzeitig der Natriumspiegel im Blutplasma geringgradig sinkt, bleibt diese Hämokonzentration isotonisch und ist nicht als Dehydratation aufzufassen. Während des Transportes nach Spanien erfolgt der Anstieg des Plasmaspiegels der Proteine jedoch teilweise gleichsinnig mit dem des Natriums, der hier physiologische Grenzwerte überschreitet. Auch wenn die gemessenen Proteinkonzentrationen keine Anzeichen für eine Dehydratation darstellen, so liegen doch Anzeichen für eine durch Minderversorgung mit Wasser verursachte Hypertonie vor. Das betrifft auch die dritte Transportvariante im experimentellen Transportversuch in Deutschland, in der das Tränkesystem der Fahrzeuge ebenso wie auf dem 2. Transport nach Spanien teilweise versagte. Die festgestellten Hämokonzentrationen an Gesamtproteinen und Natrium stellen eher ein (technisches) Problem der bedarfsgerechten Wasserversorgung als eine Belastungsreaktion der transportierten Rinder dar. Ähnliche Verhältnisse fanden FISHER et al. (1999) beim Transport von Zuchtrindern und JACKSON et. al. (1999) bei Durstversuchen an Schafen.

Im Gegensatz zu den Bedingungen im Vergleichsversuch fallen die Plasmakonzentrationen von Magnesium während der Transportversuche auf ein teilweise kritisches Niveau unter 0,7 mmol/l ab. Hierdurch steigt die Gefahr der Ausbildung einer Transporttetanie, wie sie auch FISHER et al. (1999) in ihren Untersuchungen beschrieben haben. Auch hier stellt sich das Problem einer dem erhöhten Bedarf gerecht werdenden Versorgung der Rinder während des Transportes, da diese Zusammenhänge während der Stallhaltung nicht zu beobachten sind.

## **5. Schlussfolgerungen**

Im Vergleich zu den Haltungsbedingungen im üblichen landwirtschaftlichen Betriebsablauf zeigen Rinder während des Ferntransportes physiologische Belastungsreaktionen (Herzfrequenz, Körpertemperatur, Cortisol) nach Art und Ausmaß in ähnlichen Größenordnungen auf. Im Gegensatz zur Stallhaltung bleiben die Werte jedoch infolge der fortdauernden physischen Belastungen erhöht. Dies äußert sich auch in einem steigenden Bedarf an einer adäquaten Versorgung mit Energieträgern und Wasser, der während des Transportes unter den derzeit herrschenden Bedingungen nicht befriedigt werden kann. Erst bei Sicherstellung einer bedarfsgerechten Versorgung der transportierten Rinder kann die Frage beantwortet werden, ob und wann eine physiologische und metabolische Adaptation an die Bedingungen des Transportes erfolgt. Auch bleibt die Frage offen, unter welchen klimatischen und Lüftungstechnischen Bedingungen bei einer u. U. mangelhaften Wasserversorgung die Thermoregulation der Tiere überfordert wird.

## 6. Literatur

FISHER, A.D., P.V. PEARCE und L.R. MATHEWS (1999):  
The effect of long haul transport on pregnant, non-lactating dairy cows.  
New Zeal. Vet. J. 47, S. 161-166

GRANDIN, T. (1998): Livestock handling and transport.  
Verlag CAB International, Wallingford, Oxon, U.K.

JACKSON, R.E., M.S. COCKRAM, P.J. GODDARD, O.M. DOHERTY, I.M. McGILP und  
N.K. WARAN (1999): The effects of 24h water deprivation when associated with some  
aspects of transportation on the behaviour and blood chemistry of sheep.  
Animal Welfare 8, S. 229-241

KNOWLES, T.G., P.D. WARRISS, S.N. BROWN u. J.E.D. EDWARDS (1999):  
Effects on cattle of transportation by road for up to 31 hours.  
Vet. Rec. 145, S. 575-582

MARAHRENS, M., N. PARVIZI und J. HARTUNG (1999): Untersuchungen zum tier-  
schutzgerechten LKW-Transport von Rindern auf Langstrecken. Teil I.  
Bericht an die ADR, 81 Seiten, 56 Tab., 18 Abb.

MARAHRENS, M. und J. HARTUNG (2000): Untersuchungen zum tierschutzgerechten  
LKW-Transport von Rindern auf Langstrecken. Teil II.  
Bericht an die ADR, 39 Seiten, 25 Tab., 17 Abb.

STÖBER, M. und H.D. GRÜNDER (1990): Kreislauf.  
in: ROSENBERGER, G.: Die klinische Untersuchung des Rindes.  
Verlag Paul Parey Berlin und Hamburg, 3. Aufl. S. 171-241

WARRISS, P.D. (1990):  
The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality.  
Appl. Anim. Behav. Sci. 28, S. 171-186

WARRISS, P.D., S.N. BROWN, T.G. KNOWLES, S.C. KESTIN, J.E. EDWARDS, S.K.  
DOLAN u. A.J. PHILLIPS (1995):  
Effects on cattle of transport by road for up to 15 hours.  
Vet. Rec. 136, S. 319-323