

# Liegeverhalten und tierindividuelle Wasseraufnahme von Mutterkühen bei der Winterweidehaltung in Kanada

Katrin Sporkmann, Frédéric Pelletier, Patrick Brassard, Michel Côté, Stéphane Godbout, Eberhard Hartung, Heiko Georg

In Kanada werden Mutterkühe während der Winterperiode traditionell auf begrenzten Winterweideflächen ohne Stall gehalten. Ziel der Studie war die Untersuchung möglicher klimabedingter Veränderungen im Liegeverhalten und in der Tränkwasseraufnahme von Mutterkühen. Über zwei Winterperioden wurden bei jeweils zwei Tiergruppen die individuelle Wasseraufnahme und das Liegeverhalten unter zum Teil extremen Temperaturen (bis  $-40\text{ °C}$ ) erfasst. Anhand der Ergebnisse konnte belegt werden, dass die Mutterkühe durch eine Veränderung des Liegeverhaltens, aber nicht mit einer Änderung des notwendigen Wasserbedarfs auf die zunehmende Kälte reagierten.

## Schlüsselwörter

Mutterkühe, Winterweidehaltung, Liegeverhalten, Wasseraufnahme

Die Winterweidehaltung ist eine traditionelle Form der Haltung von Mutterkühen in Kanada. Im Rahmen eines Kooperationsprojekts zwischen dem Institut de Recherche et de Développement en Agroenvironnement (IRDA) und dem Thünen-Institut sowie weiteren beteiligten Organisationen wurden Umweltaspekte und das Tierverhalten bei der Winterweidehaltung von Mutterkühen betrachtet. Im Projekt wurden über zwei Winterperioden die tierindividuelle Wasseraufnahme ermittelt und Verhaltensaufzeichnungen mittels ALT-Pedometer durchgeführt. Gleichzeitig erfolgte eine kontinuierliche Messung des Außenklimas. Ziel war die Erfassung von Verhaltensabweichungen (Pedometerdaten) und Veränderungen bei der Tränkwasseraufnahme zur Bewertung von Anpassungsreaktionen auf zum Teil extreme Klimabedingungen.

## Stand des Wissens

### Thermoregulation

Rinder sind wie alle anderen Säugetiere homoiotherm. Die normale Körperkerntemperatur liegt beim Rind bei  $38,3\text{ °C}$  (BIANCA 1968). Bei einer thermischen Belastung versucht das Rind auf ethologischem und physiologischem Weg die Körperkerntemperatur konstant zu halten (BIANCA 1977). Dies wird als Thermoregulation bezeichnet. Bei einer thermischen Belastung schützen sich homoiotherme Tiere zuerst durch Verhaltensänderungen, danach setzt erst die physiologische Regulation ein.

Abbildung 1 gibt einen Überblick über die kritischen Umgebungstemperaturen und die durch sie begrenzten Zonen bei homoiothermen Tieren (BIANCA 1968). Grundsätzlich ändern sich die Schwellenwerte der kritischen Temperaturen, die ethologische und physiologische Anpassungsreaktionen auslösen, mit dem Alter des Tieres (BIANCA 1977). Bei Umgebungstemperaturen in der Behaglichkeits-

zone (A bis A') empfinden Rinder weder Kälte noch Hitze (POLLMANN et al. 2005). Nach BIANCA (1976) verläuft die Behaglichkeitszone bei Kälbern von 13 °C bis 25 °C, während sie bei einem ausgewachsenen Rind zwischen 0 °C und 16 °C liegt. In der Zone der thermischen Neutralität ist der Energieverbrauch zur Konstanthaltung der Körperkerntemperatur am geringsten (POLLMANN et al. 2005). Ab den Grenzen der Behaglichkeitszone (A und A') bis zu den Grenzen der Zone thermischer Neutralität, die als untere kritische Temperatur (UKT) und obere kritische Temperatur (OKT) bezeichnet werden, beginnen Rinder sich vor Kälte bzw. Hitze zu schützen. Sie verstärken bei Kälte ihre Wärmeisolierung, indem sie beispielsweise ein dickeres Haarkleid ausbilden und windgeschützte Bereiche aufsuchen, bzw. bei Hitze die Wasserverdunstungsrate zur Aufrechterhaltung der Körperkerntemperatur ansteigen lassen (POLLMANN et al. 2005, TARR 2007). Befindet sich das Rind in einer Umgebungstemperatur außerhalb der thermischen Neutralität, so muss es zur Aufrechterhaltung seiner Körperkerntemperatur mehr Energie für die Wärmeproduktion oder -abgabe aufwenden (NRC 2000). Wie aus Abbildung 1 aber auch hervorgeht, sind Rinder bzw. homoiotherme Tiere im Allgemeinen toleranter gegenüber Kälte als gegenüber Hitze (UKT bis B versus OKT bis B') (BIANCA 1976). Bis zu den Grenzen B und B' kann das Rind seine Körperkerntemperatur noch weitestgehend konstant halten. Bei Umgebungstemperaturen unterhalb der Grenze B und oberhalb der Grenze B' befinden sich Tiere in der Hypo- bzw. Hyperthermie und es besteht Lebensgefahr.

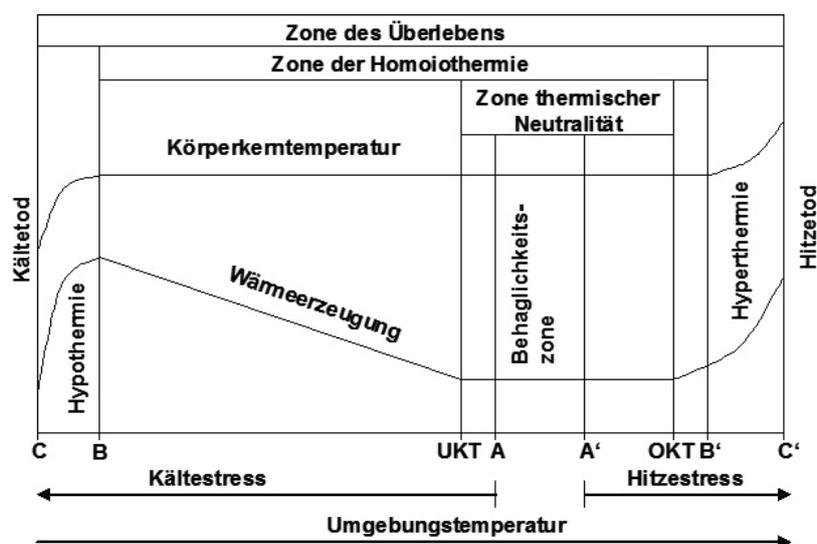


Abbildung 1: Kritische Umgebungstemperaturen und die durch sie begrenzten Zonen (Bianca 1968)

### Untere kritische Temperatur (UKT)

Bei Temperaturen unterhalb der UKT ist die vom Tier produzierte Wärme aus dem Stoffwechsel der Gewebe und der Fermentation nicht mehr ausreichend, um die Körperkerntemperatur konstant zu halten (NRC 2000). Das hat zur Folge, dass sich der Stoffwechselumsatz erhöht und damit verbunden, der Energiebedarf des Tieres ansteigt. Für jedes Grad Celsius unterhalb der UKT steigt beim Rind der Energiebedarf um rund 2% an (TARR 2007). Sonneneinstrahlung erhöht um 3–5 °C die wahrgenommene Umgebungstemperatur des Tieres (NRC 1981). Nach Daten des NRC (1981) liegt die UKT für 500 kg schwere Mutterkühe, die im mittleren Drittel der Trächtigkeit sind und ein trockenes Haarkleid haben, an Tagen mit geringen Windgeschwindigkeiten und ohne Niederschlag bei -25 °C.

Bei feuchtem Schnee und Windgeschwindigkeiten von 16,1 km/h steigt die UKT bei diesen Rindern auf  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Gemäß BIANCA (1976) kann die UKT bei Rindern, die im Winter draußen gehalten werden, durchaus bei  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  liegen. In Tabelle 1 sind Werte zur UKT für Fleischrinder in Abhängigkeit des Felltyps und -zustands ohne Berücksichtigung der Windchill-Temperatur angegeben. Die UKT liegt demnach für adaptierte Fleischrinder mit dickem Winterfell bei  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Bei Fleischrindern mit Sommerfell oder nassem Fell nimmt die UKT einen Wert von  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  an (TARR 2007).

Tabelle 1: Untere kritische Temperatur für Fleischrinder in Abhängigkeit von Felltyp und -zustand ohne Beachtung der Windchill-Temperatur (TARR 2007)

Beschreibung des Fells	Untere kritische Temperatur (UKT) [ $^{\circ}\text{C}$ ]
Sommerfell oder nasses Fell	15
Herbstfell	7
Winterfell	0
Dickes Winterfell	-8

### Liegeverhalten von Rindern in verschiedenen Klimasituationen

GRAUNKE et al. (2010) erfassten mit Pedometern (IceTag3D, IceRobotics, UK) die Liegezeiten von mindestens vier Jahre alten Fleischrindern auf zwei schwedischen Betrieben (A und C) während der Winterweidehaltung. Die mittleren Temperaturen bewegten sich zwischen  $-5,3$  und  $6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Das Aufnahmeintervall der Pedometer war auf 15 min eingestellt. Bei der Analyse des Zusammenhangs zwischen den erhobenen Klimaparametern und des im 15-min-Intervall erfassten Verhaltens zeigte sich, dass die Rinder auf beiden Betrieben signifikant mehr lagen, je niedriger die Temperaturen und Niederschlagsmengen und je höher die relative Luftfeuchte waren. Auf Betrieb C war die Liegedauer der Tiere signifikant länger, je höher die Windgeschwindigkeit war. Die Autoren konnten bei der Analyse, die auf Tagesmittelwerten basierte, nur zum Teil einen Zusammenhang zwischen den Klimaparametern und dem Liegeverhalten feststellen. Bei Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes war ein Effekt der Windgeschwindigkeit auf das Liegeverhalten erkennbar. Die mittlere Liegezeit je Tier und Tag lag auf Betrieb C mit 10 h signifikant höher als auf Betrieb A mit 9,2 h. Die Autoren vermuteten, dass die höhere Windgeschwindigkeit auf Betrieb C zu einer höheren Liegezeit der Rinder geführt haben könnte. Auch die Größe der Winterweidefläche könnte eventuell dazu beigetragen haben, dass die Rinder auf Betrieb C seltener geschützte Orte aufsuchten und sich deshalb zum Schutz mehr ablegten. In der Untersuchung von MÜLLEDER et al. (2003) betrug die mittlere Liegezeit 10,6 h je Tier und Tag (24 h) bei im Liegeboxenstall gehaltenen Mutterkühen. TUCKER et al. (2007) untersuchten den Einfluss der Körperkondition und des Haltungssystems bei nicht tragenden und nicht laktierenden Milchkühen im Winter. In der Untersuchung wurden 20 Tiere in zwei gleich große Gruppen aufgeteilt. Jede Gruppe wurde abwechselnd eine Woche draußen in einem Abteil ohne Unterstand und Witterungsschutz und eine Woche in einem Stallabteil gehalten. In beiden Haltungssystemen stand den Tieren eine mit Holzspänen eingestreute Liegefläche zur Verfügung. In dem draußen liegenden Abteil wurden Beregnungsanlagen und Ventilatoren angebracht, um künstlich das Klima zu verändern. Die Temperaturen lagen im Durchschnitt in der Außenhaltung bei  $4,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  und in der Stallhaltung bei  $5,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Die niedrigste Windchill-Temperatur lag in der Außenhaltung bei  $9,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  und in der Stallhaltung bei  $3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . In der Außenhaltung nahmen die Rinder für durchschnittlich 4 h je Tag die Liege-

position ein. Im Gegensatz dazu wurde in der Stallhaltung eine Liegezeit von 12 h je Tag gemessen. Beim Vergleich der Verhaltensweisen Stehen und Liegen bei Rindern mit hohem und niedrigem Body Condition Score zeigte sich, dass Rinder mit einem hohen Body Condition Score im Durchschnitt eine geringere Stehzeit und eine höhere Liegezeit je Tag hatten. Die Autoren vermuteten, dass für die geringeren Liegezeiten in der Außenhaltung die feuchte Liegefläche verantwortlich war. Denn bereits das Stehen auf einem nassen Untergrund erhöht den Wärmeverlust des Tieres.

### **Tränkwasseraufnahme**

In der Studie von BAHR (2007) wurde mit einer Genauigkeit von 0,5 l die Wasseraufnahme von Mutterkühen im geburtsnahen Zeitraum untersucht. Die Tiere wurden unter gemäßigten Klimabedingungen gehalten und hatten stets freien Zugang zur Weide und zum Stall. Es stand ihnen eine Tränke zur Verfügung, die sich im Stall befand. Das Tier-Tränke-Verhältnis lag bei 15 : 1. Im Gruppenmittel tranken sie 14 bis 2 Tage vor der Abkalbung 18,4 bis 26,4 l je Tag. Die Anzahl der gemessenen Tränkebesuche für die Zeit 14 Tage vor der Abkalbung variierte dabei von 3–5 Besuchen je Tier und Tag. Dabei waren die Wasseraufnahmen der Rinder mit Winterabkalbungen signifikant höher als bei den Rindern mit Frühjahrs- oder Sommerabkalbungen. Die Autorin führt dies auf den Wassergehalt im Futter zurück. Im Winter wurde Heu und Silage verfüttert, während der Vegetationsperiode nahmen die Rinder dagegen ausschließlich Weidefutter auf. Folglich nahmen die Rinder über das Weidefutter mehr Wasser auf als über Silage oder Heu. BREW et al. (2011) untersuchten die Wasseraufnahme bei insgesamt 146 jungen Fleischrindern im Alter zwischen 7 und 9 Monaten während der Haltung in einem Offenstall. Die Fleischrinder wurden bei einer mittleren Temperatur von 15 °C gehalten. Sie nahmen bei einem Lebendgewicht zwischen 200 und 400 kg rund 30 l je Tier und Tag auf. Die Wasseraufnahme korrelierte signifikant positiv mit der Futteraufnahme und war unbeeinflusst durch die Temperatur. Für extensiv und unter gemäßigten Klimabedingungen gehaltene Mutterkühe in der Trächtigkeit veranschlagte TERÖRDE (1997) in ihrer Untersuchung einen Wasserbedarf von 34 bis 40 l je Tier und Tag. Sie ging dabei von einem Wasserbedarf von 4 l/kg TS-Aufnahme aus. In der Untersuchung von ARIAS und MADER (2011) zeigte sich, dass vor allem die mittlere und die tiefste Umgebungstemperatur sowie der Temperatur-Feuchte-Index die Wasseraufnahme bei in Feedlots gehaltenen Fleischrindern in der Endmast beeinflusste. Bei Sommertemperaturen trank ein Rind in der Endmast durchschnittlich 32,4 l je Tag, während im Winter durchschnittlich 17,3 l je Tag aufgenommen wurden. Die Temperaturen lagen im Mittel bei 2,0 °C im Winter und bei 21,4 °C im Sommer. HOFFMAN und SELF (1972) kamen in ihrer Studie zum Ergebnis, dass die Wasseraufnahme bei einjährigen Mastrindern, die in Feedlots gehalten wurden, signifikant von der Jahreszeit abhängt. Im Winter trank ein Rind im Mittel 19,0 l Wasser je Tag, während es im Sommer durchschnittlich 31,2 l Wasser je Tag aufnahm. Nach Angaben des NRC (2000) nimmt die Wasseraufnahme bei Fleischrindern mit zunehmender Kälte bis 4,4 °C ab und bleibt unterhalb dieser Temperatur konstant.

### **Tiere, Material und Methoden**

Im Versuch wurden zwei Tiergruppen mit jeweils 10 Mutterkühen (Simmental × Angus) auf nahezu identischen, aneinander grenzenden Haltungsflächen über zwei Winterperioden (Ende Januar bis Mitte April 2013 und Mitte Dezember 2013 bis Ende März 2014) gehalten. Im ersten Versuchsdurchgang (VD1) wurden ausschließlich tragende Mutterkühe gehalten, mit Ausnahme eines Tiers in Gruppe 2. Am 13.03.2013 wurde eine Mutterkuh aus Tiergruppe 1 aufgrund einer Erkrankung

an der Hüfte aus dem Versuch genommen. Beide Tiere wurden bei der Datenauswertung nicht berücksichtigt. Für den zweiten Versuchsdurchgang (VD2) wurden 11 tragende Mutterkühe aus VD1 und 9 tragende Färsen (Hereford × Simmental-Angus) ausgewählt. Diese wurden gleichmäßig auf beide Tiergruppen verteilt (Tiergruppe 1: 5 Mutterkühe und 5 Färsen, Tiergruppe 2: 6 Mutterkühe und 4 Färsen). Beide Tiergruppen teilten sich einen betonierten und überdachten Fress- und Tränkebereich, der durch eine rechteckige Futterraufe und einen Holzzaun geteilt war (Abbildung 2). Im Aktivitäts- und Liegebereich beider Haltungsflächen befanden sich 2,8 m hohe Spaceboard-Wände als Windschutz. Die Windschutzwand der Tiergruppe 1 war rund 19,2 m vom Fressbereich entfernt und bot eine Schutzfläche von ca. 54,2 m<sup>2</sup>. In der Haltungsfläche der Tiergruppe 2 stand die Windschutzwand ca. 14,1 m vom Fressbereich entfernt und hatte eine Fläche von 44,2 m<sup>2</sup>. Die Tiere der Tiergruppe 1 waren zusätzlich durch eine ca. 5 m hohe angrenzende Hecke gegen die Witterung geschützt. Die Gesamtfläche je Tier betrug 50 m<sup>2</sup>. Beiden Tiergruppen stand als Grundfutter Heu ad libitum zur Verfügung. Es erfolgte keine zusätzliche Kraftfuttergabe.

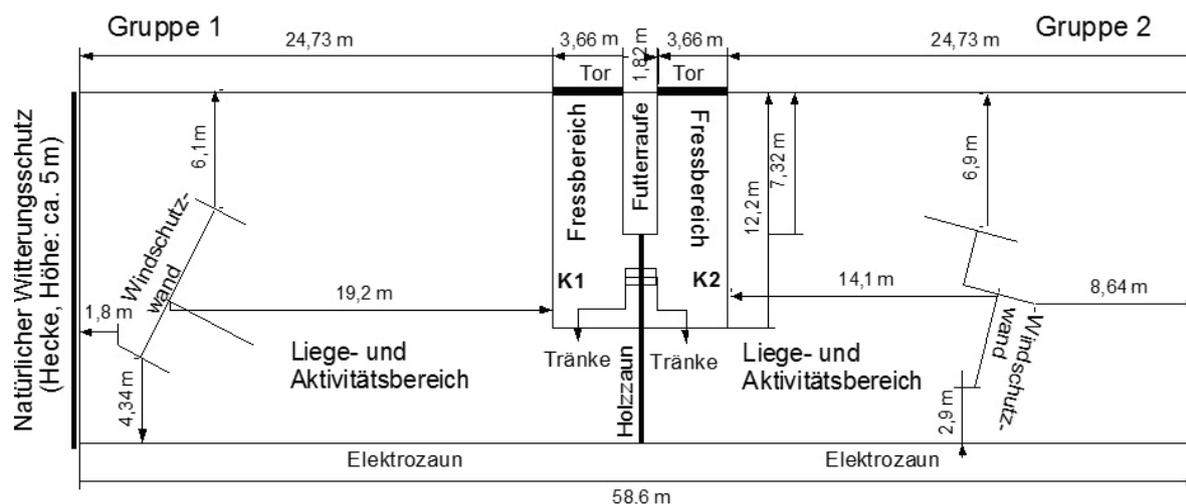


Abbildung 2: Skizze des Versuchsaufbaus

Im Fress- und Tränkebereich war in jeder Tiergruppe eine Videokamera (Panasonic Modell WV-BP102) installiert, mit der die Tiere an der Tränke den elektronisch erfassten Wassermengen zugeordnet wurden. Die Tiere wurden durch Blondierung von Zahlen im Fell gekennzeichnet, um eine längerfristige Einzeltieridentifikation zu ermöglichen. Im überdachten Fress- und Tränkebereich war für jede Tiergruppe eine beheizte Doppelschwimmertränke installiert. Zur Erfassung der Wassermengen wurden Turbinendurchflussmesser mit einer Auflösung von 0,025 l je Puls (OMEGA Engineering, INC., Stamford, CT, USA, Modell FTB-4605) verwendet, die dreimal je Versuchsperiode kalibriert wurden. Die ALT-Pedometer wurden am linken Vorderbein der Versuchstiere mit einem Fesselband befestigt. Diese waren auf ein 5-min-Messintervall eingestellt. Die Antenne zum Auslesen der Pedometerdaten befand sich in 15 m Entfernung zu den Versuchsflächen.

In 38 m Entfernung von den Haltungsflächen war eine Wetterstation (Reinhardt, MWS9) in 3 m Höhe auf einem Probenhaus montiert. Alle Daten (Videoaufzeichnungen, Pedometer, Wassermenge und Klima) wurden dort von einem PC erfasst und gespeichert. Die Synchronisation der Aufzeich-

nungsgeräte erfolgte über einen Zeitserver im Internet. Aus den Daten für Sonneneinstrahlung, Windgeschwindigkeit, Temperatur und relativer Luftfeuchte wurde der Klimaindex CCI (Comprehensive Climate Index) nach MADER et al. (2010) berechnet. Die CCI-Werte wurden als Tagesmittelwerte aus den Stundenmittelwerten berechnet und in sechs Kältebelastungsstufen für akklimatisierte Rinder gemäß MADER et al. (2010) eingeteilt (Tabelle 2). Dadurch ist eine Vergleichbarkeit der Klimawirkung auf die Tiere bei ähnlichen Studien möglich.

Tabelle 2: Einteilung des CCI in Kältebelastungsstufen für akklimatisierte Rinder nach MADER et al. (2010)

Temperaturbereiche im CCI [°C]	Kältebelastung	Kältebelastungsstufen
> 0	Keine Belastung	1
0 bis -10	Milde Belastung	2
< -10 bis -20	Moderate Belastung	3
< -20 bis -30	Schwerwiegende Belastung	4
< -30 bis -40	Extreme Belastung	5
< -40	Extreme Gefahr	6

Der elektronisch registrierte Wasserverbrauch wurde mithilfe der Videoaufnahmen im VD1 an acht 24-h-Tagen und im VD2 an vierzehn 24-h-Tagen dem jeweiligen Tier zugeordnet. Die ausgewerteten 24-h-Tage aus VD1 lagen zwischen dem 16.03.2013 und dem 07.04.2013 und die aus VD2 zwischen dem 19.12.2013 und dem 03.03.2014. Die Kriterien für die Auswahl der Auswertetage waren ein ungestörter Tagesablauf und komplette Datensätze der Tränken und Videos. Darüber hinaus wurden die Auswertetage so gut wie möglich über die Versuchsdurchgänge verteilt. Die Auswertetage verteilten sich auf die CCI-Kältebelastungsstufen wie in Tabelle 3 dargestellt. Da beide Tiergruppen stets gleichzeitig beobachtet wurden, umfasst ein Auswertetag 19 (VD1) bzw. 20 (VD2) Tagesmittelwerte. Die Daten aus VD1 und VD2 wurden getrennt analysiert.

Tabelle 3: Anzahl der Auswertetage zur Tränkewasseraufnahme in den CCI-Kältebelastungsstufen nach Versuchsdurchgängen und Tiergruppen

Versuchsdurchgang	Tiergruppe	Anzahl Tage in der CCI-Kältebelastungsstufe					Summe Auswertetage
		1	2	3	4	5	
1	1	1	2	4			7
	2	1	4	3			8
Anzahl VD1		2	6	7			15
2	1		1	6	7		14
	2		1	6	7		14
Anzahl VD2			2	12	14		28

Das automatisch erfasste Aktivitätsverhalten mittels ALT-Pedometer wurde in einer Access-Datenbank aufgezeichnet. Die in den Access-Datenbanken enthaltenen Rohdaten wurden zur Berechnung der Parameter Anzahl an Liegeperioden, Dauer einzelner Liegeperioden und Liegezeit mit SAS aufbereitet. Für VD1 und VD2 wurden ALT-Pedometerdaten von 1 ½ Monaten (01.03.2013–15.04.2013) bzw. von 3 Wochen (22.12.2013–15.01.2014) verwendet (Tabelle 4). In VD1 wurden 5 Tage aufgrund von Probenahmen auf den Versuchsflächen von der Auswertung ausgeschlossen, in VD2 wurden analog 3 Tage nicht in der Auswertung berücksichtigt.

Tabelle 4: Anzahl der Auswertetage zum Liegeverhalten in den CCI-Kältebelastungsstufen nach Versuchsdurchgängen

Versuchsdurchgang	Anzahl Tage in der CCI-Kältebelastungsstufe					Summe Auswertetage	
	1	2	3	4	5		
1	9	23	9			41	
2		5	7	7	3	22	
Gesamt		9	28	16	7	3	63

Die Verteilung der Daten (Tränke- und Pedometerdaten) wurde mithilfe der Prozedur Univariate (SAS 9.3) untersucht und grafisch mittels QQ-Plot. Die Daten wurden für  $n < 2.000$  mit dem Shapiro-Wilks-Test auf Normalverteilung getestet. In der Prozedur Glimmix wurde die Verteilung der Response-Variablen entsprechend angepasst. Für die Variable „Anzahl Liegeperioden“ wurde die Poisson-Verteilung als diskrete Verteilung im Model-Statement angenommen. Die übrigen Pedometerdaten (Liegeperiodendauer und Liegezeit) wurden mit einer Lognormal-Verteilung im Model-Statement berücksichtigt. Im Ergebnisteil angegebene Signifikanzen beziehen sich bei allgemeinen Faktoren auf die p-Werte der fixen Effekte (Typ-III-Effekte) aus den Ergebnissen der Prozedur Glimmix. Die p-Werte für Unterschiede zwischen einzelnen Faktorstufen der fixen Effekte beziehen sich auf die korrigierten LS-Means-Differenzen auf Basis des Tukey-Kramer-Tests der Prozedur Glimmix, soweit die fixen Effekte eine Signifikanz aufweisen.

Für die Auswertung der Tränkwasseraufnahme wurden die Daten zunächst mit den Klimadaten zusammengeführt. Als Response-Variable wurde die Summe des aufgenommenen Wassers je Tier und Tag in Abhängigkeit von CCI-Kältebelastungsstufe, Gruppenzugehörigkeit (Tiergruppe 1 und Tiergruppe 2), Färsen/Mutterkuh sowie der Wechselwirkung zwischen Färsen/Mutterkuh und CCI-Kältebelastungsstufe angenommen. Der aufgenommenen Wassermenge je Tier und Tag lagen normalverteilte Daten zugrunde. Als Verteilung für beide getrennt berechneten Versuchsdurchgänge VD1 und VD2 wurde im Model-Statement daher die Normalverteilung mit der Link-Funktion „Identity“ angegeben. Die Berechnung der LS-Means erfolgte ebenso für CCI-Kältebelastungsstufe, Gruppenzugehörigkeit (nur VD1), Färsen/Mutterkuh sowie für die Wechselwirkung zwischen Färsen/Mutterkuh und CCI-Kältebelastungsstufe. Das Random-Statement berücksichtigte die wiederholten Messungen am Tier anhand der Tiernummern (Subject). Die Auswertung der Anzahl der Tränkevorgänge je Tier und Tag erfolgte wie oben beschrieben mit der Prozedur Glimmix, mit dem Unterschied, dass hier die Poisson-Verteilung verwendet wurde.

Für die Auswertung der Pedometerdaten wurden wie bei den Tränkwasserdaten die klassifizierten Klimadaten ergänzt. Als Response-Variablen dienten die Gesamtliegezeit je Tier und Tag, die Anzahl der Liegeperioden je Tier und Tag sowie die mittlere Dauer einer Liegeperiode je Tier und Tag. Feste Effekte waren die CCI-Kältebelastungsstufen, die Gruppenzugehörigkeit (Tiergruppe 1 und Tiergruppe 2) und zusätzlich für die VD2-Daten die Unterscheidung Färsen/Mutterkuh sowie die Wechselwirkung zwischen Färsen/Mutterkuh und CCI-Kältebelastungsstufe. Die Modelle wurden mit der Prozedur Glimmix jeweils getrennt für VD1 und VD2 berechnet. Die wiederholte Messung am Tier wurde im Random-Statement mit der Tiernummer als „Subject“ berücksichtigt.

## Ergebnisse

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse der statistischen Auswertungen der Daten zur Wasseraufnahme und zum Liegeverhalten für VD1 und VD2 anhand der abhängigen Variablen, Verteilungsfunktionen sowie der festen Effekte und den jeweiligen p-Werten angegeben. Unter der Voraussetzung, dass der fixe Effekt einen signifikanten Einfluss auf die Response-Variable besaß, wurden die Differenzen der LS-Means zwischen den einzelnen Faktorstufen als p-Werte in Tabelle 6 aufgeführt. Die p-Werte in Tabelle 6 geben an, ob aufgrund des Tukey-Kramer-Tests der Prozedur Glimmix ein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Faktorstufen des jeweiligen fixen Effekts bestand.

Tabelle 5: Übersicht der Response-Variablen in Abhängigkeit der fixen Effekte (Typ III) der Glimmix-Modelle für VD1 und VD2 und deren Signifikanzen (n.s. = nicht signifikant)

Response-Variable	Verteilungsfunktion	Fixe Effekte	Faktorstufen	Model VD1	Model VD2
Wasseraufnahme l/(Tier × d)	Gauss	CCI	3	n.s. 0,22	n.s. 0,54
		Gruppenzugehörigkeit	2	n.s. 0,37	n.s. 0,44
		Färse/Mutterkuh	2		p < 0,0001
		CCI × Färse/Mutterkuh	3 × 2		n.s. 0,11
Anzahl Tränkevorgänge n/(Tier × d)	Poisson	CCI	3	n.s. 0,33	n.s. 0,29
		Gruppenzugehörigkeit	2	n.s. 0,16	n.s. 0,23
		Färse/Mutterkuh	2		n.s. 0,08
		CCI × Färse/Mutterkuh	3 × 2		n.s. 0,49
Gesamtliegezeit h/(Tier × d)	Lognormal	CCI	3	p < 0,0001	
			4		p < 0,0001
		Gruppenzugehörigkeit	2	p = 0,0457	n.s. 0,9946
		Färse/Mutterkuh	2		p < 0,0001
		CCI × Färse/Mutterkuh	4 × 2		n.s. 0,3198
Anzahl Liegeperioden n/(Tier × d)	Poisson	CCI	3	p < 0,0001	
			4		p = 0,0022
		Gruppenzugehörigkeit	2	p < 0,0001	n.s. 0,1077
		Färse/Mutterkuh	2		p < 0,0001
		CCI × Färse/Mutterkuh	4 × 2		n.s. 0,4101
Dauer Liegeperioden h/(Tier × d)	Lognormal	CCI	3	n.s. 0,8223	
			4		p = 0,0199
		Gruppenzugehörigkeit	2	p < 0,0001	n.s. 0,2692
		Färse/Mutterkuh	2		n.s. 0,1726
		CCI × Färse/Mutterkuh	4 × 2		n.s. 0,6958

Tabelle 6: Ergebnistabelle der p-Werte anhand des Tukey-Kramer-Tests (Proc Glimmix) für die Differenzen zwischen Faktorstufen signifikanter fester Effekte (n.s. = nicht signifikant)

Response-Variable	Effekt	Vergleich		Modell VD1 Tukey-Kramer	Modell VD2 Tukey-Kramer
		Faktorstufe	Faktorstufe		
Wasseraufnahme l/(Tier × d)	Färsen/Mutterkuh	Färsen	Mutterkühe		p < 0,0001
		1	2	p = 0,0253	
Gesamtliegezeit h/(Tier × d)	CCI	1	3	p < 0,0001	
		2	3	p < 0,0001	p < 0,0001
		2	4		p < 0,0001
		2	5		p < 0,0001
		3	4		p = 0,0008
		3	5		p = 0,0261
		4	5		n.s. 0,9991
		Gruppenzugehörigkeit	Tiergruppe 1	Tiergruppe 2	p = 0,0457
	Färsen/Mutterkuh	Färsen	Mutterkühe		p < 0,0001
	Anzahl Liegeperioden n/(Tier × d)	CCI	1	2	p = 0,023
1			3	p < 0,0001	
2			3	p < 0,0001	n.s. 0,2886
2			4		p = 0,0031
2			5		p = 0,0223
3			4		n.s. 0,2116
3			5		n.s. 0,3783
4			5		n.s. 0,9993
Gruppenzugehörigkeit		Tiergruppe 1	Tiergruppe 2	p < 0,0001	
Färsen/Mutterkuh		Färsen	Mutterkühe		p < 0,0001
Liegeperiodendauer h/(Tier × d)	CCI	2	3		n.s. 0,1698
		2	4		p = 0,0175
		2	5		n.s. 0,0716
		3	4		n.s. 0,7248
		3	5		n.s. 0,8287
		4	5		n.s. 0,9999
	Gruppenzugehörigkeit	Tiergruppe 1	Tiergruppe 2	p < 0,0001	

### Tränkwasseraufnahme

Die durchschnittliche aufgenommene Wassermenge je Tier und Tag in VD1 lag bei 46,6 l für die Mutterkühe der Tiergruppe 1 und bei 37,1 l für die Mutterkühe der Tiergruppe 2 (Abbildung 3). In VD1 bestand kein signifikanter Einfluss der CCI-Kältebelastungsstufen und der Gruppenzugehörigkeit auf die Tränkwasseraufnahme ( $p = 0,22$  bzw.  $p = 0,37$ ).

In VD2 tranken die Mutterkühe ähnlich hohe Wassermengen wie die Mutterkühe der Tiergruppe 2 in VD1 (38,2 l bis 39,1 l je Tier und Tag) (Abbildung 3). Die Färsen der Tiergruppe 1 und 2 tranken im Mittel 24,6 l. Bei den festen Effekten (Typ III) der Modellberechnung in VD2 mit der Prozedur Glimmix für das Merkmal Wasseraufnahme erwies sich die Unterscheidung Färse/Mutterkuh als höchst signifikant ( $p < 0,0001$ ). Die CCI-Kältebelastungsstufen und die Gruppenzugehörigkeit zeigten keinen Einfluss auf die aufgenommene Wassermenge ( $p = 0,54$  bzw.  $p = 0,44$ ). Die im Modell für VD2 zusätzlich berücksichtigte Wechselwirkung Färse/Mutterkuh  $\times$  CCI-Kältebelastungsstufe war ebenfalls nicht signifikant ( $p = 0,11$ ).

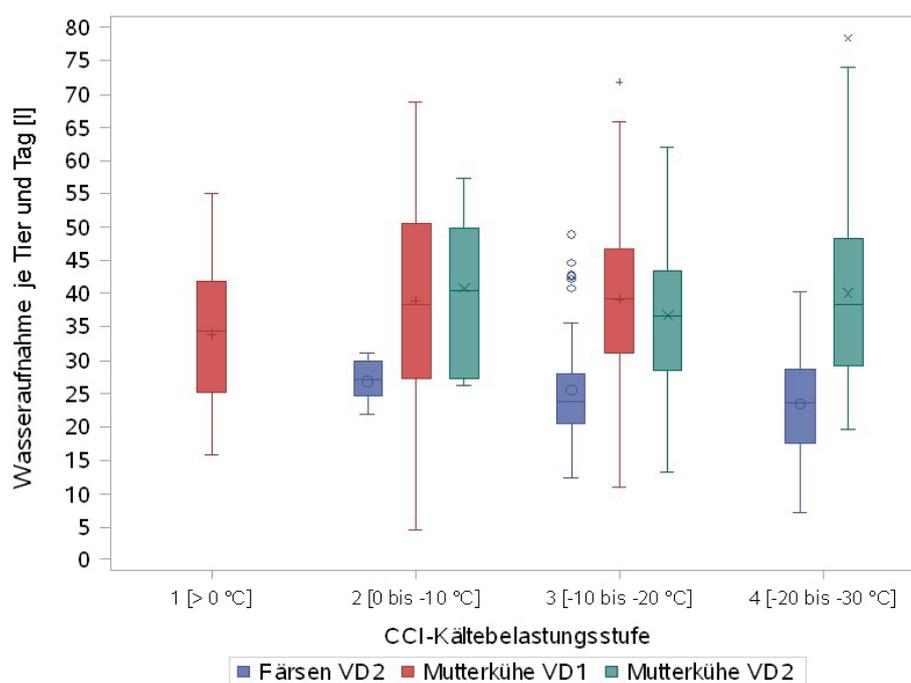


Abbildung 3: Wasseraufnahme der Mutterkühe in VD1 sowie der Mutterkühe und Färsen in VD2

### Anzahl Tränkevorgänge

Die Anzahl der Tränkevorgänge wurde als Mittelwert aus den einzelnen Tränkebesuchen mit Wasseraufnahme je Tier und Tag berechnet. In Tabelle 7 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen angegeben.

Für die Einflussgrößen CCI-Kältebelastungsstufe und Gruppenzugehörigkeit konnte mithilfe der Prozedur Glimmix für VD1 kein signifikanter Effekt auf die Anzahl der Tränkevorgänge ermittelt werden (Tabelle 5). In VD2 war für den fixen Effekt Färsen/Mutterkuh in Bezug auf die Anzahl der Tränkevorgänge ein leichter Unterschied erkennbar, allerdings ohne Signifikanz ( $p = 0,08$ ). Die fixen Effekte CCI-Kältebelastungsstufe und Wechselwirkung Färsen/Mutterkuh  $\times$  CCI-Kältebelastungsstufe hatten keinen Einfluss auf die Anzahl der Tränkevorgänge.

Tabelle 7: Mittelwert der Anzahl Tränkevorgänge mit Wasseraufnahme je Tier und Tag in den CCI-Kältebelastungsstufen für VD1 und VD2

Versuchsdurchgang	Tiergruppe	Färsen/Mutterkuh	CCI-Kältebelastungsstufe	Anzahl ausgewerteter Tiere	Mittlere Anzahl Tränkevorgänge je Tier und Tag	Standardabweichung
1	1	Mutterkuh	1	9	3,7	1,3
			2	18	4,3	1,4
			3	36	4,7	2,0
	2	Mutterkuh	1	10	3,6	1,7
			2	40	3,7	1,4
			3	30	3,7	1,5
2	1	Färsen	2	5	4,8	1,5
			3	30	5,5	1,7
			4	35	4,8	1,9
		Mutterkuh	2	5	4,8	2,4
			3	30	3,5	1,5
			4	35	3,5	1,3
	2	Färsen	2	4	4,8	0,5
			3	24	3,9	1,1
			4	28	3,8	1,4
		Mutterkuh	2	6	4,5	0,8
			3	36	3,7	0,9
			4	40	4,0	1,3

### Liegezeit

Der Einfluss der CCI-Kältebelastungsstufen als fixer Effekt auf die Liegezeit der Mutterkühe in VD1 war höchst signifikant, die Gruppenzugehörigkeit zeigte eine signifikante Wirkung (Tabelle 5). In VD1 reduzierten die Mutterkühe beider Tiergruppen ihre Liegezeit je Tag von der CCI-Kältebelastungsstufe 1 und 2 bis zur Stufe 3 signifikant bis höchst signifikant (Tabelle 6). Die Mutterkühe der Tiergruppe 1 und 2 lagen in der CCI-Kältebelastungsstufe 1 im Mittel 9 h 41 min bzw. 10 h 31 min (Abbildung 4). In der CCI-Kältebelastungsstufe 2 hatten die Mutterkühe der Tiergruppe 1 und 2 eine mittlere Liegezeit von 9 h 14 min und 9 h 43 min. In der für VD1 kältesten Phase mit einer CCI-Kältebelastungsstufe von 3 bewegte sich die mittlere Liegezeit bei beiden Tiergruppen im Bereich von 8 h (Abbildung 4).

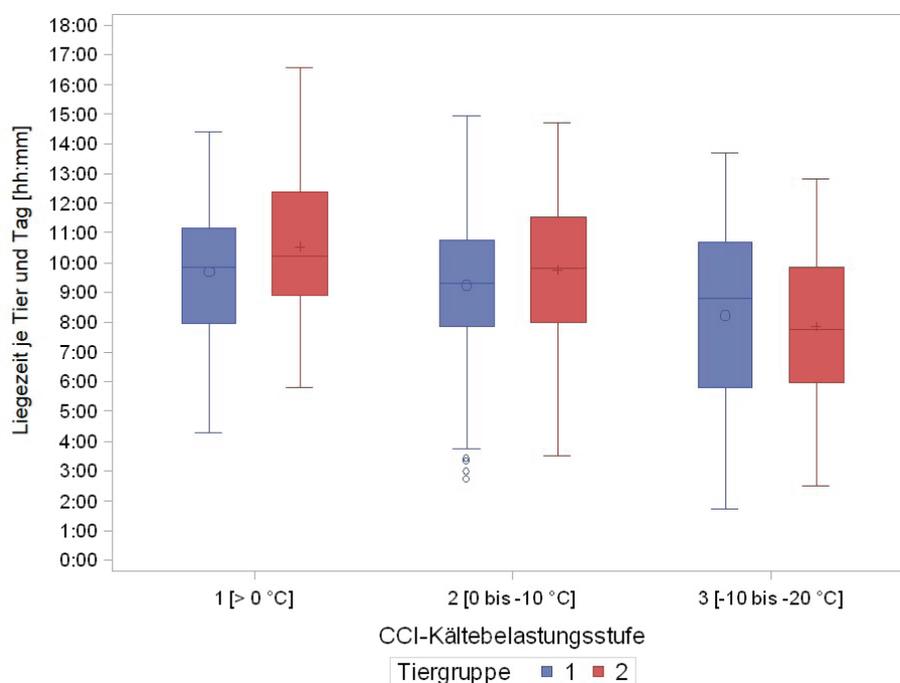


Abbildung 4: Durchschnittliche Liegezeit je Tier und Tag innerhalb der Kältebelastungsstufen des VD1 unterschieden nach Tiergruppen

In VD2 waren die fixen Effekte CCI-Kältebelastungsstufe und die Unterscheidung Färse/Mutterkuh bezogen auf die Liegezeit der Tiere höchst signifikant (Tabelle 5). Nur zwischen CCI-Klasse 4 und 5 lag kein signifikanter Unterschied vor, zwischen den übrigen CCI-Klassen konnten signifikante bis höchst signifikante Unterschiede nachgewiesen werden (Tabelle 6). Die Färsen unterschieden sich in der Liegezeit zu den Mutterkühen höchst signifikant. Die in Abbildung 5 dargestellten Boxplots zeigen, dass in VD2 die mittlere Liegezeit der Mutterkühe der Tiergruppe 1 und 2 in der CCI-Kältebelastungsstufe 2 10 h 54 min bzw. 10 h 50 min betrug. Bei den Mutterkühen beider Tiergruppen sank die Liegezeit bis zur CCI-Kältebelastungsstufe 4 auf unter 8 h (Abbildung 5). Von CCI-Kältebelastungsstufe 4 zu 5 reduzierte sich die Liegezeit für die Mutterkühe der Tiergruppe 1 auf 6 h 36 min, während sich die Liegezeit der Mutterkühe der Tiergruppe 2 auf 8 h 42 min erhöhte. Die Reduzierung der Liegezeit für die Färsen in VD2 verläuft zwischen CCI-Kältebelastungsstufe 2 und 5 analog zu den Liegezeiten der Mutterkühe, allerdings auf niedrigerem Niveau. Die Liegezeiten der Färsen der Tiergruppe 1 und 2 lagen in CCI-Kältebelastungsstufe 2 im Mittel bei 9 h 15 min und 8 h 55 min. Sie nahmen aber in den CCI-Klassen 3 und 4 deutlich ab. In der CCI-Klasse 4 wurde eine mittlere Liegezeit der Färsen der Tiergruppe 1 von 5 h 40 min und die der Tiergruppe 2 von 5 h 14 min gemessen. Zwischen CCI-Kältebelastungsstufe 4 und 5 bleibt der Wert konstant auf einem niedrigeren Niveau von 5 h 15 min.

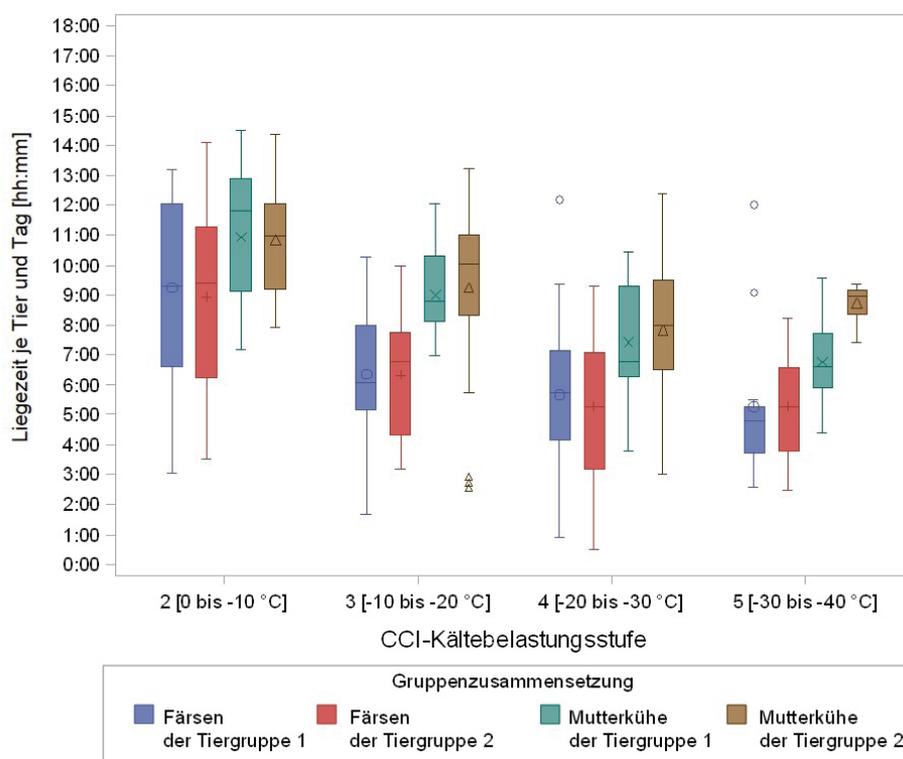


Abbildung 5: Durchschnittliche Liegezeit je Tier und Tag innerhalb der Kältebelastungsstufen des VD2 aufgeteilt nach Tiergruppen und Färsen bzw. Mutterkühe

### Anzahl Liegeperioden

Die in Abbildung 6 dargestellten Boxplots bilden die Anzahl der Liegeperioden je Tier und Tag für VD1 ab. Es lag ein höchst signifikanter fixer Effekt sowohl bei den CCI-Kältebelastungsstufen als auch bei der Gruppenzugehörigkeit auf die Anzahl an Liegeperioden je Tier und Tag vor (Tabelle 5). Die Differenzen der LS-Means zwischen den CCI-Kältebelastungsstufen 1 und 2 waren signifikant, die zwischen den CCI-Stufen 1 und 3 sowie zwischen 2 und 3 waren höchst signifikant (Tabelle 6). In der CCI-Kältebelastungsstufe 1 verteilten die Mutterkühe der Tiergruppe 1 ihre Liegezeit über 11,6 Liegeperioden. Bei den Mutterkühen der Tiergruppe 2 betrug die Anzahl an Liegeperioden in derselben CCI-Klasse 10,4. Bis zur CCI-Klasse 3 reduzierte sich die Anzahl der Liegeperioden auf 9,5 und 8,1 für die Mutterkühe der Tiergruppe 1 und 2.

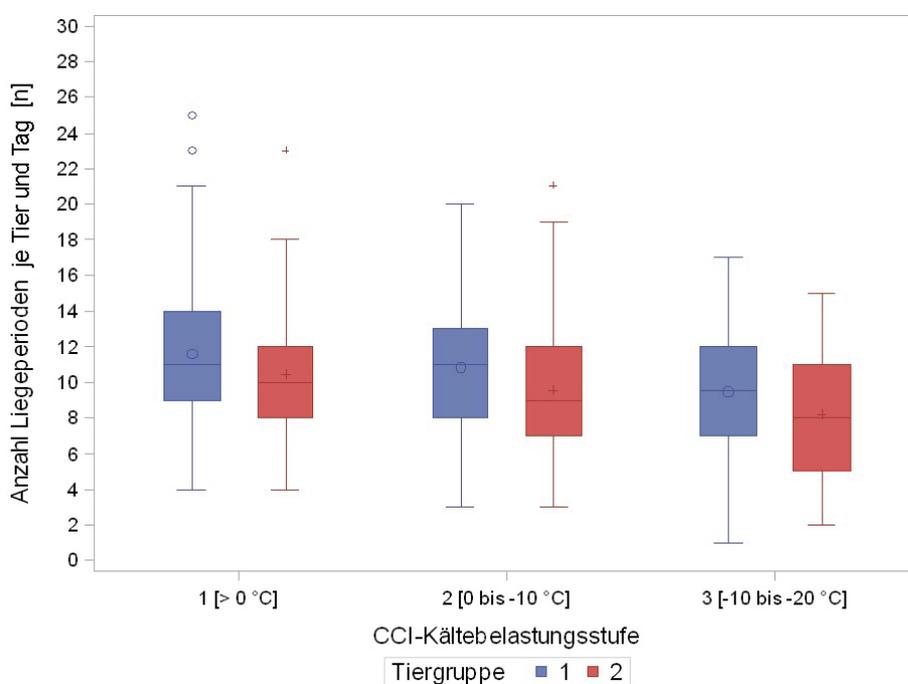


Abbildung 6: Anzahl der Liegeperioden je Tier und Tag in VD1 aufgeteilt nach Tiergruppen

In Abbildung 7 ist die Anzahl der Liegeperioden je Tier und Tag für die Mutterkühe und Färsen aus VD2 in den CCI-Kältebelastungsstufen 2 bis 5 vergleichend dargestellt. Die Anzahl der Liegeperioden in VD2 wurde durch die CCI-Kältebelastungsstufen hoch signifikant und durch die Unterscheidung Färse/Mutterkuh höchst signifikant beeinflusst (Tabelle 5). Ein signifikanter fixer Effekt (Typ III) der Gruppenzugehörigkeit und der Wechselwirkung Färse/Mutterkuh × CCI-Kältebelastungsstufe auf die Anzahl der Liegeperioden lag nicht vor. Jedoch ist der Grafik zu entnehmen, dass sich Mutterkühe unter extremen Kältebedingungen (CCI-Stufe = 5) ähnlich verhalten wie Färsen und sich weniger ablegen. Die Färsen hatten generell eine geringere Anzahl an Liegephasen im Vergleich zu den Mutterkühen.

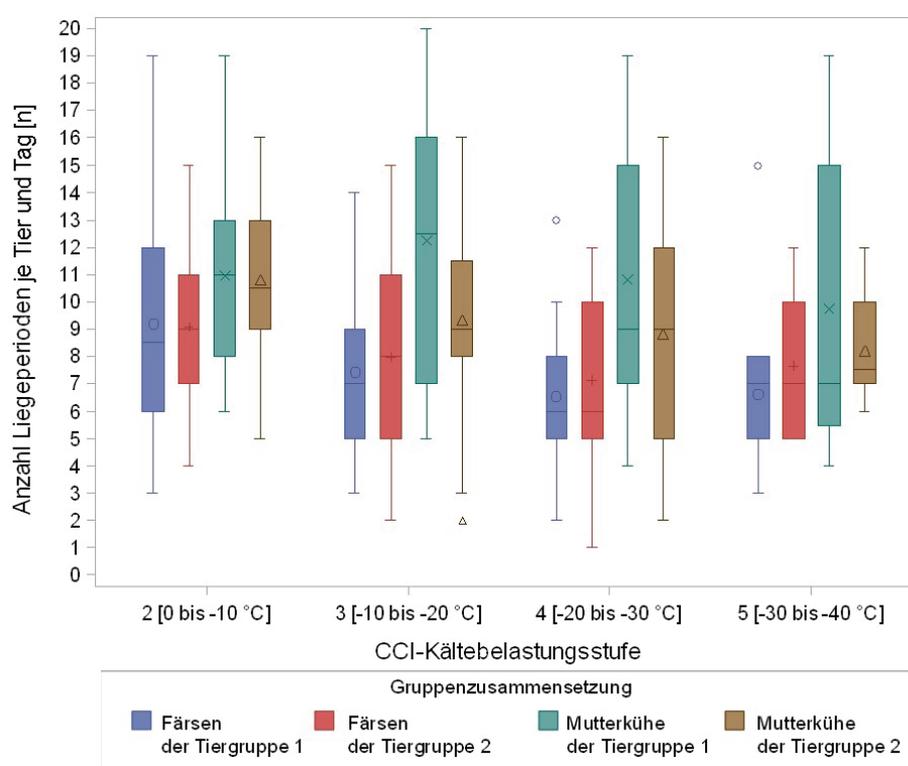


Abbildung 7: Anzahl der Liegeperioden je Tier und Tag in VD2 aufgeteilt nach Tiergruppen und Färsen bzw. Mutterkühe

Bezogen auf die LS-Means-Differenzen zwischen den CCI-Kältebelastungsstufen nahm die Anzahl an Liegeperioden für Mutterkühe und Färsen von CCI-Stufe 2 zu 3, 3 zu 4, 3 zu 5 und 4 zu 5 nicht signifikant ab. Die Differenzen zwischen CCI-Kältebelastungsstufe 2 und 4 bzw. 2 und 5 waren hingegen hoch signifikant und signifikant (Tabelle 6).

### Dauer einer Liegeperiode

Die CCI-Kältebelastungsstufen als fixer Effekt in VD1 zeigten bei den Mutterkühen keinen signifikanten Effekt auf die Dauer einer Liegeperiode je Tier und Tag ( $p = 0,8223$ , Tabelle 5). Der Unterschied zwischen den beiden Tiergruppen als fixer Effekt war hingegen höchst signifikant ( $p < 0,0001$ , Tabelle 5). Wie aus Abbildung 8 hervorgeht, lag die mittlere Dauer einer Liegeperiode in den CCI-Kältebelastungsstufen 1 bis 3 bei der Tiergruppe 1 knapp unterhalb von 1 h und bei der Tiergruppe 2 im Bereich von 1 h 7 min.

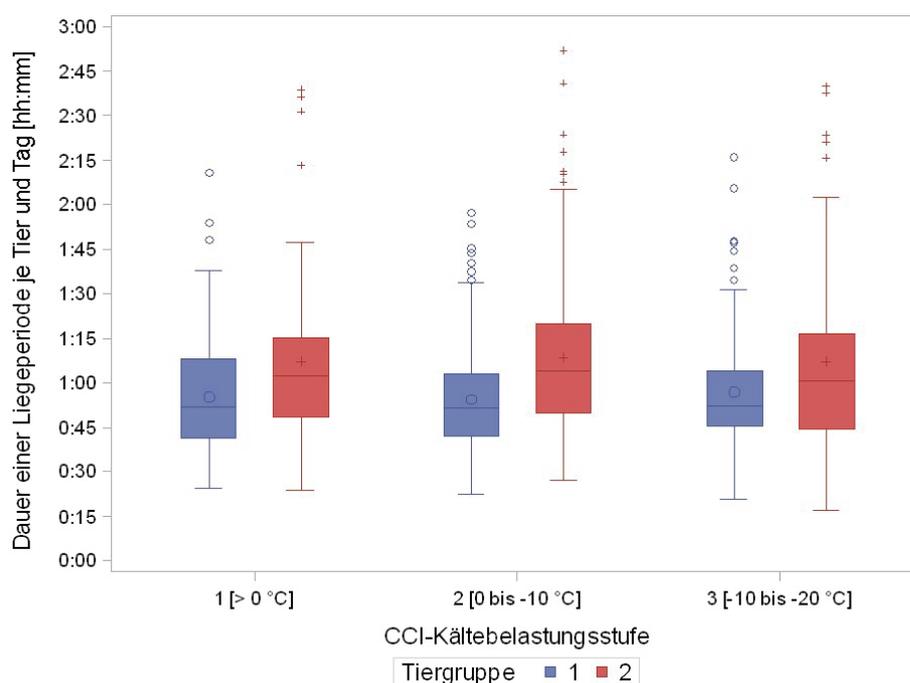


Abbildung 8: Dauer einer Liegeperiode je Tier und Tag in VD1 aufgeteilt nach Tiergruppen

Die in Abbildung 9 dargestellten Boxplots zur mittleren Dauer einer Liegeperiode je Tier und Tag für die Färsen und Mutterkühe in VD2 lassen erkennen, dass in allen CCI-Kältebelastungsstufen (2–5) eine Liegeperiode zwischen 45 min und 1 h 9 min andauerte. Bei den Färsen nahm die mittlere Dauer einer Liegeperiode mit zunehmender Kälte insgesamt ab. Auch bei den Mutterkühen der Tiergruppe 1 reduzierte sich die mittlere Dauer einer Liegeperiode von der CCI-Kältebelastungsstufe 2 mit 1 h 7 min bis zur Stufe 4 auf 49 min. In der CCI-Kältebelastungsstufe 5 stieg die mittlere Dauer einer Liegeperiode bei den Mutterkühen der Tiergruppe 1 wieder auf 56 min an. Die Mutterkühe der Tiergruppe 2 hatten in den CCI-Kältebelastungsstufen 2 bis 5 eine relativ konstante mittlere Liegeperiodendauer, die zwischen 1 h 3 min und 1 h 7 min variierte.

Es bestand ein signifikanter Einfluss des fixen Effekts „CCI-Kältebelastungsstufe“ auf die Dauer einer Liegeperiode je Tier und Tag ( $p = 0,0199$ ) in VD2. Innerhalb der CCI-Kältebelastungsstufen wurde ein signifikanter Unterschied nur zwischen der Faktorstufe 2 und 4 mithilfe des Tukey-Kramer-Tests gefunden (Tabelle 6). Für die fixen Effekte Gruppenzugehörigkeit, Unterscheidung Färse/Mutterkuh sowie die Wechselwirkung CCI-Kältebelastungsstufe  $\times$  Unterscheidung Färse/Mutterkuh konnte keine Signifikanz nachgewiesen werden (Tabelle 5).

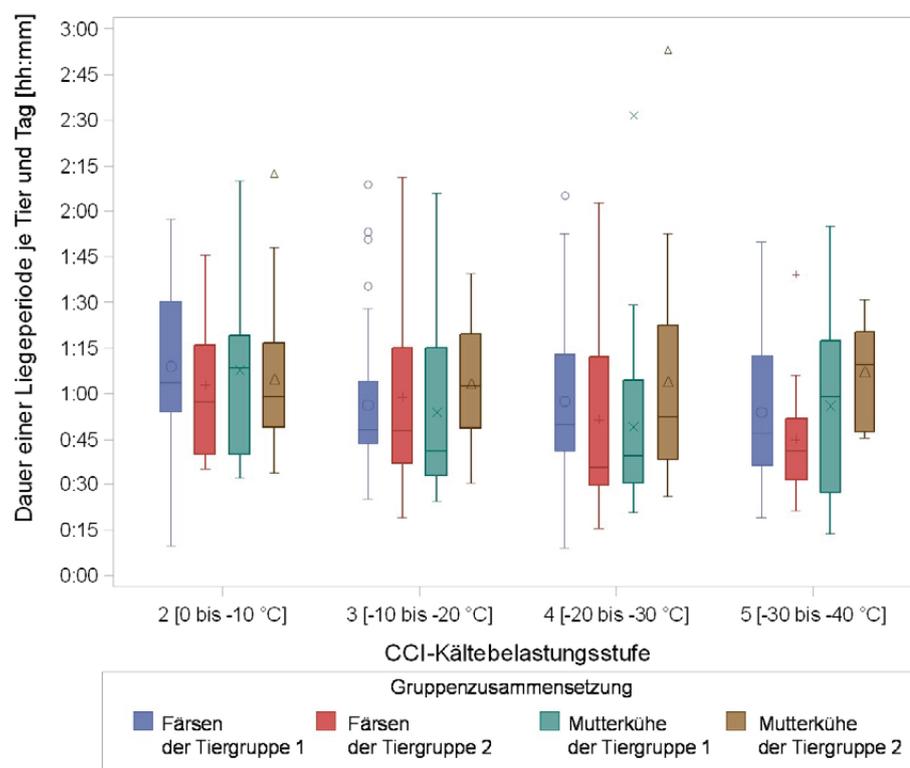


Abbildung 9: Dauer einer Liegeperiode je Tier und Tag in VD2 aufgeteilt nach Tiergruppen und Färsen bzw. Mutterkühe

## Diskussion

### Wasseraufnahme

In beiden Versuchsdurchgängen wurde kein Einfluss der CCI-Kältebelastungsstufen auf die aufgenommene Wassermenge der Färsen und Mutterkühe festgestellt. Es bestand aber in VD2 ein höchst signifikanter Unterschied in der aufgenommenen Wassermenge zwischen den Färsen und Mutterkühen. Die aufgenommenen Wassermengen der tragenden Mutterkühe in der eigenen Untersuchung stimmen mit den kalkulatorischen Angaben von TERÖRDE (1997) überein, die für extensiv gehaltene Mutterkühe in der Trächtigkeit unter gemäßigten Klimabedingungen eine tägliche Wasseraufnahme von 34 bis 40 l annahm. In der Arbeit von BAHR (2007) betrug die Wasseraufnahme von tragenden Mutterkühen 14 bis 2 Tage vor der Abkalbung im Mittel 18,4 bis 26,4 l je Tag. Die Werte liegen damit deutlich unterhalb der aufgenommenen Wassermengen der tragenden Mutterkühe in der eigenen Untersuchung mit 37–47 l je Tier und Tag. Die ermittelten Wasseraufnahmen stimmen vielmehr mit denen der tragenden Färsen überein, die im Mittel bei 24,6 l je Tier und Tag lagen. Auch BAHR (2007) führt in ihrer Diskussion an, dass die erfassten Wasseraufnahmen im Vergleich zu anderen Literaturwerte zu niedrig erscheinen. Es wurden aber bei den Tieren auch keine Anzeichen für Wassermangel beobachtet. Sie begründet die geringen Wasseraufnahmen mit dem Wassergehalt im Futter, der vor allem in den Sommermonaten im Weidefutter die Tränkwasseraufnahme beeinflusst haben könnte. Aus der Arbeit konnten keine getrennten Berechnungen zur Tränkwasseraufnahme im Sommer und im Winter entnommen werden. Möglicherweise ist dieser Unterschied darauf zurückzuführen, dass die Erfassung in den letzten 14 Tagen vor der Abkalbung stattfand, während die eigenen Tiere im dritten bis achten Trächtigkeitmonat waren. Hinzu kommt, dass in der vorliegenden Arbeit ein

freier Zugang zur Tränke mit einem niedrigen Tier-Tränke-Verhältnis von 5 : 1 und eine geringe Entfernung zum Fressplatz bestanden. Die Anzahl der Tränkebesuche wurde in der Untersuchung von BAHR (2007) ebenfalls erfasst. Im Gruppenmittel lag die Anzahl der Tränkebesuche mit 3–5 Besuchen auf ähnlichem Niveau wie die Ergebnisse aus der eigenen Untersuchung. In der Studie von HOFFMAN und SELF (1972) tranken einjährige Fleischrinder mit einem Körpergewicht zwischen 401 und 438 kg im Mittel 19 l je Tag. Die Temperaturen lagen bei durchschnittlich  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Im Vergleich dazu nahmen die tragenden Färsen der eigenen Untersuchung rund 6 l Wasser mehr auf und die Körpergewichte lagen um 100 kg höher. Es ist davon auszugehen, dass die tragenden Färsen unter vergleichbaren Temperaturbedingungen aufgrund des höheren Körpergewichts und der damit verbundenen höheren Trockensubstanzaufnahme mehr Wasser tranken als die einjährigen Fleischrinder aus der Untersuchung von HOFFMAN und SELF (1972). In einer anderen Untersuchung mit Durchschnittstemperaturen von  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  lag die aufgenommene Wassermenge von Fleischrindern rund 7 l unter der Wasseraufnahme der tragenden Färsen aus der eigenen Arbeit. Dabei waren die Körpergewichte auf ähnlich hohem Niveau. Eventuell hatte das aufgenommene Futter der Fleischrinder einen höheren Wassergehalt, weshalb die Wasseraufnahme über die Tränke geringer war als bei den tragenden Färsen.

### Liegeverhalten

In der Untersuchung von GRAUNKE et al. (2010) wurde bei der Verwendung von Tagesmittelwerten kein deutlicher Effekt der Klimaparameter auf die Liegezeit festgestellt. Im Gegensatz dazu wurde in der eigenen Untersuchung sowohl in VD1 als auch in VD2 ein höchst signifikanter Einfluss der CCI-Kältebelastungsstufen auf die Tagesmittelwerte der Liegezeit je Tier und Tag nachgewiesen. Auch zwischen den Faktorstufen des CCI wurden signifikante bis höchst signifikante Differenzen in der Liegezeit der Tiere festgestellt. Die Tagesmittelwerte für Temperatur in der Untersuchung von GRAUNKE et al. (2010) bewegten sich zwischen  $+6$  und  $-5,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  und sind im Vergleich zu unseren Tagesmittelwerten deutlich höher. Dies könnte dafür sprechen, dass bei GRAUNKE et al. (2010) kein Effekt der Klimaparameter Temperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und Niederschlag auf die mittlere Liegezeit pro Tag festzustellen war. Die Verhaltensänderungen der Mutterkühe im eigenen Versuch sind möglicherweise darauf zurückzuführen, dass die Körperkerntemperatur der Tiere sich bereits bei CCI-Temperaturen von unter  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  der unteren kritischen Temperatur (UKT) nähert. In der Folge haben die Tiere ihre mittlere Liegezeit reduziert, um sich an die Kälte anzupassen bzw. um ihre Körperkerntemperatur aufrechtzuerhalten. Auch TUCKER et al. (2007) stellten in ihrer Untersuchung fest, dass der Windchill die Liegezeit von nicht laktierenden Milchkühen beeinflusste. Die niedrigsten Windchill-Temperaturen bewegten sich im Bereich von  $-3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  im Stall und  $-9,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  in der Außenhaltung. Im Stall lagen die Tiere im Mittel 12 h je Tag und in der Außenhaltung reduzierte sich die Liegezeit auf bis zu 4 h je Tag. Die Autoren erklären die stark reduzierte Liegezeit in der Außenhaltung mit der feuchten Liegefläche, die die Tiere davon abhielt, für längere Zeit die Liegeposition einzunehmen. Die deutlich niedrigere Liegezeit der nicht laktierenden Milchkühe im Vergleich zu den Färsen und Mutterkühen der vorliegenden Untersuchung ist mit dem deutlich feuchteren Außenklima, der geringeren Hautdicke und dem geringeren Fettdepot der nicht laktierenden Milchkühe zu begründen. Die Literaturangaben für die UKT betragen bei Fleischrindern mit einem dicken Winterfell  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$  (TAR 2007). Bei 500 kg schweren Mutterkühen im mittleren Drittel der Trächtigkeit liegt die UKT bei  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , unter der Voraussetzung, dass die Windgeschwindigkeit niedrig ist und kein Niederschlag vorliegt (NRC 1981). Die nur innerhalb des VD1 aufgetretenen statistischen Unterschiede im Liege-

verhalten zwischen den Tiergruppen 1 und 2 sind möglicherweise auf ein nicht tragendes Tier in Gruppe 2 zurückzuführen. Dieses Tier wurde zwar in der Auswertung nicht berücksichtigt, hatte aber möglicherweise indirekt Einfluss auf das Verhalten der Gruppe 2. Dagegen spricht allerdings, dass die Anzahl der Liegeperioden in Gruppe 2 geringer waren und die Gesamtliegezeit als auch die Dauer einer Liegeperiode höher. Bei einer Störung des Liegeverhaltens in Gruppe 2 wären eher kürzere Liegeperioden, mehr Liegeperioden und eine geringere Gesamtliegezeit zu erwarten gewesen. Die Einzeltierdaten des Liegeverhaltens wurden auf extreme Abweichungen überprüft, sodass auch dieser Einfluss ausgeschlossen werden kann.

Die mittlere Anzahl an Liegeperioden der Mutterkühe unserer Daten stimmt mit den Ergebnissen aus der Studie von MÜLLEDER et al. (2003) überein. Die Mutterkühe in der Studie von MÜLLEDER et al. (2003) hatten im Liegeboxenstall eine mittlere Liegeperiodenanzahl von 10,6 je Tag. Die geringe mittlere Anzahl an Liegeperioden der Färsen in der eigenen Untersuchung im Vergleich zu den Mutterkühen korrespondiert mit der ebenfalls geringeren mittleren Liegezeit. Neben der etwas geringeren Isolierung durch das eigene Körpergewebe (NRC 1981) waren bei den Färsen sicherlich auch die neue Haltungsumwelt, die vermutlich niedrigere Rangposition in der Gruppe sowie deren altersbedingt höhere Aktivität verantwortlich für ihre kürzere Liegezeit je Tag im Vergleich zu den Mutterkühen.

## Schlussfolgerungen

Sowohl bei den untersuchten Mutterkühen als auch bei den Färsen waren mit zunehmender Kälte keine signifikanten Veränderungen in der Wasseraufnahme und der Anzahl der Tränkebesuche festzustellen. Das Liegeverhalten der Mutterkühe und Färsen zeigte hingegen eine deutliche und signifikante Reaktion auf die Kälte. Beide reduzierten ihre Liegezeit bereits deutlich beim Übergang vom Temperaturbereich  $> 0$  °C (CCI 1) zum Temperaturbereich 0 bis -10 °C (CCI 2). Auch vom Temperaturbereich 0 bis -10 °C (CCI 2) zu -20 bis -30 °C (CCI 4) nahm die Liegezeit der Tiere weiter deutlich ab. Vermutlich führte diese Veränderung des Liegeverhaltens dazu, dass die UKT der Mutterkühe und Färsen nicht erreicht bzw. unterschritten wurde. In diesem Zusammenhang könnte auch eine erhöhte Aktivität der Tiere aufgrund der zusätzlichen energiebedingten Futtermittelaufnahme zu einer geringeren Liegezeit der Tiere beigetragen haben. Ebenso reduzierten die Färsen und Mutterkühen mit zunehmender Kälte zum Teil deutlich die Anzahl an Liegeperioden, was sich auch durch die Abnahme der Liegezeit erklären lässt. Die Dauer einer Liegeperiode war nur leicht durch die Kälte beeinflusst. Differenzen zwischen den Temperaturbereichen wurde nur einmal in VD2 zwischen der CCI-Stufe 2 und 4 nachgewiesen. Diese Veränderungen in den genannten Verhaltensweisen zeigen, dass sich die Färsen und Mutterkühe an die zunehmende Kälte anpassten.

Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass bei den untersuchten Rindern eine ethologische Anpassung des Liegeverhaltens an die Kältebelastung vorlag, aber keine physiologische Reaktion in Form einer veränderten Tränkewasseraufnahme stattfand.

## Literatur

- Arias, R. A.; Mader, T. L. (2011): Environmental factors affecting daily water intake on cattle finished in feedlots. *Journal of Animal Science* 89(1), pp. 245–251
- Bahr, C. (2007): Sensorbasierte Analyse und Modellierung ausgewählter Verhaltensparameter von Mutterkühen. Dissertation Humboldt-Universität Berlin
- Bianca, W. (1968): Neuzeitliche Ergebnisse und Aufgaben der Bioklimatologie bei Haustieren. *Der Tierzüchter* 20, S. 438–442
- Bianca, W. (1976): The Significance of Meteorology in Animal Production. *Int. J. Biometeor.* 20(2), pp. 139–156
- Bianca, W. (1977): Temperaturregulation durch Verhaltensweise bei Haustieren. *Der Tierzüchter* 3, S. 109–113
- Brew, M. N.; Myer, R. O.; Hersom, M. J.; Carter, J. N.; Elzo, M. A.; Hansen, G. R.; Riley, D. G. (2011): Water intake and factors affecting water intake of growing beef cattle. *Livestock Science* 140(1–3), pp. 297–300
- Graunke, K. L.; Lindgren, K.; Andersson, L. G. B.; Herlin, A.; Lidfors, L. M. (2010): Liegeverhalten von Kühen in der Winterfreilandhaltung in Mittel- und Südschweden/Lying behaviour of outdoor-wintered cows in Middle- and Southern Sweden. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2010, KTBL-Schrift 482, KTBL, Darmstadt
- Hoffman, M. P.; Self, H. L. (1972): Factors Affecting Water Consumption by Feedlot Cattle. *Journal of Animal Science* 35(4), pp. 871–876
- Mader, T. L.; Johnson, L. J.; Gaughan, J. B. (2010): A comprehensive index for assessing environmental stress in animals. *Journal of Animal Science* 88(6), pp. 2153–2165
- Mülleider, C.; Palme, R.; Menke, C.; Waiblinger, S. (2003): Individual differences in behaviour and in adrenocortical activity in beef-suckler cows. *Applied Animal Behaviour Science* 84(3), pp. 167–183
- NRC (1981): Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. National Acad. Press, Washington, D.C.
- NRC (2000): Nutrient requirements of beef cattle. National Acad. Press, Washington DC.
- Pollmann, U.; Axt, H.; Schwarzmaier, A. (2005): Witterungseinflüsse bei der Weidehaltung von Nutztieren. Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Freiburg und Tiergesundheitsdienst, S. 3–16, [http://www.ua-bw.de/uploaddoc/cvuafr/witterungseinfluss\\_weidehaltung\\_nutztiere.pdf](http://www.ua-bw.de/uploaddoc/cvuafr/witterungseinfluss_weidehaltung_nutztiere.pdf), Zugriff am 24.11.2013
- Tarr, B. (2007): Cold Stress in Cows. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Factsheet AGDEX 420/51, Ontario, <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/beef/facts/07-001.htm>, Zugriff am 10.12.2013
- Terörde, H. (1997): Untersuchungen zur Nähr- und Mineralstoffversorgung von Mutterkuhherden auf ausgesuchten Standorten in Mecklenburg-Vorpommern. Dissertation, Freie Universität Berlin
- Tucker, C. B.; Rogers, A. R.; Verkerk, G. A.; Kendall, P. E.; Webster, J. R.; Matthews, L. R. (2007): Effects of shelter and body condition on the behaviour and physiology of dairy cattle in winter. *Applied Animal Behaviour Science* 105(1–3), pp. 1–13
- Wassmuth, R.; Wallbaum, F.; Langholz, H. (1999): Outdoor wintering of suckler cows in low mountain ranges. *Livestock Production Science* 61(2), pp. 193–200

## Autoren

**M. Sc. Katrin Sporkmann** ist Absolventin der Christian Albrechts-Universität zu Kiel, **Prof. Dr. Eberhard Hartung** ist Direktor des Instituts für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der CAU Kiel, Olshausenstraße 40, 24098 Kiel, E-Mail: [katrin.sporkmann@ti.bund.de](mailto:katrin.sporkmann@ti.bund.de).

**Frédéric Pelletier ing. M. Sc, Patrick Brassard ing. jr., M.Sc., Michel Côté Tech. agroenv. und Stéphane Godbout ing. P. Eng. Ph. D.** sind wissenschaftliche Mitarbeiter am Institut de Recherche et de Développement en Agroenvironnement, 2700, rue Einstein, Québec (Canada) G1P 3W.

**Dr. Heiko Georg** ist Kooperationspartner des IRDA im Projekt und Leiter der AG Verfahrenstechnik Tierhaltung am Thünen-Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst 32, 23847 Westerau.