

Institut für Tierernährung  
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

Direktorin: Prof. Dr. med. vet. A. Liesegang

## **Stoffwechseluntersuchungen bei Hochleistungskühen in Vollweidehaltung**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der  
Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

vorgelegt von

**Sara Reichert-Weilenmann**

Tierärztin  
von Henggart ZH

genehmigt auf Antrag von

Prof. Dr. med. vet. A. Liesegang, Referentin

2015

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	2
Summary .....	3
<sup>1</sup> Stoffwechseluntersuchungen bei Hochleistungskühen in Vollweidehaltung..	4
Zusammenfassung.....	4
Abstract.....	4
Einleitung.....	5
Tiere, Material und Methoden.....	7
Ergebnisse.....	8
Diskussion.....	13
Dank.....	16
Literaturverzeichnis.....	17

Danksagung

Lebenslauf

<sup>1</sup> Arbeit publiziert im Schweizer Archiv für Tierheilkunde:  
S. Reichert, B. Wichert, M. Wanner, A. Liesegang (2015). Stoffwechseluntersuchungen bei Hochleistungskühen in Vollweidehaltung. Band 157, Heft 11, November 2015, 607-613, GST/SVS; doi: 10.17236/sat00040

Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich (2015)

Sara Reichert-Weilenmann

Institut für Tierernährung

E-Mail Sekretariat: [lhaefeli@nutrivet.uzh.ch](mailto:lhaefeli@nutrivet.uzh.ch)

## Stoffwechseluntersuchungen bei Hochleistungskühen in Vollweidehaltung

In der vorliegenden Untersuchung wurde überprüft, ob neuseeländische Holstein-Friesian Kühe (NZ-HF) im Vergleich zu schweizerischen Braunviehkühen (CH-BV) oder schweizerischen Holstein-Friesian (CH-HF) unter schweizerischen Bedingungen eines Vollweidesystems abweichende Stoffwechselreaktionen zeigen. Es wurde geprüft, ob NZ-HF besser an eine Vollweidehaltung angepasst sind als Tiere der Schweizer Rassen. Für die Untersuchung standen 14 Paare CH-BV/NZ-HF und 11 CH-HF/NZ-HF-Paare zur Verfügung. Die Parameter Glucose, Insulin, nicht-veresterte Fettsäuren (NEFA),  $\beta$ -Hydroxybutyrat ( $\beta$ -HB), Harnstoff und Cholesterin wurden zu den Zeitpunkten 5 - 3 Wochen vor dem berechneten Geburtstermin sowie 2, 3, 5, 7, 10 und 18 - 22 Wochen post partum untersucht. Einzig die  $\beta$ -HB-Plasmakonzentrationen waren bei den schweizerischen Rassen im Vergleich mit den neuseeländischen Tieren signifikant ( $p = 0.0059$ ) höher. Die übrigen untersuchten Parameter wiesen zwischen neuseeländischen HF und den schweizerischen Rassen keine Unterschiede auf und widerspiegeln die physiologischen Reaktionen des Stoffwechsels in der Früh-laktation. Alle drei Rassen waren für die Milchproduktion im Vollweidesystem geeignet und die in Neuseeland für die Vollweidehaltung gezüchteten NZ-HF zeigten keine besonderen Vorteile.

### Schlüsselwörter

Milchkuh, Rasse, Vollweide, Stoffwechsel, Startphase

Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich (2015)

Sara Reichert-Weilenmann

Institut für Tierernährung

E-Mail Sekretariat: [lhaefeli@nutrivet.uzh.ch](mailto:lhaefeli@nutrivet.uzh.ch)

In the present study differences in metabolism between New Zealand Holstein-Friesian (NZ-HF) and Brown Swiss (CH-BV) or Swiss Holstein-Friesian (CH-HF) were investigated in a grassland based milk production system in Switzerland. It was tested if NZ-HF were better adapted to a grassland based system. For this purpose, 14 pairs of CH-BV/NZ-HF and 11 pairs of CH-HF/NZ-HF were available. The parameters glucose, insulin, non-esterified fatty acids (NEFA),  $\beta$ -hydroxybutyrate ( $\beta$ -HB), urea and cholesterol were analysed at the times 5 - 3 weeks before the calculated partus and 2, 3, 5, 7, 10 and 18 - 22 weeks post partum. Only the plasma  $\beta$ -HB concentrations were significantly higher ( $p = 0.0059$ ) for both Swiss breeds compared to the NZ-HF. Regarding all other physiological parameters during early lactation NZ-HF were not different compared to Swiss breeds. All animals showed the physiological metabolic reactions of early lactation. All three breeds were appropriate for use in a grassland based milk production system and there were no particular benefits of the NZ-HF, which were bred for grasslands production.

#### Keywords

dairy cow, breed, pasture-based dairy production, metabolism, early lactation

# Stoffwechseluntersuchungen bei Hochleistungskühen in Vollweidehaltung

S. Reichert<sup>1</sup>, B. Wichert<sup>1</sup>, M. Wanner<sup>2</sup>, A. Liesegang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut für Tierernährung, Vetsuisse-Fakultät, Universität Zürich

<sup>2</sup>Langackerstrasse 1, 8543 Gundetswil

## Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung wurde überprüft, ob neuseeländische Holstein-Friesian Kühe (NZ-HF) im Vergleich zu schweizerischen Braunviehkühen (CH-BV) oder schweizerischen Holstein-Friesian (CH-HF) unter schweizerischen Bedingungen eines Vollweidesystems abweichende Stoffwechselreaktionen zeigen. Hierfür standen 14 Paare CH-BV/NZ-HF und 11 CH-HF/NZ-HF-Paare zur Verfügung. Die Parameter Glucose, Insulin, nicht-veresterte Fettsäuren (NEFA),  $\beta$ -Hydroxybutyrat ( $\beta$ -HB), Harnstoff und Cholesterin wurden zu den Zeitpunkten 5 -3 Wochen vor dem berechneten Geburtstermin sowie 2, 3, 5, 7, 10 und 18 - 22 Wochen post partum untersucht. Einzig das  $\beta$ -HB war bei den schweizerischen Rassen im Vergleich mit den neuseeländischen Tieren signifikant ( $P = 0.0059$ ) höher. In Bezug auf die übrigen untersuchten physiologischen Parameter in der Frühlaktation unterschieden sich die neuseeländischen HF nicht von den schweizerischen Rassen.

Schlüsselwörter: Milchkuh, Vollweide, Stoffwechsel, Startphase, Rasse

## Abstract

In the present study differences in metabolism between New Zealand Holstein-Friesian (NZ-HF) and Brown Swiss (CH-BV) or Swiss Holstein-Friesian (CH-HF) were investigated in a grassland based milk production system in Switzerland. Therefore 14 pairs of CH-BV/NZ-HF and 11 pairs of CH-HF/NZ-HF were available. The parameters glucose, insulin, non-esterified fatty acids (NEFA),  $\beta$ -hydroxybutyrate ( $\beta$ -HB), urea and cholesterol were analysed at the times 5 - 3 weeks before the calculated partus and 2, 3, 5, 7, 10 and 18 - 22 weeks post partum. Only  $\beta$ -HB showed significantly higher concentrations ( $P = 0.0059$ ) for both Swiss breeds compared to the NZ-HF. Regarding all other physiological parameters during early lactation New Zealand Holstein-Friesians were not different from Swiss breeds.

Keywords: dairy cow, pasture-based dairy production, metabolism, early lactation, breed

## **Einleitung**

Um in einem Vollweidesystem mit saisonaler Abkalbung im Frühjahr Milch zu produzieren, werden in Neuseeland Holstein-Friesian (NZ-HF) gezüchtet, welche etwas kleiner und leichter sind als die „klassischen“, auch in der Schweiz eingesetzten Holstein-Friesian-Kühe (CH-HF). Im Gegensatz zur neuseeländischen Kuh ist die „klassische“ Hochleistungskuh in der Schweiz eine grossrahmige, schwere Kuh, die auf hohe Milchleistung gezüchtet wurde. Unter schweizerischen Verhältnissen könnte es sinnvoll sein, NZ-HF einzusetzen, da sich diese Tiere neben einer hohen Milchleistung durch Stoffwechselstabilität, Langlebigkeit und gute Fruchtbarkeit auszeichnen (Harris und Kolver, 2001).

In Neuseeland wurde bei den im Vollweidesystem gehaltenen Holstein-Friesian für die Periode 2012/13 eine durchschnittliche Milchleistung von 4'414 Liter Milch gemessen, während die durchschnittliche Milchleistung über alle Rassen in Neuseeland bei 4'386 Liter lag (nzhfa, 2014). Piccand et al. (2011a) beschrieben Milchleistungen im Vollweidesystem in der Schweiz von 5'921 kg für CH-HF, 5'321 kg für NZ-HF und 4'927 kg Milch für Schweizer Braunvieh (CH-BV). Die durchschnittliche Milchleistung der „klassischen“, nicht im Vollweidesystem gehaltenen Holstein-Friesian-Kuh in der Schweiz betrug im Jahr 2013 8'426 kg Milch (SHZV, 2014).

Die bedarfsgerechte Ernährung einer Hochleistungskuh im Vollweidesystem ohne Zufütterung von Kraftfutter ist infolge variierender Nährwerte des Futters schwierig. Limitierende Faktoren für die Milchproduktion bei Weidefütterung sind das Energieangebot aus dem Weidegras und die beschränkte Futteraufnahmekapazität der Tiere (Kolver, 2003). Laut Kolver (2003) scheinen die „klassischen“ Hochleistungskühe weniger gut an diese ernährungsbedingten Restriktionen angepasst zu sein als die speziell für Vollweidehaltung gezüchteten neuseeländischen Kühe. So wurden von Lucy (2005) Unterschiede bezüglich der Fruchtbarkeit beobachtet; die „klassische“ Holstein-Friesian-Kuh wies zwar eine kürzere Ruhezeit (Zeit zwischen Abkalben und erster Brunst) auf, hatte aber im

Vergleich zur NZ-HF am Ende der Zuchtsaison eine schlechtere Serviceperiode (Zeit zwischen Abkalben und erfolgreicher Besamung).

Post partum (p.p.) kann der durch die rasch ansteigende Milchleistung bedingte hohe Energiebedarf einer Milchkuh nicht vollständig durch die Futteraufnahme gedeckt werden. Daher tritt zu diesem Zeitpunkt eine negative Energiebilanz auf, welche die Mobilisierung von Körperreserven nach sich zieht. Der Abbau von Körperfett kann in Form von nicht veresterten Fettsäuren (NEFA), welche im Blut zirkulieren, gemessen werden (Jorritsma et al., 2003). Um den Körperfettabbau möglichst stark reduzieren zu können, wird der Anteil an kohlenhydratreichen Futtermitteln in der Transitphase, welche den Zeitraum 3 Wochen ante partum (a.p.) bis 3 Wochen p.p. umfasst, erhöht. Im Vollweidesystem mit saisonaler Abkalbung, wo Laktations- und Graswachstumskurve aufeinander abgestimmt werden, soll im Sinne einer Kostenoptimierung kein respektive möglichst wenig Kraftfutter eingesetzt werden.

Die Höhe des Energiedefizits bzw. die Fähigkeit der Anpassung des Stoffwechsels p.p. sind von der Körperkondition bzw. vom Verfettungsgrad der Kuh vor sowie zum Zeitpunkt der Geburt abhängig. Die Beurteilung der Körperkondition erfolgt mittels Body Condition Score (BCS) mit einer ¼-Punkt-Skala von 1 (mager) bis 5 (fett). Zum Zeitpunkt der Geburt wird ein BCS von 3.0 bis 3.25 angestrebt (Edmondson et al., 1989). Überkonditionierte Tiere neigen zu einer Leberverfettung, bedingt durch vermehrte Körperfettmobilisation, Anstieg der hepatischen Lipogenese, Hemmung der hepatischen Oxidation der Fettsäuren und Beeinträchtigung der Triglyceridsekretion. Klinisch zeigen betroffene Tiere Schwäche, Anorexie, Rückgang der Milchleistung, Ketose und Anfälligkeit für infektiöse Erkrankungen. Die verstärkte Körperfettmobilisation sowie die vorzeitige Sättigung führen zu einem deutlich verlangsamten Anstieg der Futteraufnahme und damit zu einer länger anhaltenden negativen Energiebilanz. Die Futteraufnahme wird unter anderem hormonell gesteuert, wobei Leptin und Insulin eine entscheidende Rolle spielen (Reist et al., 2003; Allen und Piantoni, 2013; Esposito et al., 2014).

In der vorliegenden Studie soll die Hypothese geprüft werden, ob NZ-HF in einem Vollweidesystem eine bessere Fähigkeit zur Adaptation des Stoffwechsels zu Beginn der Laktation besitzen als CH-HF und CH-BV.

## **Tiere, Material und Methoden**

In 6 Vollweidebetrieben (zwei Betriebe mit NZ-HF und CH-HF, Kanton Freiburg; 4 Betriebe mit NZ-HF und CH-BV, Kanton Luzern) standen insgesamt 50 Kühe zur Verfügung. Innerhalb der einzelnen Betriebe wurden zwischen den Rassen Paare gebildet (11 Paare CH-HF/NZ-HF in HF-Betrieben, bzw. 14 Paare CH-BV/NZ-HF in BV-Betrieben). Die Paarbildung erfolgte zwischen Tieren, deren Abkalbedaten maximal 20 Tage Differenz aufwiesen und die sich in der gleichen Laktation befanden (Piccand et al., 2011c).

Für jedes Tier wurden in der Zeitspanne zwischen 5 Wochen a.p. bis 22 Wochen p.p. 7 Blutproben aus der V. sacralis mediana (Schwanzvene) genommen. Die erste Probe zwischen 5. und 3. Woche a.p. (berechneter Termin), die folgenden Proben 2, 3, 5, 7, 10 Wochen p.p. und die letzte Probe in der 18.-22. Woche p.p. Die Blutentnahmen (Vacuette®, Greiner Bio-One Vacuette Schweiz GmbH, St. Gallen, Schweiz) erfolgten jeweils morgens zur Melkzeit. Die Proben wurden gekühlt transportiert und danach bei 4°C (3'000 Umdrehungen, G-Zahl 1590) zehn Minuten lang zentrifugiert. Für die Glucosebestimmung wurde Blut in Natrium-Fluorid-Röhrchen gesammelt und das Plasma wurde bei –20°C gelagert. Die Seren für die übrigen Analysen wurde bei –80°C gelagert.

Als Berechnungsgrundlage der 150 Tage-Milchleistung dienten die monatlichen offiziellen Milchleistungskontrollen auf den Betrieben und die Berechnungen stützten sich auf die Originaldaten wie sie bei Piccand et al. (2011a) für die 270 Tage-Milchleistung verwendet wurden (n=11 bzw. 14).

## **Laboranalysen**

NEFA, Glucose,  $\beta$ -HB, Harnstoff und Cholesterin wurden mittels Cobas Mira© (Roche Diagnostics Basel, Schweiz) untersucht (Eicher et al., 1998). Ebenfalls mittels Autoanalyser Cobas Mira© wurden Protein (Diatools AG, Villmergen, Schweiz) und Albumin (Diatools AG, Villmergen, Schweiz) analysiert. T3, (TKT-31; Siemens, Zürich, Schweiz), T4 (PITKT4-5; Siemens, Zürich, Schweiz) und Leptin (Millipore, St.Charles, USA) wurden mittels Radioimmunassay bestimmt. Insulin (Mercodia AB, Uppsala, Schweden) und IgF-1 (mediagnost, Reutlingen, Deutschland) wurden mittels Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay untersucht. Alle



Testkits wurden für Kühe validiert (Gupta et al., 2000, Delavaud et al., 2000; Burns et al., 2009; Martinez et al., 2013).

### Statistische Auswertungen

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Programm R, Version 2.8.1 (<http://stat-etz.ch/CRAN/bin/windows/base/>). Die Ergebnisse wurden einerseits als Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler zwischen den Gruppen NZ-HF und CH-HF sowie NZ-HF und CH-BV dargestellt. Andererseits wurde eine Auswertung mittels „Area under curve“ (AUC) im Paarvergleich durchgeführt. Basispunkt für die AUC-Bestimmung war das Ergebnis des jeweiligen Parameters von der ersten Probeentnahme vor der Geburt, d.h. als Nulllinie der AUC-Bestimmung wurde der ermittelte Wert des jeweiligen Metaboliten bei der ersten Messung gewählt. Die Flächen geben die Gesamtänderungen der Metaboliten wieder. Durch die Wahl des Startpunktes für die AUC-Berechnungen bei der ersten Probenentnahme sind die Änderungen unabhängig vom Ausgangslevel beurteilbar.

Das Vorliegen von normalverteilten Daten wurde mittels eines Quantil-Plot im R-Programm geprüft. Da die Daten nicht der Normalverteilung entsprachen, wurde für die Darstellung von Unterschieden zwischen den Rassen der Wilcoxon-Vorzeichen-Rangsummen-Test verwendet. Differenzen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p < 0.05$  werden als signifikant bezeichnet.

### Ergebnisse

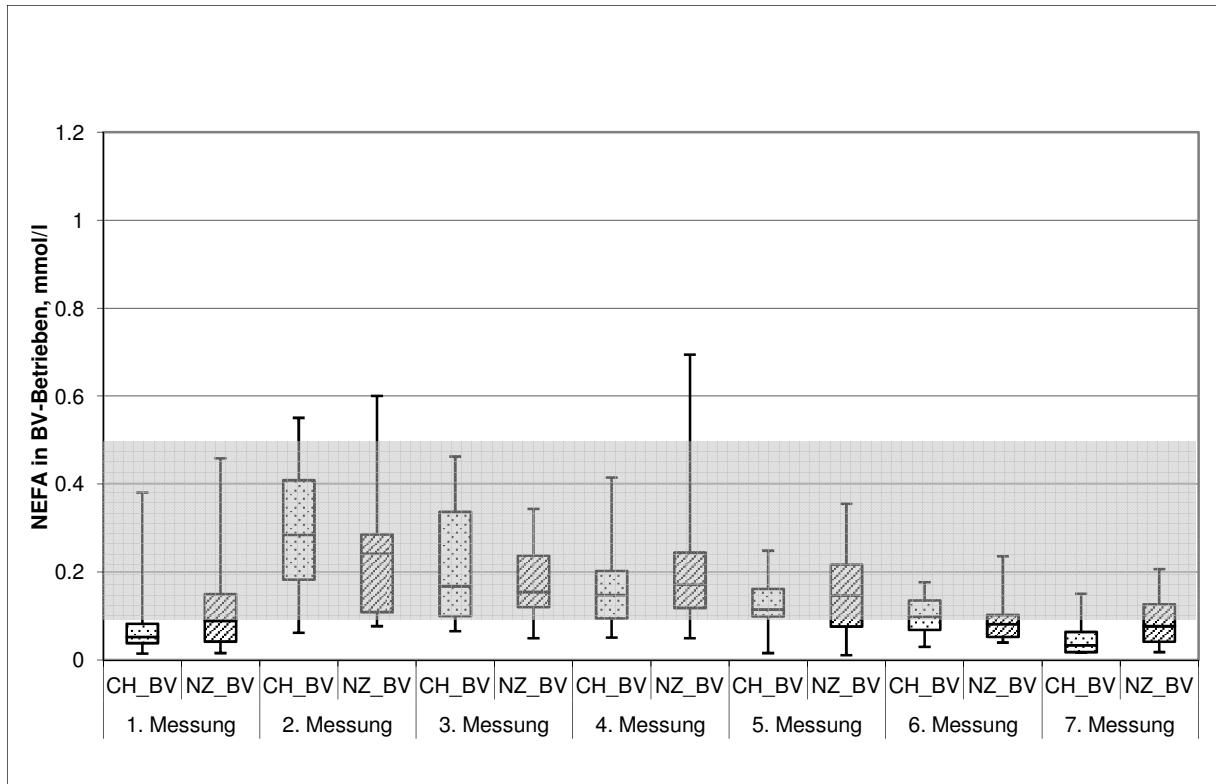
Die Milchleistung der verschiedenen Rassen in den Betrieben zeigte, dass die CH-HF im Vergleich zu den zwei übrigen Rassen die höchste Milchleistung erreichten. Der Fettanteil war im Gegensatz dazu bei den NZ in BV-Betrieben am höchsten (Tab. 1).

**Tabelle 1:** Werte für die Milchleistung, Fett % und Eiweiss % in den ersten 150 Tagen der Laktation (Mittelwert  $\pm$  Standardfehler)

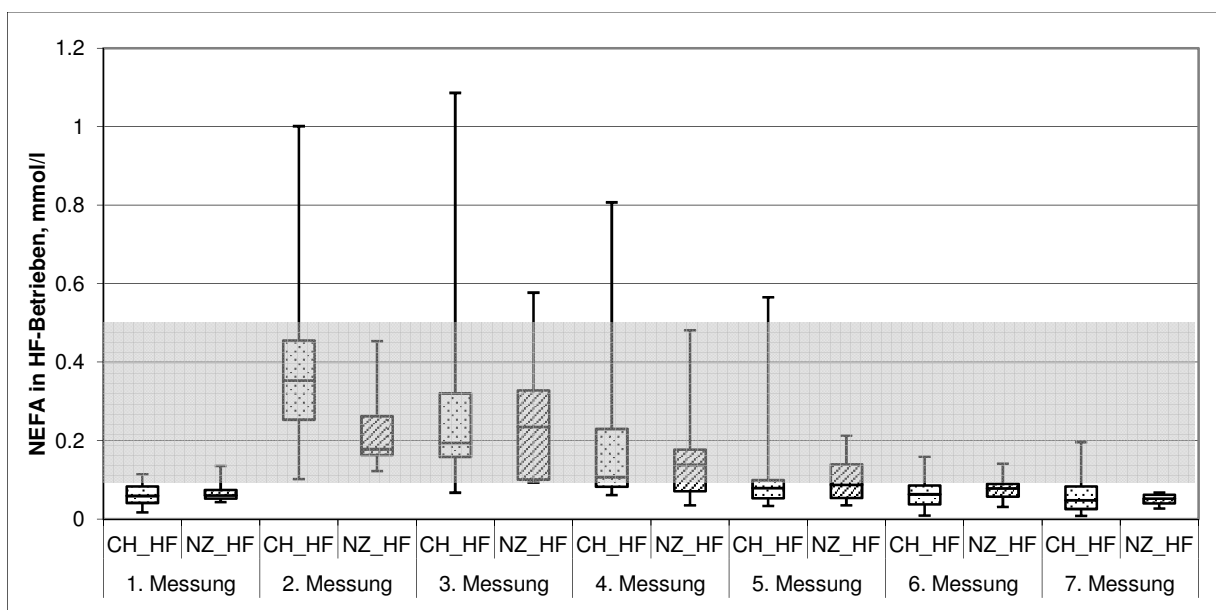
	CH_HF (n=11)	NZ in HF-Betrieben (n=11)	CH_BV (n=14)	NZ in BV-Betrieben (n=14)
<b>Milchleistung</b> 150 Tage	3761 $\pm$ 95	3384 $\pm$ 122	3450 $\pm$ 81	3686 $\pm$ 139
<b>Fett %</b> 150 Tage	3.7 $\pm$ 0.1	3.9 $\pm$ 0.1	3.8 $\pm$ 0.1	4.4 $\pm$ 0.10
<b>Eiweiss %</b> 150 Tage	3.1 $\pm$ 0.2	3.3 $\pm$ 0.1	3.2 $\pm$ 0.0	3.5 $\pm$ 0.1

Die Plasmakonzentrationen an NEFA stiegen bei allen Tieren in der postpartalen Phase an. Bei den schweizerischen Kühen beider Rassen war der Anstieg jedoch ( $p=0.566$ ) stärker ausgeprägt als bei den neuseeländischen Tieren (Abb. 1a und b).

**Abb. 1a**



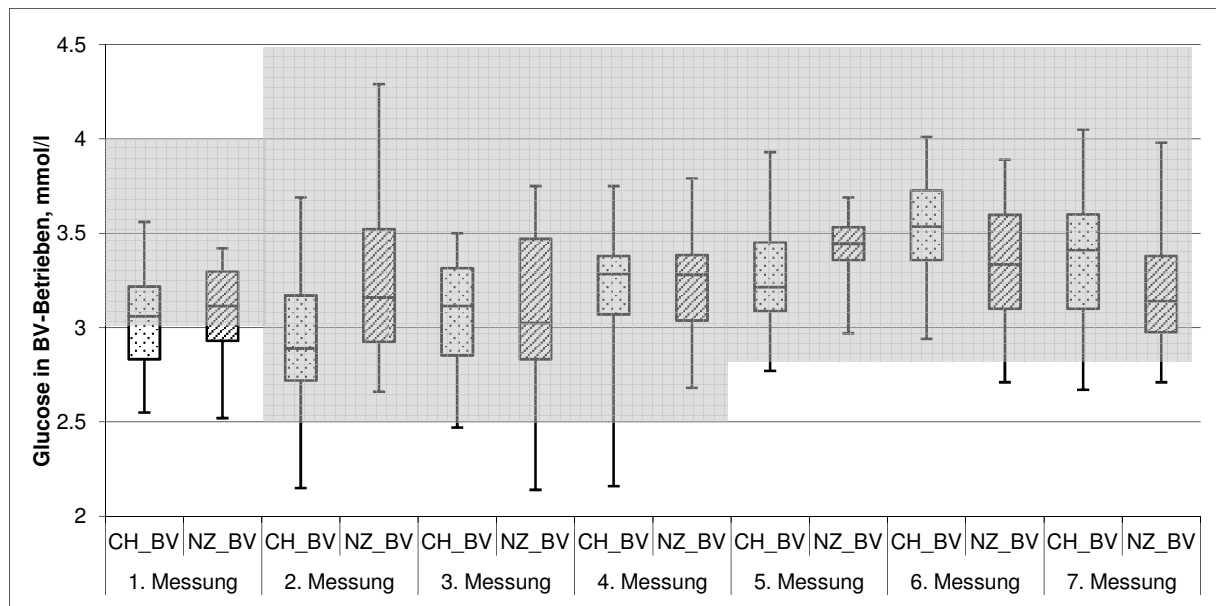
**Abb. 1b**



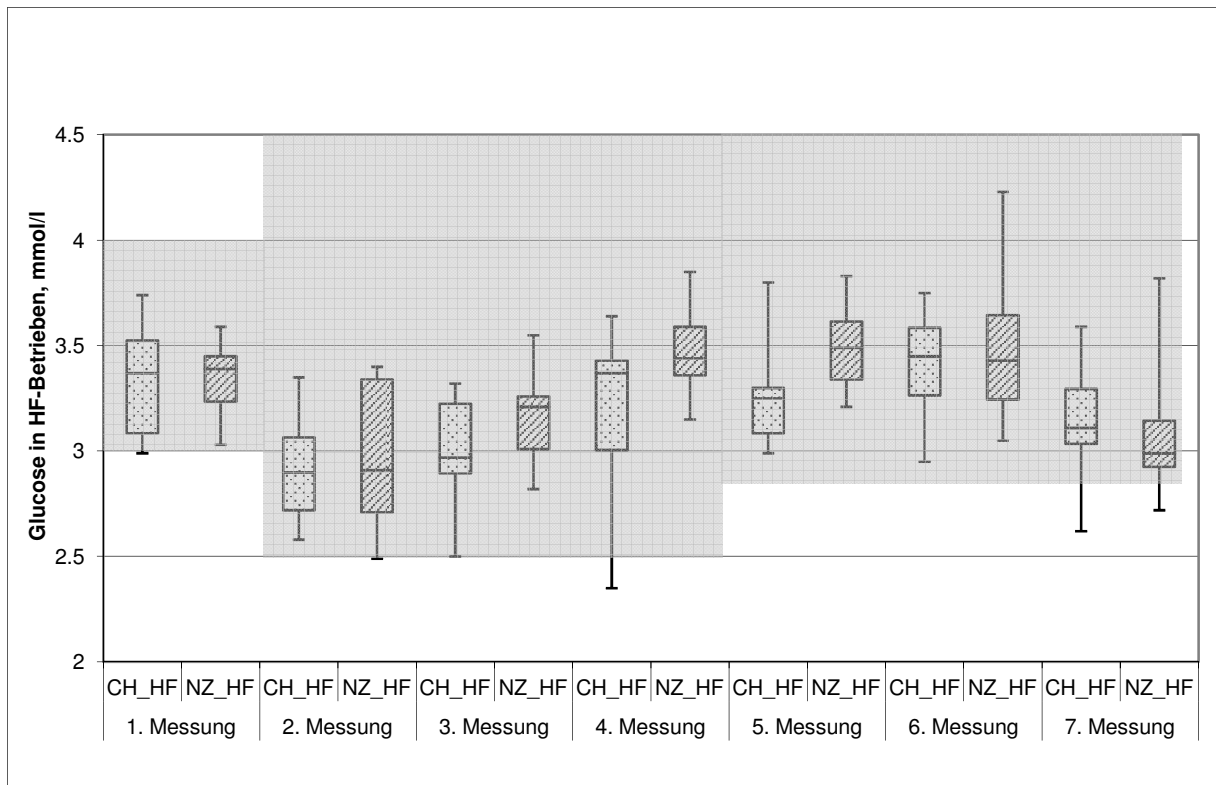
**Abbildungen 1a und b:** Median der nicht-veresterter Fettsäuren-Konzentrationen im Serum zu allen Probeentnahmezeitpunkten mit 25% Quantile des Medians, n = 14 für Schweizer Braunvieh (CH-BV) und neuseeländische Holstein-Friesian (NZ-HF) in Braunvieh-Betrieben (BV-Betrieben,) n = 11 für Schweizer Holstein-Friesian (CH-HF) und neuseeländische Holstein-Friesian (NZ-HF) in Holstein-Friesian-Betrieben (HF-Betrieben). Referenzbereich nach Laboklin (2014): NEFA 0.1 – 0.5 mmol/l. Zeitpunkte der Blutprobenentnahmen: 1. Messung: zwischen 5. und 3. Woche a.p. (berechneter Termin), 2. Messung: 2. Woche p.p., 3. Messung: 3. Woche p.p., 4. Messung: 5. Woche p.p., 5. Messung: 7. Woche p.p., 6. Messung: 10. Woche p.p. und 7. Messung in der 18.-22. Woche p.p.

Die Glucosekonzentrationen (Abb. 2a und b) sowie die Insulinkonzentrationen im Plasma unterschieden sich nicht signifikant zwischen den schweizerischen und den neuseeländischen Kühen.

**Abb. 2a**



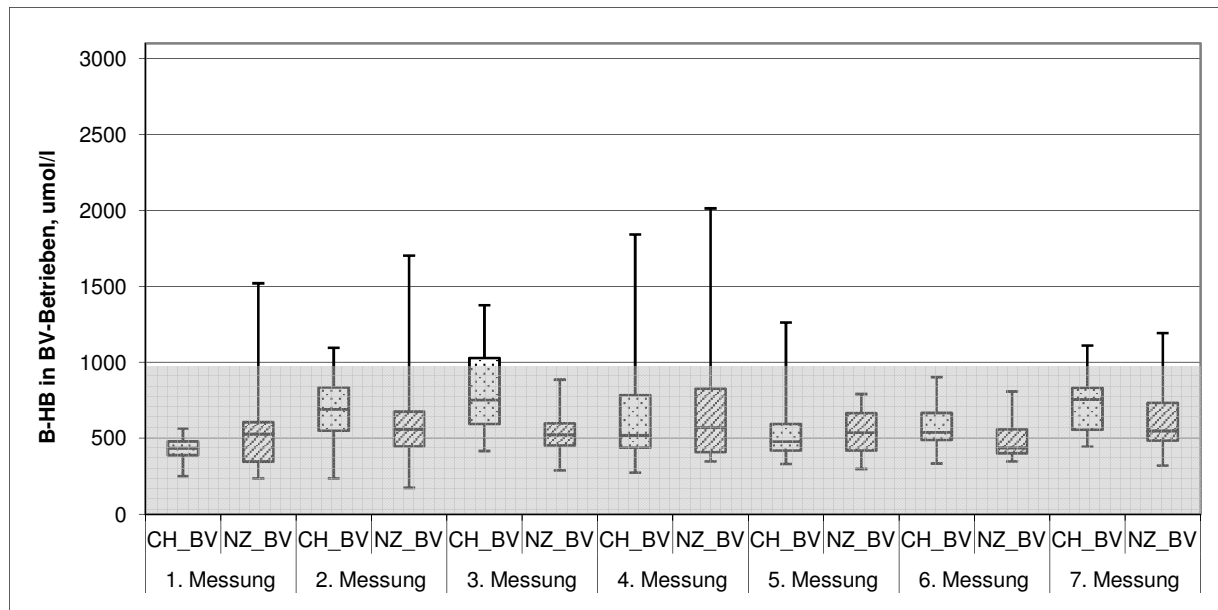
**Abb. 2b:**



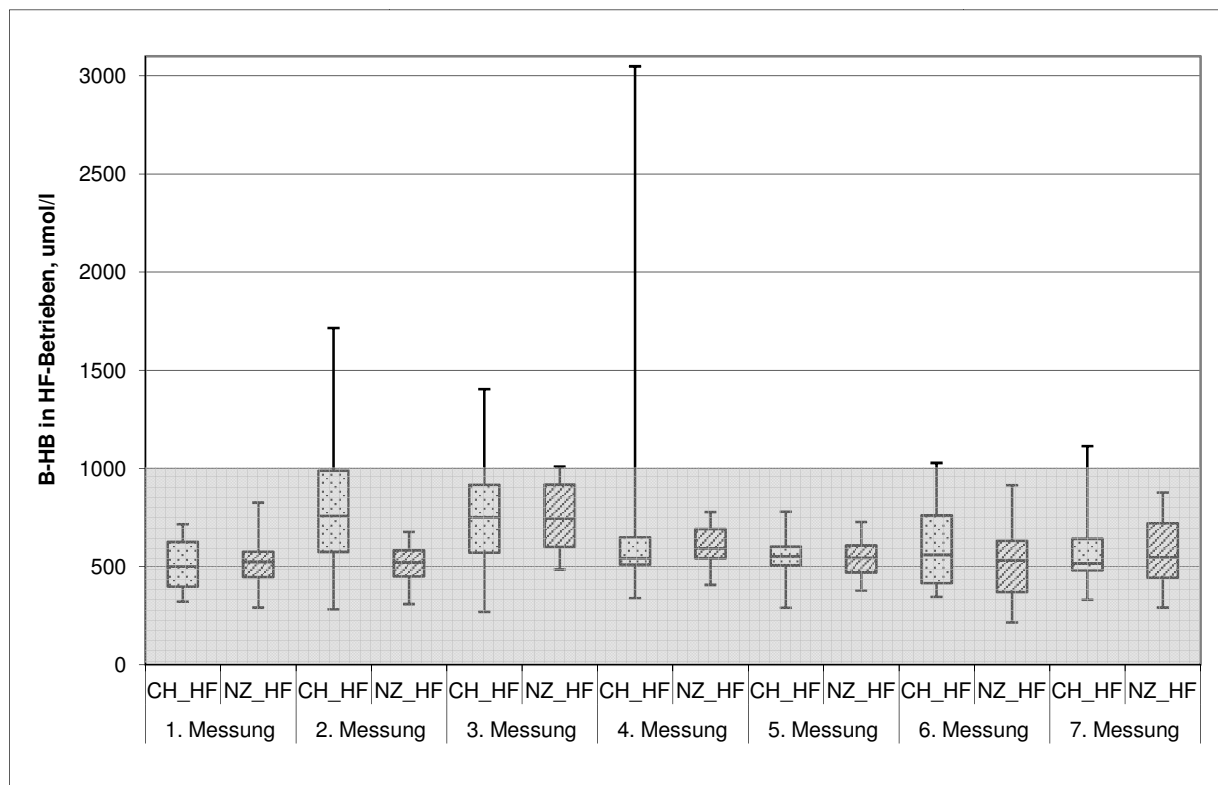
**Abbildung 2a und b:** Median der Blutglucosekonzentrationen im Serum zu verschiedenen Probeentnahmezeitpunkten mit 25% Quantile des Medians, n = 14 für Schweizer Braunvieh (CH-BV) und neuseeländische Holstein-Friesian (NZ-HF) in Braunvieh-Betrieben (BV-Betrieben), n = 11 für Schweizer Holstein-Friesian (CH-HF) und neuseeländische Holstein-Friesian (NZ-HF) in Holstein-Friesian-Betrieben (HF-Betrieben). Referenzbereich nach Lotthammer (1999): Glucose a.p. 3.0 – 4.0 mmol/l, 1. - 5. Woche p.p. mit >2.5mmol/l und danach >2.8 mmol/l. Zeitpunkte der Blutprobenentnahmen: 1. Messung: zwischen 5. und 3. Woche a.p. (berechneter Termin), 2. Messung: 2. Woche p.p., 3. Messung: 3. Woche p.p., 4. Messung: 5. Woche p.p., 5. Messung: 7. Woche p.p., 6. Messung: 10. Woche p.p. und 7. Messung in der 18.-22. Woche p.p.

Im Paarvergleich über alle Tiere wiesen die schweizerischen Tiere signifikant höhere  $\beta$ -HB-Konzentrationen im Plasma auf ( $p=0.0059$ ) als die NZ-HF (Abb. 3a und b).

**Abb. 3a:**



**Abb. 3b:**



**Abbildung 3a und b:** Median der  $\beta$ -Hydroxybutyrat-Konzentration im Serum zu allen Probeentnahmezeitpunkten mit 25% Quantile des Medians,  $n = 14$  für Schweizer Braunvieh (CH-BV) und neuseeländische Holstein-Friesian (NZ-HF) in Braunvieh-Betrieben (BV-Betrieben),  $n = 11$  für Schweizer Holstein-Friesian (CH-HF) und neuseeländische Holstein-Friesian (NZ-HF) in Holstein-Friesian-Betrieben (HF-Betrieben). Referenzwert  $< 1.0 \text{ mmol/l}$  (Lotthammer, 1999). Zeitpunkte der

Blutprobenentnahmen: 1. Messung: zwischen 5. und 3. Woche a.p. (berechneter Termin), 2. Messung: 2. Woche p.p., 3. Messung: 3. Woche p.p., 4. Messung: 5. Woche p.p., 5. Messung: 7. Woche p.p., 6. Messung: 10. Woche p.p. und 7. Messung in der 18.-22. Woche p.p.

Weder die Konzentration des  $\beta$ -HB (AUC;  $R^2=0.0561$ ) noch die der NEFA (AUC;  $R^2=0.0951$ ) korrelierte mit der 150 Tage-Milchleistung der Kühe. Die Harnstoffkonzentrationen im Plasma unterschritten im Mittel den Referenzbereich (3.3 bis 5.0 mmol/l; Kraft und Dürr, 2005) bei den CH-HF sowie den NZ-HF in Holstein-Friesian-Betrieben. Ebenfalls zu tiefe Werte wurden im Mittel bei sämtlichen Tieren für T4 gemessen, wenn die Referenz nach Kraft und Dürr (2005) (T4 bei 3.8 bis 8.2  $\mu$ g/dl) berücksichtigt wird. Nach Whitaker (1997) beträgt die physiologische T4-Konzentration  $> 20$  mmol/l im Plasma. Die Mittelwerte der Plasma-Konzentrationen von Albumin, Cholesterin, Protein, T3, T4, Harnstoff, Insulin, Leptin und IgF-1 sind in Tabelle 2 aufgelistet. Für keinen dieser Metaboliten konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den schweizerischen und den neuseeländischen Kühen gefunden werden.

**Tabelle 2:** Mittlere Konzentrationen (Mittelwert  $\pm$  Standardfehler) verschiedener Metaboliten in allen Blutproben bei verschiedenen Rassen, AUC (=Area under curve).

	<b>CH-HF</b> (n=77)	<b>NZ-HF in</b> <b>HF-Betrieben</b> (n=75)	<b>CH-BV</b> (n=94)	<b>NZ-HF in</b> <b>BV-Betrieben</b> (n=95)	<b>p-Wert</b> <b>(AUC)</b>
<b>Albumin</b> (g/l)	32.1 $\pm$ 2.0	31.2 $\pm$ 1.9	33.5 $\pm$ 2.5	32.7 $\pm$ 2.5	0.371
<b>Cholesterin</b> (mmol/l)	3.9 $\pm$ 1.3	4.4 $\pm$ 1.2	4.0 $\pm$ 1.3	4.2 $\pm$ 1.3	0.874
<b>Protein</b> (g/l)	67.0 $\pm$ 6.5	65.4 $\pm$ 7.4	65.4 $\pm$ 6.9	66.4 $\pm$ 7.2	0.354
<b>T3</b> (ng/dl)	72.1 $\pm$ 22.0	82.0 $\pm$ 17.7	85.7 $\pm$ 17.5	86.3 $\pm$ 18.5	0.305
<b>T4</b> ( $\mu$ g/dl)	2.9 $\pm$ 1.0	3.3 $\pm$ 1.1	2.8 $\pm$ 0.8	3.2 $\pm$ 0.9	0.483
<b>Harnstoff</b> (mmol/l)	3.2 $\pm$ 1.3	3.2 $\pm$ 1.2	4.1 $\pm$ 1.5	3.4 $\pm$ 1.5	0.290
<b>Glucose</b> (mmol/l)	3.2 $\pm$ 0.3	3.3 $\pm$ 0.3	3.2 $\pm$ 0.4	3.2 $\pm$ 0.4	0.824
<b>NEFA</b> (mmol/l)	0.2 $\pm$ 0.2	0.1 $\pm$ 0.1	0.2 $\pm$ 0.1	0.2 $\pm$ 0.1	0.566
<b>Insulin</b> ( $\mu$ g/l)	0.3 $\pm$ 0.2	0.4 $\pm$ 0.4	0.7 $\pm$ 0.6	0.5 $\pm$ 0.4	0.388
<b>Leptin</b> (ng/ml)	3.9 $\pm$ 3.0	3.1 $\pm$ 1.2	3.4 $\pm$ 1.2	2.7 $\pm$ 1.4	0.924
<b>IgF-1</b> (ng/ml)	68.5 $\pm$ 40.2	91.6 $\pm$ 41.4	92.4 $\pm$ 37.8	86.5 $\pm$ 35.2	0.337
<b><math>\beta</math>-HB</b> ( $\mu$ mol/l)	675.2 $\pm$ 398.0	574.2 $\pm$ 170.2	636.0 $\pm$ 266.8	587.1 $\pm$ 282.1	0.006

## Diskussion

Bei den schweizerischen Kühen beider Rassen stiegen die mittleren NEFA-Konzentrationen und die  $\beta$ -HB-Konzentrationen signifikant stärker an als bei den neuseeländischen Tieren. Dies weist auf eine stärkere Körperfettmobilisation hin

(Allen und Piantoni, 2013). Die schweizerischen Kühe könnten im Vergleich zu den neuseeländischen Tieren entweder weniger Energie aufgenommen haben oder mehr Energie benötigen. Sie bauten vermehrt Körperfett ab, was zu höheren NEFA- und  $\beta$ -HB-Konzentrationen führte. Der Gesamtfutterverzehr wurde in der vorliegenden Studie nicht erhoben, daher ist keine Aussage über die Energieaufnahme möglich. Das Ausmass der Körperfettmobilisation widerspiegelt sich im Verlust der Körperkondition. Dieser konnte in einer parallelen Studie mit den gleichen Tieren bestimmt werden, in welcher auch die Milchdaten erhoben wurden (Piccand et al., 2011a). Piccand et al. (2011a) stellten bezüglich des Körperkonditionsverlustes nach dem Abkalben zwischen den drei gleichen Rassen (CH-HF, NZ-HF und CH-BV) keinen signifikanten Unterschied fest. Die CH-HF wiesen aber im Vergleich zu den NZ-HF und den CH-BV während der gesamten Laktation einen signifikant niedrigeren BCS auf (Piccand et al., 2011a). Dem gegenüber konnte bei den CH-BV zu jedem Zeitpunkt ein eher hoher BCS festgestellt werden (Piccand et al., 2011b).

Die nicht signifikanten Unterschiede bezüglich der NEFA- bzw. die signifikanten Unterschiede bezüglich der  $\beta$ -HB-Konzentrationen sind möglicherweise darauf zurückzuführen, dass die CH-HF infolge eines höheren Energieverbrauches mit einhergehender höherer Fettmobilisierung im Vergleich zu den zwei übrigen Rassen die höchste Milchleistung erreichten (Piccand et al., 2011a,b). Ob dies den Schluss zulässt, dass die CH-HF für das System Vollweide besser geeignet sind, kann allein aus dieser Studie nicht abgeleitet werden. Weitere Faktoren wie Reproduktion, Gesundheit und Langlebigkeit müssen ebenso berücksichtigt werden.

Unter den beschriebenen Bedingungen ist ein Vollweidesystem sowohl mit schweizerischen Rassen als auch mit NZ-HF möglich. Es ist vorstellbar, dass die schweizerischen Kühe in Folge höherer NEFA- und  $\beta$ -HB-Konzentrationen für metabolische Störungen im peripartalen Zeitraum gefährdeter sind als die neuseeländischen Kühe. Die Eiweiss- und Energieversorgung über das Futter kann anhand der Harnstoffkonzentrationen im Plasma überprüft werden. Diese waren in der vorliegenden Studie bei den CH-BV am höchsten (insbesondere in den ersten 10 Wochen post partum), befanden sich jedoch noch in einem physiologischen Bereich. Erhöhte Harnstoffwerte können beim Wiederkäuer grundsätzlich darin begründet

sein, dass bei hoher Proteinaufnahme und gleichzeitiger mangelnder Energieaufnahme wenig mikrobielles Protein gebildet werden kann.

Der durch die negative Energiebilanz zu Beginn der Laktation entstandene katabole Zustand der Tiere widerspiegelt sich auch im Absinken der IgF-1-Konzentration, im Absinken der Leptinkonzentration und in der geringeren Aktivität der Schilddrüsenhormone in der frühen Laktation (Jorritsma et al., 2003). Die Resultate der vorliegenden Studie stimmen mit dieser Aussage grösstenteils überein, wobei es trotz Unterschieden in der Milchleistung und im BCS keine Rassenunterschiede gab (Piccand et al, 2011 a,b). Ein Abfall von T4 zu Beginn der Laktation konnte bei allen Tieren dieser Studie beobachtet werden. Dabei wiesen die schweizerischen Tiere im Mittel niedrigere Konzentrationen auf als ihre neuseeländischen Partnertiere.

Die Eignung unterschiedlicher Rassen für eine Vollweidehaltung mit saisonaler Abkalbung in der Schweiz kann unter alleiniger Berücksichtigung der untersuchten Stoffwechselfparameter nicht abschliessend beurteilt werden. Der Vergleich des Stoffwechselgeschehens der schweizerischen Tiere (CH-HF und CH-BV) und ihrer neuseeländischen Partnertiere (NZ-HF) zeigt, dass der Stoffwechsel vergleichbar ist. Die erhobenen Parameter widerspiegeln vor allem die physiologischen Mechanismen der Anpassung des Stoffwechsels an die einsetzende Laktation. Es muss zum Schluss nochmals erwähnt werden, dass die Tiere in einem Vollweidesystem gehalten wurden und somit kaum bis wenig Kraftfutter erhielten, sondern vor allem aus dem Grundfutter die Milchleistung erbringen konnten. Daher wiesen sie keine extremen Milchleistungen auf. Die Ergebnisse dieser Tiere aus Vollweidehaltung können daher auch nicht direkt mit Ergebnissen für Tiere aus anderen Produktionssystemen verglichen werden. Mit Ausnahme der  $\beta$ -HB-Konzentrationen waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den Rassen feststellbar. Damit kann die aufgestellte Hypothese, dass NZ-HF in einem Vollweidesystem eine bessere Fähigkeit zur Adaptation des Stoffwechsels zu Beginn der Laktation besitzen als schweizerische Tiere, nicht bestätigt werden. Alle drei Rassen können im Vollweidesystem genutzt werden, wobei die Stoffwechselreaktionen keine besonderen Vorteile für die neuseeländischen Tiere ergeben.



## **Dank**

Diese Studie wurde finanziert durch die Kommission für Technologie und Innovation KTI des eidgenössischen Departementes für Wirtschaft, Bildung und Forschung, die Schweizer Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Swisshgenetics und durch die Interessengemeinschaft Weidemilch Schweiz. Es handelte sich um ein Gemeinschaftsprojekt der Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich, der Schweizer Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, der Agroscope Forschungsanstalt Liebefeld-Posieux und der Veterinärmedizinischen Universität Wien (Österreich). Die Autoren bedanken sich bei Dr. P. Kunz, V. Piccand, Dr. R. Giezendanner und A. Reichert für die Unterstützung. Besonderer Dank gilt den beteiligten Landwirten für die gute Zusammenarbeit und bei den Mitarbeitenden des Institutes für Tierernährung der Universität Zürich für ihre Unterstützung.

## Literaturverzeichnis

Allen M.S. und Piantoni P.: Metabolic Control of Feed Intake Implications for Metabolic Disease of Fresh Cows. *Vet. Clin. Food Anim.* 2013, 29: 279-297.

Bitman J., Tao H., Akers R.M.: Triiodothyronine and thyroxine during gestation in dairy cattle selected for high and low milk production. *J. Dairy Sci.* 1984, 67: 2614-2619.

Blum J.W.: Endokrinologie und Tierproduktion. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 1983, 125: 827-850.

Burns C, Rigsby P, Moore M, Rafferty B.: The first International Standard for Insulin-like Growth Factor-1 (IGF-1) for immunoassay: Preparation and calibration in an international collaborative study. *Growth Horm. IGF Res.* 2009, 19: 457–462.

Delavaud D, Bocquier F, Chilliard Y, Keisler DH, Gertler A, Kann G. Plasma leptin in ruminants: effect of nutritional status and body fatness on plasma leptin concentration assessed by a specific RIA in sheep. *J. Endocrinol.* 2000, 165: 519-526.

Edmonson A.J., Lean I.J., Weaver L.D., Farver T., Webster G.: A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 1989, 72: 68-78.

Eicher R., Fuschini E., Wanner M., Rüsç P.: Multifaktorieller Einfluss von tiereigenen Faktoren, Jahreszeit und Betrieb auf die Parameter des metabolischen Profils bei Milchkühen: Energie- und Protein–Stoffwechsel. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 1998, 105: 253-284.

Esposito G., Irons P.C., Webb E.C., Chapwanya A.: Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. *Animal Reproduction Science* 2014, 144: 60-71.

Gupta, Manjula K. Thyrotropin-receptor antibodies in thyroid diseases: advances in detection techniques and clinical applications. *Clin. Chim. Acta* 2000; 293:1-29.

Harris B.L., Kolver E.S.: Review of Holsteinization of intensive pastoral dairy farming in New Zealand. *J. Dairy Sci.* 2001, 84 (Suppl. E): E56-E61.

Jorritsma R., Wensing T., Kruijff T.A.M., Vos P.L.A.M., Noordhuizen J.P.T.M.: Metabolic changes in early lactation and impaired reproductive performance in dairy cows. *Vet. Res.* 2003, 34: 11-26.

Kolver E.S.: Nutritional limitations to increased production on pasture-based systems. *Proc. Nutr. Soc.* 2003, 62: 291-300.

Kraft und Dürr : Referenzbereiche. In: *Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin*, Ed. Kraft/Dürr, 6. Auflage; Schattauer Verlag, Stuttgart, 2005, 507-523.

Laboklin, [www.laboklin.ch](http://www.laboklin.ch) unter Leistungsspektrum, Normwerte, Klinische Chemie, abgerufen am 21.10.2014.

Lotthammer K.H.: Klinisch-chemische Untersuchungen bei bestandesweise auftretenden Fruchtbarkeitsstörungen. In: *Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind*. Ed. Grunert/Berchtold, 3.Auflage, Parey Buchverlag, Berlin, 1999, 62-67.

Lucy M.C.: Fertility Traits in New Zealand versus North American Holsteins. *Advances in Dairy Technol.* 2005, 17: 311-318.

Martinez N., Sinedino L.D.P., Bisinotto R.S., Ribeiro E.S., Gomes G.C., Lima F.S., Greco L.F., Risco C.A., Galvão K.N., Taylor-Rodriguez D., Driver J.P., Thatcher W.W., Santos J.E.P.: Effect of induced subclinical hypocalcemia on physiological responses and neutrophil function in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2003, 97: 874–887.

nzhfa, 2014: New Zealand Holstein Friesian Association, [www.nzholstein.org.nz](http://www.nzholstein.org.nz) unter Profile, NZ Dairy Industry, abgerufen am 30.08.2014.

Piccand V., Cutullic E., Schori F., Weilenmann S. und Thomet P.: Projekt "Weidekuh-Genetik": Produktion, Fruchtbarkeit und Gesundheit. Agrarforschung Schweiz 2011 a, 2: 252-257.

Piccand V., Meier S., Cutullic E., Weilenmann S., Thomet P., Schori F., Burke C.R., Weiss D., Roche J.R., Kunz P.L.: Ovarian activity in Fleckvieh, Brown Swiss and two strains of Holstein-Friesian cows in pasture-based, seasonal calving dairy systems. J. Dairy Res. 2011 b: 1-7.

Piccand V., Schori F., Troxler J., Wanner M. und Thomet P.: Projekt "Weidekuh-Genetik": Problemstellung und Beschreibung des Versuchs. Agrarforschung Schweiz 2011 c, 2: 200-205.

Reist M., Erdin D., von Euw D., Tschuemperlin K., Leuenberger H., Delavaud C., Chilliard Y., Hammon H.M., Kuenzi N., and Blum J.W.: Concentrate Feeding Strategy in Lactating Dairy Cows: Metabolic and Endocrine Changes with Emphasis on Leptin. J. Dairy Sci. 2003, 86: 1690-1706.

SHZV: schweizerischer Holsteinzuchtverband, [www.holstein.ch](http://www.holstein.ch) unter Statistiken, Milchkontrolle, abgerufen am 19.08.2014.

Whitaker D.A.: Interpretation of metabolic profiles in dairy cows. Cattle Pract. 1997, 5: 57-60.

## **Korrespondenz**

Prof. Dr. med. vet. A. Liesegang

Institut für Tierernährung

Universität Zürich

Winterthurerstr. 270

CH-8057 Zürich

Tel ++41 44 635 88 23

E-Mail: [aliese@nutrivet.uzh.ch](mailto:aliese@nutrivet.uzh.ch)

## Danksagung

An dieser Stelle sei allen herzlich gedankt, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben und auf deren Unterstützung ich jederzeit zählen konnte.

- Meinen beiden Betreuerinnen, **Prof. Dr. Annette Liesegang** und **PD Dr. Brigitta Wichert**, die mich nicht vergessen haben und diese Arbeit doch noch zu einem glücklichen Ende führten. Mit grosser Dankbarkeit.
- Prof. Dr. Dr. M. Wanner für das Überlassen des Themas
- Meinem Mann **Dipl. Wirtsch.-Inf. André Reichert** für seine Unterstützung in allen Phasen dieser Arbeit. Danke.
- Meiner lieben Freundin **Dr. Regula Giezendanner**, ohne die es nie geklappt hätte. Danke.
- Dem gesamten Team der Tierernährung. Insbesondere **Barbara Schneider** und **Ines Mittner** für die stets tolle Unterstützung, die Zeit im Labor und in den Pausen. **Gabriela Eger Brunkow** und meinen lieben **Mitdoktoranden** Regula Giezendanner, Thomas Häring, Carola Kaulfers, Sybil Lüthi, Claudia Rutz, Karin Schaufelberger, Kerstin Sidler-Lauff, Martina Signer, Julia Trossen und Judith Vosmer für die tolle Zeit im Büro und auch nach Feierabend.
- Meiner Familie und meinen Freunden für die Unterstützung während dieser langen Zeit. Was lange währt, wird endlich gut.

## Lebenslauf

Name	Sara Maja Reichert-Weilenmann
Geburtsdatum	29.07.1980
Geburtsort	Winterthur
Nationalität	Schweiz
Heimatort	Henggart ZH
1987 – 1993	Primarschule Andelfingen
1993 – 1996	Sekundarschule Andelfingen
1996 -- 2001	Wirtschaftsgymnasium, Maturität Typ E, Winterthur
2001 – 2007	Studium der Veterinärmedizin an der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich
2007	Eidgenössisches Staatsexamen als Tierärztin an der Vetsuisse- Fakultät Universität Zürich
2008 – 2009	Doktorandin am Institut für Tierernährung der Vetsuisse- Fakultät Universität Zürich
2010 – 2012	Assistenttierärztin in der Tierarztpraxis Dr. M. Duss, Escholzmatt LU, Schweiz
seit 2012	Assistenttierärztin in der Tierarztpraxis Waldmeier GmbH, Oberhofen AG, Schweiz