



Universität für Bodenkultur Wien
- Department für Nachhaltige Agrarsysteme
- Institut für Nutztierwissenschaften



LFZ Raumberg - Gumpenstein
- Institut für Biologische Landwirtschaft und
Biodiversität der Nutztiere
- Abteilung für biologische Grünland- und
Viehwirtschaft

Einfluss von Klimaelementen auf Milchparameter unter Bedingungen der Vollweidehaltung von Milchkühen

Masterarbeit

Zur Erlangung des akademischen Grades
„Diplom-Ingenieur“

vorgelegt von:

Christian Kolb, Bakk. techn.

0540339

Wien, März 2012

Betreuung:

Universität für Bodenkultur Wien:

Univ.Prof. Dr. Christoph WINCKLER

Ao.Univ.Prof. Dr. Wilhelm KNAUS

LFZ Raumberg-Gumpenstein:

PD. Dr. Andreas STEINWIDDER

Universität für Bodenkultur Wien



Department für Nachhaltige Agrarsysteme
Institut für Nutztierwissenschaften

Gregor Mendel Straße 33
1180 Wien

LFZ Raumberg - Gumpenstein



Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere
Abteilung für biologische Grünland- und Viehwirtschaft

Raumberg 38
8952 Irdning

1 Schlussfolgerung

In der vorliegenden Studie wurde untersucht, ob Umweltfaktoren in Form zweier Temperatur-Humiditäts-Indices (THI) in einer durch kontinentales Klima geprägten Versuchsregion einen Einfluss auf Milch-, Fett- und Eiweißmenge sowie Zellzahl bei Kühen unter Vollweidebedingungen haben. Die bisher vorliegenden Ergebnisse in der Literatur beziehen sich meist auf Klimazonen, welche besondere Ansprüche an die Thermoregulation des Tieres stellen (aride, tropische und subtropische, mediterrane Klimata).

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass auch in gemäßigtem Klima ein Rückgang der Milch- und Inhaltsstoffmengen sowie ein Anstieg der Zellzahl bei ganztägiger Weidehaltung mit steigender Belastung durch Umweltfaktoren zu erwarten ist. Dabei sind Umwelteinflüsse vorhergehender Einzeltage sowie jener über mehrere Tage hinweg zu berücksichtigen. So können Umwelteinflüsse die Milchparameter zeitnah und unmittelbar am selben Tag (Milch- und Eiweißmenge), verzögert (Zellzahl) oder durch längerfristige Einwirkung (Fettmenge) am stärksten beeinflussen.

Ungünstige Wetterverhältnisse und daraus möglicherweise resultierende verringerte Trockenmasseaufnahmen lassen im niedrigen THI-Bereich mit steigendem THI auch eine Zunahme der Milch- und Inhaltsstoffmengen erwarten. Die maximalen Rückgänge bzw. Erhöhungen pro Einheit wurden durch den maximal beobachteten Wert der jeweilig berücksichtigten THI-Variable ermittelt, welcher im Verlauf der beiden untersuchten Weideperioden jedoch nicht häufig zu beobachten war. Somit lassen die mittleren Werte der jeweiligen THI-Variablen besser auf die durchschnittliche Beeinflussung während der Weideperiode schließen.

Die Ergebnisse zeigen, dass weidende Kühe auch bei ausreichender Wasserversorgung und angebotenen Schatten signifikant durch steigende Umweltbelastung in ihrer Leistungsfähigkeit beeinflusst werden. Dies unterstreicht auch die Wichtigkeit einer genügenden Wasserversorgung (sowohl in Quantität als auch in Qualität) sowie der Möglichkeit des selbstständigen Aufsuchens von Schatten.

Unterschiedliche Reaktionen der beiden Rassen zeigen, dass Milch- und Inhaltsstoffmengen von Tieren der Rasse Brown Swiss durch ungünstige

Wetterverhältnisse (niedriger THI) mit steigendem THI geringer beeinflusst werden, jedoch mit weiter steigender Belastung früher beginnende und stärkere Rückgänge pro Einheit erwarten lassen. Holstein Kühe zeigen jedoch früher beginnende und höhere Zunahmen der Zellzahl pro Einheit steigendem THI.

Die vorliegende Untersuchung sollte keine Validierung der beiden verwendeten THI-Schätzformeln darstellen. Unterschiede zeigen die beiden Formeln in den stündlich berechneten THI-Werten, wobei die um Windgeschwindigkeit und Strahlung ergänzte Formel 2 höhere Werte schätzte. Vor allem im Freien gehaltene Tiere sind vermehrt diesen beiden Faktoren ausgesetzt, jedoch ist eine Aufzeichnung derselben in der Praxis oft schwieriger. In den Ergebnissen zeigt sich oftmals, dass beide Formeln in der Berechnung der Zunahmen und Rückgänge, trotz unterschiedlich hoher berechneter THI-Werte, keine großen Differenzen aufweisen.

Die gefundenen Ergebnisse bestätigen, dass eine Beeinflussung von Milchquantitäts- und Qualitätsparameter durch Umweltfaktoren bei auf Weide gehaltenen Tieren auch in gemäßigten Klimaten möglich ist. Die Ergebnisse basieren jedoch nur auf Berücksichtigung der auf beiden Betrieben vorherrschenden Bedingungen der Tag- und Nachtweide mit Kurzrasen-System und für die Rassen Holstein Friesian und Brown Swiss. Somit ist eine weitere Untersuchung mit der in Österreich dominierenden Rasse Fleckvieh empfehlenswert.

2 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Masterarbeit war es festzustellen, ob bei Milchkühen unter Vollweidebedingungen mit steigender Umweltbelastung die Milch-, Fett- und Eiweißmenge sowie die Zellzahl der Kühe beeinflusst wird und ob Unterschiede in der Reaktion der Rassen Brown Swiss und Holstein Friesian auf steigende Umweltbelastung zu erwarten sind.

Für die Auswertungen standen Daten von 23 (2008) bzw. 27 Kühen (2009) für die Weidemonate Mai bis September von zwei Versuchsbetrieben zur Verfügung. Beide Betriebe befinden sich jeweils in Randlage eines durch Kontinentalklima geprägten Tales mit durchschnittlich 44,2 Sommertagen ($\geq 25^{\circ}\text{C}$) und 5,5 heißen Tagen ($\geq 30^{\circ}\text{C}$) pro Jahr. Auf beiden Betrieben wurden die Kühe ganztags (Tag und Nacht) auf der Weide mit dem System `Kurzrasenweide` bei ausreichender Wasserversorgung sowie Schattenangeboten gehalten. Die Kühe gehörten den Rassen Holstein Friesian und Brown Swiss an, befanden sich in der ersten bis siebten Laktation und zwischen dem zweiten und 331. Laktationstag. Insgesamt lagen 3355 Einzeltierbeobachtungen für Milch-, Fett-, Eiweißmenge sowie Zellzahl vor.

Um den Einfluss der Umweltfaktoren zu ermitteln, wurden sowohl der Temperatur-Humiditäts-Index (THI) nach NRC (1971; Formel 1) sowie ein zusätzlich um Strahlung und Windgeschwindigkeit erweiterter Index (=Formel 2 nach NOAA 1976 mit Ergänzungen nach Mader et al. 2004) ermittelt. Die Aufzeichnung der benötigten Wetterdaten (auf einem der Betriebe) sowie die Berechnung des THI erfolgte stündlich (0 bis 24 Uhr). Es wurden verschiedene THI-Variablen (Tagesmittel, Tagesmaximum, Stunden über THI 72, Durchschnitt über THI 72) berechnet. Die um Strahlung und Windgeschwindigkeit ergänzte Formel 2 ergab meist höhere Werte.

Die statistische Auswertung erfolgte anhand zweier linearer Gemischte-Effekte-Modelle. Dabei gingen die THI-Variablen als kontinuierliche Werte oder in Form von THI-Gruppen zur Ermittlung des Wertes der signifikanten Veränderung des jeweiligen Milchparameters ein.

Die Milchmenge wurde am stärksten durch die Stundenanzahl über THI 72 am jeweiligen Tag beeinflusst. Dabei wurde ein Rückgang um 0,35 kg pro Stunde Erhöhung ermittelt (Formel 2, $P < 0,0001$). Die Fettmenge sank maximal um 0,015 kg

pro Stufe Erhöhung des Durchschnitts-THI über zwei Tage (Formel 1, $P < 0,0001$) und die Eiweißmenge maximal um 0,023 kg pro Stufe Erhöhung des Durchschnitts-THI über THI 72 am jeweiligen Tag (Formel 1, $P < 0,05$). Die Milchmenge sank für die Variable mit dem stärksten Einfluss signifikant ab einer Anzahl von acht Stunden über THI 72. Die Eiweißmenge reagierte früher als die Fettmenge. Die Zellzahl wurde nur durch wenige Variablen signifikant beeinflusst und stieg maximal um 7.515 Zellen/ml pro Stunde Erhöhung der Stundenanzahl über THI 72 des vorhergehenden Tages (Formel 2, $P < 0,01$).

Für die THI-Variablen mit dem höchsten Einfluss auf den jeweiligen Milchparameter lag ein quadratischer Effekt vor. Dabei kam es im niedrigen THI- und Stundenbereich zu einer Zunahme der Milch-, Fett- oder Eiweißmenge mit steigendem THI bzw. Stunde. Dieser Effekt kann durch ungünstige Wetterverhältnisse, daraus resultierende niedrige THI und geringere Trockenmasseaufnahme erklärt werden. Ein weiter ansteigender THI führte zu einem Rückgang des jeweiligen Parameters. Ein umgekehrter Effekt zeigte sich bei der Zellzahl. Die weiter zurückliegenden Einzeltage zeigten eine geringere und mit weiterer Entfernung zum jeweiligen Tag schwächere Auswirkung. Die Auswirkungen der THI-Durchschnitte über mehrere Tage lagen tendenziell höher als jene der Einzeltage.

Für viele THI-Variablen lag eine Interaktion mit der Rasse vor. Dabei zeigte Brown Swiss im niedrigen THI-Bereich mit steigendem THI geringere Zunahmen, jedoch eine früher beginnende Abnahme und höheren maximalen Rückgang der Milch-, Fett- und Eiweißmengen als Holstein Friesian. Für die Zellzahl ergab sich wiederum ein umgekehrter Effekt.

Die gefundenen Ergebnisse zeigen, dass auch in gemäßigttem Klima eine Beeinflussung der Milch- und Inhaltstoffmengen sowie der Zellzahl durch die Faktoren Temperatur, Luftfeuchte, Wind und Strahlung zu erwarten ist. Es ist zu berücksichtigen, dass kritische THI- und Stundenbereiche nur selten beobachtet wurden. Somit lassen mittlere Umweltbedingungen besser auf die durchschnittliche Beeinflussung während der Weideperiode schließen.

3 Summary

The aim of this study was to investigate, if increasing thermal stress has an impact on milk, fat and protein yield as well as somatic cell count (SCC) of grazing dairy cows and if there is a difference in reaction on increasing stress between Holstein Friesian and Brown Swiss cows.

On two research farms, data of 23 (2008) and 27 cows (2009) were collected during the grazing period between May and September. Both farms were located in a valley with continental climate with an average of 44,2 summer days ($\geq 25^{\circ}\text{C}$) and 5,5 hot days ($\geq 25^{\circ}\text{C}$) per year. On both farms cows were kept on pasture during day and night and had free access to water and shade. Holstein Friesian and Brown Swiss cows from first to seventh lactation and 2 to 331 days in milk were considered. Overall, 3355 individual records for milk, fat and protein yield and SCC were used.

To determine the influence of environmental factors, two temperature-humidity indices (THI) were calculated. First, according to NRC (1971, formula 1) temperature and relative humidity were taken into account. Additionally, formula 2 integrated wind speed and solar radiation (NOAA 1976 with adjustments by Mader et al. 2004).

Recording of weather data (weather station was located at one of the farms) and the calculation of the THIs was performed on an hourly basis (0-24h). Various THI variables were calculated (e.g. daily mean and maximum THI, hours over THI 72, average THI over THI 72). Using formula 2 resulted in higher THI values.

Statistical analysis was performed using two linear mixed-effects models where THI either was considered as a continuous variable, or as categorical variable to find out the point of significant change of the respective milk parameter.

The greatest impact on milk yield was found for the number of hours above THI 72 on test day with a maximum reduction of -0.35 kg per hour increase (Formula 2, $P < 0.0001$). Fat yield was most affected by the average THI over two days (respective to previous day) with -0.015 kg per unit increase of THI (Formula 1, $P < 0.0001$). Protein yield decreased by 0.023 kg per unit increase of mean THI above THI 72 on test day (Formula 1, $P < 0.05$). Milk yield showed a significant decline at a threshold of eight hours above THI 72. Protein yield was affected earlier than fat yield. SCC was significantly affected only by few THI variables, being most affected by the number of hours above THI 72 on the previous day resulting in an increase by 7.515 cells/ml per hour (Formula 2, $P < 0.01$).

A quadratic relationship was found for THI variables with the highest impact. Thus, milk, fat and protein yield increased in the lower THI range and with low number of hours per unit increase. This effect can be explained by unfavourable weather conditions at lower THI, resulting in a lower dry matter intake. A further increase of THI and hour led to a decline of the respective milk parameter. An inverse effect was found for SCC.

Previous days had less impact with increasing distance to the test day and also had less impact than the average of THI variables over several days.

A significant interaction between breed and THI were found for many variables. Brown Swiss showed a smaller increase of milk, fat and protein yield with increasing THI than Holstein Friesian, but was affected earlier (at lower THI) and more strongly than Holstein Friesian (inversely for SCC).

In conclusion, the present results show that even in moderate climate zones an effect of thermal stress on milk parameters can be expected. However, it is important to take into account that critical values were only rarely observed. Thus, mean environmental conditions will better estimate the influence during the grazing period.