

Einfluss der Aufwuchshöhe bei Kurzrasenweide auf die Einzeltier- und Flächenleistung sowie das Liegeverhalten von Vollweide-Milchkühen

Andreas Steinwidder^{1*}, Christian Fasching², Hannes Rohrer¹, Rupert Pfister¹, Johann Häusler³ und Gregor Huber²

Zusammenfassung

Einzeltier- und Flächenleistung

Bei Kurzrasenweidehaltung dient die Messung der Aufwuchshöhe (AWH) als wertvolles Hilfsmittel im Weide-Management. Da in Weideversuchen ein negativer Zusammenhang zwischen Einzeltier- und Flächenleistung festgestellt wurde, sollte diesbezüglich der Effekt der Kurzrasenweide-AWH bei saisonaler Vollweidehaltung in den ersten 12 Weidewochen untersucht werden. Es wurde dazu in den Jahren 2018 und 2019 jeweils ein eigenständiger Weideversuch auf einem biologisch bewirtschafteten Versuchsstandort angelegt. In Versuch 1 (2018) wurden die AWH-Gruppen „kurz“ und „mittel“ und in Versuch 2 (2019) die AWH-Gruppe „mittel“ und „lang“ mit 18 bzw. 15 Milchkühen geprüft. Die in den zwei Versuchen durchschnittlichen AWH, gemessen mit dem Rising Plate Pasture Meter, lagen in Versuch 1 in AWH-Gruppe „kurz“ bei 5,5 cm ($\pm 0,50$) und in AWH-Gruppe „mittel“ bei 6,4 cm ($\pm 0,51$), in Versuch 2 in AWH-Gruppe „mittel“ bei 6,0 cm ($\pm 0,91$) und „lang“ bei 7,3 cm ($\pm 0,67$). In jedem Versuch wurden die Kühe vor Versuchsbeginn gleichmäßig auf die jeweiligen zwei Weidegruppen aufgeteilt. Die in der Vorversuchswoche festgestellte ECM-Leistung der Kühe lag in Versuch 1 (2018) bei 26,5 kg ($\pm 4,10$) und in Versuch 2 (2019) bei 26,2 kg ($\pm 6,21$). Die zwei Weideversuche starteten am 18. April 2018 bzw. 19. April 2019, die Weidetiere wurden zweimal täglich im Melkstand des Versuchsstalls gemolken und nach der Melkung am Futtertisch fixiert, wo sie jeweils 0,80 kg Frischmasse an Kraftfutter (1,4 kg TM/Tier u. Tag) sowie eine Mineralstoffergänzung erhielten. Der Energiegehalt des Weidefutters lag im Mittel im Bereich von 6,4 bis 6,6 MJ NEL und der Rohproteingehalt bei 21 bis 22 %. Zwischen den AWH-Gruppen wurden innerhalb des jeweiligen Versuchs nur geringe Unterschiede im Nährstoffgehalt ermittelt.

Hinsichtlich Einzeltier-Milchleistung wurden in beiden Versuchen signifikante AWH-Effekte festgestellt. In der multiplen Regressionsanalyse der Daten beider Versuche zusammen zeigte sich bei etwa 7 cm AWH ein Maximum in der Einzeltier-Milchleistung. Auch die Nettoenergieaufnahme aus dem Weidefutter stieg pro Kuh und Tag mit zunehmender AWH an. Demgegenüber gingen die Milch-Flächenleistung und die errechnete Weide-Nettoenergie-Flächenleistung bei steigender AWH signifikant zurück. Zu Weidebeginn wurde bei 5,5 cm AWH eine ECM-Flächenleistung von 132 kg und bei 7,5 cm eine ECM-Flächenleistung von 102 kg ECM/ha und Tag errechnet (± 15 kg ECM/ha je 1 cm AWH-Schwankung). Pro Zentimeter zusätzlicher AWH ging die ECM-Flächenleistung um etwa 15 kg/ha zurück. Zu Versuchsende, wo die Einzeltier- und Flächenleistung generell auf niedrigerem Niveau lagen, waren die AWH-Effekte auf die Flächenleistung absolut gesehen (± 4 kg ECM/ha je 1 cm AWH-Schwankung) weniger stark ausgeprägt.

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

² HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tier, Technik und Umwelt, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

³ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: PD Dr. Andreas Steinwidder, email: andreas.steinwidder@raumberg-gumpenstein.at

Liegeverhalten

Das Liegeverhalten von Milchkühen beeinflusst das Tierwohl, die Tiergesundheit und Leistungsbereitschaft sowie die Wirtschaftlichkeit. Im Vergleich zur Stall- können bei Weidehaltung die Liegezeiten verschoben bzw. die tägliche Liegedauer eingeschränkt sein. In der vorliegenden Arbeit wurden Veränderungen des zeitlichen Liegeverhaltens von Milchkühen, bei der Umstellung von der Stallhaltung („Stall“) auf die Weidehaltung („Weideumstellung“) sowie bei anschließender Kurzrasen-Vollweidehaltung („Vollweide“) bei unterschiedlichen Weide-Aufwuchshöhen (AWH), in zwei Versuchen (2018 bzw. 2019) untersucht. In der Stall- bzw. Weideumstellungsphase wurden im Frühling 2018 (Versuch 1) bzw. 2019 (Versuch 2) laktierende Milchkühe jeweils gemeinsam gehalten und einheitlich gefüttert. Das Liegeverhalten wurde in der Stallperiode (Laufstall) an den letzten 9 Tagen vor Weidebeginn erhoben. Die anschließende Weideumstellungsperiode umfasste die ersten 9 (Versuch 1) bzw. 13 Weidetage (Versuch 2), wo die Tiere auf Kurzrasen-Vollweidehaltung umgestellt wurden. Am Ende der Weideumstellungsperiode wurden die Kühe gleichmäßig auf zwei Gruppen aufgeteilt, um in der anschließenden Vollweideperiode die Effekte unterschiedlicher Weide-Aufwuchshöhen (AWH) prüfen zu können. Die Kurzrasen-AWH wurde mit dem Rising Plate Pasture Meter erfasst. In Versuch ¹ wurde das Liegeverhalten in den AWH-Vollweidegruppen „kurz“ (5,4 cm ±0,15) und „mittel“ (6,6 cm ±0,13) und in Versuch 2 in den AWH-Gruppe „mittel“ (6,1 cm ±0,87) und „lang“ (7,6 cm ±0,95) erfasst. In der Vollweideperiode wurde zusätzlich zur Weide als Lockfutter nur 1,4 kg TM Kraftfutter pro Tier und Tag ergänzt, die Milchleistung lag signifikant tiefer als in der Stallperiode. In Versuch 1 umfasste der Liegedatensatz individuelle Tagesdatensätze für die 8., 10. und 11. Vollweidewoche und in Versuch 2 für die 4., 5., 6., 8. und 12. Vollweidewoche. Die Liegeparameter wurden mit dem HOBO Pendant G Daten Logger bei einem Messintervall von 30 Sekunden (s) erfasst und im Anschluss mit einem gemischten Modell ausgewertet. In beiden Versuchen wurde bei Stallhaltung die längste und bei Vollweidehaltung die kürzeste tägliche Liegedauer festgestellt. In Versuch 1 ging diese von 11,4 Stunden/Tag in der Stall- auf 10,2 Stunden in der Weideumstellungs- sowie 7,2 bzw. 8,1 Stunden pro Tag in der Vollweideperiode in den AWH-Gruppen „kurz“ bzw. „mittel“ zurück. In Versuch 2 betrug die tägliche Liegedauer in der Stallperiode 11,1 Stunden, bei Weideumstellung 9,7 Stunden sowie in den Vollweide-Erhebungswochen 8,5 (AWH-Gruppe „mittel“) bzw. 9,0 Stunden (AWH-Gruppe „lang“). Die Liegedauer je Liegeperiode (73-87 Minuten/Periode) variierte nicht signifikant zwischen den Erhebungsperioden bzw. AWH Gruppen, die Vollweidetiere schränkten jedoch die Liegeperiodenanzahlen ein. Im Vergleich zu Literaturangaben sind die in der vorliegenden Arbeit bei niedriger AWH festgestellten täglichen Liegezeiten als gering einzustufen. Obwohl aus den vorliegenden Daten noch keine Rückschlüsse auf eingeschränktes Tierwohl gezogen werden können, sollten im Tier- und Weidemanagement Maßnahmen angewandt werden, welche den Milchkühen ausreichend Zeit zum Liegen ermöglichen.

Schlagwörter: Milchviehhaltung, Biologische Landwirtschaft, Kurzrasenweide, Aufwuchshöhe, Milchleistung, Effizienz, Liegeverhalten

Summary

Milk yield per cow and per ha

With increasing stocking rate a decline in individual animal performance but an increase in productivity per pasture area unit was found in grazing experiments. In a continuously grazed pasture system, the measurement of the sward surface height (AWH) is an important management tool. In two experiments, each lasting 12 weeks, the effects of sward surface height on milk yield per cow and milk yield per hectare were investigated in a continuously grazed pasture system at the beginning of the grazing season. For this purpose, two independent grazing experiments were set up in 2018 and 2019 on an organically managed experimental site. In experiment 1 (2018) the AWH groups „kurz“ and „mittel“ and in experiment 2 (2019) the AWH groups „mittel“ and „lang“ were tested with 18 and 15 dairy cows respectively. The AWH were measured with a rising plate pasture meter. In experiment 1 the average AWH were 5.5 cm (± 0.50) in AWH group „kurz“ and 6.4 cm (± 0.51) in „mittel“, in experiment 2 6.0 cm (± 0.91) in AWH group „mittel“ and 7.3 cm (± 0.67) in „lang“. The cows were divided equally between the two grazing groups in each experiment. One week before the experiments started, the average energy corrected milk yields (ECM) of the cows were 26.5 kg (± 4.10) in experiment 1 (2018) and 26.2 kg (± 6.21) in experiment 2 (2019). The experiments started on 18 April 2018 and 19 April 2019 respectively. The grazing animals were milked twice daily in the milking parlour, after milking they received 0.80 kg of concentrates (1.4 kg DM/per animal and day) and a mineral mixture. The average energy content of the herbage was in a range of 6.4 to 6.6 MJ NEL per kg DM and crude protein content (XP) was 21 to 22 %. Between the AWH groups only minor differences in nutrient contents were found within the respective trial and sampling period. In both experiments significant AWH effects were found on milk yield per cow. The multiple regression analysis of the data of both experiments showed a maximum in the milk yield per cow at an AWH of about 7 cm. With increasing AWH also the net energy intake from pasture increased per cow and day. In contrast, milk yield per hectare and net energy intake per hectare of pasture area decreased significantly with increasing AWH. At the beginning of the grazing period, an ECM yield of 132 kg/ha and day was found at an AWH of 5.5 cm and an ECM yield of 102 kg/ha at an AWH of 7.5 cm (-15 kg ECM yield per ha with an AWH increase of 1 cm). At the end of the experiment, when individual animal and area output was generally at a lower level, the AWH effects on productivity per hectare were less pronounced in absolute terms (-4 kg ECM yield per ha with an AWH increase of 1 cm).

Lying behaviour

The behaviour of dairy cows influences animal welfare and health, productivity as well as economic parameters. In comparison to freestall housing the resting periods of grazing cows can be postponed or the length of the period can be limited. In the present study, changes in the resting time of dairy cows during the change from freestall housing („Stall“) to grazing („Weideumstellung“) as well as during the subsequent pasture period („Vollweide“) in two experiments (2018 and 2019) at different continuously grazed pasture sward height (AWH) groups. In the stable and pasture conversion phase 18 and 15 animals were kept together and fed uniformly in experiment 1 and 2 respectively. The resting behaviour was recorded during the stable period on the last 9 days before the grazing period started. The subsequent pasture conversion period comprised the first 9 (experiment 1) and 13 (experiment 2) grazing days. Before the subsequent full grazing period started, the cows were divided equally between the two grazing groups in each experiment and then kept on continuous grazed pasture in different sward height groups. The AWH were measured with a rising

plate pasture meter. In experiment 1 the AWH groups „kurz“ (5.4 cm \pm 0.15) and „mittel“ (6.6 cm \pm 0.13) and in experiment 2 „mittel“ (6.1 cm \pm 0.87) and „lang“ (7.6 cm \pm 0.95) were compared respectively. During the full grazing period the animals received only 1.4 kg DM of concentrate plus minerals as supplementary feed. In experiment 1, the resting data set included the full grazing weeks 8, 10 and 11 and in experiment 2 the weeks 4, 5, 6, 8 and 12. The resting parameters were recorded with the HOBO Pendant G data logger at a measuring interval of 30 seconds and the data were evaluated with a mixed model. In both experiments the longest daily resting times were recorded during the stable periods and the shortest within the full grazing periods. In experiment 1 the resting time decreased from 11.4 hours per day in the stable period to 10.2 hours in the pasture conversion period and 7.2 to 8.1 hours per day in the full grazing period in the AWH groups „kurz“ and „mittel“ respectively. In experiment 2 the daily resting times were 11.1 hours for „Stall“, 9.7 for „Weideumstellung“ as well as 8.5 for AWH group „mittel“ and 9.0 hours for group „lang“. The average duration of resting (73-87 minutes/period) did not differ significantly between the experimental periods or the AWH groups, but during the full grazing periods, the animals restricted the number of lying phases per day. In comparison to results from the literature, the daily resting times at short AWH can be classified as low. Although the available data do not yet allow conclusions to be drawn about reduced animal welfare, measures should be applied in animal and pasture management that allow dairy cow's sufficient time to lie down.

Keywords: dairy cows, organic farming, grazing, continuous stocking, sward height, milk production, efficiency, lying behaviour

1 Einleitung

In der weidebasierten Milchviehhaltung wird eine hohe Weide-Flächenleistung angestrebt. Das tägliche Weidefutterangebot beeinflusst – neben der Futterqualität und der Ergänzungsfütterung – das Weideverhalten, die Futteraufnahme, die Einzeltier-Milchleistung und die Flächenproduktivität entscheidend (KIBON und HOLMES, 1987; MACDONALD et al., 2008; CARVALHO, 2013; PEYRAUD und DELAGARDE, 2013). Mit abnehmendem Tierbesatz steigt die Futterselektion, werden Flächenbereiche uneinheitlicher beweidet und der Anteil ungenutzter Weidepflanzenteile nimmt zu. Dadurch steigt auch die Heterogenität im Weidepflanzenbestand und der Weidefutterqualität wodurch die Flächeneffizienz sinken kann. In einer Meta-Analyse, überwiegend bei Koppelweidesystemen, stellten MCCARTHY et al. (2011) hinsichtlich Besatzstärke einerseits einen positiven Zusammenhang zur Milch-Flächenleistung und andererseits einen negativen Zusammenhang zur Einzeltier-Milchleistung fest. Demgegenüber kann ein zu hoher Tierbesatz aber auch den Boden und Pflanzenbestand schädigen, das Weideverhalten ungünstig beeinflussen, zu verringerter Einzeltier-Futteraufnahme führen und den Nährstoff-Erhaltungsbedarfsanteil am Gesamtnährstoffbedarf erhöhen, wodurch die Tier- und auch die Flächeneffizienz bei Überbesatz verringert werden können (ROOK et al., 1994; CARVALHO, 2013; STEINWIDDER und STARZ, 2015). Bei Kurzrasenweidehaltung ist die regelmäßige Messung der Aufwuchshöhe (AWH) ein wertvolles Managementhilfsmittel. Die Ergebnisse dienen der Überprüfung und Anpassung der Flächengröße an den aktuellen Futterbedarf und -Zuwachs sowie der Ergänzungsfütterung (LEAVER, 1982; STEINWIDDER und STARZ, 2015). Je nach Vegetationsperiode, Pflanzenbestand, Witterung, angestrebter tierischer Leistung und AWH-Messmethode wird bei Kurzrasenweide eine AWH zwischen 4 und 10 cm empfohlen (SPÖRNDLY et al., 2000; STEINWIDDER und

STARZ, 2015). STEINWIDDER et al. (2019b,c) untersuchten im Berggebiet Österreichs bei Kurzrasenweidehaltung den Einfluss der AWH (Gruppe „kurz“ 5,0 cm, „mittel“ 6,5 cm bzw. Gruppe „lang“ 8,0 cm) auf die Einzeltierleistung und Flächenproduktivität in der Ochsenmast. Die Versuchsgruppen mit den höchsten täglichen Zunahmen erzielten hier nicht die höchste Flächenleistung. Mit zunehmender AWH nahmen die Futterverluste zu, die Homogenität des nutzbaren Pflanzenbestandes ging zurück und Weidepflegemaßnahmen wurden vermehrt erforderlich. Die Tageszunahmen der Ochsen in Gruppe „kurz“ (864 g) lagen tendenziell unter jener der Gruppen „mittel“ (950 g) und „lang“ (935 g). In der Flächenleistung (Lebendgewichtszuwachs/ha) fielen die Tiere der Gruppe „lang“ mit 492 kg/ha signifikant von den anderen beiden Gruppen („kurz“ 612 kg/ha bzw. „mittel“ 606 kg/ha) ab. Mit Milchkühen prüften PULIDO und LEAVER (2001) in zwei sechswöchigen Experimenten die Effekte der AWH bei Kurzrasenweidehaltung. In beiden Experimenten ging die Flächenleistung mit steigender AWH zurück (Experiment 1: 147 kg Milch/ha u. Tag bei 4,5 cm AWH, 137 kg bei 6,0 cm bzw. 114 kg Milch/ha u. Tag bei 8,9 cm AWH; Experiment 2: 183 kg bei 4,3 cm bzw. 128 kg Milch/ha bei 7,7 cm AWH). Demgegenüber stieg die Einzeltierleistung mit zunehmender AWH in Experiment 1 signifikant an (20,6, 23,7 bzw. 24,4 kg Milch/Kuh u. Tag). In Experiment 2 wurde hinsichtlich Einzeltier-Tagesleistung kein AWH-Effekt festgestellt (26,7 bzw. 26,9 kg/Kuh u. Tag; PULIDO und LEAVER, 2001). ROOK et al. (1994) bzw. GIBB et al. (2008) untersuchten mit Milchkühen den Einfluss der AWH (4, 6 und 8 cm bzw. 5, 7 und 9 cm) auf das Weideverhalten und die Weidefutterraufnahme. Bei ROOK et al. (1994) wurde bis zu einer AWH von 8 cm ein Anstieg der Weidefutterraufnahme pro Tier und Tag festgestellt, bei GIBB et al. (2008) erzielten die Kühe bei 7 cm AWH die höchste tägliche Aufnahme an organischer Masse aus dem Weidefutter. Im Berggebiet Österreichs verglichen STEINWIDDER et al. (2018) in einem dreijährigen Versuch die Flächen- und Einzeltierleistungen von Milchkühen bei Kurzrasen-Vollweidehaltung bzw. Silagefütterung. In dieser Untersuchung fiel die Milchleistung der Vollweidekühe etwa ab 3-4 Wochen nach Vollweidebeginn unter jene der Silagegruppen ab, obwohl die Energie- und Rohproteinkonzentration im Kurzrasen-Weidefutter über jener der Silagegruppen lag. Die Autoren führten als mögliche Ursache dafür die, im Mittel geringe AWH von 5,3 (\pm 0,81) cm, und die damit verbundene eingeschränkte Weidefutterraufnahme an. Im ersten Versuchsjahr, in dem die AWH mit 4-5 cm ab Mitte Mai am tiefsten lag, war die Persistenz am geringsten, d. h. die Milchleistung fiel im Vergleich zur Silagefütterung am stärksten ab. Die Autoren schlussfolgerten, dass Maßnahmen zur Verringerung des Milchleistungsabfalls im Anschluss an die ersten Vollweidewochen einen Beitrag zur Verbesserung der Effizienz bei Kurzrasenweide leisten könnten (STEINWIDDER et al., 2018). Ein Ziel der vorliegenden Arbeit war es daher, bei saisonaler Vollweidehaltung unter Kurzrasen-Vollweidebedingungen den Effekt der Weide-AWH auf die Milchleistung pro Kuh bzw. pro Hektar in den ersten Weidemonaten weiterführend zu untersuchen.

In einem weiteren Schritt sollten auch Auswirkungen der Weidehaltung bzw. der Weide-Aufwuchshöhe auf das Liegeverhalten der Kühe geprüft werden. Das Verhalten von Milchkühen wird von Umwelteinflüssen (Haltungsbedingungen, Klima, Management etc.), der Interaktion zwischen den Tieren (Rangordnung, Herdentrieb etc.) und individuellen Faktoren (Leistung, Laktationsstadium, Gesundheitsstatus etc.) wesentlich gesteuert (BEWLEY et al., 2010; DEMING et al., 2013; DIRKSEN et al., 2018). Das Ausruhe- und Liegeverhalten spielen hinsichtlich Tierwohl und Tiergesundheit (COOPER et al., 2008; JUAREZ et al., 2003; MUNKSGAARD und LOVENDAHL, 1993) sowie Leistungsbereitschaft und Wirtschaftlichkeit (BACH et al., 2008; KRAWCZEL und GRANT, 2009) eine bedeutende Rolle. Wird bei Milchkühen eine angemessene Liegedauer nicht erreicht, dann wurden ungünstige Veränderungen im Hypothalamus-Hirnanhangsdrüsen- und Adrenalin-System (u.a. Immunfunktion) sowie Verhaltensabweichungen festgestellt (COOPER et al., 2007; FISHER et al., 2002; MUNKSGAARD und SIMONSEN, 1996). Bei laktierenden Kühen zeigt das Liegeverhalten ein tageszeitliches Muster, welches sich umgekehrt zum Fressverhalten verhält (FREGONESI et al., 2007). In Arbeiten von MUNKSGAARD et al. (2005), wo bei Kühen das Zeitangebot für Fressen, Liegen und

Sozialkontakt in Summe auf bis zu 12 Stunden pro Tag reduziert wurde, zeigte sich sowohl zu Laktationsbeginn als auch zu Laktationsende eine gewisse Priorisierung des Liegens gegenüber dem Fress- bzw. Sozialverhalten. In Übereinstimmung mit weiteren Ergebnissen der Literatur (CHAPLIN und MUNKSGAARD, 2001; MASELYNE et al., 2017; THOMPSON et al., 2019) war in dieser Arbeit die tägliche Liegedauer zu Laktationsende höher als zu Beginn. Wurde nur die Futterraufnahme zeitlich eingeschränkt, dann erhöhte sich die Futterraufnahme-Geschwindigkeit signifikant, die Liege- und Sozialkontaktzeiten wurden nicht beeinflusst. MUNKSGAARD et al. (2005) schließen daraus, dass bei Stallhaltung Einschränkungen im Liegeverhalten stärkere negative Auswirkungen auf Kühe haben könnten als – zumindest kurzzeitige – Einschränkungen in der Fresszeit. Ito et al. (2009) untersuchten in Kanada das Liegeverhalten auf 43 Laufstallbetrieben und stellten dabei eine durchschnittliche Liegedauer von 11,0 Stunden pro Tag und eine mittlere Liegedauer je Liegeperiode von 88 Minuten fest. Die Herdenmittel schwankten diesbezüglich zwischen 9,5–12,9 Stunden und 65–112 Minuten je Liegeperiode, innerhalb der Herden waren die individuellen Unterschiede deutlicher ausgeprägt (4,2–19,5 Stunden pro Tag bzw. 22–342 Minuten je Periode). Die beachtlichen Differenzen zwischen den Kühen innerhalb einer Herde werden von den Autoren vorwiegend auf die Rangordnung, die leistungsbedingten und gesundheitlichen Unterschiede sowie zeitlich begrenzte Veränderungen im Sozialverhalten (Brunst etc.), zurückgeführt. Die kuhindividuellen Unterschiede dürften bei ungünstigen Haltungsbedingungen, wie zum Beispiel bei Überbesatz oder mangelhafter Liegeboxenqualität, zunehmen (ITO et al., 2009). Eine lange Liegedauer ist jedoch nicht in jedem Fall ein Parameter für gesunde Kühe bzw. tiergemäße Haltungsbedingungen. Bei Lahmheiten stellten beispielsweise YUNTA et al. (2012) eine Zunahme der Liegedauer pro Liegeperiode bzw. FAYED (1997) und SEPÚLVEDA-VARAS et al. (2014) auch der Liegedauer pro Tag fest, wenngleich diese Ergebnisse in der aktuellen Arbeit von THOMPSON et al. (2019) bei Weidekühen nicht bestätigt wurden. In den Untersuchungen von SEPÚLVEDA-VARAS et al. (2014) lagen erstkalbige Kühe nach der Abkalbung welche keine Lahmheiten – jedoch mehrere „sonstige Erkrankungen“ (Stoffwechsel, Euter etc.) aufwiesen – signifikant länger pro Tag und zeigten tendenziell auch eine längere Liegedauer je Liegeperiode. Für Weidekuhherden werden in der Literatur mittlere Liegezeiten zwischen 9 und 11 Stunden pro Tag angegeben (BEGGS et al., 2018; HETTI ARACHCHIGE et al., 2013; KROHN und MUNKSGAARD, 1993; THOMPSON et al., 2019). Geringere tägliche Liegezeiten (7,5–8,5 Stunden) wurden von SEPÚLVEDA-VARAS et al. (2014) zu Laktationsbeginn festgestellt. Im Vergleich zur Laufstallhaltung benötigen Weidetiere zusätzlich Zeit für den täglichen Weidegang, für das Aufsuchen von Wasserstellen, Schattenplätzen und der Ausruhebereiche sowie für die Futtersuche, -selektion und -aufnahme. Auch sind die Witterungseinflüsse auf der Weide im Vergleich zum Stall variabler, hinsichtlich Liegeverhalten wurde speziell bei Niederschlägen und/oder tiefen Temperaturen bzw. Hitze ein Rückgang der täglichen Liegedauer festgestellt (HENDRIKS et al., 2019; SCHÜTZ et al. 2008; THOMPSON et al., 2019). Bedeutend ist, dass bei Weidetieren die Weidefutter-Trockenmasseaufnahme (pro Bissen bzw. pro Tag) begrenzt ist (GIBB et al., 1997; LACA et al., 1992; ROOK et al., 1994). Höherleistende Weiderinder, mit entsprechendem Nährstoffbedarf und bei geringer Ergänzungsfütterung, versuchen dies zumindest teilweise zu kompensieren, in dem sie die Fressphasen ausdehnen und die Bissfrequenz auf der Weide erhöhen, wodurch das Zeitangebot für das Ausruhe- und Liegeverhalten sinkt. Da jedoch auch die Bissenanzahl (pro Graseperiode bzw. pro Tag) sowie die aktive Grasedauer pro Tag begrenzt sind, können hochleistende Weidetiere ohne entsprechende Ergänzungsfütterung, ihren Nährstoffbedarf trotzdem häufig nicht vollständig decken bzw. konnte das Leistungspotenzial der Tiere unter Weidebedingungen oft nicht ausgeschöpft werden (DOHME-MEIER et al., 2014; GEKARA et al. 2001; PULIDO und LEAVER, 2001; STEINWIDDER et al., 2020; TAWHEEL et al., 2004). DOHME-MEIER et al. (2014) untersuchten in der Schweiz Stallhaltungs- und Koppelweidekühe bei vergleichbar hoher Milchleistung (36,6 kg/Tag) und Kraftfutterergänzung (5,1 kg TM/Tag) hinsichtlich Energiebedarf, Verhaltensparameter und Futterraufnahme. Trotz bedeutender Ergänzungsfütterung nahmen die

Weidekühe signifikant weniger Gesamt- bzw. Grünfütter als die Stalltiere auf (16,8 kg TM Weide- bzw. 18,9 kg TM Grünfütter/Kuh u. Tag), hatten einen um 19 % höheren Energie-Erhaltungsbedarf (319 bzw. 269 kJ/kg LM_{0,75}), verwendeten signifikant mehr Zeit zum Fressen (527 bzw. 398) und Gehen (311 bzw. 133 min) sowie signifikant weniger Zeit zum Stehen (547 bzw. 689 min), Wiederkauen (433 bzw. 453 min) und Liegen (582 bzw. 618 min). CROSSLEY et al. (2019a) stellten bei Weide-Milchkühen im Frühling, bei geringer Ergänzungsfütterung, mit abnehmendem Weidefutterangebot (Besatzdichte „hoch“ – 700 kg TM/ha Weidefutterangebot; „mittel“ – 900 kg bzw. Besatzdichte „gering“ – 1.100 kg TM/ha) eine tendenzielle Abnahme (P=0,07) in der täglichen Liegedauer fest. In Verhaltensstudien zeigten die Kühe zudem bei hohem Weidedruck vermehrt aggressives Verhalten, was für die Autoren ein Hinweis auf eingeschränktes Tierwohl sein könnte (CROSSLEY et al. 2019b). Bei Kurzrasen-Vollweidehaltung von Rindern, wo die Tiere bei geringer Aufwuchshöhe gehalten wurden und keine bzw. nur eine geringe Ergänzungsfütterung erfolgte, zeigte sich in mehreren Arbeiten ein Aufwuchshöheneffekt hinsichtlich Weidefutteraufnahme, Einzeltierleistungen sowie Weide- und Kauaktivität. PULIDO und LEAVER (2001) führten zwei sechswöchige Untersuchungen bei Kurzrasenweidehaltung durch, die Weidefutteraufnahme und die Wiederkauzeiten gingen in beiden Experimenten mit abnehmender AWH zurück, die Zeiten welche die Kühe für das Gras aufwendeten nahmen deutlich zu, die Auswirkungen auf das Liegeverhalten wurde nicht untersucht. STEINWIDDER et al. (2019, 2020) stellten sowohl in der Weide-Ochsenmast als auch bei Milchkühen mit sinkender Kurzrasenweide-Aufwuchshöhe einen Rückgang der Einzeltierleistungen und -Weidefutteraufnahme fest. Da in der Futterqualität zwischen den unterschiedlichen Weidefutter-Aufwuchshöhen keine wesentlichen Unterschiede bestanden, begründen die Autoren den Leistungsrückgang mit den oben beschriebenen Restriktionen in der Weidefutteraufnahme. In der vorliegenden Arbeit sollten daher Veränderungen im Liegeverhalten von Milchkühen bei der Umstellung von der Stall- auf Weidehaltung sowie bei Vollweidehaltung und unterschiedlicher Kurzrasen-Aufwuchshöhe näher untersucht werden.

2 Tiere, Material und Methoden

Die Untersuchungen wurde am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (A-8951 Stainach-Pürgg) auf einer Seehöhe von 680 m über NN in den Jahren 2018 und 2019 durchgeführt Wie Abbildung 1 zeigt, variierten die durchschnittlichen Wochentemperaturen in der Versuchsperiode im ersten Jahr weniger stark als im zweiten Jahr. Im ersten Jahr waren die Frühlingswochen niederschlagsärmer als die Sommerwochen, im zweiten Jahr zeigte sich in der Versuchsperiode eine umgekehrte Niederschlagsverteilung.

Es wurde in jedem Jahr ein eigenständiger Versuch angelegt, wobei in Versuch 1 (2018) die Aufwuchshöhen (AWH) „kurz“ und „mittel“ und in Versuch 2 die AWH „mittel“ und

Tabelle 1: Versuchsplan – Einfluss der Aufwuchshöhe (AWH) bei Kurzrasenweide auf die Einzeltier- oder Weideflächenleistung

Versuch Gruppe	Versuch 1 (2018)		Versuch 2 (2019)	
	„kurz“	„mittel“	„mittel“	„lang“
angestrebte Aufwuchshöhe (AWH) cm ¹	5,5 (4,0-6,0)	6,5 (6,0-7,0)	6,5 (6,0-7,0)	7,5 (7,0-8,0)
Versuchszeitraum, 12 Wochen	jeweils Mitte April bis Mitte Juli ²)			
Kühe je Gruppe und Jahr, N	9	9	8	7
Ergänzungskraftfutter, kg FM /Kuh u. Tag ³)	1,6	1,6	1,6	1,6

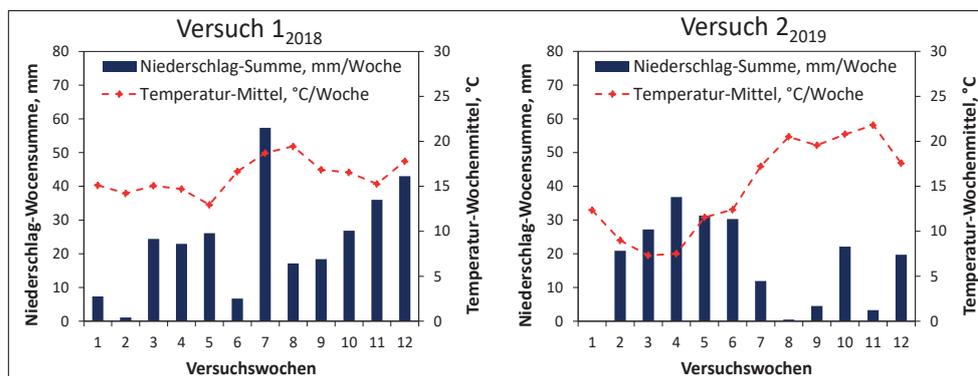
¹ Wöchentliche AWH-Messung mit dem Rising-Plate-Pasture Meter und bei Bedarf Flächenanpassung

² Versuchsbeginn bei Erreichen der mittleren AWH von 6,0-6,5 bzw. 7,0-7,5 cm in Versuch 1 bzw. 2

³ Kraftfutter (35 % Mais, 60 % Gerste, 5 % Hafer); zusätzlich 40 g Mineralstoffmischung pro Kuh und Tag über das Kraftfutter vorgelegt sowie Salz- und Mineral-Lecksteine auf der Weide *ad libitum*

„lang“ zu Weidebeginn verglichen wurden. In der Gruppe „kurz“ wurde eine AWH von 5,5 in den Gruppen „mittel“ von 6,5 und in Gruppe „lang“ von 7,5 cm angestrebt (Tab. 1).

Abbildung 1: Niederschläge (Wochensumme in mm) sowie Temperatur (durchschnittliche Wochentemperatur in °C) in den zwei Versuchsjahren (Versuch 1 bzw. 2)



2.1 Grünlandflächen

Für die Untersuchungen wurden drei Dauergrünlandflächen (Beifeld 2,16 ha, Stallfeld 1,73 ha Allee mit 2,07 ha) herangezogen, welche in den Vorversuchsjahren als Kurzrasenweideflächen genutzt wurden. Diese Weideflächen waren in räumlicher Nähe zum Stall und hatten als Bodentyp eine Braunerde von mittlerer bis tiefer Gründigkeit. Allen Flächen gemein war, dass sie eine leichte Neigung nach Südosten bis Osten aufwiesen, weshalb die Wasserverhältnisse im Boden in Kombination mit dem Bodentyp als mäßig trocken zu definieren sind. Die Bonitur der Weidebestände erfolgte nach der wahren Deckung, bei der der Flächenanteil der Pflanzenbasis geschätzt wird. Die Pflanzenbestände auf den drei Versuchsflächen ähnelten einander. Im Mittel setzten sich die Bestände während der Versuchszeit aus 76 Flächen-% Gräser, 13-Flächen-% Kräuter und 10 Flächen-% Leguminosen zusammen. Die Gruppe der Leguminosen wurde auf den bonitierten Flächen ausschließlich durch *Trifolium repens* (Weißklee) gebildet. Bei den Kräutern dominierten die Arten *Ranunculus repens* (Kriechender Hahnenfuß) und *Taraxacum officinale* (Gewöhnlicher Löwenzahn). Die Artengruppe der Gräser setzte sich aus 35 Flächen-% *Lolium perenne* (Englisches Raygras), 23 Flächen-% *Poa pratensis* (Wiesenrispengras), 7 Flächen-% *Poa supina* (Läggerrispe) und 12 Flächen-% sonstige Gräser zusammen. Unter den sonstigen Gräsern waren hauptsächlich *Festuca pratensis* (Wiesenschwingel), *Phleum pratense* (Wiesenlischgras), *Agrostis stolonifera* (Ausläufer-Straußgras) und *Elymus repens* (Gemeine Quecke) vertreten.

Die Versuchsflächen wurden jeweils im Herbst einheitlich mit 20 kg N, 9 kg P und 38 kg K pro Hektar über Rindermistkompost (12 m³/ha) gedüngt. Im Frühjahr erfolgte zu Vegetationsbeginn eine Rindergüllegabe, entsprechend 30 kg N, 6 kg P und 36 kg K pro Hektar (ca. 12 m³ verdünnte Gülle je ha) und im Juni wurde einmal mit verdünnter Gülle, entsprechend 20 kg N, 4 kg P und 27 kg K pro ha (ca. 9 m³/ha), bei Regenwetter gedüngt. Danach wurde die gedüngte Teilfläche für zumindest 5 Tage nicht beweidet. Die drei Grünlandflächen wurden jeweils in zwei, der Versuchsgruppe entsprechende, Teilstücke geteilt. Zwei davon wurden ab Versuchsbeginn ohne Vornutzung beweidet, eine der drei Flächen (Allee) wurde erst bei zusätzlichem Weideflächenbedarf, nach vorangegangener Silage-Ernte des jeweiligen Aufwuchses, den Versuchsgruppen zugeteilt. In diesem Fall lag die Ernte-Schnitthöhe, gemessen mit dem Rising Plate Pasture Meter (RPM-Aufwuchshöhe in cm_{RPM}; Jenquip, Feilding, NZ, Aufлагengewicht 6,8 kg/m², Aufлагенfläche 35 cm Durchmesser), bei 5,0 cm. Die Erweiterungsfläche wurde 2 bis 3 Tage nach der Mahd der jeweiligen Gruppe anteilmäßig zugeteilt, wobei die Zusatzflächengröße bereits ab dem Folgetag des Schnitttermins der Weidegruppe zugerechnet wurde.

Die AWH jeder Fläche wurde wöchentlich gemessen und die Weideflächengröße im Vegetationsverlauf dementsprechend angepasst (siehe Abb. 2.). Dabei wurden auf jeder Fläche 30 repräsentative RPM-Messungen durchgeführt und dabei auch die Geilstellen

anteilmäßig miterfasst. Die Weideversuche 1 und 2 starteten am 18. April 2018 bzw. 19. April 2019 bei Erreichen der mittleren AWH von 6,0-6,5 cm (Versuch 1) bzw. 7,0-7,5 cm (Versuch 2). Während der 12-wöchigen Versuchsperiode wurden die Kühe entsprechend ihrer Versuchsgruppe auf der Weide getrennt gehalten. Die Versuchskühe kamen nach jeder Melkung im Rotationsprinzip auf eine der jeweiligen zwei bzw. drei Weideversuchsflächen. Da im ersten Versuchsjahr 2018 auf Grund der Trockenheit von Versuchswoche 5 bis 7 nur geringe Weidefutterzuwächse gegeben waren, mussten die Kühe in dieser Phase teilweise auf Ersatzflächen gehalten werden. Die entsprechenden Versuchswochen 5 bis 7 wurden daher in diesem Versuchsjahr nicht ausgewertet und daher nicht zum Gruppenvergleich herangezogen. Aus diesem Grund erfolgte in der statistischen Auswertung eine getrennte Betrachtung der Versuchswochen 1-4, 5-7 bzw. 8-12.

Wie Abbildung 2 zeigt, nahm der Weideflächenbedarf pro Kuh von Versuchswoche 1 bis 12 zu. Im ersten Versuch (2018) erfolgte auf Grund der Trockenheit eine frühzeitigere Flächenerweiterung als im 2. Versuch (2019). Die 12-wöchige durchschnittlichen RPM-AWH lagen in Versuch 1 in Gruppe „kurz“ bei 5,5 cm ($\pm 0,50$) und in Gruppe „mittel“ bei 6,4 cm ($\pm 0,51$) und entsprach im Durchschnitt sehr gut den angestrebten AWH von 5,5 bzw. 6,5 cm in diesen beiden Gruppen. Wie oben ausgeführt, mussten zu Versuchsmitte die Kühe beider Gruppen vorübergehend gemeinsam auf Ersatzflächen gehalten werden, sodass hier keine klaren Differenzierungen in den AWH gegeben waren. Im 2. Versuch (2019) lagen die durchschnittlichen AWH in Gruppe „mittel“ mit 6,0 cm ($\pm 0,91$) und in Gruppe „lang“ mit 7,3 cm ($\pm 0,67$) etwas unter den jeweils laut Versuchsplan angestrebten Zielwerten (6,5 bzw. 7,5 cm). Diese Ergebnisse waren im zweiten Versuchsjahr vor allem auf den trockenheitsbedingt geringeren Futterzuwachs ab Versuchsmitte zurückzuführen.

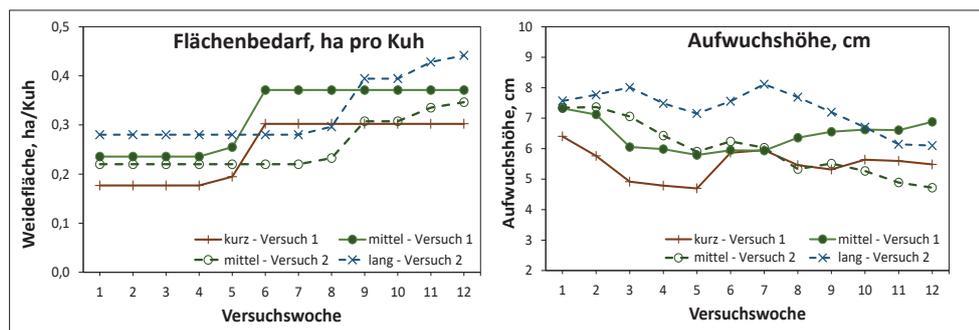


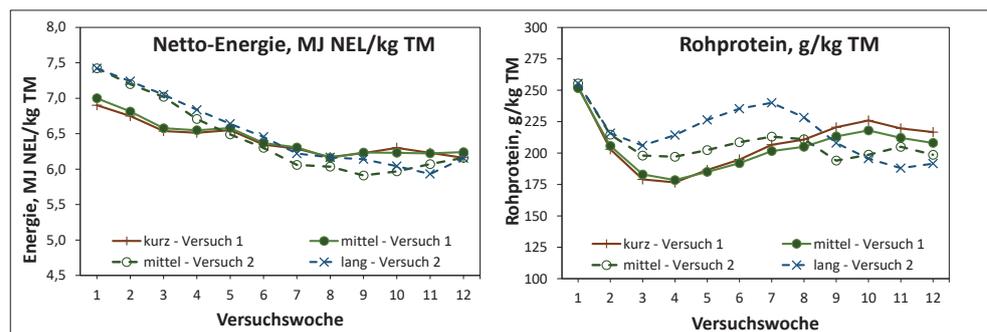
Abbildung 2: Weideflächenbedarf je Kuh (in ha) sowie Kurzrasenweide-Aufwuchshöhe (Messung in cm mit dem „Rising Plate Pasture Meter“) in den Versuchswochen (Versuch 1 bzw. 2)

Je Versuchsgruppe wurden alle zwei Wochen auf jeder Fläche repräsentative Weidefutterproben gezogen. Wie bei STEINWIDDER et al. (2019a) beschrieben, wurden die Kühe dazu auf den Flächen begleitet, das Graseverhalten (Weidebereich und Bisttiefe) beobachtet und parallel dazu bestmöglich vergleichbares Futter mit Hilfe einer modifizierten Handgartenschere (seitlich angebrachte Futterauffangvorrichtung) gewonnen. Die chemischen Analysen erfolgten nach den Methoden der ALVA (1983). Die Weender-Nährstoffe und Van Soest-Gerüstsubstanzen wurden mit Tecator-Geräten analysiert. Die Berechnungen des Energiegehaltes der Kraftfuttermischung und der Weidefutterproben erfolgten mit Hilfe der analysierten Nährstoffgehalte unter Berücksichtigung der gewichteten Verdauungskoeffizienten der DLG-Futterwerttabellen (DLG, 1997). In Tabelle 2 sind die durchschnittlichen Nährstoffgehalte für die Versuchsgruppen in den zwei Versuchen angeführt und Abbildung 3 zeigt die Verläufe der Energie- und XP-Konzentrationen in den jeweiligen 12 Versuchswochen. Die Energiegehalte je kg Trockenmasse lagen im Mittel im Bereich von 6,4 bis 6,6 MJ NEL und die Rohproteingehalte bei 21 bis 22 %. Zwischen den AWH-Gruppen wurden innerhalb des Versuchs (Jahr) nur geringe Unterschiede im Nährstoffgehalt festgestellt, wobei die Gruppendifferenzen, innerhalb des jeweiligen Versuchs, auch im Verlauf der Versuchswochen gering waren (Abb.3). Bei geringer Wuchshöhe bzw. teilweise auch unter trockenen Witterungsbedingungen lagen die Energie- und XP-Konzentrationen tiefer und die Strukturkohlenhydratgehalte höher.

Tabelle 2: Mittlere Aufwuchshöhe sowie Nährstoff- und Energiegehalt der Weidefutterproben je kg TM (Mittelwerte und Standardabweichung)

Gruppe	Versuch 1 (2018)				Versuch 2 (2019)			
	„kurz“		„mittel“		„mittel“		„lang“	
Aufwuchshöhe (AWH), cm	5,5	0,5	6,4	0,5	6,0	0,9	7,3	0,7
Rohprotein, g	212	25	208	23	213	22	220	25
Rohfett, g	26	3	26	3	22	2	23	1
Rohfaser, g	223	10	222	14	215	37	211	37
N-freie Extraktst., g	443	22	450	20	453	29	454	26
Rohasche, g	96	2	94	2	97	6	93	6
NDFOM, g	448	22	441	14	457	61	441	59
ADFOM, g	255	18	252	24	258	37	256	38
ADL, g	30	8	30	9	37	7	36	7
NFC, g	411	36	419	35	409	31	408	30
UDP, g	30	3	29	3	29	2	30	2
nXP, g	149	5	149	5	149	9	151	9
RNB, g	10	3	10	3	10	3	11	3
Nettoenergielaktation (NEL), MJ	6,44	0,26	6,46	0,29	6,50	0,61	6,58	0,56

Abbildung 3: Verlauf der Energie- und Rohprotein-konzentrationen im Versuchsverlauf (Versuch 1 und 2)



2.2 Tiere, Fütterung und Milchleistung

In den Jahren 2018 bzw. 2019 wurden aus der Versuchsherde 18 bzw. 15 Milchkühe entsprechend der Laktationszahl, der Rasse und des Abkalbezeitpunktes ausgewählt und den jeweils zwei Versuchsgruppen pro Versuch möglichst gleichmäßig zugeteilt. Dabei wurde die energiekorrigierte Milchleistung (ECM), der Laktationstag, die Laktationszahl und die Rasse berücksichtigt. Die in der Vorversuchswoche festgestellte ECM-Leistung der Kühe lag im ersten Versuch (2018) bei 26,5 kg ($\pm 4,10$), der Laktationstag bei 116 Tagen ($\pm 48,5$) und die Laktationszahl bei 3,7 ($\pm 1,89$). In den zwei Versuchsgruppen „kurz“ und „mittel“ befanden sich jeweils 4 Fleckvieh- und 5 Holstein-Friesian-Kühe (Leistungsleistungslinienzucht). Im zweiten Versuch (2019) lagen die ECM-Leistung in der Vorversuchswoche bei 26,2 kg ($\pm 6,21$), der Laktationstag bei 111 Tagen ($\pm 57,4$) und die Laktationszahl bei 4,1 ($\pm 2,08$). In beiden Gruppen befanden sich jeweils 5 Holstein-Friesian-Kühe und 2 bzw. 3 Fleckviehkühe (Gruppe „lang“ bzw. Gruppe „mittel“).

Die Weidetiere wurden zweimal täglich im Melkstand des Versuchsstalls gemolken. Die Melkzeit der Tiere lag zwischen 5:45-7:00 Uhr und 16:00-17:15 Uhr. Unter Berücksichtigung der Ein- und Austrittszeiten waren die Tiere etwa 18,5 Stunden pro Tag auf den Kurzrasenweiden. Die Tiere wurden unter Vollweidebedingungen gehalten, d. h. zusätzlich zum Weidefutter wurde, mit Ausnahme des Lockfutters, kein Ergänzungsfutter angeboten.

Nach der Melkung wurden die Kühe am Selbstfangfressgitter kurzzeitig fixiert, um sie anschließend wieder gruppenindividuell auf die jeweiligen Weideflächen treiben zu können. Der Fressplatz war mit dem Calan© Broadbent Feeding System (System C Circuit Board; American Calan, New Hampshire, USA) ausgestattet, jedes Tier hatten einen fixen Fressplatz. Als Lockfutter wurde jedem Tier nach der Melkzeit 0,80 kg Frischmasse an Kraftfutter (1,4 kg TM/Tier u. Tag) angeboten. Das gemahlene Kraftfutter setzte sich aus 35 % Mais, 60 % Gerste und 5 % Hafer zusammen, der Energiegehalt lag bei 8,10 MJ NEL und 115 g XP je kg TM. Zusätzlich wurde das Kraftfutter bei der Fütterung mit 40 g Mineralstoffmischung pro Kuh und Tag ergänzt (Rindamin GM). Im Stall und auf den Weideflächen standen immer sauberes Wasser (Ringleitung mit Kipp-Tränken), Viehsalz- und Mineral-Leckmasse (Calsea-Phos) sowie Schattenplätze zur Verfügung.

Vor Versuchsbeginn wurden alle Versuchskühe im Stall einheitlich mit 3 kg Frischmasse Heu (Dauergrünland 2. Aufwuchs) sowie Grassilage (Dauergrünland 1. Aufwuchs) zur freien Aufnahme gefüttert. Bis zum Beginn der Übergangsfütterung auf die Weide erfolgte eine leistungsbezogene Kraftfütterergänzung (KF kg Frischmasse pro Tier u. Tag = $0,5 \times \text{kg Tagesmilch} - 18$; max. jedoch 8,5 kg/Tier u. Tag). Ab Weidebeginn (09.04.2018 bzw. 03.04.2019) wurde der Anteil der Weidefütterration durch Verlängerung der Kurzrasenweidezeit (Stundenweide auf Halbtags- und Ganztagsweide) erhöht und gleichzeitig der Ergänzungsfutteranteil kontinuierlich bis auf das Lockfutter reduziert. In diesem Weideübergangszeitraum kamen die Kühe noch nicht auf die späteren Weideversuchsflächen.

Die Weide-Energieaufnahme wurde über den Energiebedarf der Tiere und die Energieaufnahme über das Kraftfutter abgeschätzt. Der Energiebedarf leitete sich aus der Milchleistung, den Milchinhaltsstoffen, dem Erhaltungsbedarf, der Lebendmasseveränderung sowie dem Weideaktivitätsbedarf (+ 15 % des Erhaltungsbedarfs) ab (GFE, 2001). Die Weidetiere wurden wöchentlich nach der Morgenmelkung gewogen, die Milchleistung der Kühe wurde täglich tierindividuell erfasst und die Gehalte an den Milchinhaltsstoffen Fett, Eiweiß, Laktose und Harnstoff wurden mittels Mid-Infrarot-Spektrometrie (Foss Milcoscan FH+500) sowie die Zellzahl mittels Impulszählung (Fossomatc 5000) dreimal wöchentlich tierindividuell im zertifizierten LKV-Milchlabor St. Michael analysiert. Die energiekorrigierte Milchleistung wurde unter Berücksichtigung des Fett- und Eiweißgehalts entsprechend den Angaben der GFE (2001) berechnet ($LE \text{ (MJ/kg)} = 0,38 \times \% \text{ Fett} + 0,21 \times \% \text{ Protein} + 0,95$), wobei je kg ECM ein Energiegehalt von 3,2 MJ angesetzt wurde. Die ECM-Flächenleistung wurde aus der ECM-Leistung und dem jeweiligen Flächenangebot errechnet. Da die Tiere im Stall einheitlich Kraftfutter als Lockfutter erhielten, wurde in einem zweiten Schritt auch die „kraftfutterfreie ECM-Weidefütter-Milchleistung“ (ECM-Weidefütterleistung pro Tier bzw. pro Fläche), nach anteiliger Zuordnung der Energiezufuhr über das Weidefutter, errechnet. Dazu wurde entsprechend LEISEN et al. (2013) der Prozentanteil der Energieaufnahme über das Kraftfutter an der Gesamtenergieaufnahme errechnet und die gemessene ECM-Milchleistung um diesen Prozentsatz reduziert.

2.3 Liegeverhalten

Ziel der Arbeiten zum Liegeverhalten war es mögliche Veränderungen in der Liegedauer der Milchkühe bei Stallhaltung, in der Weideübergangszeit sowie bei Kurzrasen-Vollweidehaltung bei unterschiedlichen Aufwuchshöhen, ergänzend zu den oben angeführten Arbeiten, zu untersuchen. In der Stall- bzw. Weideumstellungsphase wurden alle Tiere jedes Versuchs gemeinsam gehalten und vergleichbar gefüttert (Tab. 1). In Versuch 1 (2018) wurden in der Vollweidezeit die AWH-Gruppen „kurz“ und „mittel“ und in Versuch 2 (2019) die AWH-Gruppe „mittel“ und „lang“ mit 18 bzw. 15 Milchkühen geprüft, die Tiere jeder Gruppe wurden entsprechend ihrer AWH-Gruppe auf den Weiden in individuellen Kurzrasenweideflächen gehalten. In den zwei Weideversuchsgruppen „kurz“ und „mittel“ befanden sich im Versuch 1 (2018) 9 Holstein-Friesian und 9 Fleckviehkühe, die Laktationszahl lag bei 3,7 ($\pm 1,89$) und in der Stallperiode lag der Laktationstag im Mittel bei 101

($\pm 48,5$). Im zweiten Versuch (2019) befanden sich jeweils 5 Holstein-Friesian-Kühe und 2 bzw. 3 Fleckviehkühe (Gruppe „lang“ bzw. Gruppe „mittel“) im Versuch, die Laktationszahl lag bei 4,1 ($\pm 2,08$) und in der Stallperiode lag der Laktationstag im Mittel bei 96 ($\pm 57,4$).

Für das Erheben der Liegeparameter wurde der von LEDGERWOOD et al. (2010) validierte HOBOPendant G Daten Logger (Onset Computer Corporation, Bourne, MA) verwendet. Der Logger besteht aus einem 3-Achsen Beschleunigungssensor mit einer Bandbreite von ± 3 g. Zur Befestigung wurden diese mit einer Cohesiv-Binde („Cohesive bandage stretched and green“ 10 cm \times 4,5 m, Henry Schein, Melville, NY), oberhalb vom Fesselgelenk am rechten hinteren Röhrlbein, lateral auf einer Schaumstoffunterlage befestigt. Die x-Achse wurde so ausgerichtet, dass sie senkrecht zum Boden gerichtet war. Das Messintervall in dem die g-Kraft erhoben wurde lag bei 30 s. Nach jeder Erhebungsperiode wurden die Logger abgenommen. Der Download der Daten erfolgte im Anschluss an die Demontage mit der dafür vorgesehenen Software (HOBOWare, Onset Computer Corporation, Bourne, MA). Die weitere Datenverarbeitung erfolgte mit einer dafür entwickelten Anwendung (C# und Python) sowie mit Microsoft Excel. Der Grenzwert zum Klassifizieren der Logger Daten (x Achse) lag mit 0,5 g ($\leq 0,5$ g \triangleq Liegen, $> 0,5$ g \triangleq Stehen) zwischen dem von LEDGERWOOD et al. (2010) und ITO et al. (2009) angegebenen Wert. In Anlehnung an ENDRES und BARBERG (2007) wurden Liege- und Stehphasen die kürzer als 1,5 min waren ignoriert und auf Beinbewegungen zum Zeitpunkt der Datenaufzeichnung zurückgeführt. Es wurde die tägliche Liegedauer, die Anzahl der Abliegevorgänge sowie die Liegedauer in 2-Stundenblöcken (0:00:00-1:59:59 etc.) erfasst. Die Liegedauer je Liegeperiode wurde errechnet, indem die tägliche Liegedauer durch die Anzahl der Abliegevorgänge am jeweiligen Tag dividiert wurde.

Die Liegeparameter wurden tierindividuell vor Weidebeginn („Stall“), in der Weideumstellungsphase („Weideumstellung“) als auch im Vollweidezeitraum („Vollweide“) durchgehend über die jeweilige Erhebungsperiodendauer (z.B. Stallperiode 9 Tage) bei allen Kühen jedes Versuchs erhoben. Für die Auswertung der Stallphase („Stall“) wurden jeweils die letzten 9 Stalltage vor Weidebeginn herangezogen. Alle Versuchskühe wurden hier im Laufstall einheitlich mit 3 kg Frischmasse Heu (Dauergrünland 2. Aufwuchs) sowie Grassilage (Dauergrünland 1. Aufwuchs) zur freien Aufnahme am individuellen Fressplatz gefüttert, die Futteraufnahme wurde nicht erhoben. Der Fressplatz war mit dem Calan© Broadbent Feeding System (System C Circuit Board; American Calan, New Hampshire, USA) ausgestattet, jedes Tier hatten einen fixen Fressplatz. Die Kraftfutterergänzung erfolgte über eine individuell zugängliche Transponderstation, die Kraftfuttermenge wurde milchleistungsbezogen zugeteilt (KF kg Frischmasse pro Tier u. Tag = $0,5 \times$ kg Tagesmilch - 18; max. jedoch 8,5 kg/Tier u. Tag). Die zweimal tägliche Melkung im Melkstand wurde von 5:45-7:00 bzw. 16:00-17:15 Uhr durchgeführt. Im Laufstall stand jedem Tier, mit Ausnahme der Melkzeiten und den Fütterungsperioden nach der Melkung (Melkbeginn bis 8:00 bzw. 17:45 Uhr), über etwa 20 Stunden eine freie Liegebox (Tiefbox mit Stroh-Mist-Matratze), entsprechend den Richtlinien der biologischen Landwirtschaft, zur Verfügung. Ab Weidebeginn („Weideumstellung“), dies war in Versuch 1 der 09.04.2018 und in Versuch 2 der 03.04.2019, wurde der Anteil der Weidefütterration durch Verlängerung der Kurzrasenweidezeit kontinuierlich erhöht und gleichzeitig der Ergänzungsfutteranteil (Grassilage und Kraftfutter) im Stall reduziert. Die Kühe jedes Versuchs kamen zu Weidebeginn nach der Morgenmelkung (8:15 Uhr Weideaustrieb) gemeinsam auf eine Kurzrasenweide. Die Entfernungen der Weiden vom Stall lagen zwischen 50 und 400 m, jede Weide war durch einen Triebweg erschlossen. Zu Weidebeginn wurde die tägliche Weidedauer von 3,5 Stunden pro Tag (8:15 bis 11:45) am ersten Weidetag auf 7 Stunden pro Tag (8:15 bis 15:15) an den letzten zwei Weideumstellungstagen ausgeweitet. Die AWH der Weidefläche wurde wöchentlich mit dem Rising Plate Pasture Meter gemessen, dabei wurden auf jeder Fläche 30 repräsentative RPM Messungen durchgeführt und auch die Geilstellen anteilmäßig miterfasst. Zu Weidebeginn stieg die Weide-Aufwuchshöhe in der Weideübergangsphase von 4,4 cm auf 5,7 cm an und lag in Versuch 1 im Durchschnitt bei 4,9 cm und in Versuch 2 bei

5,2 cm. Die Weideumstellungsphase, bis zum Beginn der Vollweidehaltung, erstreckte sich im Jahr 2018 über 9 und im Jahr 2019 über 13 Tage. In dieser Phase wurde auch das Liegeverhalten individuell aufgezeichnet. Im Stall und auf den Weideflächen standen immer sauberes Wasser (Ringleitung mit Kipp-Tränken), Viehsalz- und Mineral-Leckmasse (Calsea-Phos) sowie auf den Weiden Schattenplätze und auch immer ebene und mit einem dichten Pflanzenbestand bewachsene saubere Liegefläche in ausreichender Größe (EILERS, 2007) zur Verfügung. In der Vollweidezeit befanden sich die Kühe, unter Berücksichtigung der Warte-, Melk- und Ergänzungsfütterungszeiten sowie der Ein- und Austriebszeiten, täglich etwa 18,5 Stunden auf den gruppenindividuellen Kurzrasenweiden (8:15–15:15 Uhr; 17:30–5:15 Uhr). Nach der Melkung wurden die Kühe am Selbstfangfressgitter kurzzeitig fixiert, um sie anschließend wieder gruppenindividuell auf die jeweiligen Weideflächen gehen zu lassen. Dazu wurde 0,80 kg Frischmasse an Kraftfutter (1,4 kg TM/Tier u. Tag) als Lockfutter nach der Melkung am Fressplatz angeboten, zusätzlich erfolgte keine weitere Ergänzungsfütterung (siehe oben bzw. STEINWIDDER et al. 2020). Auf den Weiden und vor der Melkung im Laufstall (Liege-Tiefboxen) bestand für jedes Tier, über etwa 19 Stunden pro Tag, eine Möglichkeit zum Liegen.

In der Vollweideperiode war ursprünglich eine dreimalige Erhebung der Liegeparameter über jeweils zumindest eine Versuchswoche vorgesehen. Da im ersten Versuchsjahr 2018 auf Grund der Trockenheit von Versuchswoche 5 bis 7 nur geringe Weidefutterzuwächse gegeben waren, mussten die Kühe in Versuch 1 in dieser Phase teilweise auf Ersatzflächen bzw. die zwei AWH-Gruppen gemeinsam gehalten werden. Daher entfielen im 1. Versuch in diesem Zeitraum auch die ursprünglich geplanten Erhebungen der Liegeparameter, sodass tierindividuell Tagesdatensätze für die 8., 10. und 11. Vollweide-Versuchswoche zur Auswertung zur Verfügung standen. Im Versuch 2 (2019) standen Tagesdatensätze der Versuchswochen 4, 5, 6 sowie 8 bzw. 12 zur Verfügung. Die Witterungsbedingungen in den unterschiedlichen Beobachtungszeiträumen sind für Versuch 1 und 2 in Tabelle 2 angegeben.

In Versuch 1 lag die AWH der Weidegruppen „kurz“ und „mittel“ bei 5,4 ($\pm 0,15$) bzw. 6,6 ($\pm 0,13$) cm und in Versuch 2 in der Weidegruppe „mittel“ und „lang“ bei 6,1 ($\pm 0,87$) bzw. 7,6 ($\pm 0,95$) cm. Die Milchleistung der Kühe stieg numerisch von der Stallfütterungsperiode zur Weideumstellungsperiode an, in den darauf folgenden Vollweidephasen wurden im Vergleich zur Stallfütterungsphase signifikant (Versuch 1) bzw. numerisch (Versuch 2) geringere Milchleistungen ermittelt. Die Lebendmasse und Körperkondition der Kühe gingen im Versuchsverlauf (Stallfütterung bis Vollweidehaltung) numerisch zurück.

Tabelle 3: Witterungsbedingungen in den jeweiligen Beobachtungszeiträumen in den Versuchen 1 und 2 (24-Stundenwerte der Klimastation - gültig für Außenbereich)

	Versuch 1			Versuch 2		
	Stall	Weide- umstellung	Vollweide	Stall	Weide- umstellung	Vollweide
Temperatur, °C						
Mittel	6,4	12,5	17,1	6,6	7,9	15,1
Min.-Max.	1,9-10,8	10,4-14,1	14,5-19,8	2,5-9,0	4,9-10,7	4,3-23,1
Niederschlag, mm						
Mittel	3,3	0,4	4,8	0,3	1,0	2,7
Min.-Max.	0-18,9	0-3,1	0-29,3	0-1,8	0-5,0	0-21,2
Windgeschwindigkeit, m/sec						
Mittel	1,7	2,3	1,5	1,9	2,0	1,8
Min.-Max.	0,6-3,2	1,0-3,8	1,0-2,6	1,0-2,6	0,6-4,5	0,6-4,5

2.4 Statistische Auswertungen

Die jeweiligen Versuchsdaten wurden mit dem Statistikprogramm SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) ausgewertet. Da im Versuch 1 (2018) in den Versuchswochen 5 bis 7 die Versuchstiere teilweise gemeinsam gehalten werden mussten, erfolgte im ersten Auswertungsschritt eine getrennte statistische Auswertung der Ergebnisse beider Versuche für drei Versuchswochenblöcke (1-4, 5-7 bzw. 8-12) mit einem gemischten Modell (Prozedur: Mixed; fixe Effekte: Gruppe (G), Rasse, Versuchswoche (W), Gruppe x Versuchswoche (G x W); Ko-Variablen: Laktationstag zu Versuchsbeginn; wiederholte Messung: Versuchswoche für Tier innerhalb Gruppe (type=cs); Freiheitsgrad-Approximation ddfm=kr). In beiden Versuchen zeigte sich, bei der Prüfung der Effekte für das statistische Auswertungsmodell, keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen Gruppe x Rasse, weshalb diese Wechselwirkung nicht in das statistische Modell aufgenommen wurde. In den Ergebnistabellen (Tab. 4 bis 5) werden die Least-Square-Means für die Versuchsgruppen dargestellt, unterschiedliche Hochbuchstaben innerhalb der Wochenblöcke weisen auf signifikante Gruppendifferenzen ($P < 0,05$) hin. In einem zweiten Auswertungsschritt wurde über beide Versuchsjahre hinweg der Zusammenhang zwischen der AWH einerseits und der ECM-Leistung (je Tier und Tag bzw. je ha und Tag) sowie der errechneten Weideenergieaufnahme (je Tier und Tag bzw. je ha und Tag) andererseits zu Versuchsbeginn (Versuchswochen 2–4) bzw. zu Versuchsende (Versuchswochen 8–12) getrennt mit Hilfe einer Regressionsanalyse ausgewertet. Die Versuchswoche 1 wurde in dieser Auswertung nicht aufgenommen, da in der Versuchswoche 1, insbesondere an den ersten Versuchstagen, die AWH nicht wesentlich zwischen den Gruppen differierte. Das gemischte Modell enthielt das Jahr, die Versuchswoche sowie die Wechselwirkung Jahr x Versuchswoche als fixen Effekt und Kuh innerhalb Rasse als zufälligen Effekt. Als kontinuierliche Ko-Variablen wurden der Laktationstag, die Energiekonzentration des Weidefutters und die ECM-Milchleistung pro Kuh und Tag in der jeweiligen Vorversuchswoche (Vorversuchswoche (Woche -1) bei der Auswertung „Versuchsbeginn“; Versuchswoche 7 bei der Auswertung „Versuchsende“) jeweils linear im Ausgangsmodell berücksichtigt. Die AWH (in RPM cm) wurde als kontinuierliche Ko-Variablen zu Beginn quadratisch in das Modell aufgenommen. Jene Ko-Variablen, die nach dem ersten Auswertungsschritt nicht signifikant waren, wurden schrittweise, beginnend mit jener Variable, welche den höchsten P-Wert zeigte, aus dem Modell genommen. Im endgültigen Modell verblieben nur jene Variablen, die einen signifikanten Effekt ($P < 0,05$) zeigten. In der Ergebnistabelle werden die LS-Mittelwerte der geprüften Variablen für die AWH 5,5 bis 7,5 cm (in 0,5 cm Schritten), die Residualstandardabweichungen sowie die P-Werte der im Modell verbliebenen Variablen angegeben (Tab. 6).

Die Liegedaten wurden ebenfalls mit dem Statistikprogramm SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) mit einem gemischten Modell (Prozedur: Mixed; fixe Effekte: Beobachtungsgruppe, Rasse; wiederholte Messung: Versuchstag für Tier innerhalb Gruppe (type=cs); Freiheitsgrad-Approximation ddfm=kr) ausgewertet. In den Ergebnistabellen werden die Least-Square-Means, die Residualstandardabweichung (s_e) sowie die P-Werte für Beobachtungsgruppe und Rasse angegeben. Signifikante Differenzen zwischen den Beobachtungsgruppen ($P < 0,05$) werden in den Ergebnistabellen mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnet.

3 Ergebnisse

3.1 Einzeltier- und Flächenleistung - Wochenblöcke

In den Tabellen 4 und 5 sind die Ergebnisse des Versuchs 1 und 2 für die Versuchsgruppen in den Wochenblöcken angeführt. In Versuch 1, in dem die AWH „kurz“ (5,5 cm, $\pm 0,50$) und „mittel“ (6,4 cm, $\pm 0,51$) verglichen wurden, zeigten sich sowohl zu Versuchsbeginn als auch zu Versuchsende signifikante AWH-Effekte auf die Einzeltier- bzw. Flächen-

leistungen. Zu Versuchsbeginn (Wochen 1–4) lag die Einzeltier-Milchleistung (24,1 bzw. 27,6 kg) in Gruppe „mittel“ signifikant ($P=0,034$) und die ECM-Einzeltierleistung (23,4 bzw. 25,8 kg) bzw. die ECM-Weidefutterleistung (20,6 bzw. 22,9 kg) tendenziell ($P=0,095$ bzw. $0,084$) über jener von Gruppe „kurz“. In der ECM-Flächenleistung (133 bzw. 109 kg/ha) sowie in der ECM-Weidefutter-Flächenleistung (117 bzw. 97 kg/ha) als auch in der errechneten Weide-Energieaufnahme (476 bzw. 396 MJ NEL/ha u. Tag) übertraf hingegen die Gruppe „kurz“ die Gruppe „mittel“ signifikant. Wie Abbildung 4 zeigt, nahm die Differenz in der Flächenleistung von Woche 1 bis 4 ab, die Wechselwirkung Gruppe x Versuchswoche war signifikant ($P<0,001$).

In Versuch 2 wurden im Jahr 2019 die AWH-Gruppen „mittel“ und „lang“ verglichen. Die durchschnittlichen AWH lagen in Gruppe „mittel“ mit 6,0 cm ($\pm 0,91$) und in Gruppe „lang“ mit 7,3 cm ($\pm 0,67$) etwas unter den laut Versuchsplan angestrebten Zielwerten von 6,5 bzw. 7,5 cm. Wie die Ergebnisse in Tabelle 4 zeigen, wurden hier in den ersten zwei Versuchsabschnitten (Wochen 1–4 bzw. 5–8) keine signifikanten Effekte auf die Einzeltierleistungen festgestellt. Die ECM-Leistungen lagen im ersten Wochenblock bei 27–28 kg und im zweiten bei 22–24 kg. Im letzten Versuchsabschnitt (Wochen 9–12), in dem die AWH in beiden Gruppen auf Grund der Trockenheit deutlich abfiel („lang“ auf 6,8 cm bzw. „mittel“ auf 5,1 cm), zeigten sich in der ECM-Weideleistung pro Kuh signifikante („lang“ 21,0 kg bzw. „mittel“ 17,3 kg) und in der ECM-Leistung pro Kuh, mit 22,9 bzw. 19,0 kg und einem P-Wert von 0,051, an der Signifikanzgrenze liegende Gruppendifferenzen.

In der ECM-Flächenleistung bzw. in der aus dem Weidefutter erzeugten ECM-Leistung lag zu Versuchsbeginn (Wochen 1–4) die Gruppe „mittel“ signifikant über Gruppe „lang“ (Tab. 4 und Abb. 4). In den weiteren zwei Versuchswochenblöcken (Wochen 5–7 und

Tabelle 4: Ergebnisse des 1. Versuchs (2018) getrennt nach Versuchswochen 1–4 bzw. 8–12 für die Versuchsgruppen „kurz“ und „mittel“ (LS-Mittelwerte)

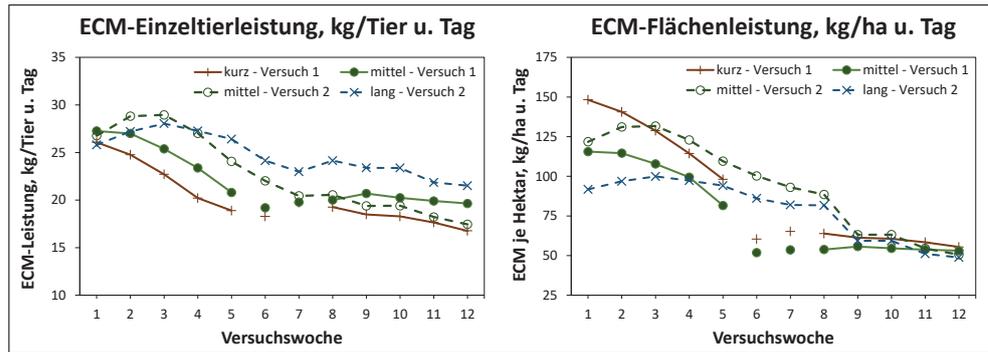
Gruppe	Einheit	Wochen 1–4		Wochen 8–12	
		„kurz“	„mittel“	„kurz“	„mittel“
Aufwuchshöhe (AWH)	cm	5,47	6,62	5,50	6,61
Weidefläche	ha/Kuh	0,18	0,24	0,30	0,37
Einzeltierleistung¹⁾					
Milch	kg/Tier u. Tag	24,1 ^b	27,6 ^a	18,3 ^B	21,1 ^A
ECM	kg/Tier u. Tag	23,4	25,8	18,1 ^B	20,1 ^A
ECM-Weidefutter ²⁾	kg/Tier u. Tag	20,6	22,9	16,0 ^B	18,0 ^A
Fett	%	3,91	3,56	4,10	3,75
Eiweiß	%	3,29	3,26	3,23	3,26
Harnstoff	mg/100 ml	25,1	24,7	35,8	33,4
Zellzahl	x1000	67,7	70,2	104,9	94,7
Lebendmasse	kg/Kuh	597	583	589	582
Tageszunahmen	g/Kuh	-1117	-957	-51	23
BCS	Punkte 1-5	3,0	2,8	2,8	2,7
Flächenleistung¹⁾					
ECM	kg/ha u. Tag	133 ^a	109 ^b	60	54
ECM-Weidefutter ²⁾	kg/ha u. Tag	117 ^a	97 ^b	53	48
Energieaufnah.-Weide ³⁾	MJ NEL/ha u. Tag	476 ^a	396 ^b	298 ^A	261 ^B

¹⁾ Unterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Gruppendifferenzen innerhalb des jeweiligen Versuchswochenblocks hin

²⁾ ECM-Milchleistung aus Weidefutter bei anteiligem Abzug der Energiezufuhr über das Kraftfutter (Leisen et al., 2013)

³⁾ Errechnete Energieaufnahme über das Weidefutter unter Berücksichtigung von: Milchleistung, Milchinhaltsstoffen, Lebendmasse, Lebendmasseveränderung, Erhaltungsbedarf + ¹⁵ % Weideaktivitätszuschlag sowie Kraftfutter-Energieaufnahme

Abbildung 4: Milchleistung (kg ECM) pro Tier bzw. pro ha im Versuchswochenverlauf in den Versuchen 1 (2018) und 2 (2019)



8–12) wurden numerische Gruppendifferenzen festgestellt. In der errechneten Energieaufnahme pro Hektar Weide lag die Gruppe „mittel“ in allen Wochenblöcken jeweils signifikant über der Gruppe „lang“.

Die ECM-Milchleistungen (kg/Kuh und Tag) der beiden Rassen (Fleckvieh bzw. kleinrahmige Holstein-Friesian Kühe) unterschieden sich in beiden Versuchen nicht signifikant voneinander, die Lebendmasse der Fleckviehtiere lag signifikant über den Holstein-Friesian Kühen. In Versuch 1 wurden bei den Fleckviehtieren im Mittel höhere Milcheiweißgehalte festgestellt.

3.2 Aufwuchshöheneffekte auf Milchleistung - Regressionsanalyse

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse der Regressionsanalysen zum Effekt der AWH auf die ECM-Einzeltier- und -Flächenleistung sowie die errechnete Weide-Energieaufnahme (je Tier bzw. je ha und Tag) sowohl für die ersten 2–4 (Weide- und Versuchsbeginn) als auch die letzten Weideversuchswochen 8–12 (Versuchsende) angeführt. In Abbildung 5 werden die Ergebnisse für die ECM-Einzeltier bzw. Flächenleistung grafisch dargestellt.

Hinsichtlich ECM-Einzeltierleistung zeigte sich für beide Weideabschnitte mit steigender AWH ein kurvilinear abflachender Verlauf, das Maximum der täglichen ECM-Einzeltierleistung wurde im Bereich von 7 bis 8 cm AWH ermittelt. Zu Versuchsbeginn (Wochen 2 bis 4) stieg die ECM-Tagesleistung von 24,7 kg pro Kuh und Tag bei einer AWH von 5,5 cm auf 27,2 kg bei einer AWH von 7,5 cm an. Auch zu Versuchsende erhöhte sich die ECM-Einzeltierleistung von 19,3 kg pro Tag bei 5,5 cm auf 21,8 kg bei 7,5 cm prozentuell ähnlich stark. In der errechneten Weidefutter-Energieaufnahme pro Kuh und Tag wurde ebenfalls ein positiver AWH-Effekt ermittelt, wobei sich im ersten Weideabschnitt ein signifikant linearer Anstieg und zu Weideende ein an der Signifikanzgrenze liegender quadratischer Effekt zeigte.

Bei der regressionsanalytischen Auswertung der ECM-Flächenleistung und der errechneten Weide-Nettoenergie-Flächenleistung wurden in beiden Weideabschnitten mit zunehmender AWH signifikant negative Effekte festgestellt. Zu Versuchsbeginn

Abbildung 5: ECM-Einzeltier- und ECM-Flächenleistungen (kg je Tag) bei unterschiedlicher Weide-Aufwuchshöhe zu Versuchsbeginn (Versuchswochen 2–4) bzw. zu Versuchsende (Versuchswochen 8–12)

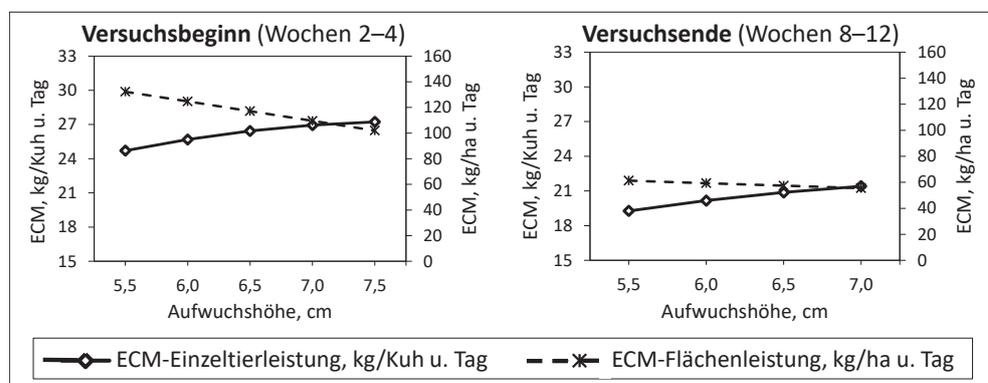


Tabelle 5: Ergebnisse des 2. Versuchs (2019) getrennt nach Versuchswochen 1 bis 4, 5 bis 7 bzw. 8 bis 12 für die Versuchsgruppen „mittel“ und „lang“ (LS-Mittelwerte)

Gruppe	Einheit	Wochen 1 bis 4		Wochen 5 bis 7		Wochen 8 bis 12	
		„mittel“	„lang“	„mittel“	„lang“	„mittel“	„lang“
Aufwuchshöhe (AWH)	cm	7,05	7,71	6,06	7,61	5,14	6,77
Weidefläche	ha/Kuh	0,22	0,28	0,22	0,28	0,31	0,39
Einzeltierleistung¹⁾							
Milch	kg/Tier u. Tag	28,6	27,6	23,2	25,2	20,1	23,2
ECM	kg/Tier u. Tag	27,9	27,1	22,2	24,5	19,0	22,9
ECM-Weidefutter ²⁾	kg/Tier u. Tag	24,9	24,4	20,1	22,4	17,3 ^b	21 ^a
Fett	%	3,88	3,86	3,76	3,79	3,83	4,02
Eiweiß	%	3,31	3,47	3,26	3,44	3,17	3,25
Harnstoff	mg/100 ml	22,1	22,9	30,0	26,1	40,1	37,4
Zellzahl	x1000	188,4	122,7	126,1	81,5	145,3	128,4
Lebendmasse	kg/Kuh	547	581	538	579	565	606
Tageszunahmen	g/Kuh	-1117	-627	513	561	872	921
BCS	Punkte 1-5	2,7	2,8	2,7	2,8	2,7	2,8
Flächenleistung¹⁾							
ECM	kg/ha u. Tag	127 ^a	96 ^b	101	87	64	60
ECM-Weidefutter ²⁾	kg/ha u. Tag	113 ^a	87 ^b	92	80	58	55
Energieaufnahme-Weide ³⁾	MJ NEL/ha u. Tag	433 ^a	374 ^b	513 ^A	442 ^B	384 ^a	340 ^b

¹⁾ Unterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Gruppendifferenzen innerhalb des jeweiligen Versuchswochenblocks hin

²⁾ ECM-Milchleistung aus Weidefutter bei anteiligem Abzug der Energiezufuhr über das Kraftfutter (Leisen et al., 2013)

³⁾ Errechnete Energieaufnahme über das Weidefutter unter Berücksichtigung von: Milchleistung, Milchinhaltstoffen, Lebendmasse, Lebendmasseveränderung, Erhaltungsbedarf + 15 % Weideaktivitätszuschlag sowie Kraftfutter-Energieaufnahme

ergab sich bei 5,5 cm AWH eine tägliche ECM-Flächenleistung von 132 kg und bei 7,5 cm errechnete sich eine ECM-Flächenleistung von 102 kg ECM/ha und Tag. Dies entspricht einer Abnahme um etwa 10 % pro Zentimeter Zunahme in der AWH. Auch die errechnete Weide-Nettoenergieaufnahme pro Hektar ging in vergleichbarem Ausmaß pro cm zunehmender AWH zurück. Zu Versuchsende, wo sowohl Einzeltier- als auch Flächenleistung generell auf niedrigerem Niveau lagen, verringerte sich die Flächenleistung zwar ebenfalls signifikant mit steigender AWH, der absolute Effekt war jedoch geringer ausgeprägt.

3.3 Einfluss der Weideumstellung und der Weideaufwuchshöhe auf das Liegeverhalten

In Tabelle 7 und 8 sind die Liegeparameter für die jeweiligen Beobachtungsperioden bzw. AWH-Gruppen in den Versuchen 1 und 2 zusammengefasst. In beiden Versuchen fällt auf, dass die tägliche Liegedauer der Kühe bei Stallhaltung signifikant über jener der Weideübergangsperiode sowie der Kurzrasen-Vollweideperiode lag. In Versuch 1 ging diese von 11,4 Stunden/Tag in der Stallphase auf 10,2 Stunden in der Weideumstellungsperiode sowie 7,2 und 8,1 Stunden pro Tag bei Vollweidehaltung in den AWH-Gruppen „kurz“ und „mittel“ zurück. In Versuch 2 waren dies 11,1 Stunden bei Stallhaltung, 9,7 Stunden in der Weideumstellungszeit und 8,5 und 9,0 Stunden in den Kurzrasen-Vollweidegruppen „mittel“ und „lang“. Wie die Ergebnisse zur Liegeperiodenanzahl pro Tag bzw. zur durchschnittlichen Liegedauer je Liegeperiode zeigen, war diese oben beschriebene zeitliche Veränderung in der täglichen Liegedauer weniger auf die Liegedauer pro Liegeperiode (73-87 Minuten/Periode) sondern auf eine geringere Anzahl an Liegeperioden pro Tag

Tabelle 6: ECM-Einzeltier- und -Flächenleistungen (kg je Tag) sowie Netto-Energieaufnahmen (MJ NEL je Tier bzw. je ha und Tag) bei unterschiedlicher Weide-Aufwuchshöhe (LS-Mittelwerte) je nach Versuchsabschnitt sowie P-Werte der Regressionsanalyse

Versuchsbeginn (Wochen 2-4)	Aufwuchshöhe (AWH), cm					s ¹⁾	P-Werte ²⁾						
	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5		Ja	Wo	Ja x Wo	Lak.T.	ECM ⁻¹	AWH I	AWH q
ECM-Einzeltierleistung ³⁾	24,7	25,7	26,4	26,9	27,2	0,99	0,039	<0,001	0,009	-	<0,001	0,010	0,027
ECM-Leistung je Hektar ³⁾	132	125	117	110	102	5,7	0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	-
NEL-Aufnahme Weide je Kuh ⁴⁾	91	94	96	99	101	4,7	0,344	0,001	0,030	-	0,041	0,120	-
NEL-Aufnahme Weide je Hektar ⁴⁾	473	453	432	411	390	21,8	0,153	0,738	0,001	-	0,041	0,005	-
Versuchsende (Wochen 8-12)													
ECM-Einzeltierleistung	19,3	20,2	20,9	21,4	21,8	0,86	0,237	<0,001	0,032	0,049	<0,001	0,004	0,019
ECM-Leistung je Hektar	61	59	57	55	54	2,9	0,744	<0,001	<0,001	0,039	<0,001	<0,001	-
NEL-Aufnahme Weide je Kuh ⁴⁾	106	109	110	111	111	6,7	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	0,052	0,073
NEL-Aufnahme Weide je Hektar ⁴⁾	339	321	302	284	265	22,5	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-

⁰⁾ Residual Standardabweichung

²⁾ P-Werte: „a“: Versuchsjahr; „Lak.T.“: Laktationstag; ECM⁻¹: ECM-Leistung eine Woche vor jeweiligem Versuchsperiodenbeginn („Vorversuchswoche bei Auswertung „Versuchsbeginn“ bzw. Versuchswoche⁷⁾ bei Auswertung „Versuchsende“);

AWH I: Aufwuchshöhe lineares Glied; AWH q: Aufwuchshöhe quadratisches Glied

³⁾ ECM: Energiekorrigierte Milchleistung; ECM-Einzeltierleistung pro Kuh und Tag bzw. ECM-Leistung je Hektar und Tag

⁴⁾ Errechnete Netto-Energieaufnahme über das Weidefutter (je Kuh und Tag bzw. je ha und Tag) unter Berücksichtigung von: Milchleistung, Milchinhaltstoffen, Lebendmasse, Lebendmasseveränderung, Erhaltungsbedarf + 15 % Weideaktivitätszuschlag sowie Kraftfutter-Energieaufnahme

zurückzuführen. Die Liegeanzahlen pro Tag gingen in Versuch 1 von 8,2 (Stall) über 7,9 (Weideumstellung) auf 5,3 und 5,6 Liegeperioden bei Vollweidehaltung (Vollweide „kurz“ bzw. „mittel“) signifikant zurück. In Versuch 2 verringerte sich die Liegeanzahl numerisch von 8,2 (Stall) auf 6,9 in der Weideumstellungszeit bzw. auf 7,1 und 6,7 bei Vollweidehaltung in der AWH-Gruppe „mittel“ und „lang“. Bei Stallhaltung waren die Phasen wo die Kühe durchgehend nicht lagen mit 4,9 (Versuch 1) bzw. 5,2 Stunden (Versuch 2) am kürzesten. Die längsten durchgehenden Nicht-Liegephasen zeigten sich in Versuch 1 in der Vollweidezeit für die AWG-Gruppe „kurz“ mit 8,5 Stunden und in Versuch 2 bei der Weideumstellung (8,1 Stunden).

Tabelle 7: Liegeparameter in den jeweiligen Beobachtungsperioden bzw. Vollweide-AWH-Gruppen in Versuch 1¹⁾²⁾

	Stall	Weide- umstellung	Vollweide „kurz“	Vollweide „mittel“	s _e	P-Werte Periode	Rasse
Tagesdatensatz (24 h)							
Liegendauer, min/Tag	683 ^a	612 ^b	431 ^d	486 ^c	59,4	< 0,001	0,267
Liegeanzahl, n/Tag	8,2 ^a	7,9 ^a	5,3 ^b	5,6 ^b	1,54	< 0,001	0,009
Liegen, min/Periode	83	78	82	87	22,1	0,503	0,027
max. Nicht-Liegen, min/ Tag ³⁾	293 ^c	404 ^b	509 ^a	432 ^b	99,3	< 0,001	0,067
Liegedauer in 2 h Blöcken, min							
0:00–1:59 Uhr	88	96	98	100	24,2	0,207	0,192
2:00–3:59 Uhr	97	105	102	106	20,6	0,210	0,927
4:00–5:59 Uhr	25 ^b	67 ^a	64 ^{ab}	59 ^b	21,0	< 0,001	0,114
6:00–7:59 Uhr	3 ^a	0 ^b	0 ^b	0 ^b	3,6	< 0,001	0,357
8:00–9:59 Uhr	53 ^a	2 ^b	0 ^b	1 ^b	15,4	< 0,001	0,134
10:00–11:59 Uhr	74 ^a	16 ^c	14 ^c	35 ^b	23,3	< 0,001	0,095
12:00–13:59 Uhr	72 ^a	45 ^b	38 ^b	45 ^b	25,2	< 0,001	0,346
14:00–15:59 Uhr	6 ^c	17 ^b	25 ^a	21 ^b	21,1	< 0,001	0,026
16:00–17:59 Uhr	39 ^a	23 ^b	0 ^c	0 ^c	15,3	< 0,001	0,996
18:00–19:59 Uhr	54 ^b	65 ^a	4 ^c	14 ^c	20,6	< 0,001	0,985
20:00–21:59 Uhr	81 ^a	84 ^a	5 ^b	7 ^b	16,4	< 0,001	0,799
22:00–23:59 Uhr	89 ^{ab}	93 ^{ab}	81 ^b	98 ^a	26,7	< 0,001	0,749

¹⁾ Unterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Differenzen ($P < 0,05$) im paarweisen Vergleich hin

²⁾ Die AWH in der Weideumstellungsphase lagen in Versuch 1 bei 4,9 cm und in der Vollweidephase in Vollweidegruppe „kurz“ bzw. „mittel“ bei 5,4 bzw. 6,6 cm

³⁾ Längste täglich gemessene durchgehende Nichtliegedauer

Wie die Tabellen 7 und 8 bzw. Abbildung 1 zeigen, war bei Stallhaltung die Liegedauer von 8:00 bis 13:59 und von 16:00 bis 19:59 Uhr signifikant höher als bei Vollweidehaltung. Nur im Zeitraum von 14:00 bis 15:59 Uhr und teilweise in den Stunden kurz vor und nach Mitternacht, lagen die Tiere bei Vollweidehaltung geringfügig länger als im Stall. Vergleicht man in Versuch 1 die Liegedauer der Vollweidetiere in AWH-Gruppe „kurz“ und „mittel“ dann lagen die Kühe bei geringerer Aufwuchshöhe von 10:00 bis 11:59 Uhr signifikant und von 12:00 bis 13:59 bzw. von 18:00 bis 19:59 Uhr numerisch weniger lang. Auch in Versuch 2 zeigten sich in diesen Stundenblöcken vergleichbare Effekte zwischen den AWH-Gruppen „mittel“ und „lang“. Demgegenüber lagen jedoch die Tiere der AWH-Gruppe „mittel“ von 14:00 bis 15:59 und von 2:00 bis 3:59 etwas länger als jene in der AWH-Gruppe „lang“.

Tabelle 8: Liegeparameter in den jeweiligen Beobachtungsperioden bzw. Vollweide-AWH-Gruppen in Versuch 2¹⁾²⁾

	Stall		Weide- umstellung		Vollweide „mittel“		Vollweide „lang“		s _e	P-Werte	
										Periode	Rasse
Tagesdatensatz (24 h)											
Liegendauer, min/Tag	667	a	582	b	512	c	538	bc	79	< 0,001	0,027
Liegeanzahl, n/Tag	8,2	a	6,9	a	7,1		6,7		1,79	0,168	0,832
Liegen, min/Periode	82		85		73		80		20,9	0,609	0,0773
max. Nicht-Liegen, min/ Tag ³⁾	311	c	486	a	395	ab	367	bc	120,4	< 0,001	0,385
Liegedauer in 2 h Blöcken, min											
0:00–1:59 Uhr	85	b	85	b	105	a	107	a	26,9	< 0,001	0,210
2:00–3:59 Uhr	97	a	90	ab	82	b	63	c	40,1	< 0,001	0,960
4:00–5:59 Uhr	49	b	63	a	63	a	71	a	27,8	0,003	0,064
6:00–7:59 Uhr	0	b	2	a	0	b	0	b	5,1	0,009	0,713
8:00–9:59 Uhr	40	a	4	b	6	b	8	b	14,2	< 0,001	0,019
10:00–11:59 Uhr	76	a	16	d	40	c	55	b	31,8	< 0,001	0,009
12:00–13:59 Uhr	70	a	28	b	22	b	29	b	24,9	< 0,001	0,003
14:00–15:59 Uhr	12	b	19	b	46	a	38	a	24,0	< 0,001	0,730
16:00–17:59 Uhr	7	b	25	a	3	b	5	b	12,7	< 0,001	0,548
18:00–19:59 Uhr	62	a	67	a	8	c	21	b	20,8	< 0,001	0,725
20:00–21:59 Uhr	83	b	94	a	27	c	27	c	22,9	< 0,001	0,120
22:00–23:59 Uhr	85	b	89	b	109	a	113	a	18,2	< 0,001	0,483

¹⁾ Unterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Differenzen ($P < 0,05$) im paarweisen Vergleich hin

²⁾ Die AWH in der Weideumstellungsphase lagen in Versuch 2 bei 5,2 cm und in der Vollweidephase in Vollweidegruppe „mittel“ bzw. „lang“ bei 6,1 bzw. 7,6 cm

³⁾ Längste tägliche durchgehende Nichtliegedauer in Minuten/Tag

4 Diskussion

4.1 Einzeltier- und Flächenleistung

Die vorliegenden Untersuchungen wurden auf einem biologisch bewirtschafteten Grünlandstandort im Berggebiet Österreichs auf einer Seehöhe von 680 m durchgeführt. Die Zusammensetzung des Dauergrünland-Pflanzenbestandes weist auf einen alpinen Standort mit gutem Weidepotenzial hin. Wie in den Arbeiten von PULIDO und LEAVER (2001) sowie STEINWIDDER et al. (2019a,b) zeigten sich im jungen Vegetationsstadium in den chemisch analysierten Nährstoff- und Energiegehalten der Kurzrasenweide-Futterproben nur bedingt Unterschiede zwischen den AWH-Gruppen des jeweiligen Versuchs. In der vorliegenden Arbeit lag der Energiegehalt je kg Trockenmasse im Mittel im Bereich von 6,4 bis 6,6 MJ NEL und der Rohproteingehalt bei 21 bis 22 %, dies deckt sich mit Ergebnissen von Weidefutterproben aus Kurzrasenweide-Gunstandorten in Österreich (STARZ et al., 2019; STEINWIDDER et al., 2019b). Bei geringer Wuchshöhe bzw. teilweise unter trockenen Witterungsbedingungen lagen die Energie- und XP-Konzentrationen numerisch etwas tiefer und die Strukturkohlenhydratgehalte höher. Wie Untersuchungen von PULIDO und LEAVER (2001) zum Nährstoffgehalt von Kurzrasen-Weidefutterproben zeigen, weisen im Mittel Pflanzenteile, die näher am Boden sind, höhere Strukturkohlenhydratgehalte und geringere Energie- und XP-Gehalte als die restlichen oberirdischen Pflanzenteile auf. Daher muss bei sehr geringer AWH und auch auf Weide-Erweiterungs-

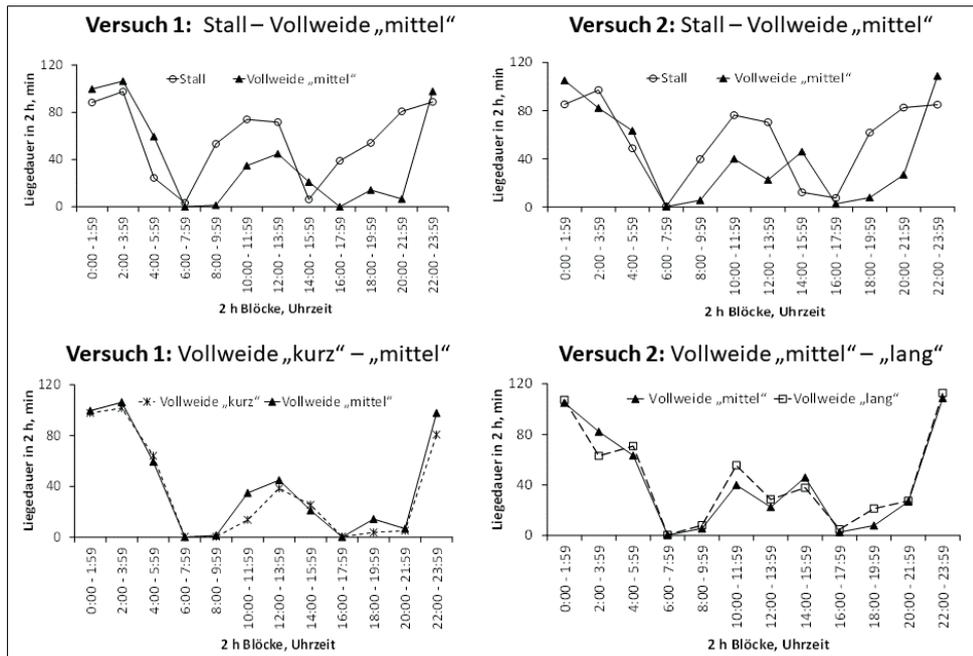


Abbildung 6: Liegedauer im Tagesverlauf für ausgewählte Beobachtungsperioden bzw. Vollweide-AWH-Gruppen in Versuch 1 und 2 (Liegedauer in Minuten in den jeweiligen 2 Stundenblöcken)

flächen, unmittelbar nach einer Schnittnutzung, mit geringerer Futterqualität gerechnet werden. Obwohl bei der Gruppeneinteilung die energiekorrigierte Milchleistung (ECM), der Laktationstag, die Laktationszahl sowie die Rasse berücksichtigt wurden, muss die begrenzte Datenbasis bei der Diskussion der Ergebnisse sowie den Schlussfolgerungen miteinbezogen werden. Hinsichtlich Einzeltier-Milchleistung wurden in beiden Versuchen signifikante AWH-Effekte festgestellt, bei geringer AWH (unter etwa 6 cm) ging die Einzeltierleistung zurück, die Gehalte an Milchinhaltsstoffen variierten demgegenüber nicht signifikant zwischen den jeweiligen AWH-Gruppen. Bei gemeinsamer regressionsanalytischer Auswertung der Daten beider Versuche zeigte sich sowohl zu Weidebeginn (Wochen 2–4) als auch zu Weideversuchsende (Wochen 8–12) bei etwa 7 cm AWH ein Maximum in der Einzeltier-Milchleistung. Auch die errechnete Nettoenergieaufnahme aus dem Weidefutter stieg pro Einzeltier mit zunehmender AWH an. In vergleichbaren Versuchen mit Milchkühen, wo die Aufwuchshöhen ebenfalls mit dem Rising Plate Pasture Meter erhoben wurden, zeigten sich bei ROOK et al. (1994) bis 8 cm AWH ein Anstieg der Weidefutteraufnahme pro Tier und Tag und bei GIBB et al. (2008) bei 7 cm AWH die höchste tägliche Aufnahme pro Einzeltier an organischer Masse aus dem Weidefutter. PULIDO und LEAVER (2001) führten zwei sechswöchige Untersuchungen durch, wobei in Experiment 1 Einzeltiermilchleistung und Weidefutteraufnahme von 4,5 über 6,0 auf 8,9 cm AWH signifikant anstiegen. In Experiment 2 lag die Weidefutteraufnahme bei 7,7 cm AWH im Vergleich zu 4,3 cm ebenfalls signifikant höher, in den Milchleistungen wurden jedoch keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Die Autoren stellten mit steigender Kraftfutterergänzung einen Rückgang der Weidefutteraufnahme und mit zunehmendem Milchleistungsniveau der Versuchskühe (vor Versuchsbeginn) eine höhere tägliche Weidefutteraufnahme fest. Die Wiederkauzeiten gingen in beiden Experimenten mit abnehmender AWH zurück, die Zeiten, welche die Kühe für das Gras aufwendeten nahmen deutlich zu. Da die tägliche Bissanzahl, die Trockenmassemenge pro Bissen sowie die Grasedauer bei Rindern begrenzt sind, können geringe AWH (sehr hoher Tierbesatz auf Kurzrasenweiden) zu einem Rückgang der Weidefutteraufnahme und damit auch zu eingeschränkten Einzeltierleistungen führen (LACA et al., 1992; ROOK et al., 1994; GIBB et al., 1997; TAWHEEL et al., 2004). STEINWIDDER et al. (2018) verglichen am selben Versuchsstandort wie in der vorliegenden Arbeit die Flächen- und Einzeltierleistungen von Milchkühen bei Vollweidehaltung bzw. Silagefütterung. In dieser Untersuchung fiel die Milchleistung der Vollweidekühe etwa 3-4 Wochen nach Vollweidebeginn

unter jene der Silagegruppen ab, obwohl die Energie- und Rohproteinkonzentration im Kurzrasen-Weidefutter deutlich über jener der Silagegruppen lag. Die Autoren führten als mögliche Ursache dafür ebenfalls die im Mittel geringe Kurzrasen-AWH von 5,3 (\pm 0,81) cm und die damit möglicherweise verbundene eingeschränkte Weidefutteraufnahme an. Im ersten Versuchsjahr, in dem die AWH ab Mitte Mai am tiefsten lag, war die Milchleistungspersistenz am geringsten, d. h. die Milchleistung fiel im Vergleich zur Silagefütterung am stärksten ab. Auch in der Ochsenmast stellten STEINWIDDER et al. (2019b) bei geringer Kurzrasen-AWH mit Jungochsen signifikant geringere Tageszunahmen pro Tier fest (0,73 kg bei 4,8 cm, 1,06 kg bei 6,4 cm bzw. 1,12 kg bei 7,9 cm AWH). In der zweiten Weideperiode (schwerere Ochsen), in der das Tageszunahmen-Niveau tiefer lag, stiegen die Tageszunahmen von 0,81 kg bei 5 cm AWH auf 0,99 kg bei 6,8 cm AWH) und fielen bei sehr hoher AWH (8,4 cm) wieder auf 0,87 kg ab. In Schweden mästeten SPÖRNDLY et al. (2000) Ochsen bei einer Kurzrasenweide-AWH von 4,7, 6,8 bzw. 11,1 cm (gemessen mit der Zollstabmethode). Die Tageszunahmen lagen bei geringer AWH mit 0,43 kg signifikant tiefer wie in den beiden anderen AWH-Gruppen (0,77 bzw. 0,83 kg). Bei Kurzrasenweide ist jedoch zu beachten, dass mit steigender AWH mit einer Zunahme der Heterogenität im Pflanzenbestand und einer damit verbundenen stärkeren Futterselektion gerechnet werden muss, wodurch speziell bei längeren Weideperioden Pflegemaßnahmen notwendig werden. Durch die Selektion steigen die Futterverluste an und der Anteil des vom Tier aufgenommenen Futters geht – im Verhältnis zum Neuzuwachs – zurück, wodurch die Flächenproduktivität sinken kann (STEINWIDDER und STARZ, 2015; STEINWIDDER et al., 2019b). Darüber hinaus kann es bei zu geringem Weidedruck auch zu unerwünschten Veränderungen in der Pflanzenbestandsdichte und -zusammensetzung bzw. im Wuchsverhalten der Pflanzen kommen (CARVALHO, 2013). In der Untersuchung von STEINWIDDER et al. (2019b) erzielten die Ochsenmast-Gruppen mit den höchsten täglichen Zunahmen nicht die höchste Lebendgewichts-Flächenleistung. Hinsichtlich Flächenproduktivität lag im Weideochsenversuch die optimale Weide-AWH im Bereich von 5,6–6,6 cm und hinsichtlich Einzeltierleistung im Bereich von 6,6–7,8 cm (STEINWIDDER et al., 2019b). In weiteren Versuchen mit Weidemastrindern (BERANGER und MICOL, 1981; DUFRASNE et al., 1995) und auch mit Milchkühen (KIBON und HOLMES, 1987; PULIDO und LEAVER, 2001; MCCARTHY et al., 2011; PEYRAUD und DELAGARDE, 2013) zeigte sich bei hohem Flächen- und Futterangebot bzw. bei Maximierung der Einzeltierleistung ebenfalls ein Rückgang der Flächenleistung bei weidebasierten Fütterungssystemen. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit, wo in beiden Versuchen die errechnete Weide-Nettoenergieaufnahme pro Hektar signifikant mit steigender AWH sank und auch die ECM-Flächenleistung zu Weidebeginn signifikant und im weiteren Versuchsverlauf numerisch zurückging. Bei gemeinsamer regressionsanalytischer Auswertung der Daten beider Versuche zeigten sich hinsichtlich ECM-Flächenleistung und errechneter Weide-Nettoenergie-Flächenleistung in beiden geprüften Weideabschnitten (Weidewochen 2–4 bzw. Weidewochen 8–12) mit zunehmender AWH signifikant negative Effekte. Zu Weidebeginn wurde bei 5,5 cm AWH eine ECM-Flächenleistung von 132 kg und bei 7,5 cm eine ECM-Flächenleistung von 102 kg ECM/ha und Tag errechnet. Dies entspricht einer Abnahme in der ECM-Flächenleistung um etwa 15 kg ECM/ha bei Zunahme der AWH um 1 cm. Auch die errechnete Weidefutteraufnahme pro Hektar stieg in vergleichbarem Ausmaß (8-10 % pro 1 cm Zunahme AWH-Abnahme) an. Zu Versuchsende, wo die Einzeltier- und Flächenleistungen generell auf niedrigerem Niveau lagen, waren die AWH-Effekte auf die Flächenleistung zwar ebenfalls signifikant, jedoch absolut gesehen (etwa \pm 4 kg ECM/ha je 1 cm AWH-Schwankung) deutlich geringer ausgeprägt. Eine Erklärung dafür könnte die anteilige Zunahme des Energie-Erhaltungsbedarfs am Gesamtenergiebedarf bei abnehmender Einzeltierleistung liefern. Mehr Tiere pro Hektar können zwar zu einer höheren Weidefutteraufnahme führen, gleichzeitig nimmt aber dabei auch der Erhaltungsbedarf pro Hektar zu. Wenn der zunehmende Erhaltungsbedarf die zusätzliche Weide-Energieaufnahme überschreitet, muss daher bei sehr hohem Tierbesatz mit einem Rückgang der Flächenleistung gerechnet werden. Dies konnten STEINWIDDER et al.

(2019b) in einem Projekt mit Mastochsen auch beobachten. Im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit reduzierte sich die Flächenleistung bei Unterschreitung einer AWH von etwa 6,0 cm (Mastbeginn) bzw. 5,5 cm (Mastende). Wie in der extensiven Rindermast üblich, lag bei den Mastochsen der Energie-Erhaltungsbedarfsanteil am Gesamtenergiebedarf deutlich höher als in den vorliegenden Milchviehversuchen. Weiters muss in diesem Zusammenhang auch die Weide-Versuchsdauer beachtet werden, denn möglicherweise auftretende Übernutzungseffekte (Schädigungen des Bodens und Pflanzenbestandes, höhere Empfindlichkeit hinsichtlich Trockenheiten etc.) zeigen sich in Versuchen mit kurzer Periodendauer nicht oder nur in abgeschwächter Form. Es könnte darüber hinaus aber auch die Jahreszeit bzw. die Pflanzenbestandszusammensetzung (z.B. Stängel-/Blattverhältnis) zu unterschiedlichen AWH-Effekten hinsichtlich Flächenleistung führen. Im Gegensatz zum Weidebeginn nimmt der Stängelanteil bei vergleichbarer Aufwuchshöhe etwa 4-6 Wochen nach Weidebeginn zu und sinkt dementsprechend die Verdaulichkeit des aufgenommenen Futters (STEINWIDDER und STARZ, 2015). Zusätzlich könnte das stängelreichere kurze Weidefutter auch die Weidefutteraufnahme (Futtermenge pro Bissen, Bissen pro Stunde) negativ beeinflusst haben. In diese Richtung deuten auch Ergebnisse von TAWHEEL et al. (2004) und CARVALHO (2013) hin, wo bei geringe AWH Veränderungen im Tierverhalten (Rückgang der Wiederkau- und Ruhezeitzeit, Zunahme der Grasedauer etc.) bzw. ein Rückgang der Nährstoffversorgung festgestellt wurden. Obwohl in der vorliegenden Arbeit die Flächeneffizienz bei einer AWH unter etwa 5,5 cm noch nicht abfiel, sollten daher sehr hohe Tierbesätze und damit verbundene geringe AWH (unter etwa 6 cm) nach Möglichkeit vermieden werden.

4.2 Einfluss der Weidehaltung und der Aufwuchshöhe auf das Liegeverhalten

Die in Versuch 1 und 2 in der Stallphase festgestellten täglichen Liegezeiten (11,4 bzw. 11,1 h) sowie die mittlere Dauer (83 bzw. 82 min) und Anzahl der Liegeperioden (jeweils 8,2), lagen im Bereich der dafür in der Literatur für gesunde Milchkühe und bei tiergemäßen Laufstallbedingungen angegebenen Werte (BEWLEY et al., 2010; DEMING et al., 2013; ITO et al., 2009; MASELYNE et al., 2017). Bei der Interpretation von Liegedaten sind jedoch – zusätzlich zu den Management-, Umwelt-, Haltungs- und Tiergesundheitsbedingungen – auch die Einflüsse des Laktationsstadiums und der Milchleistung auf die Liegedauer zu beachten. Im Laktationsverlauf bzw. bei sinkender Milchleistung wird von einer Zunahme der täglichen Liegedauer berichtet (BEWLEY et al., 2010; CHAPLIN und MUNKSGAARD, 2001; DEVRIES ET AL., 2011; ITO et al., 2009; MASELYNE et al., 2017). Nach BEWLEY et al. (2010) dürften höherleistende Kühe zu Laktationsbeginn, zur angestrebten Deckung des Energiebedarfs, mehr Zeit zum Fressen und weniger zum Liegen aufwenden. Dies deckt sich auch mit Ergebnissen von MASELYNE et al. (2017), wo die Liegedauer von Laktationstag 1 bis 30 zurückging und danach im Laktationsverlauf – vergleichbar mit üblichen Lebendmasse-Verlaufskurven – wieder anstieg. Bei der Interpretation der vorliegenden Ergebnisse ist dies zu berücksichtigen, da die Erhebungen in allen Perioden bei den gleichen Kühen (Stall, Weideumstellung, Vollweide) jedoch zu unterschiedlichen Laktationsstadien bzw. bei unterschiedlichen Milchleistungsniveaus durchgeführt wurden. In der Stallperiode lag die Milchleistung in beiden Versuchen bei durchschnittlich etwa 26 kg ECM und befanden sich die Tiere am Beginn des 4. Laktationsmonats (101. bzw. 96. Laktationstag in Versuch 1 bzw. 2), in der unmittelbar anschließenden Weide-Umstellungsperiode wurde eine vergleichbare Milchleistung festgestellt (26,4 bzw. 27,9 kg ECM in Versuch 1 bzw. 2). In den Vollweide-Erhebungsphasen, wo sich die Kühe bereits etwa Mitte der Laktation befanden (175 bzw. 149 Laktationstag) wurde eine geringere Milchleistung ermittelt. Die ECM-Leistungen lagen je nach Versuch und AWH-Gruppe in Versuch 1 bei 17,8–19,8 kg und in Versuch 2 bei 20,1–23,0 kg. Trotz zunehmendem Laktationstag und abnehmender Milchleistung verringerten die Kühe in beiden Versuchen bei Kurzrasen-Vollweidehaltung, im Vergleich zur vorangegangenen Stallperiode, die tägliche Liegedauer signifikant um 19–37 %. Vor

allem in Versuch 1, wo in der Vollweidezeit die AWH-Gruppen „kurz“ und „mittel“ geprüft wurden, betrug die Liegedauer nur 7,2 bzw. 8,1 Stunden pro Tag. In Versuch 2 wurde in den AWH-Gruppen „mittel“ bzw. „lang“ eine Liegedauer von 8,5 bzw. 9,0 Stunden ermittelt. In beiden Versuchen schränkten die Kühe bei Vollweidehaltung insbesondere die Anzahl der Liegeperioden ein, die durchschnittliche Liegedauer je Periode variierte mit Werten zwischen 73 und 87 Minuten nicht signifikant zwischen den Beobachtungsperioden bzw. AWH-Gruppen. Im Vergleich zu zahlreichen Literaturangaben, wo bei Weidekühen mittlere tägliche Liegezeiten zwischen 9 und 11 Stunden festgestellt wurden (BEGGS et al., 2018; HETTI ARACHCHIGE et al., 2013; KROHN und MUNKSGAARD, 1993; OLMOS et al. 2009; THOMPSON et al., 2019), sind die in der vorliegenden Arbeit erhobenen Daten, besonders in der Vollweide-AWH-Gruppe „kurz“ (AWH 5,4 cm), mit einer täglichen Liegedauer von 7,2 Stunden, als gering einzustufen. Vergleichbar eingeschränkte tägliche Liegezeiten wurden von SEPULVEDA-VARAS et al. (2014) bei erstlaktierenden (7,5 h) bzw. höherlaktierenden Milchkühen (8,5 h) festgestellt, jedoch befanden sich die Kühe in dieser Untersuchung zu Laktationsbeginn. In der vorliegenden Arbeit zeigte sich, dass vor allem nach den Hauptfressphasen, die an die zweimal täglichen Melkungen angeschlossen, die Liegezeiten bei Stallhaltung im Tagesverlauf rascher anstiegen als bei Vollweidehaltung, wobei auch hier die Tiere der AWH-Gruppe „kurz“ (Versuch 1) am deutlichsten abfielen. Nach FREGONESI et al. (2007) ist bei laktierenden Kühen im Liegeverhalten ein ausgeprägtes tageszeitliches Muster gegeben, welches sich umgekehrt zum Futteraufnahmeverhalten verhält. Neben dem bei Weidehaltung üblicherweise höheren zeitlichen Aufwand für die Fortbewegung (Weideeintritt und -austritt, Futtersuche etc.) und den Effekten der stärker wechselnden Umwelteinflüsse auf das Liegen, dürfte auch der vermehrte Zeitaufwand für die Weidefutteraufnahme zu Einschränkungen im Liegeverhalten geführt haben. Dies deckt sich auch mit Ergebnissen von DOHME-MEIER et al. (2014), wo Weidekühe im Vergleich zu einer Stall-Grünfütterungsgruppe signifikant mehr Zeit zum Fressen und Gehen sowie weniger Zeit zum Stehen, Wiederkauen und Liegen aufwendeten, obwohl trotzdem die Grünfütter-TM-Aufnahme bei Weidehaltung unter jener der Stallgruppe lag. Im Vergleich zur vorliegenden Arbeit war in der Schweizer Untersuchung jedoch die Liegedauer der Weidekühe auf einem höheren Niveau und waren auch die Differenzen zwischen der Weide- und Stallgruppe, mit 9,7 bzw. 10,3 Stunden, weniger stark ausgeprägt. Erklärungen dafür liefert der bei DOHME-MEIER et al. (2014) deutlich höhere Ergänzungsfütterungsanteil (5,1 kg TM Kraftfutter/Tier u. Tag), die nahezu ausgeglichene Energiebilanz der Weidetiere sowie das angewandte Koppelweidesystem und die damit verbundene höhere mittlere Weide-Aufwuchshöhe. Wie im ersten Teil der vorliegenden Arbeit bzw. bei STEINWIDDER et al. (2020) festgestellt wurde, führte eine abnehmender AWH bei Kurzrasen-Vollweidehaltung und geringer Ergänzungsfütterung (1,4 kg TM Kraftfutter/Tier u. Tag) zu einem signifikanten Rückgang der Einzeltier-Milchleistungen sowie der errechneten Weidefutteraufnahme und Tageszunahmen. Da sich die Weidefutterqualität auch bei geringer Aufwuchshöhe auf hohem Niveau befand, dürften die beschriebenen AWH-Effekte auf zunehmende Restriktionen in der Weide-Trockenmasseaufnahme bei sinkender AWH zurückzuführen sein, was sich auch mit den Ergebnissen von PULIDO und LEAVER (2001) deckt. Obwohl Versuche grundsätzlich auf eine höhere Priorisierung des Liegeverhaltens im Vergleich zum Futteraufnahme und Sozialverhalten hinweisen (MUNKSGAARD et al., 2005), kann sich bei Weidekühen der zumeist höhere Aktivitätszeitaufwand (BEGGS et al. 2018; SEPULVEDA-VARAS et al., 2014) stärker als bei Stallhaltung auch auf die Liegedauer negativ auswirken. Im Gegensatz zur Stallhaltung, wo Rinder bei zeitlichen Fress- und Liegerestriktionen durch Erhöhung der Fressgeschwindigkeit (und damit kürzeren Fresszeiten) die Futteraufnahme und Liegedauer zumindest teilweise stabilisieren können (MUNKSGAARD et al., 2005), dürfte diese Kompensationsmöglichkeit, insbesondere unter restriktiven Weidesituationen (geringes Weidefutterangebot, hoher sonstiger Weideaktivitätszeitaufwand etc.), begrenzt sein. Ob die in der vorliegenden Arbeit bei Kurzrasen-Vollweidehaltung festgestellten eingeschränkten Liegezeiten, vor allem in Versuch 1 (AWH „kurz“ 7,2 bzw. „mittel“ 8,1 Stunden pro Tag), bereits ein Hinweis auf

verringertes Tierwohl sind, kann aus den vorliegenden Daten und ergänzenden Angaben der Literatur nicht beantwortet werden. COOPER et al. (2007) leiten aus Verhaltensänderungen bei Kühen, welche durchgängig und wiederholt über bis zu 4 Stunden pro Tag durch Begrenzung des Platzangebots zum Stehen gezwungen bzw. am Liegen gehindert wurden, negative Tierwohl-Auswirkungen ab. In einer Untersuchung von CROSSLEY et al. (2019b) zeigten Kühe bei geringem Weidefutterangebot und hohem Weidedruck beim Fressen vermehrt aggressives Verhalten, was für die Autoren ein Hinweis auf eingeschränktes Tierwohl sein könnte. In der vorliegenden Studie fanden demgegenüber die Tiere auch bei Vollweidehaltung etwa 19 Stunden pro Tag potenziell geeignete Liegemöglichkeit vor und wurden die Kühe weder über längere Zeiträume zum Stehen noch zum Grasens auf begrenztem Raum gezwungen. Im Vergleich zur Stallperiode reduzierten jedoch die Vollweidetiere die tägliche Liegedauer signifikant um 19-37 %, wobei dieser Effekt bei geringer Kurzrasen-AWH am stärksten ausgeprägt war. Die Tiere der Vollweidegruppe „kurz“ zeigten, neben der geringsten täglichen Liegedauer, auch die im Mittel längsten durchgehenden „Nichtliegephasen“ (8,5 Stunden pro Tag). STEINWIDDER et al. (2020) stellten bei den Tieren dieser Gruppe auch eine geringere Energieversorgung und Milchleistung fest, wobei jedoch die Milch-Flächenleistung bei hohem Weidedruck und abnehmender Weide-Aufwuchshöhe, auf Grund der besseren Weidefutternutzung, noch zunahm. Obwohl ein hoher Weidedruck bzw. eine geringe Weideaufwuchshöhe zu einer hohen Flächenleistung beitragen können, dürfen dabei mögliche negative Auswirkungen auf die Tiere nicht außer Acht gelassen werden.

4 Schlussfolgerungen

Die AWH bei Kurzrasenweidehaltung beeinflusst sowohl die Einzeltier- als auch die Flächenleistung entscheidend, wobei im vorliegenden Versuch das jeweilige Leistungsmaximum nicht bei vergleichbarer AWH erreicht wurde.

Hinsichtlich ECM-Einzeltierleistung bzw. Weide-Energieaufnahme pro Tier und Tag lag unter den gegebenen Versuchsbedingungen das Optimum der Kurzrasen-AWH bei etwa 7,0-7,5 cm.

Mit sinkender AWH stiegen die ECM-Flächenleistung und die Weide-Energieaufnahme pro Hektar und Tag linear an, wobei diese Zusammenhänge zu Weidebeginn deutlicher ausgeprägt waren als zu Weideversuchsende.

Mit zunehmender Aufwuchshöhe nehmen bei Kurzrasenweidehaltung die Futtermittelverluste zu, die Homogenität des Pflanzenbestandes ab und die Notwendigkeit von Weidepflegemaßnahmen zu. Daher sollte man sich bei hinsichtlich anzustrebender Aufwuchshöhe jeweils am unteren Grenzwert der angegebenen Aufwuchshöhenbereiche orientieren und darüber hinaus die Entwicklung des Pflanzenbestandes zumindest wöchentlich kontrollieren.

Im Vergleich zur Stallhaltung reduzierten die Milchkühe bei der Weideumstellung und in der Kurzrasen-Vollweideperiode jedoch die tägliche Liegedauer, die Differenzen nahmen bei sinkender Weide-Aufwuchshöhe in der Vollweideperiode zu. In der Literatur wird bei Rindern in Stallhaltungssystemen von einer gewissen Priorisierung des Liegeverhaltens gegenüber dem Fressverhalten berichtet, bei Weidehaltung könnten sich diesbezüglich jedoch Abweichungen ergeben.

Bei abnehmender Weide-Aufwuchshöhe, erhöhtem Zeitbedarf für Weideaktivitäten (Weidegang, Futtersuche, Weidefutteraufnahme, Wartezeiten etc.) und zunehmender energetischer Unterversorgung muss mit zunehmenden Restriktionen in der täglichen Liegezeit und tageszeitlichen Verschiebungen der Liegeperioden gerechnet werden.

Im Vergleich zu Literaturangaben, wo bei Weidekühen häufig von täglichen Liegezeiten zwischen 9 und 11 Stunden berichtet wird, sind die in der vorliegenden Arbeit festgestellten täglichen Liegezeiten – speziell in Vollweide-AWH-Gruppe „kurz“ mit

7,2 Stunden – als gering einzustufen.

Obwohl aus den vorliegenden Daten keine Rückschlüsse auf eingeschränktes Tierwohl gezogen werden können, sollten im Tier- und Weidemanagement Maßnahmen angewandt werden, welche den Milchkühen ausreichend Zeit zum Liegen ermöglichen. Dazu zählen geringe Warte- und Stehzeiten, möglichst kurze Weide-Wegstrecken, eine hohe Weidefuttermenge, -Schmackhaftigkeit und -Aufwuchshöhe, weideangepasste Einzeltier-Milchleistungen sowie bei Bedarf eine leistungsangepasste Ergänzungsfütterung. Auf Grund der begrenzten Datenlage werden weiterführenden Untersuchungen zu den Einflussfaktoren auf das Liegeverhalten von Vollweide-Milchkühen sowie zum „Mindestliegebedarf“ angeregt.

5 Literatur

ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten) (1983): Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen, Wien.

BACH, A., N. VALLS, A. SOLANS and T. TORRENT (2008): Associations between non dietary factors and dairy herd performance. *J. Dairy Sci.* 91, 3259–3267.

BEGGS, D.S., E.C. JONGMAN, P.E. HEMSWORTH and A.D. FISHER (2018): Implications of prolonged milking time on time budgets and lying behavior of cows in large pasture-based dairy herds. *J. Dairy Sci.* 101, 10391–10397.

BERANGER, C. et D. MICOL (1981): Utilisation de l'herbe par les bovins au pâturage: importance du chargement et du mode d'exploitation, *Fourrages* 85, 73–93.

BEWLEY J.M., R.E. BOYCE, J. HOCKIN, L. MUNKSGAARD, S.D. EICHER, M.E. EINSTEIN and M.M. SCHUTZ (2010): Influence of milk yield, stage of lactation, and body condition on dairy cattle lying behaviour measured using an automated activity monitoring sensor. *Journal of Dairy Research* 77, 1–6.

CARVALHO, P.C.F. (2013): Harry Stobbs Memorial Lecture: Can grazing behavior support innovations in grassland management? *Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales* 1, 137–155.

CHAPLIN, S. and L. MUNKSGAARD (2001): Evaluation of a simple method for assessment of rising behaviour in tethered dairy cows. *Anim. Sci.* 72, 191–197.

COOPER, M.D., D.R. ARNEY und C.J.C. PHILLIPS (2007): Two- or four-hour lying deprivation on the behavior of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90, 1149–1158.

COOPER M.D., D.R. ARNEY and C.J.C. PHILLIPS (2008): The effect of temporary deprivation of lying and feeding on the behaviour and production of lactating dairy cows. *Animal* 2, 275–283.

CROSSLEY, R.E., E. KENNEDY, I.J.M. DE BOER, E. BOKKERS and M. CONNEELY (2019a): Monitoring standing and lying behaviour of dairy cows at pasture under different grazing management plans. . Proceedings 9th Conference on Precision Livestock Farming (ECPLF) in Cork, Ireland 26–29 Aug. 2019, 827-830.

- CROSSLEY, R.E., E. KENNEDY, I.J.M. DE BOER, E. BOKKERS and M. CONNEELY (2019b):** Do grazing management practices influence the behaviour of dairy cows at pasture? Proceedings 53rd Congress of the International Society for Applied Ethology (ISAE), Bergen, 5-8 Aug. 2019, S 111.
- DEVRIES, T.J., J.A. DEMING, J. RODENBURG, G. SEGUIN, K.E. LESLIE and H.W. BARKEMA (2011):** Association of standing and lying behavior patterns and incidence of intramammary infection in dairy cows milked with an automatic milking system. *J. Dairy Sci.*, 94, 3845–3855.
- DEMING, J., R. BERGERON, K. LESLIE and T. DEVRIES (2013):** Associations of housing, management, milking activity, and standing and lying behavior of dairy cows milked in automatic systems. *Journal of Dairy Science* 96, 344–351.
- DIRKSEN, N., L. GYGAX, I. TRAUlsen, und J.-B. BURLA (2018):** Liegeverhalten von Milchkühen in Abhängigkeit ihrer Körpergröße und den Abmessungen der Liegeboxen. DVG-Tagung, Freiburg im Breisgau, KTBL.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft) (1997):** DLG-Futterwerttabellen. Wiederkäuer. DLG Verlag Frankfurt. 210 S.
- DOHME-MEIER F., L.D.KAUFMANN, S. GÖRS, P. JUNGHANS, C.C. METGES H.A.VAN-DORLAND, R.M. BRUCKMAIER and A.MÜNGER (2014):** Comparison of energy expenditure, eating pattern and physical activity of grazing and zero-grazing dairy cows at different time points during lactation. *LivestockScience162*, 86–96.
- DUFRASNE, I., M. GIELEN, P. LIRNBOURG, C. BRUNDSEAUX et L. ISTASSE (1995):** En Belgique, diverses modalités de pâturage pour des taurillons avant finition à l'auge. *Fourrages* 141, 75–90.
- EILERS, U. (2007):** Liegeboxenmasse: Kompromissformel für Komfort. <https://www.bing.com/search?q=eilers%2C+u.+%282007%29%3A+liegeboxenmasse%3A+kompromissformel+fur+komfort.&form=EDGTCT&q=PF&cvid=45b1a6f1f06743a09ae570f6a9286b17&refid=135c9a9a83e140e4a48f89222b57eb86&cc=AT&setlang=de-DE&DAFO=1&plvar=0; besucht 17.04.2020>
- ENDRES, M.I. und A.E. BARBERG (2007):** Behavior of Dairy Cows in an Alternative Bedded-Pack Housing System. *J. Dairy Sci.* 90, 4192–4200.
- FAYED, R.H. (1997):** Effect of housing systems on behaviour and lameness in dairy cows. *Veterinary Medical Journal* 45, 101–110.
- FERGUSON J.O, D.T. GALLIGAN and N. THOMSEN (1994):** Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 77, 2695–2703.
- FISHER, A.D., G.A.VERKERK , C.J. MORROW und L.R. MATTHEWS (2002):** The effects of feed restriction and lying deprivation on pituitary-adrenal axis regulation in lactating cows. *Livest. Prod. Sci.* 73, 255–263.
- FREGONESI, J.A., C.B. TUCKER und D.M. WEARY (2007):** Overstocking reduces lying time in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90, 3349–3354.

- GEKARA, J., E.C. PRIGGE, W.B. BRYAN, M. SCHETTINI, E.L. NESTOR and E.C. TOWNSEND** (2001): Influence of pasture sward height and concentrate supplementation on intake, digestibility, and grazing time of lactating beef cows. *J. Anim. Sci.* 79, 745–752.
- GFE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen)** (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG Verlag Frankfurt. 136 S.
- GIBB, M.J., C.A. HUCKLEY, R. NUTHALL and A.J. ROOK** (1997): Effect of sward surface height on intake and grazing behaviour by lactating Holstein Friesian cows. *Grass and Forage Sci.* 37, 309–321.
- HENDRIKS, S.J., C.V.C. PHYN, S.-A. TURNER, K.R. MUELLER, B. KUHN-SHERLOCK, D.J. DONAGHY, J.M. HUZZEY and J.R. ROCHE** (2019): Effect of weather on activity and lying behaviour in clinically healthy grazing dairy cows during the transition period. *Animal Production Science* 60, 148–153.
- HETTI ARACHCHIGE, A.D., A.D. FISHER, M.J. AULDIST, W.J. WALES and E.C. JONGMAN** (2013): Effects of different systems of feeding supplements on time budgets of cows grazing restricted pasture allowances. *Applied Animal Behaviour Science* 148, 13–20.
- ITO, K., D.M. WEARY and M.A.G. VON KEYSERLINGK** (2009): Lying behavior: Assessing within- and between-herd variation in free-stall-housed dairy cows. *Journal of Dairy Science* 92, 4412–4420.
- JANS F. und J. KESSLER** (1999): Fütterungsempfehlungen für die Milchkühe. Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale Zollikofen. Switzerland: Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere, 39-50.
- JUAREZ, S.T., P.H. ROBINSON, E.J. DEPETERS and E.O. PRICE** (2003): Impact of lameness on behaviour and productivity of lactating Holstein cows. *Applied Animal Behaviour Science* 83, 1–14.
- KIBON, A. and W. HOLMES** (1987): The effect of height of pasture and concentrate composition on dairy cows grazed on continuously stocked pastures. *The Journal of Agricultural Science* 109, 293–301.
- KRAWCZEL, P. and R. GRANT** (2009): Effects of cow comfort on milk quality, productivity and behavior. *NMC Annual Meeting 2009, Proceedings*, 15–22.
- KROHN, C.C. AND L. MUNKSGAARD** (1993): Behaviour of dairy cows kept in extensive (loose housing/pasture) or intensive (tie stall) environments II. Lying and lying-down behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 37, 1–16.
- LACA, E.A., E.D. UNGAR, N.G. SELIGMAN, M.R. RAMEY and M.W. DEMMENT** (1992): Effects of sward height and bulk density on bite dimension of cattle grazing homogeneous swards. *Grass and Forage Sci.* 47, 91–102.
- LACA, E.A., E.D. UNGAR, N.G. SELIGMAN, M.R. RAMEY and M.W. DEMMENT** (1992): Effects of sward height and bulk density on bite dimension of cattle grazing homogeneous swards. *Grass and Forage Sci.* 47, 91–102.

LEAVER, J. D. (1982): Grass height as an indicator for supplementary feeding of continuously stocked dairy cows. *Grass and Forage Sci.* 37, 285–290.

LEDGERWOOD, D.N., C. WINCKLER and C.B. TUCKER (2010): Evaluation of data loggers, sampling intervals, and editing techniques for measuring the lying behaviour of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 93, 5129–5 139.

LEISEN, E., H. SPIEKERS und M. DIEPOLDER (2013): Notwendige Änderungen der Methode zur Berechnung der Flächenleistung (kg Milch/ha und Jahr) von Grünland- und Ackerfutterflächen mit Schnitt oder Weidenutzung. 57. Jahrestagung der AGGF 2013, Tagungsband, 181–184.

MACDONALD, K.A., G.A. VERKERK, B.S. THORROLD, J.E. PRYCE, J.W. PENNO, L.R. MCNAUGHTON, L.J. BURTON, A.S. LANCASTER, J.H. WILLIAMSON and C.W. HOLMES (2008): A comparison of three strains of Holstein-Friesian grazed on pasture and managed under different feed allowances. *J. Dairy Sci.* 91, 1693–1707.

MASELYNE, J., M. PASTELL, P.T. THOMSEN, V.M. THORUP, L. HÄNNINEN, J. VANGEYTE, A. VAN NUFFEL und L. MUNKSGAARD (2017): Daily lying time, motion index and step frequency in dairy cows change throughout lactation. *Research in Veterinary Science* 110, 1–3.

MCCARTHY, B., L. DELABY, K.M. PIERCE, F. JOURNOT and B. HORAN (2011): Meta-analysis of the impact of stocking rate on the productivity of pasture-based milk production systems. *Animal* 5, 784–794.

MUNKSGAARD, L. and P. LOVENDAHL (1993): Effects of social and physical stressors on growth hormone levels in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science* 73, 847–853.

MUNKSGAARD, L., M.B. JENSEN, L.J. PEDERSEN, W. HANSEN und L. MATTHEWS (2005): Quantifying behavioural priorities – effects of time constraints on behaviour of dairy cows, *Bos taurus*. *Applied Animal Behaviour Science* 92, 3–14.

MUNKSGAARD, L. and H. B. SIMONSEN (1996): Behavioral and pituitary adrenal-axis responses of dairy cows to social isolation and deprivation of lying down. *J. Anim. Sci.* 74,769–778.

OLMOS, G., L. BOYLE, A. HANLON, J. PATTON, J.J. MURPHY and J.F. MEE (2009): Hoof disorders, locomotion ability and lying times of cubicle-housed compared to pasture-based dairy cows. *Livestock Science* 125, 199–207.

PEYRAUD, J.L. and R. DELAGARDE (2013): Managing variations in dairy cow nutrient supply under grazing. *Animal* 7, 57–67.

PULIDO, R.G. and J.D. LEAVER (2001): Quantifying the influence of sward height, concentrate level and initial milk yield on the milk production and grazing behaviour of continuously stocked dairy cows. *Grass and Forage Sci.* 56, 57–67.

ROOK, A.J., C.A. HUCKLE and P.D. PENNING (1994): Effects of sward height and concentrate supplementation on the ingestive behaviour of spring-calving dairy cows grazing grass-clover swards. *Applied Animal Behaviour Science* 40, 101–112.

SCHÜTZ, K.E., N.E.R.COX and L.R.MATTHEWS (2008): How important is shade to dairy cattle? Choice between shade or lying following different levels of lying deprivation. *Applied Animal Behaviour Science* 114, 307–318.

SEPÚLVEDA-VARAS, P., D.M. WEARY and M.A.G. VON KEYSERLINGK (2014): Lying behavior and postpartum health status in grazing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97 :6334–6343.

SPÖRNDLY, E., I. OLSSON and E. BURSTEDT (2000): Grazing by Steers at Different Sward Surface Heights on Extensive Pastures: A Study of Weight Gain and Fat Deposition. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science*, 184–192.

STARZ, W., A. STEINWIDDER, R. PFISTER und H. ROHRER (2019): Kurzrasen- und Koppelweide im ostalpinen Berggebiet im Vergleich. In: D. Mühlrath, J. Albrecht, M. R. Finckh, U. Hamm, J. Heß, U. Knierim, D. Möller (Hrsg), Beiträge zur 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 05.-08.03.2019, Verlag Dr. Köster, 130–133.

STEINWIDDER, A. und W. STARZ (2015): Gras dich fit! Weidewirtschaft erfolgreich umsetzen. Leopold Stocker Verlag, 300 S.

STEINWIDDER, A., W. STARZ, H. ROHRER, J. HÄUSLER und R. PFISTER (2018): Milchflächenleistung von Bio-Milchkühen bei Vollweide- oder Silagefütterung im Berggebiet Österreichs. *Züchtungskunde* 90, 218–239.

STEINWIDDER, A., W. STARZ, H. ROHRER, R. PFISTER, J. HÄUSLER, G. HUBER und C. FASCHING (2020): Einfluss der Aufwuchshöhe bei Kurzrasenweide auf die Einzeltier- und Flächenleistung von Milchkühen. *Züchtungskunde* 92, 172–191.

STEINWIDDER, A., W. STARZ, H. ROHRER und R. PFISTER (2019a): Vergleich des Nährstoffgehalts von Weidefutterproben aus simulierten Kurzrasenweideparzellen bzw. Kurzrasenweideflächen. In: D. Mühlrath, J. Albrecht, M. R. Finckh, U. Hamm, J. Heß, U. Knierim, D. Möller (Hrsg), Beiträge zur 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 05.-08.03.2019, Verlag Dr. Köster, 296-297.

STEINWIDDER, A., W. STARZ, H. ROHRER, R. PFISTER, G. TERLER, M. VELIK, J. HÄUSLER, R. KITZER, A. SCHAUER und L. PODSTATZKY (2019b): Weideochsenmast ohne Kraftfutter. 1. Mitteilung: Einfluss der Aufwuchshöhe bei Kurzrasenweide auf Mastleistung und Flächenproduktivität. *Züchtungskunde* 91, 329–346.

STEINWIDDER, A., W. STARZ, H. ROHRER, R. PFISTER, G. TERLER, M. VELIK, J. HÄUSLER, R. KITZER, A. SCHAUER und L. PODSTATZKY (2019c): Weideochsenmast ohne Kraftfutter. 2. Mitteilung: Einfluss der Aufwuchshöhe bei Kurzrasenweide auf die Schlachtleistung, Fleischqualität und Wirtschaftlichkeit. *Züchtungskunde* 91, 347–359.

TAWHEEL, H.Z., B.M. TAS, J. DIJKSTRA and S. TAMMINGA (2004): Intake regulation and grazing behavior of dairy cows under continuous stocking. *J. Dairy Sci.* 87, 3417–3427.

THOMPSON, A.J., D.M. WEARY, J.A. BRAN, R.R. DAROS, M.J.HÖTZEL and M.A.G. VON KEYSERLINGK (2019): Lameness and lying behavior in grazing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 102, 6373–6382.

YUNTA, C., I. GUASCH und A. BACH (2012): Lying behaviour of lactating dairy cows is influenced by lameness especially around feeding time. Short communication. *J. Dairy Sci.* 95, 6546–6549.