

# Wieviel Futteraufwuchs „geht am Rindermaul vorbei“? Brutto- und Nettoweideleistung einer extensiven Rinderstandweide unter verschiedenen Beweidungsintensitäten

Ebeling, D., Tonn, B. & Isselstein, J.

Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften,  
Abteilung Graslandwissenschaft, von-Siebold-Straße 8, 37075 Göttingen  
dorothee.ebeling@agr.uni-goettingen.de

## Einleitung und Problemstellung

Beweidung beeinflusst eine Grasnarbe durch Verbiss, Tritt sowie eine zeitlich und räumlich heterogene Futteraufnahme und Exkrementabsetzung (CURLL und WILKINS, 1983). Aufgrund einer Präferenz der Tiere für junges, schmackhaftes Pflanzenmaterial (ADLER *et al.* 2001; DUMONT *et al.*, 2012) führt das sogenannte „Patch grazing“ bei extensiver Beweidung zur Ausbildung eines zeitlich und räumlich stabilen Mosaiks aus kurzen (häufig entblätterten) sowie langen (selten entblätterten) Narbenhöhenbereichen (Patches) (SAHIN DEMIRBAG *et al.*, 2009; STRODTHOFF und ISSELSTEIN, 2001). Die verschiedenen Patch-Typen unterscheiden sich unter anderem hinsichtlich ihrer Produktivität (oberirdische Biomasseproduktion) (SAHIN DEMIRBAG *et al.*, 2009). Da die Beweidungsintensität den Anteil an kurzen und langen Patches auf der Weidefläche bestimmt (SAHIN DEMIRBAG *et al.*, 2009; TONN *et al.*, 2014), muss davon ausgegangen werden, dass sich sowohl Brutto- als auch Nettoweideleistung von Standweiden unter verschiedenen Beweidungsintensitäten unterscheiden. Auf einem langjährigen extensiven Weideversuch mit Rindern wurde daher untersucht, wie sich die Beweidungsintensität auf die Brutto- und Nettoweideleistung einer Rinderstandweide auswirkt. Wir gehen davon aus, dass sowohl Bruttoweideleistung (Hypothese 1) als auch Nettoweideleistung (Hypothese 2) mit abnehmender Beweidungsintensität sinken, der nicht gefressene Anteil am aufgewachsenen Futter dagegen zunimmt (Hypothese 3).

## Material und Methoden

Das Experiment wurde auf einer extensiven Rinderstandweide des Versuchsguts Relliehausen der Georg-August-Universität Göttingen durchgeführt (51°46'N, 9°42'E, 180–230 m a.s.l.) (ISSELSTEIN *et al.*, 2007; SAHIN DEMIRBAG *et al.*, 2009). Seit mehr als 12 Jahren ist keine Ausbringung von Düngern oder Pflanzenschutzmitteln erfolgt und die Grasnarbe ist nicht gemäht worden. Die Beweidung erfolgt seit 2005 mit Mutterkühen des Zweinutzungsrinds Fleckvieh. Im Jahr 2005 wurden drei verschiedene Beweidungsintensitäten eingerichtet: Eine moderate Beweidungsvariante mit 6 cm Zielnarbenhöhe („Compressed Sward Height“, CSH) (CASTLE, 1976), eine extensive Beweidungsvariante mit 12 cm Zielnarbenhöhe und eine sehr extensive Beweidungsvariante mit 18 cm Zielnarbenhöhe. Der Versuch ist in einem randomisierten Blockdesign angelegt und beinhaltet drei Wiederholungen (insgesamt 9 Parzellen à 1 ha). Die Zielnarbenhöhen werden durch Auf- und Abtrieb der Tiere konstant gehalten (put and take-System). Basierend auf zweiwöchentlichen Narbenhöhenmessungen (50 CSH-Messungen pro Parzelle) mit dem Rising-Plate-Meter (CASTLE, 1976) wurden im Jahr 2013 drei verschiedene Patch-Typen definiert: kurz (unteres Drittel der Narbenhöhenmessungen, mittel (mittleres Drittel) und lang (oberes Drittel). Für die Kalibration der Biomasseschätzung wurde in den Jahren 2013 und 2014 an fünf Terminen von April bis Oktober pro Parzelle und Patch-Typ auf zwei 0,25-m<sup>2</sup> großen Quadratflächen die stehende Biomasse nach Ermittlung der CSH auf Bodenhöhe abgeschnitten. Mit Kalibrationsmodellen konnten Vorhersagen von stehender Biomasse bei gegebener CSH für jede Kombination von Block und Messzeitpunkt erstellt werden.

### Ermittlung des gesamtjährlichen Biomassewachstums

In den Jahren 2013 und 2014 wurde je ein Weidekorb (2\*1 m<sup>2</sup>) pro Patch-Typ und Parzelle von April bis Oktober (2014 bis November) wiederholt auf der Weidefläche versetzt, sodass sich insgesamt 13 (2013: sechs, 2014: sieben) Wachstumsperioden mit Längen von 20 bis 42 Tagen ergaben (jeweils angepasst an das saisonale Biomassewachstum). Innerhalb eines jeden Weidekorbes wurde die CSH auf zwei Quadratflächen (je 0,25 m<sup>2</sup>) je vor Beginn und nach Ende einer Wachstumsperiode gemessen. Für jede Wachstumsperiode wurde je Kombination aus Patch-Typ und Parzelle eine mittlere tägliche Wachstumsrate ermittelt. In hohen Narbenhöhenbereichen wurden zum Teil negative Wachstumsraten errechnet, die sich hauptsächlich durch Lagerung der Biomasse erklären lassen. Für weitere Berechnungen wurde hier ein Wert von Null angenommen. Basierend auf den zweiwöchentlichen Narbenhöhenmessungen wurde der Flächenanteil der Patch-Typen an der Gesamtfläche der Parzellen berechnet. Aus den mittleren täglichen Wachstumsraten und den Flächenanteilen konnten anschließend für jede Parzelle ein Biomassezuwachs für jeweils zweiwöchentliche Perioden (im Intervall der stattgefundenen Narbenhöhenmessungen) ermittelt werden. Mittlere prozentuale Flächenanteile verschiedener Grasnarbenhöhenbereiche sind in Tabelle 1 dargestellt. Das gesamtjährliche Biomassewachstum einer jeden Parzelle ist die akkumuliert gewachsene Biomasse.

Tab. 1: Mittlere prozentuale Flächenanteile verschiedener Grasnarbenhöhenbereiche (Patch-Typen) unter verschiedenen Beweidungsintensitäten im Jahr 2013 und 2014, ermittelt durch zweiwöchentliche Grasnarbenhöhenmessungen mit dem Rising-Plate-Meter („Compressed Sward Height“, Castle, 1976) von April bis Oktober (2014 November). Gezeigt sind Mittelwerte und Standardabweichungen von je drei Wiederholungen (Blöcken).

Patch-Typ	Beweidungsintensität					
	moderat		extensiv		sehr extensiv	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
kurz	0.65 ±0.13	0.56 ±0.13	0.28 ±0.14	0.32 ±0.11	0.15 ±0.07	0.19 ±0.10
mittel	0.23 ±0.09	0.28 ±0.09	0.35 ±0.12	0.32 ±0.10	0.22 ±0.09	0.26 ±0.10
lang	0.12 ±0.09	0.17 ±0.11	0.36 ±0.11	0.36 ±0.12	0.63 ±0.10	0.56 ±0.14

### Ermittlung des gesamtjährlich aufgenommenen Futters

Als Weidetiere kamen Mutterkühe ohne Kälber zum Einsatz. Aus den Wiegedaten der Rinder wurde mittels Regression das jeweilige Gewicht der Tiere pro Parzelle für jeden Tag der Weidesaison ermittelt. Die Berechnung des Energiebedarfs der Tiere erfolgte wie bei WRAGE *et al.* (2011a) der Vorgehensweise von BAKER (2004). In die Berechnungen mit eingegangen sind unter anderem der Energiebedarf für Trächtigkeit sowie Bewegung auf der Weidefläche. Für die Berechnung der aufgenommenen Biomasse wurde die Qualität des Futters mit der Kotstickstoff-Methode nach SCHMIDT *et al.* (1999) bestimmt. Die gesamtjährlich aufgenommene Biomasse einer jeden Parzelle ist die akkumuliert aufgenommene Biomasse.

### Statistische Auswertung

Alle statistischen Berechnungen wurden mit dem Programm R 3.2.1 (R CORE DEVELOPMENT TEAM, 2015) durchgeführt. Der Effekt der Beweidungsintensität auf die gesamtjährlich gewachsene und aufgenommene Biomasse sowie auf den Anteil nicht gefressenen Futters an der aufgewachsenen Biomasse wurde mit einem linearen gemischten Modell berechnet. Die Beweidungsintensität, das Jahr und deren Interaktion gingen als feste Effekte, Block und Parzelle als zufällige Effekte in das Modell ein. Mittelwertvergleiche wurden mittels Post-hoc-Test (Methode: Tukey) durchgeführt.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Das gesamtjährliche Biomassewachstum sowie die Futterraufnahme unter verschiedenen Beweidungsintensitäten sind in Abbildung 1, das kumulative Biomassewachstum und die kumulative Futterraufnahme im zeitlichen Verlauf in Abbildung 2 dargestellt.

### Bruttoweideleistung

Die Ergebnisse der zweifaktoriellen ANOVA zeigten keinen Unterschied in der gesamtjährlichen Biomasseproduktion zwischen den Beweidungsintensitäten, jedoch zwischen den beiden Versuchsjahren ( $p < 0.05$ ). Die Interaktion der Faktoren hatte keinen signifikanten Effekt, ist aber der Anpassungsgüte wegen (AIC) im Modell belassen worden.

Die Bruttoweideleistung der sehr extensiv beweideten Variante war mit 40,9 und 47,0 dt TM ha<sup>-1</sup> nicht signifikant verschieden von der extensiven Variante mit 43,5 und 62,2 dt TM ha<sup>-1</sup> und der Variante mit moderater Beweidungsintensität, welche 47,1 und 73,8 dt TM ha<sup>-1</sup> (2013 und 2014) produzierte. Im Jahr 2013 wuchs witterungsbedingt weniger Biomasse auf als im Jahr 2014. Je intensiver die Beweidung erfolgt, desto homogener ist die Nährstoffrückführung (MOIR *et al.*, 2011), wodurch das Biomassewachstum gefördert wird (TUNON *et al.*, 2014). Da der Anteil kurzer Narbenhöhenbereiche bei einer moderaten Beweidung höher ist als bei einer extensiveren Beweidung (Tab. 1) und SAHIN DEMIRBAG *et al.* (2009) eine höhere Produktivität für kurze als für lange Narbenhöhenbereiche gefunden haben, wäre eine geringere Biomasseproduktion der extensiven Beweidungsvarianten zu erwarten, was hier nicht bestätigt werden konnte. In diesem Versuch waren durchschnittliche Wachstumsraten langer Narbenhöhenbereiche in den betrachteten Jahren nicht geringer als die der kurzen Narbenhöhenbereiche. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass es in den extensiven Beweidungsvarianten einen wachstumsfördernden Nährstofftransport aus den kurzen Narbenhöhenbereichen in die langen, selten entblätterten Narbenhöhenbereiche gibt, da hier der Anteil des langen Patch-Typs gegenüber dem kurzen Patch-Typ überwiegt (TONN *et al.*, 2014) und somit der Großteil der gesamtjährlich aufgewachsenen Biomasse aus den hohen Narbenhöhenbereichen stammen muss. STROTHOFF und ISSELSTEIN (2001) charakterisieren eine extensive Beweidung unter anderem durch ein Überangebot an aufgewachsenem Futter in der Phase starken Pflanzenwachstums.

### Nettoweideleistung

Die aufgenommenen Biomassen unterscheiden sich sowohl signifikant ( $p < 0.001$ ) zwischen den Beweidungsintensitäten als auch zwischen den Jahren ( $p < 0.001$ ) sowie ihrer Interaktion ( $p < 0.01$ ).

In beiden Versuchsjahren war die Reihenfolge jeweils „moderat“ > „extensiv“ > „sehr extensiv“. Die moderate Beweidungsvariante erzielte im Jahr 2013 22,2 dt TM ha<sup>-1</sup>, gefolgt von 10,8 und 6,0 dt TM ha<sup>-1</sup> unter extensiver und sehr extensiver (2013) Beweidung. Im Jahr 2014 lag die Futteraufnahme unter moderater Beweidung bei 57,1 dt TM ha<sup>-1</sup>, unter extensiver Beweidung bei 30,0 dt TM ha<sup>-1</sup> und unter sehr extensiver Beweidung bei 16,7 dt TM ha<sup>-1</sup>. Da die im Versuch über die Zielnarbenhöhen definierten Beweidungsintensitäten gekoppelt sind an angepasste Besatzstärken stimmt das Ergebnis mit Hypothese 2 überein und bestätigt, dass eine extensivere Beweidung zu einer geringeren Nettoweideleistung führt. Da die Möglichkeit der Futterselektion und damit Aufnahme qualitativ höherwertigen Futters zur Deckung des Energiebedarfs (ADLER *et al.*, 2001; DUMONT *et al.*, 2007a; DUMONT *et al.*, 2012; SCHMIDT *et al.*, 1999) bei geringerer Besatzstärke stärker gegeben ist, können Einzeltierleistungen zu Lasten der Nettoweideleistung pro Parzelle höher ausfallen (WRAGE *et al.*, 2011b). Die moderate Beweidungsvariante hatte im Jahr 2013 trotz des deutlichen Jahreseffekts eine ähnliche Futteraufnahme erzielt wie die extensive Variante des Jahres 2014. WRAGE *et al.* (2011b) haben im Versuchszeitraum 2002 bis 2009 auf selbiger Versuchsfläche Nettoweideleistungen im Mittel über alle Jahre für „moderat“, „extensiv“ und „sehr extensiv“ von 44.000, 23.415 bzw. 19.565 MJ ME ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> berechnet. Da im Jahr 2013 witterungsbedingt längere Weidepausen eingelegt werden mussten als im Jahr 2014, ist die Nettoweideleistung in diesem Versuchsjahr geringer ausgefallen (siehe Abb. 2).

### Anteil nicht gefressenen Futters an der aufgewachsenen Biomasse

Sowohl die Beweidungsintensität ( $p < 0.01$ ) als auch das Jahr ( $p < 0.001$ ) wirken sich signifikant auf das Verhältnis aufgenommener zu aufgewachsener Biomasse aus. Das Modell wurde um die sich nicht signifikant auswirkende Interaktion der beiden Faktoren reduziert.

Die moderate Beweidungsvariante unterscheidet sich signifikant von den beiden extensiveren Varianten im Anteil des nicht gefressenen Futters. Der Hypothese 3 folgend wurden die größten Anteile nichtgefressener Biomasse unter sehr extensiver (82,5 und 62,6%) und extensiver Beweidung

(72,9 und 51,2%) gefunden, gefolgt von der moderaten Beweidungsvariante mit nur 49,4 und 22,1% nichtgefressener Biomasse, in den Jahren 2013 und 2014. Da die Bruttoweideleistung unter den verschiedenen Beweidungsintensitäten nicht verschieden ist, jedoch die Nettoweideleistung mit abnehmender Beweidungsintensität nachlässt, bleibt ein umso größerer Anteil der aufgewachsenen Biomasse auf der Fläche stehen, geht demnach „am Rindermahl vorbei“. Auch hier ist der Jahreseffekt durch witterungsbedingt geringere Brutto- und Nettoweideleistungen im Jahr 2013 gegenüber dem Jahr 2014 zu erklären.

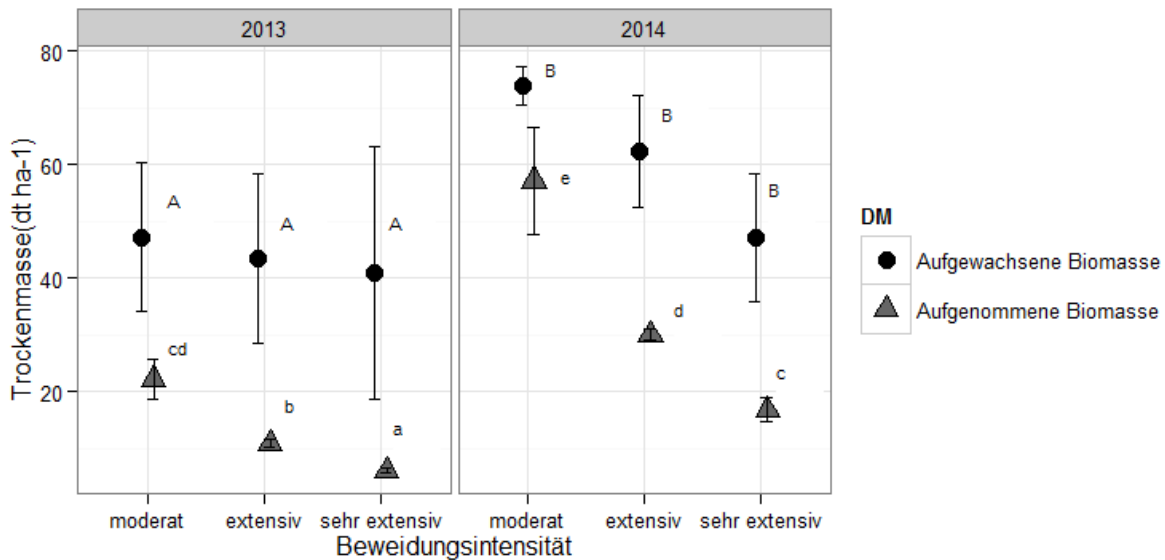


Abb. 1: Gesamtjährlich aufgewachsene und gefressene Biomasse unter verschiedenen Beweidungsintensitäten. Verschiedene Großbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede in der aufgewachsenen Biomasse, verschiedene Kleinbuchstaben signifikante Unterschiede in der aufgenommenen Biomasse ( $p < 0.05$ ). Fehlerbalken signalisieren Standardabweichungen.

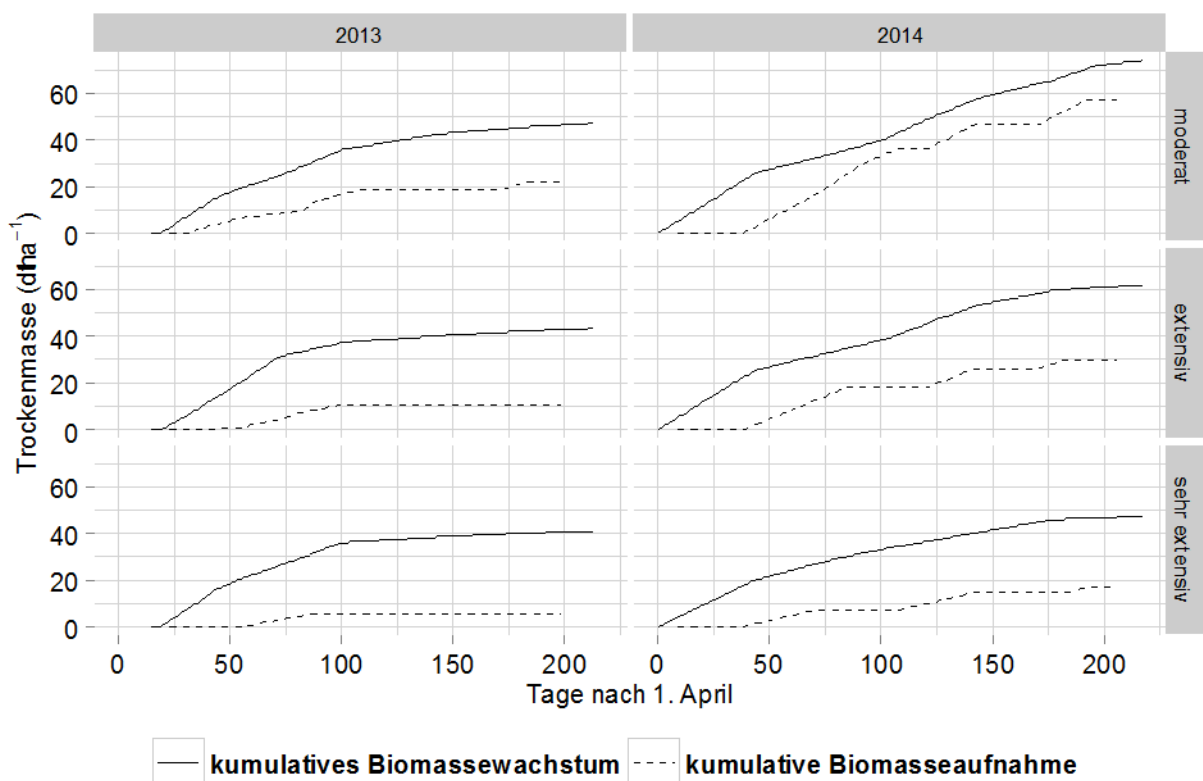


Abb. 2: Kumulatives Biomassewachstum sowie kumulative Futteraufnahme unter verschiedenen Beweidungsintensitäten in den Jahren 2013 und 2014. Abschnitte kumulativer Futteraufnahmen ohne Steigung signalisieren Weidepausen.

## Schlussfolgerungen

In diesem extensiven Weideversuch gab es in der Bruttoweideleistung keine Unterschiede zwischen den Beweidungsintensitäten „moderat“, „extensiv“ und „sehr extensiv“, wohl aber in der Nettoweideleistung, die positiv mit der Beweidungsintensität korreliert ist, als auch im Anteil nichtgefressenen Futters an der aufgewachsenen Biomasse. Da gewöhnlich eine höhere Beweidungsintensität zu einer produktiveren Grasnarbe führt, kann in diesem Versuch von einem Einfluss der Beweidung ausgegangen werden, der sich über die mittlerweile langjährige Versuchsdauer eingestellt hat. Während wir in der moderaten Beweidungsvariante von einem stärker angeregten Stickstoffzyklus und einer homogeneren Nährstoffrückverteilung über die Exkremente ausgehen, könnte eine bei extensiver Beweidung zeitlich und räumlich selektive Futteraufnahme und inhomogene Exkrementabgabe langfristig eine Umverteilung der Bodennährstoffe zur Folge haben, die sich durch eine höhere Biomasseproduktion in den langen Grasnarbenhöhenbereichen und somit, durch den höheren Flächenanteil dieses Patch-Typs, der extensiver beweideten Weideflächen auswirkt. Die Nettoweideleistungen waren unter sehr extensiver Beweidung hingegen deutlich geringer und auch der Anteil des „am Rindermaul vorbeigehenden“, nicht gefressenen Anteils der aufgewachsenen Biomasse war unter der sehr extensiven Beweidungsvariante am höchsten. Weiter ist nun zu prüfen, ob sich Produktivitäten verschiedener Patch-Typen über die lange Versuchsdauer hinweg verändert haben. Die Hypothese der Nährstoffumverteilung auf Weideflächen unter langjähriger extensiver Beweidung könnte dadurch gestützt und nicht signifikant verschiedene Bruttoweideleistungen unter moderater, extensiver und sehr extensiver Beweidungsintensität erklärt werden.

## Literatur

- ADLER P., RAFF, D. & LAUENROTH, W.K. (2001): The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. *Oecologia* 128, 465–479.
- BAKER, R.D. (2004): Estimating herbage intake from animal performance. In: Penning P.D. (ed): Herbage intake handbook. *British Grassland Society*, Reading, 95–120.
- CASTLE, M.E. (1976): A simple disc instrument for estimating herbage yield. *Journal of the British Grassland Society*, 31, 37–40.
- CID, M.S. and BRIZUELA, M.A. (1998): Heterogeneity in tall fescue created und sustained by cattle grazing. *Journal of Range Management* 51, 644-649.
- CURLL, M. L. and WILKINS, R.J. (1983): The comparative effects of defoliation, treading and excreta on a Lolium perenne-Trifolium repens pasture grazed by sheep. *Journal of Agricultural Science* 100, 451-460.
- DUMONT, B., ROSSIGNOLA, N., LOUCOUGARAYC, G., CARRÈREB, P., CHADOEUF, J., FLEURANCEA G., BONIS, A., FARRUGGIA, A., GAUCHERUND, S., GINANE, C., LOUAULT, F., MARION, B., MESLÉARD, F., & YAVERCOVSKIG, N. (2012): When does grazing generate stable vegetation patterns in temperate pastures? *Agriculture, Ecosystems und Environment* 153, 50–56.
- DUMONT, B., ROOK, A.J., CORAN, C. und RÖVER, K.-U. (2007a): Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. 2. Diet selection. *Grassland Forage Science* 62, 159-171.
- ISSELSTEIN, J., GRIFFITH, B.A., PRADEL, P. & VENERUS, S. (2007): Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. 1. Nutritive value of herbage and livestock performance. *Grass and Forage Science* 62, 145-158.
- MACDONALD, K. A., PENNO, J.W., LANCASTER, J.A.S. & ROCHE J.R. (2008): Effect of stocking rate on pasture production, milk production, und reproduction of dairy cows in pasture-based systems. *Journal of dairy science* 91, 2151–2163.
- MOIR, J.L., CAMERON, K.C., DI, H.J. & FERTSAK, U. (2011): The spatial coverage of dairy cattle urine patches in an intensively grazed pasture system. *Journal of Agricultural Science* 149, 473–485.
- R CORE TEAM (2015): *R: A language und environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- SAHIN DEMIRBAG, N., RÖVER, K.-U., WRAGE, N., HOFMANN, M. & ISSELSTEIN, J. (2009): Herbage growth rates on heterogeneous swards as influenced by sward height classes. *Grass und Forage Science* 64, 12–18.
- SCHMIDT, L., WEISSBACH, F., HOPPE, T. & KUHLAS, S. (1999): Untersuchungen zur Verwendung der Kotstickstoff-Methode für die Schätzung des energetischen Futterwertes von Weidegras und zum Nachweis der selektiven Futteraufnahme auf der Weide. *Landbauforschung Völknerode*, Heft 3/1999, S. 123 – 135.

- STRODTHOFF, J. und ISSELSTEIN, J. (2001): The effect of selective grazing on the spatial distribution of herbage and the liveweight gain of cattle grazing a peat soil pasture. *Grassland Science in Europe* 6, 320-323.
- TONN B., WRAGE-MÖNNIG N. & ISSELSTEIN, J. (2014): Long-term stability of sward patch structure under different intensities of cattle grazing. *Grassland Science in Europe* 19, 367-369.
- TUNON, G., KENNEDY, E., HORAN, B., HENNESSY, D., LOPEZ-VILLALOBOS, N., KEMP, P., BRENNAN, A. & O'DONOVAN, M. (2014): Effect of grazing severity on perennial ryegrass herbage production and sward structural characteristics throughout an entire grazing season. *Grass and Forage Science*, 69, 104–118.
- WRAGE, N., SAHIN DEMIRBAG, N., HOFMANN, M. & ISSELSTEIN, J. (2012): Vegetation height of patch more important for phytodiversity than that of Parzelle. *Agriculture, Ecosystems und Environment* 155, 111– 116.
- WRAGE, N., KÜCHENMEISTER, F. & ISSELSTEIN, J. (2011a): Isotopic composition of soil, plant or cattle hair no suitable indicator of nitrogen balances in permanent pasture. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 90, 189-199.
- WRAGE, N., RÖVER, K.-U., SAHIN-DEMIRBAG, N., HOFMANN, M., & ISSELSTEIN, J. (2011b): Einfluss der Beweidungsintensität auf die Tierleistung und die Entwicklung der pflanzlichen Diversität auf einer Rinderstandweide. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau*. Band 12, 229-234.