

Ökoeffiziente Weidemilcherzeugung Lindhof - Vorstellung des Projektes

R. LOGES, S. MUES, C. KLUß, C. MALISCH, T. REINSCH UND F. TAUBE

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung,
Grünland und Futterbau/ Ökologischer Landbau, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
rloges@gfo.uni-kiel.de

Einleitung und Problemstellung

Die Intensivierung der europäischen Agrarproduktion der vergangenen Jahre ist von ernsthaften ökologischen Trade-offs begleitet, die die Nachhaltigkeit der derzeitigen spezialisierten Produktionssysteme in Ackerbau und Tierproduktion in Frage stellen. Gemischtbetriebe werden als Strategie zur Verbesserung der Nachhaltigkeit betrachtet (RYSCHWAY et al., 2012). Unter den maritimen Bedingungen Nordwesteuropas werden Gemischtbetriebe auf Basis von Wiederkäuerhaltung als Alternative zu spezialisierten Systemen diskutiert (VAN KEULEN and SCHIERE, 2004; OOMEN et al 1998). Nach Angaben des MEG Milch Boards (2018) gelang es dem Durchschnitt der deutschen Milchviehbetriebe in keinem der vergangenen 10 Jahre mit dem Milchverkauf ihre Erzeugungskosten zu decken. Trotz gesteigerter Nachfrage nach Weidemilch (ZÜHLSDORF et al 2014), nimmt die Bedeutung der Weide in der kontinentaleuropäischen Milchproduktion rapide ab. Weltweit wird Weide in Bezug auf die Wiederkäuerernährung als kostengünstigste und umweltfreundliche Futterquelle angesehen (DILLON et al 2008; ROTZ et al 2009). Dies ist der Hintergrund für das 2016 begonnene interdisziplinäre Projekt: "Ökoeffiziente Weidemilchproduktion" auf dem Versuchsbetrieb Lindhof der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Das Projekt stellt einen Ansatz dar, der alle relevanten Ökosystemdienstleistungen im Zusammenhang mit der betrieblichen Milcherzeugung erfüllt: hohe Quantität und Qualität von Agrarprodukten; geringe Nährstoffüberschüsse für hohe Grundwasserqualität; geringer CO₂-Fußabdruck zur Minderung des Klimawandels und, durch den Anbau von Mehrarten-Gemengen, Beiträge zur Agro-Biodiversität. Ziel des Projektes ist die Analyse des Potenzials der Integration einer Weide-basierten Milchproduktion auf Kleeegrasschlägen die Nachhaltigkeit einer ökologischen Ackerbaubetriebsfruchtfolge zu stärken.

Material und Methoden

Im Rahmen des interdisziplinären Projekts "Ökoeffiziente Weidemilchproduktion" wurde seit Herbst 2014 mit dem Aufbau einer weidebasierten Milchviehherde bestehend aus 80 saisonal im Frühjahr abkalbenden Jerseykühen auf dem bei Eckernförde gelegenen (N 54°27'55 E 9°57'55) seit über 20 Jahren ökologisch bewirtschafteten Versuchsbetrieb Lindhof der Universität Kiel begonnen. Ziel dabei war es, zum einen das Produktionspotenzial der bisher über extensive Haltung von Mutterkühen und Freilandsauen genutzten Kleeegrassflächen optimal auszunutzen und gleichzeitig die Stickstoffversorgung der folgenden Öko-Ackerkulturen zu optimieren. Kleeegras ist unumstößlicher Grundpfeiler von nachhaltigen Öko-Ackerbausystemen. Kleeegras ist im Ökolandbau zum einen die primäre Stickstoffquelle und zum anderen ein wichtiges Werkzeug zur Beikrautregulierung sowie zur Aufrechterhaltung einer mindestens ausgeglichenen Humusbilanz. Letzter Punkt ist besonders wichtig, da Öko-Ackerkulturen weniger flächengebundene Ernterückstände hinterlassen als konventionell angebaute und da die Humusmineralisation anregende Bodenbearbeitungsintensität im Ökolandbau generell eine deutlich höhere ist. Mehrjähriges Kleeegras gilt als nachhaltiges Werkzeug zur Reduktion des Wurzelunkrautes Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*). Intensive Beweidung wird vom Problemunkraut Gemeine Quecke (*Elymus repens*) nicht ertragen. Zudem

hinterlässt Klee gras ein Vielfaches mehr an humusbildenden Substanzen als sein eigener Anbau zehrt. Wissenschaftliches Ziel ist es, das Potenzial des wiederkäuferbasierten Gemischtbetriebes als Strategie zur Verbesserung der Nachhaltigkeit zu prüfen. Diese Prüfung beinhaltet sowohl kurzfristige Erfolgsparameter wie Ertragsleistungen und Nährstoffverluste als auch langfristige Effekte wie die Veränderung der Bodenfruchtbarkeit. Dazu werden auf dem Lindhof sowohl in randomisierten Dauerversuchen typische Fruchtfolgen mit unterschiedlicher Betriebstypen (Ackerbaubetrieb, Futterbaubetrieb sowie Gemischtbetrieb) Messungen als auch Detailerhebungen auf sämtlichen seit über 20 Jahren ökologisch bewirtschafteten Betriebsschlägen, z. B. mit dem Ziel des langfristigen Fortschreibens langjähriger Humusgehaltsmessserien, durchgeführt.

Ein Teilziel des Projektes ist die Maximierung der Milchleistung aus Weidefutter bei niedrigem Einsatz von Konzentratfutter mit dem Ziel, jährlich maximal 600 kg Getreide-Ackerbohnschrot/Kuh/Jahr zuzufüttern. Das Haltungssystem ist das System der intensiven Portionsweide in Kombination mit saisonaler Frühjahrsabkalbung, so wie es ähnlich in den „Weideländern“ Irland und Neuseeland praktiziert wird. Grundlage der Weide ist zweijähriges Ackerklee gras. Die fünfjährige Betriebsfruchtfolge, die neben dem Klee gras noch 3 weitere Marktfrüchte enthält, ist somit eine Art Renaissance der traditionellen Feldgraswirtschaft Schleswig-Holsteins. Die Zuteilung des Weidefutters erfolgt nach jedem Melken und basiert auf Ertragerfassungen mit Hilfe des Rising-Platemeters. Wie in Irland, wird auf einen möglichst frühen und dann zunächst stundenweisen Weideaustrieb ab Anfang März gesetzt. Zunächst auf Klee grasflächen, die nach dem zweiten Nutzungsjahr zur Ansaat von Speisehafer im Frühjahr umgebrochen werden. Es folgen dann sukzessive alle anderen Klee grasflächen und Dauergrünlandschläge. Neben der eigentlichen Aufnahme von hochenergiereichem Gras ist die schrittweise Gewöhnung an die Weide und das Anregen der Bestockung zwecks Erhöhung der Grasnarbendichte der Hintergrund dieser Maßnahme. Beweidet wird im Regelfall bis Ende Oktober bis die Tragfähigkeit der Narben nicht mehr gegeben ist. Die Anlage der Klee grasbestände erfolgt im Regelfall im Mai als Untersaat in abtragende Wintertriticale- oder Winterdinkelbestände. Deren Getreidestoppel werden nach Ernte und Strohbergung mit einem Weideputzer abgemulcht und mit der Weideinfrastruktur bestehend aus mobilen Elektrozäunen und Wassertrögen ausgestattet, so dass im Herbst bereits 1-2 Beweidungen möglich sind, was den erhöhten Futterflächenbedarf im Herbst absichert. Beginn der saisonalen Abkalbung ist Anfang Februar, was bedeutet, dass die ersten Kühe jeweils Anfang Dezember trocken gestellt werden. Zum 20. Dezember wird die ganze Herde trocken gestellt.

Der Abkalbeblock endet in der dritten Aprilwoche. Erstkalbealter der Färsen ist im Durchschnitt unter 24 Monate. Als Startbasis wurden kleinrahmige Jerseyrinder als fruchtbare und effektive Weiderasse gewählt. Seit 2016 werden auch Kreuzungen mit z.B. irischen Schwarzbunten, die gemäß dem Irischen Economic Breeding Index (EBI) selektiert wurden, durchgeführt. Ziel dabei ist, es robustere und noch etwas fruchtbarere Milchkühe zu erreichen, die nach Irischem Vorbild 5 Laktationen erreichen.

Unter den Standortbedingungen des Lindhofes (Jahresdurchschnittstemperatur 8.8°C, der durchschnittlicher Jahresniederschlag 769 mm und den Bodenarten sandiger Lehm bzw. lehmiger Sand mit im Schnitt 43 Bodenpunkten) werden jeweils verteilt über 4 Schläge und zwei Altersstufen (1. bzw. 2. Nutzungsjahr) je 17,5 Hektar der folgenden Klee grassaatmischungen mit aufsteigender Biodiversität mit einander vergleichend auf Ertragsleistung und Umwelteffekte untersucht: a) Zweiartengemeinschaft: Dt. Weidelgras + Weißklee, b) Dreiartengemeinschaft: Dt. Weidelgras + Weiß- + Rotklee und c) Vielartengemeinschaft, welches neben Dt. Weidelgras + Weiß- + Rotklee noch: Hornschotenklee, Zichorie, Spitzwegerich, Wiesenkümmel und Kleiner Wiesenknopf enthält.

Zusätzlich werden Jungviehaufzucht und extensive Rindermast auf den Dauergrünlandflächen des Betriebs durchgeführt. Die Betriebsflächen werden regelmäßig vor der jeweiligen Nutzung auf Futterertrag und –qualität sowie im Falle von Weideflächen auf Weidereste untersucht. Im Regelfall wird alle 4 Tage die Weidemischung gewechselt, so dass Effekte zwischen botanischer Zusammensetzung der Kleegrasmischung und Milchleistung bzw. -qualität geprüft werden können. Sowohl auf Betriebsschlägen als auch in definierten Feldversuchsbeständen wird die Nitrat-N-Auswaschung als auch die Treibhausgasemissionen ermittelt. Die Bestimmung der Nitrat-N-Konzentrationen im Sickerwasser basiert auf keramischen Saugkerzen. Das Volumen des Sickerwassers wird jeweils mittels eines allgemeinen klimatischen Wasserhaushaltsmodells berechnet. Die Ermittlung der Treibhausgasemissionen der Futterflächen beruht auf Messungen mit der Closed-Chamber-Methode. Die im Ergebnissteil vorgestellten Klee gras-Wachstumsraten stellen einen Mittelwert aus 4 Beobachtungsjahren (2014-2017) dar und wurden nach der Methode von Corral & Fenlon (1978) auf Basis wöchentlicher Beprobung von Klee grasbeständen im ersten Hauptnutzungsjahr abgeleitet.

Ergebnisse und Diskussion

Abbildung 1 zeigt Trockenmasse-Erträge ($\text{dt TM ha}^{-1} \text{a}^{-1}$) und tägliche Weidewachstumsraten (TWR in $\text{kg TM ha}^{-1} \text{Tag}^{-1}$) für Klee gras auf dem Lindhof im Mittel der Beobachtungsjahre 2014 bis 2017 jeweils im Vergleich zu Ergebnissen, die im Mittel der Versuchsjahre 1999 und 2006 auf Solohead Research Farm in Irland ($52^\circ 51' \text{N}$; $08^\circ 21' \text{W}$) auf unterschiedlich mit Stickstoff gedüngten Grünlandbeständen ermittelt wurden. Die durchschnittlichen TM-Erträge des Klee grasses vom Lindhof, welches keine zusätzliche N-Düngung erfuhr, erreichten ein ähnlich hohes Ertragsniveau wie grasdominierte Grünlandbestände in Solohead, wenn diese mit $150 \text{ kg N ha}^{-1} \text{Jahr}^{-1}$ gedüngt wurden. Diese ersten Ergebnisse zeigen das hohe Ertragspotenzial von organisch bewirtschafteten Klee gras unter den maritimen Klimabedingungen Norddeutschlands.

Der Verlauf der Temperatursumme zeigt das typische saisonale Wachstum in den gemäßigten Regionen, jedoch mit dem Unterschied, dass das Weidewachstum auf dem Lindhof im Frühjahr einen Monat später als unter den milden Bedingungen im Spätwinter in Irland beginnt. Bei ähnlichen Niederschlagssummen in der Hauptvegetationsperiode werden in Norddeutschland ab Mai höhere Tagesdurchschnittstemperaturen festgestellt. Ab Ende Mai findet gewöhnlich Klee optimale Temperaturbedingungen und beginnt die Bestände auf dem Lindhof zu dominieren.

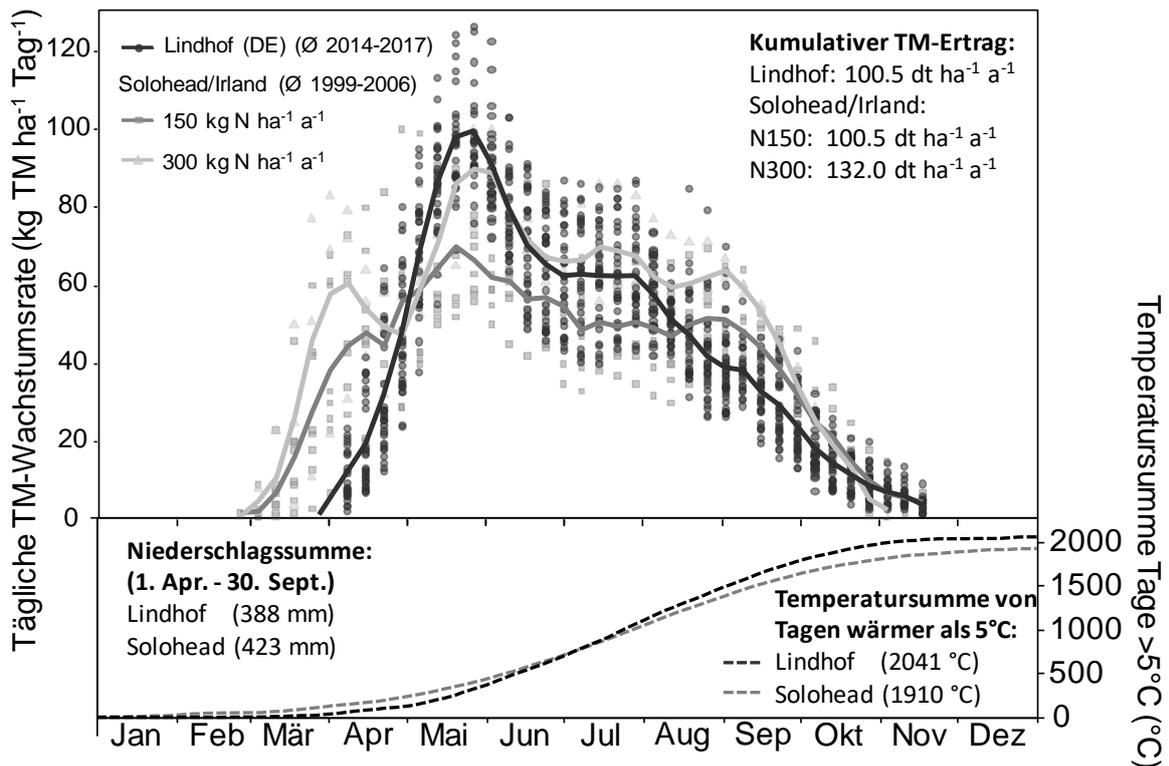


Abb. 1: a) Tägliche Wachstumsraten (kg TM ha⁻¹ Tag⁻¹) für Klee gras ohne zusätzliche N-Düngung des Lindhofes (2014-2017) im Vergleich zu täglichen Wachstumsraten von Dauergrünland auf Solohead Research Farm (1999-2006), welches mit 150 bzw. 300 kg N ha⁻¹ Jahr⁻¹ gedüngt wurde
 b) Temperatursumme von Tagen wärmer als 5° C auf dem Lindhof (2014-17) im Vergleich zu Solohead (1999-2006).

Abbildung 2 zeigt das Trockenmasseproduktionsprofil von beweideten Klee grasbeständen am Standort Lindhof während der Weidesaison 2017. Im Durchschnitt aller 9mal in 2017 beweideten Klee grasbestände wurde ein kumuliertes Weideangebot von 122 dt ha⁻¹ TM Jahr⁻¹ der Milchkuhherde angeboten, die direkt nach der Beweidung festgestellten Weidereste summierten sich auf 34 dt ha⁻¹ TM Jahr⁻¹, daraus errechnet sich eine Futternutzungseffizienz von 72%.

Die unterschiedlichen Kleeanteile in Anhängigkeit von Bestandesalter und Nutzungsart der futterbaulich genutzten Bestände des Lindhofes sind in Abb. 3. dargestellt. Bei gleichem Bestandestyp (Dauergrünland oder Klee gras) führt Weidenutzung u. a. durch Stickstoffrückführung mit den Exkrementen der Tiere zu höheren Grasanteilen.

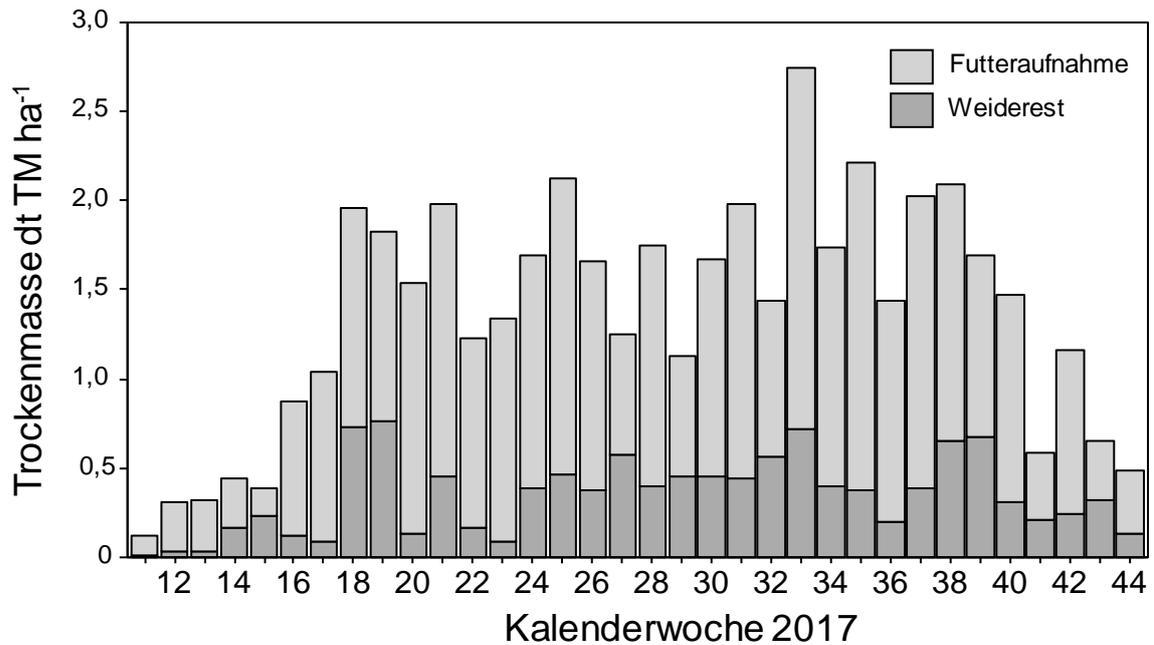


Abb. 2: Mittleres Futterangebot, Weidereste und Futteraufnahme in dt TM ha⁻¹ oberhalb einer Schnitthöhe von 4 cm der einzelnen Kalenderwochen während der Weidesaison 2017 (13. März bis 15. November) am Standort Lindhof. Futterangebot = Weiderest + aufgenommenes Futter.

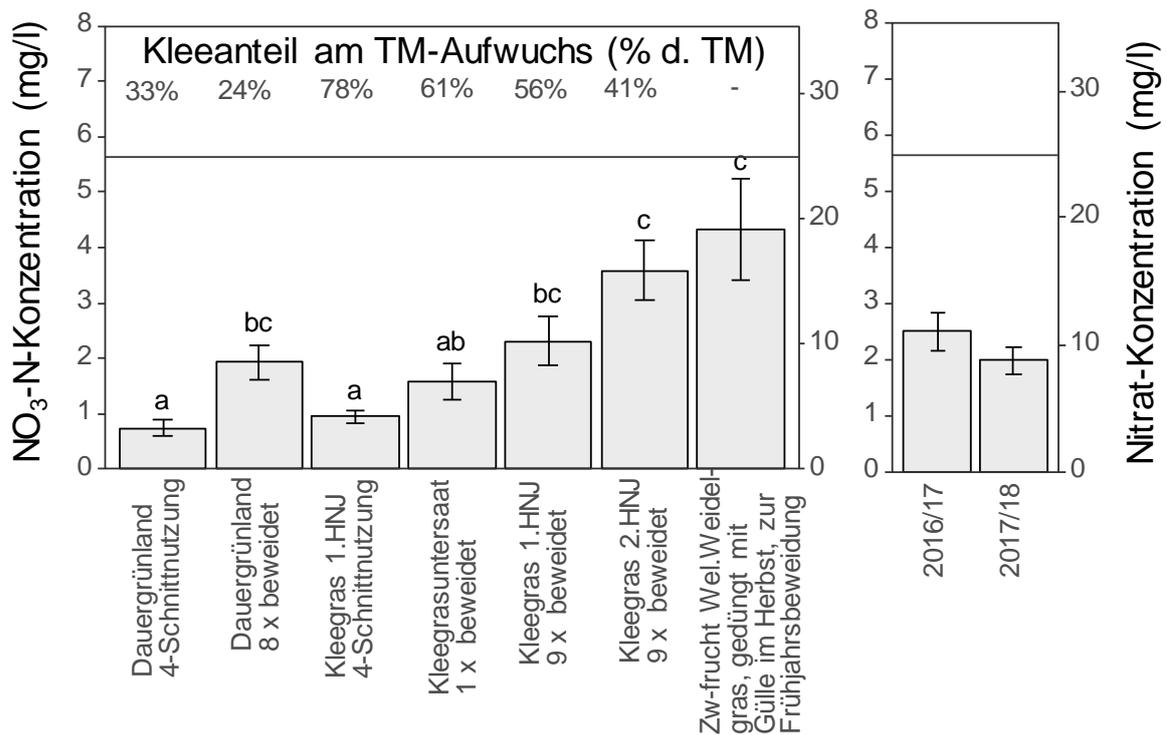


Abb.3: Nitrat-Konzentrationen im Sickerwasser im Mittel der Sickerwasserperioden 2016/17 und 2017/18 sowie Klee-Anteile am TM-Aufwuchs (im Mittel 2016 und 2017) unterschiedlicher Bestände zur Futterernutzung des Lindhofes (HNJ = Hauptnutzungsjahr). Innerhalb der gleichen Nutzungsart sinken mit zunehmendem Bestandesalter die Leguminosenanteile.

Abbildung 3 zeigt im Mittel der Sickerwasserperioden 2016/17 und 2017/18 die Nitrat-Konzentrationen im Sickerwasser unterschiedlicher Bestände zur Futterernutzung des

Lindhofes. Innerhalb des gleichen Bestandestyps (Dauergrünland bzw. Klee gras im ersten Hauptnutzungsjahr) führt Beweidung im Vergleich zur Schnittnutzung zu einer Erhöhung der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser. Dauergrünland weist bei gleicher Nutzungsart tendenziell niedrigere Nitrat- bzw. Nitrat-N-Konzentrationen im Sickerwasser auf als Klee gras. Innerhalb der Klee grasbestände führt zunehmendes Bestandesalter zu einer Erhöhung der Nitrat-Gehalte. Die höchsten Nitratkonzentrationen im Bereich 15-19 mg/ltr weist beweidetes Klee gras im zweiten Nutzungsjahr sowie Zwischenfruchtbestände mit Welschem Weidel gras auf. Letzteres wurde als Futterreserve für die frühe Beweidung im Frühjahr angebaut und wird jeweils nach der Beweidung Anfang April zu einer Sommerung umgebrochen. Keiner der beprobten Bestandestypen überschreitet den EU-Grenzwert für Trinkwasser von 50 mg Nitrat je Liter. Grund für die erhöhten Nitrat-konzentrationen bei Beweidung sind die punktuell anfallenden Exkrementflecken der Tiere, die lokal die N-Aufnahmekapazität der Narbe überschreiten. Die vergleichsweise hohen Nitratverluste unter der Zwischenfrucht Welsches Weidel gras sind auf die Herbstgüllegabe von 60 kg N/ha zur Zwischenfrucht sowie die massive Bodenbearbeitung zur Etablierung der Zwischenfrucht zurückzuführen. Eine Klee grasuntersaat wäre in Bezug auf Nitrat auswaschung die bessere Alternative gewesen, hätte allerdings zu keiner Entlastung der Gülle-Lagerkapazität im Herbst geführt.

In der Weidesaison 2017 wurde jedes der 21 Paddocks des Lindhofes mindestens einmal für die Silageproduktion geschnitten und mindestens 8mal innerhalb von 1-2 Tagen im Dreiblattstadium der Gräser abgeweidet. Silageschnitte wurden dabei auch auf vorher beweideten Flächen sehr jung im weidereifen Stadium durchgeführt. Ziel dieser Maßnahme war neben der Reduktion des Drucks von Geilstellen in darauffolgenden Beweidungen auch ein schnellst mögliches Wiedereinscheren dieser Flächen in die Weiderotation, ohne lange Erholungsphasen des Bestandes nach langer Aufwuchsdauer. Nebeneffekt der Nutzung in so jungem Zustand sind Ballensilagen mit sehr hohen Energiekonzentrationen im Bereich 6,5- 7,2 MJ NEL, die wiederum hervorragend zur Fütterung der frisch laktierenden Tiere im Februar/März eingesetzt werden und praktisch den ohnehin im Öko-Landbau schwierigen Anbau von Silomais überflüssig machen. Zusätzliche Silagen für die Winterfütterung stammen aus einer Betriebskooperation mit einem nahegelegenen Öko-Ackerbaubetrieb. Hier ergibt sich eine Win-Win-Situation für beide Betriebe. Der erste Aufwuchs von Klee gras, welcher gewöhnlich vom Ackerbaubetrieb zu Gründüngungszwecken gemulcht oder über Schäfer abgeweidet wird, steht in keiner Beziehung zum Ertrag der Klee grasfolgefucht: Dieser Aufwuchs weist aber bei Schnittnutzung die höchsten Futterqualitäten auf. Ohne Nachteile realisiert der Ackerbaubetrieb durch den Verkauf ein Zusatzeinkommen, während sich der abnehmende Lindhof mit einem Schnitt einen Großteil seiner Winterfütterung sichert.

Zusätzlich zur Klee grasweide wurden die Milchkühe mit 2-3 kg Kuh⁻¹ Tag⁻¹ selbstgemischtem Schrot bestehend aus Triticale und Ackerbohnen gefüttert. 2017 wurden je Kuh und Jahr 620 kg eigenes Kraftfutter aufgewandt. Das ist mehr als die zu Projektstart geplanten max. 400 kg/Kuh /Jahr: Grund hierfür war ein nicht ausgenutzter Proteinüberschuss in den Monaten Juni-August auf den dann Kleedominierten Flächen, die durch leicht erhöhte Gaben von reinem Getreideschrot in erhöhte Leistung statt erhöhte Milchharnstoffgehalte umgewandelt werden konnten. Hochwertige Silagen wurde nur während der ersten Laktationsphase von Februar bis April und von Mitte Oktober bis Mitte November zugefüttert. Also in Phasen, in denen die Kühe nur einen halben Tag oder nur stundenweise auf die Weide konnten. Zum Ende der Laktation, also der Phase der Trockenstellung, wurde von hochwertiger Silage auf relativ grobes Heu von den Extensivgrünlandflächen des Lindhofes umgeschaltet. Auch die Trockenstellerration des Lindhofes besitzt hohe Anteile dieses Heus um Milchfieber vorzubeugen, welches ansonsten durch die hohen Caliziumgehalte von Klee grassilagen produziert werden könnte. Insgesamt wurden 1050 kg TM Klee grassilage und Heu pro Kuh und Jahr verfüttert. Insgesamt entfielen 68% des Energiebedarfs der Milchproduktion auf die Aufnahme von Weidefutter. Je Hektar beweidetes Klee gras wurden 10,6 Tonnen Milch (ECM) und 994 kg

Milchfett + Protein erzeugt. Das entsprach 431 kg Milchfett + Protein (MS) pro Jersey-Kuh bei einem Lebendgewicht von 410 kg je Kuh. Im Vergleich liegen die Zielwerte für die irische Milchproduktion bei 1200 kg ha⁻¹ Milchfett + Protein auf dortigen konventionellen Betrieben und bei etwa 825 kg Milchfett + Protein ha Milchfett + Protein auf irischen Öko-Betrieben. 2016 wurde ein Energieertrag der Weideflächen von 48 GJ NEL/ha im aufgenommenen Futter festgestellt. Die Vergleichsmessungen der Futterqualitäten als Differenz aus Futterangebot und den nach selektivem Fraß mit schlechteren Energiegehalten ausgestatteten Weideresten erbrachten eine durchschnittliche Energiekonzentration im aufgenommenen Weidefutter von 7,1 MJ NEL/kg TM.

Bei 50 % höherem Milchauszahlungspreis für Öko- im Vergleich zu konventioneller Milch im Wirtschaftsjahr 2017/2018 lagen im gleichen Zeitraum die Futterkosten je kg Milch des Lindhofes mit 14,31 ct je kg ECM deutlich geringer als die 21,14 ct je kg ECM die im Durchschnitt der (konventionellen) Rinderspezialberatungsbetriebe Schleswig-Holsteins aufgewandt werden müssen.

In diese Berechnungen wurden dem Berechnungsschema der Rinderspezialberatung Schleswig-Holstein folgend die Flächenkosten für Dauergrünland und das zweijährige Klee gras komplett der Futtererzeugung zugeschlagen und die besondere Bedeutung des Klee grasses für die Marktfrüchte ausgeklammert. Die Ertragssteigerungen bei den Marktfrüchten, hervorgerufen durch den deutlich höheren Vorfruchtwert vom zweijährigen im Vergleich zum einjährigen Klee gras der vergangenen Jahre, sowie der höhere Anfall an wertvollen Wirtschaftsdüngemitteln (Gülle zu Getreide und Mist zu Kartoffeln) fallen deutlich aus. Die Ertragssteigerungen vor allen beim Getreide betragen ca. 25% im Vergleich zum vorher deutlicher N-limitierten System und können bei ca. 55 Hektar Marktfruchtfläche mit monetär 24.000 Euro bewertet werden.

Der tägliche Arbeitszeitaufwand während der Vollweideperiode inklusive Grasbestandeshöhenmessung und 2mal täglicher Portionsweidezuteilung betrug 7 Stunden, während in der Stallphase von Mitte Februar bis Mitte März 10 Stunden aufgewendet werden mussten. (Hierbei wurde der besondere Aufwand für die im Februar/März anfallenden Kalbungen nicht mit in die Berechnung der Arbeitszeit einbezogen). Die Reduktion des Gülleanfalls, der nicht teuer und energieaufwändig vom Lohnunternehmer auszubringen ist, wird auf 2000 Kubikmeter jährlich geschätzt.

Schlussfolgerungen

Die ersten Ergebnisse vom Lindhof verdeutlichen das Potenzial eines intensiven Rotationsweidesystems auf der Basis von Frühjahrskalbung für Milchvieh als alternatives System für die nachhaltige Milchproduktion unter den norddeutschen Bedingungen. Deutliche Synergieeffekte innerhalb eines Gemischtbetriebes konnten aufgezeigt werden. Eine umfassende ökonomische Bewertung des Systems befindet sich in Ausarbeitung (EU-Projekt EuroDairy). Intensive Messserien zu Treibhausgasemissionen wurden 2018 gestartet, diese umfassen auch den Methanausstoß der Kühe ermittelt mit der SF₆-Methode (EU-Projekt SusCatt).

Literatur

- CORRALL, A.J. & FENLON, J.S. (1978): A comparative method for describing the seasonal distribution of production from grasses. *J. Agric. Sci.* 91, 61–67. <https://doi.org/10.1017/S0021859600056628>.
- DILLON, P., HENNESSY, T., SHALLOO, L., THORNE, F. & HORAN, B. (2008): Future outlook for the Irish dairy industry: a study of international competitiveness, influence of international trade reform and requirement for change. *International Journal of Dairy Technology* 61, 16–29.

- MEG Milch Board w.V., (2018): Milch Marker Index (MMI) - Transparenz in Produktion und Vermarktung
 Erzeugungskosten Milch, Fakten, die Sie kennen sollten! MEG Milch Board w. V. Stresemannstr. 24, 37079 Göttingen, Vertreten durch: Peter Guhl. <http://www.milch-marker-index.de/home/>, Zugriff am. 10. Juni 2018.
- OOMEN, G.J.M., LANTINGA, E.A., GOEWIE, K.W. & VAN DER HOCK (1998): Mixed farming systems as a way towards a more efficient use of nitrogen in European Union agriculture. *Environmental Pollution* 102, 697-704.
- ROTZ, C. A., SODER, K. J., SKINNER, R. H., DELL, C. J., KLEINMAN, P. J., SCHMIDT & J. P., BRYANT, R. B. (2009): Grazing can reduce the environmental impact of dairy production systems. *Forage and Grazinglands* doi:10.1094/FG-2009-0916-01-RS.
- RYSCHAWY, J, CHOISIS, N., CHOISIS, J. P., JOANNON, A. & GIBON, A. (2012): Mixed crop-livestock systems: an economic and environmental-friendly way of farming? *Animal*, 6:10, 1722– 1730.
- VAN KEULEN, H. & SCHIERE, J.B. (2004): Crop-livestock systems: old wine in new bottles? In: FISCHER, T. et al. (Eds.). *New directions for a diverse planet. Proceedings of the IV International Crop Science Congress, Australia, 2004.*
- ZÜHLSDORF A, KÜHL S & SPILLER A. (2014): Marketingtrend Weidemilch: Milchviehhaltung der Zukunft aus Verbrauchersicht. *Molkereiindustrie* 5, 4-6.