

Fachhochschule Kiel
Hochschule für Angewandte Wissenschaften
Fachbereich Agrarwirtschaft
Osterrönfeld

Seminar II

im Studienfach Landwirtschaft

Leguminosen Nachsaat: zusätzliches Protein aus dem Grünland

Wegglar, K., Thumm, U., Elsäßer, M. (2019)

vorgelegt von:

Tibor Weiß

betreut von:

Prof. Dr. Rainer Wulfes

Osterrönfeld, im Oktober 2020

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	2
Abkürzungsverzeichnis	2
1 Einleitung	4
2 Literatur	4
2.1 Einfluss auf Trockenmasse-Erträge	5
2.2 Einfluss auf den Rohprotein-Ertrag	6
2.3 Einfluss auf den Netto-Energie-Laktation-Ertrag	7
2.4 Stickstoffbedarf der Milchproduktion	7
2.5 Ernteverluste	7
2.5.1 Silage	8
2.5.2 Heu	9
2.5.3 Heutrocknung	10
2.5.4 weitere Verfahren	10
3 Diskussion	10
3.1 Literaturkritik	11
3.2 Sinnhaftigkeit einer Leguminosennachsaat	11
3.2.1 Nährstoffkreislauf	13
3.2.2 Leguminosen als alternative zu Kraftfutter	14
3.3 Effizienz der Konservierung	14
4 Fazit	15
5 Zusammenfassung	15
Literaturverzeichnis	16

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Netto-Energie-Laktation(NEL)-Erträge der verschiedenen Varianten über 3 Jahre aufsummiert	6
Abbildung 2: (a) NEL-Ertrag und (b) NEL-Konzentration in Abhängigkeit von der N-Düngung und Leguminosen Nachsaat über 3 Jahre	12

Abkürzungsverzeichnis

AGGF	Arbeitsgemeinschaft Grünland und Feldfutterbau
DüV	Düngeverordnung
EU	Europäische Union
HBLFA	Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
NEL	Netto-Energie-Laktation
TM	Trockenmasse
XP	Rohprotein

1 Einleitung

Unter den strengen Auflagen der Düngeverordnung (DüV) von landwirtschaftlich genutzten Flächen sowie gesellschaftlicher Kritik an der Fütterung von Soja aus Südamerika in der Milchkuhhaltung steigt die Bedeutung des Grundfutters. Ein entscheidendes Qualitätsmerkmal des Grundfutters in der Milchkuhfütterung ist der Netto-Energie-Laktation(NEL)-Gehalt. Somit ist eine Steigerung der NEL-Erträge des Grünlandes ein wichtiges Ziel der meisten Milchkuhhalter. Die Arbeitsgemeinschaft Grünland und Feldfutterbau (AGGF) hat sich 2019 im Rahmen Ihrer 63. Jahrestagung unter dem Motto "Grünland 2050" getroffen um über zukünftige Entwicklungen sowie Nutzungen des Grünlandes zu diskutieren. WEGGLER et al. (2019: 33–36) haben sich mit der Möglichkeit befasst den Leguminosen-Anteils zu steigern, um über einen gesteigerten Rohprotein(XP)-Ertrag den NEL-Ertrag zu steigern.

Da Leguminosen molekularen Stickstoff (N_2) aus der Luft binden können, sind diese, im Gegensatz zu den Gräsern, nicht auf eine N_{\min} -Versorgung angewiesen. Somit können Leguminosen auch ohne oder relativ geringer N-Düngung relativ hohe Trockenmasse(TM)-Erträge produzieren. Dies wirft die Frage auf, ob ein bestimmter Leguminosenanteil in der Gräsermischung bei gleichzeitiger Reduktion der N-Düngung in der Lage ist zumindestens vergleichbare oder höhere NEL-Erträge zu liefern.

Die NEL-Erträge sollen natürlich auch auf dem Futtertisch ankommen. In Norddeutschland ist die Grassilage die übliche Konservierungsmethode von Grünlandbeständen, allerdings treten dabei etwa 20% NEL-Verluste auf (FRITZ 2018b: 30).

Somit existieren viele Möglichkeiten mit welchen der Landwirt auf die Leistungsfähigkeit seines Grünlandes Einfluss nehmen kann. Der Fokus liegt dabei auf den NEL-Erträgen und -Gehalten, die TM-Erträge und XP-Erträge und -Gehalte werden auch betrachtet.

2 Literatur

Aufgrund der preiswerten Versorgung von Proteinen über importiertes Soja ist die N-Quelle Leguminosen für Milchkuhhalter bisher kaum erschlossen. Inzwischen verlangen aber immer mehr Verbraucher Produkte welche unter Gesichtspunkten des Umweltschutzes und Ressourcenschonung produziert wurden. Dadurch ist der Einsatz von importierten Soja für einige Betriebe nicht mehr möglich bzw. erschwert die Ver-

marktung der Milch und diese Milcherzeuger müssen daher andere Proteinquellen erschließen.

2.1 Einfluss auf Trockenmasse-Erträge

Die Grasbestände sind insbesondere auf einen hohen TM-Ertrag ausgelegt. Dieser wird über sehr ertragreiche, aber auch auf N-Düngung angewiesenen Arten und Sorten erreicht. Allerdings hat sich bereits gezeigt, dass eine Artenreiche Gräsermischung, insbesondere mit Leguminosen, höhere Erträge liefern können als Reinsaaten der ertragreichsten Art (NYFELER et al. 2009). Leguminosen reduzieren die N_2 -Fixierung bei N-Düngung (LEDGARD et al. 2001), weswegen die N-Düngung zumindest reduziert werden muss (WEGGLER et al. 2019: 34).

Seitenzahl
einfü-
gen!

Bei einer Reduzierung der N-Düngung, um die Leguminosen in den Bestand zu integrieren, besteht die Möglichkeit, dass die TM-Erträge absinken könnten. Dies ist zu vermeiden, da viele Betriebe darauf angewiesen sind, mit den vorhandenen Flächen ausreichend Futter für Ihre Tiere zu produzieren. Nach ENGEL et al. (2013: 11) sind die Verluste an TM-Ertrag bei einer Reduzierung der N-Düngung von $240 \text{ kg N ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ohne Leguminosen auf $80 \text{ kg N ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ mit Weißklee bei etwa 20%.

Seitenzahl
einfü-
gen

Allerdings ist auch zu erwähnen, dass die Europäische Union (EU) eine Düngung von $240 \text{ kg N ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ eventuell, im Zuge der gemeinsamen Agrarpolitik oder indirekt über andere Vorgaben, verboten oder eingeschränkt könnte. Daher scheint der Vergleich von $160 \text{ kg N ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ohne Leguminosen mit $80 \text{ kg N ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ mit einem Leguminosenanteil unter langfristigen Gesichtspunkten verständlich. Da betriebseigener Wirtschaftsdünger i.d.R. kostengünstig zur Verfügung steht, ist eine gewisse N-Düngung wirtschaftlich nur schwer komplett zu vermeiden. In diesem Fall reduziert sich der TM-Ertrag nach ENGEL et al. (2013: 11) um etwa 2,5%. Leider sind keine Konfidenzintervalle angegeben, sodass eine Aussage über die statistische Signifikanz hier leider nicht möglich ist. Allerdings ist eine Abweichung von 2,5% auch relativ gering und wird in der Praxis wohl auch kaum bemerkt werden.

Der positive Einfluss von Rotklee auf den TM-Ertrag wurde von FRANKOW-LINDBERG et al. (2009: 242) gezeigt und wird von den Ergebnissen von WEGGLER et al. (2019: 35) gestützt. In Abb. 2 ist zu erkennen, dass der NEL-Ertrag bei einer Rotkleenachsaat steigt während der NEL-Gehalt des Futtermittels sinkt. Dies ist nur durch einen starken positiven Effekt auf den TM-Ertrag zu erklären.

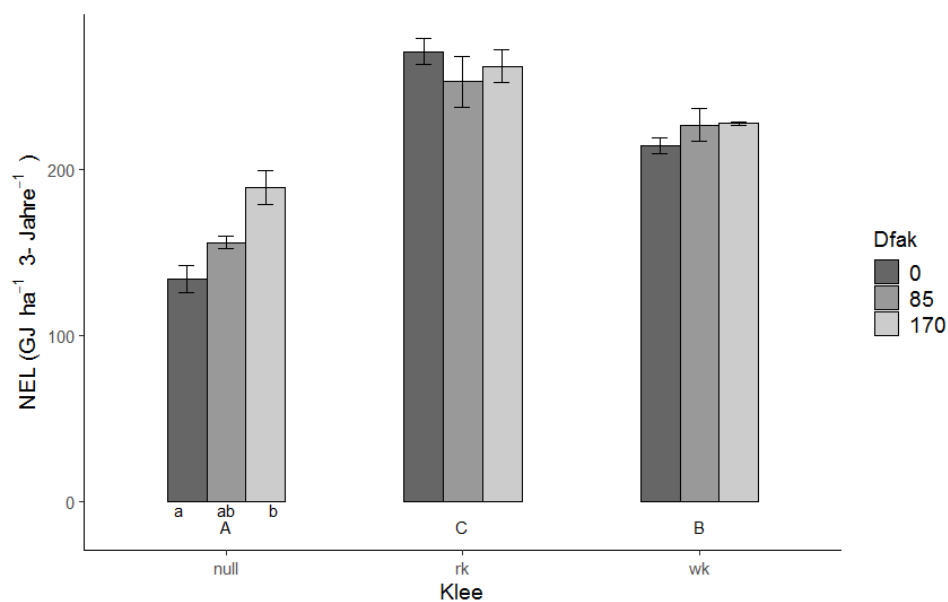


Abbildung 1: NEL-Ertäge der verschiedenen Varianten über 3 Jahre aufsummiert (WEGGLER et al. 2019: 36)

2.2 Einfluss auf den Rohprotein-Etrag

Auch wenn Leguminosen generell die Möglichkeit haben hohe XP-Gehalte (LOGES et al. 1998: 141) zu generieren, stellt sich die Frage ob eine Nachsaat von Leguminosen ausreicht um die XP-Gehalte bei einer Reduzierung der N-Düngung zu erhöhen oder wenigstens konstant zu halten. Nach ENGEL et al. (2013: 11) ist es bei reduzierter N-Düngung möglich unter bestimmten Bedingungen die XP-Gehalte leicht zu steigern. Natürlich hängen die XP-Erträge und -Gehalte von vielen Faktoren ab, daher müssen insbesondere geringe Unterschiede genau betrachtet werden. Eine genauere Untersuchung von WEGGLER et al. (2020) hat gezeigt, dass die XP-Erträge bei moderater N-Düngung (ca. 150 kg N ha⁻¹) im dreijährigen Mittel gesteigert werden konnten. Bei einer Rotkleenachsaat waren eine signifikante Steigerung des XP-Ertrages von etwa 3 dt ha⁻¹a⁻¹ möglich (WEGGLER et al. 2020: 12), allerdings konnte der XP-Gehalt nur in Einzelfällen gesteigert werden (WEGGLER et al. 2020: 13).

Die N-Düngung von Flächen, auf welchen zuvor Leguminosen nachgesäet wurden, hatte nach WEGGLER et al. (2019: 34) keinen signifikanten Einfluss auf den XP-Gehalt. Allerdings profitieren Gräser von einer hohen N-Düngung und verdrängen somit sowohl Weiß- als auch Rotklee aus dem Bestand (BLACK et al. 2009: 161).

2.3 Einfluss auf den Netto-Energie-Laktation-Ertrag

Die Untersuchung von WEGGLER et al. (2019) auf den Einfluss von Klee auf den NEL-Ertrag ist eine der ersten Arbeiten mit dieser Zielsetzung. Es wird gezeigt, dass die NEL-Erträge bei einer Rotkleenachsaat gesteigert werden können, während der NEL-Gehalt sinkt, wobei beide Effekte statistisch signifikant waren. Die Steigerung des NEL-Ertrags durch die Rotkleenachsaat war bei einer N-Düngung von $170 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ etwa 55% (siehe Abb. 1). Eine Weißkleenachsaat hat mit einer Steigerung von 16% einen deutlich geringeren Effekt auf den NEL-Ertrag. Dafür waren durch die Weißkleenachsaat die NEL-Gehalte weiterhin auf einem ähnlichen Niveau.

2.4 Stickstoffbedarf der Milchproduktion

Betriebe sind aufgrund der DüV verpflichtet über, z.B. die Hoftorbilanz, die N-Bilanz des Betriebes zu berechnen. Viele Betriebe haben dabei positive Saldi (LELLMANN et al. 2005: 7ff.) und müssen daher weitere N-Quellen meiden. Eine große, und in den meisten Fällen außerbetriebliche Quelle, ist das Kraftfutter (LELLMANN et al. 2005: 62).

Stickstoffverluste treten insbesondere über den Verkauf von Milch über das Milcheiweiß auf (WINDISCH et al. 1989: 209). Zum anderen entstehen beim Wirtschaftsdünger unvermeidbare N-Verluste bei der Lagerung und Ausbringung (QUENTIN 1988: 387). Des weiteren entstehen auf den Feldern, insbesondere bei hoher N-Düngung, Nitrat- auswaschungen. Diese stehen immer stärker in der Kritik, da diese das Grundwasser erreichen können und Nitrat im Körper zum Nitrit umgewandelt wird (QUENTIN 1988: 390f.). Da Nitrit giftig ist, hat die EU einen strengen Grenzwert von 50 mg l^{-1} Nitrat im Grundwasser festgelegt. Da Deutschland den Grenzwert von Nitrat im Grundwasser nicht einhalten kann, wird über die DüV das Ziel verfolgt, den Grundwasserkörper zu verbessern.

2.5 Ernteverluste

Eine erfolgreiche Konservierung des Grünlandaufwuchses ist wichtig. Da ein großer Teil des Grünlandaufwuchses nicht zum Zeitpunkt des Wuchses verfüttert wird ist dies eine Grundvoraussetzung für eine ganzjährige Nutzung des Futters. Insbesondere wenn man berücksichtigt, dass unterschiedliche Aufwüchse unterschiedliche Inhaltstoffe aufweisen. Daher werden diese für die Fütterung der verschiedenen Gruppen einer Milchkuhherde eingesetzt.

Eine kontrollierte Fütterung der Milchkühe, abhängig von Ihrem jeweiligen Leistungsniveau, ist für die meisten Betriebe wichtiger Bestandteil der Rationsplanung. Da eine Milchkuh als Polygastier auf die Verwertung des Futters auf den Pansen mit den entsprechenden Bakterien angewiesen sind, hat jede Futterumstellung das Potential Stress zu verursachen. Über solche Maßnahmen kann das beste Futter für die Tiere genutzt werden, die den höchsten Nutzen daraus ziehen. Aus diesen und weiteren Gründen ist, in weiten Teilen, eine reine oder überwiegende Schnittnutzung der Grünlandflächen bei den Milchkuhbetrieben zu beobachten.

Da der Grünlandaufwuchs i.d.R. nicht lager stabil ist, ist eine Konservierung nötig. Die Konservierung hat einen sehr großen Einfluss auf die Grundfutterqualität wobei, je nach Konservierungsmethode, verschiedene Verluste entstehen können (FRITZ 2018b: 30).

Wichtige Eigenschaften, welche von dem Ernteverfahren beeinflusst werden, sind sowohl NEL-Gehalt, -Ertrag sowie TM-Ertrag. Die Schmackhaftigkeit, und damit die Futteraufnahme, ist auch sehr wichtig, da bei einer erhöhten Grundfutteraufnahme die Kraftfuttermenge auch gesteigert werden kann (GRUBER 2013: 36). Kosten der jeweiligen Konservierungsverfahren sind für einen wirtschaftlichen Betrieb eines Milchkuhbetriebs entscheidender Einflussfaktor (FRITZ 2018a: 75). Allerdings hängen die Kosten von einem Verfahren von sehr vielen Faktoren ab, welche lokal sehr unterschiedlich sein können. Da ein Betrieb sowohl bauliche als auch technische Anforderungen an das jeweilige Verfahren erfüllen muss, ist eine Entscheidung für ein Verfahren i.d.R. langfristig und von strategischer Bedeutung (FRITZ 2018a: 75).

Die Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft (HBLFA) Raumberg-Gumpenstein hat über mehrere Jahre unter anderem die Ernteverluste verschiedener Konservierungsverfahren miteinander verglichen. In Österreich gibt es ca. 10.000 Heumilchbetriebe (FRITZ 2018a: 75), sodass eine Vergleich der unterschiedlichen Verfahren in Österreich eine praktische Relevanz hat. Die Ergebnisse der HBLFA Raumberg-Gumpenstein können natürlich nicht direkt auf norddeutsche Verhältnisse übertragen werden. Aufgrund der Aktualität und der Umfang des Versuchs wird dieser als Grundlage im weiteren Verlauf dienen.

2.5.1 Silage

In Norddeutschland ist die Silierung von Grünlandaufwüchsen sehr weit verbreitet. Eine Ursache ist das Klima mit der relativ feuchten Witterung, welche sowohl für hohe Erträge sorgt, als auch eine Feldtrocknung dieser erschwert. Aufgrund der kurzen

Feldliegezeiten und relativ geringe Anforderung an den TM-Gehalt bietet sich eine Silierung bei unsicheren Wetterlagen, bzw. kurzen Schönwetterperioden an (FRITZ 2018b: 33f.). Nachteile der Silierung sind neben relativ hohen Verfahrenskosten die Anforderung an eine gute Verdichtung der Silage sowie der Zuckergehalt. Ein ausreichender Zuckergehalt ist für eine erfolgreiche Silierung notwendig, da dieser von den Bakterien in Milchsäure umgesetzt wird und somit den eigentlichen Silierprozess darstellt.

Nach FRITZ (2018b: 30) entstehen bei der Silierung NEL-Verluste von etwa 22% vom Aufwuchs bis zum Futtertisch. Diese entstehen zum Teil bereits auf dem Feld, da Atem- und Bröckelverluste, zumindest mit der i.d.R. aufgelösten Erntekette, auch bei der Silierung nicht verhindert werden können (GRUBER et al. 2015: 58f). So brechen bei jedem der Arbeitsgänge Blätter ab, oder Halme "fallen" von den Stoppeln auf den Boden und können von den Erntemaschinen nicht mehr aufgenommen werden. Desweiteren können bei der Silierung z.B. über Lufteinschlüsse oder den Eintrag von Erde Fehlgärungen auftreten, welche die Qualität der Silage deutlich verschlechtern können. Die Produktion von Milchsäure kostet Energie, welche damit der Grassilage entzogen wird (GRUBER et al. 2015: 61). In dem Versuch der HBLFA Raumberg-Gumpenstein lagen die NEL-Verluste von der Mahd bis zur Einfuhr bei ca. 11%, von der Einfuhr bis zum Futtertisch weitere 12% (FRITZ 2018b: 30).

2.5.2 Heu

Die Konservierung von Grünlandaufwüchsen als Heu ist eine bewährte Methode. Bei dieser wird der Aufwuchs gemäht und über einen längeren Zeitraum getrocknet. Um ein gleichmäßiges Trocknen zu erreichen, wird das Erntegut regelmäßig gewendet, wobei bei jedem Vorgang Bröckelverluste auftreten. Je trockener das Erntegut wird, desto größer werden die Bröckelverluste beim Wenden (SAUTER und LATSCH 2008: 12). Nach RESCH und STÖGMÜLLER (2019: 125) ist für eine gute Heuqualität eine kurze Feldliegezeit mit wenigen Wendevorgängen anzustreben, sodass, aufgrund der Wetterlage sowie der Struktur des Grases, der erste Schnitt signifikant später erfolgt.

In Norddeutschland hat die traditionelle Heugewinnung den Nachteil der sehr langen Feldliegezeit bei selten stabilen Schönwetterphasen. Dies schränkt die Schnittzeitpunkte sehr stark ein, sodass eine verlässliche, hochwertige Heuproduktion i.d.R. nicht gewährleistet werden kann. Im Alpenraum sind die Voraussetzungen deutlich besser, daher wurde das Bodenheu der HBLFA Raumberg-Gumpenstein bereits nach (durchschnittlich) 45 Stunden Feldliegezeit (mit ca. 88% TM-Gehalt) eingefahren (GRUBER

et al. 2015: 63). Die NEL-Verluste liegen bei ca. 27% zwischen Mahd und Einfuhr und ca. 9% zwischen Einfuhr und Futtertisch, insgesamt ca. 33% (FRITZ 2018b: 30).

2.5.3 Heutrocknung

Mithilfe einer Heutrocknung kann das Heu früher eingefahren werden und wird dann in dieser auf eine Restfeuchte von ca 10% getrocknet. Über moderne Entfeuchter- oder Kondensationstrocknungen konnte die Schlagkraft und Wetterunabhängigkeit in den letzten Jahrzehnten deutlich verbessert werden. Die trockene Luft wird dabei durch den Heustock gedrückt und nimmt die Feuchtigkeit auf, welche die Luft am Luftentfeuchter wieder abgibt. Somit kann im Umluftverfahren mit relativ hohen Temperaturen und geringen Futterverlusten (XP- und Zucker-Gehalte) getrocknet werden (RESCH und STÖGMÜLLER 2019: 122).

Der Versuch der HBLFA Raumberg-Gumpenstein haben, im Vergleich zu der Silagegewinnung etwas höhere Verluste bis zur Einfuhr festgestellt (GRUBER et al. 2015). Aufgrund der Gärverluste und der geringen Verluste in der Trocknung waren die NEL-Verluste über die komplette Erntekette bei etwa 21% und somit ist die Variante der Entfeuchterheutrocknung absolut vergleichbar mit dem, der Silagegewinnung (FRITZ 2018b: 30) im Bezug auf die Ernteverluste an TM-Ertrag sowie NEL-Gehalt. Allerdings war die Futteraufnahme der Tiere höher, sodass die Milchleistung der Milchkühe gegenüber der Silagefütterung leicht gesteigert werden konnte.

Seitenzahl
einfü-
gen

2.5.4 weitere Verfahren

Nach ENGEL et al. (2013: 12f) haben neue, innovative Verfahren, wie z.B. die Herstellung von Cobs oder Pellets, teilweise sehr geringe Ernteverluste. Generell ist zu erwarten, dass die Verluste von 20% NEL von der Mahd bis zum Futtertisch für die Effizienz der Grünlandnutzung großes Potential für Verbesserungen bietet. Die Landmaschinenbranche ist z.B. mit der Entwicklung von Pelettiermaschinen, welche auf dem Feld eingesetzt werden können, beschäftigt (SCHRAMM und SÜMENING 2017: 9).

3 Diskussion

WEGGLER et al. (2019: 33–36) hat Möglichkeiten zur Steigerung der NEL-Erträge im Grünland Mithilfe von Rot- und Weißklee untersucht. Obwohl die NEL-Erträge gesteigert

gert werden konnten, sanken teilweise die NEL-Gehalte (siehe Abschnitt 2.3). FRITZ (2018b) haben gezeigt, dass die Ernteverluste bei modernen Ernteverfahren bei etwa 20% liegen.

3.1 Literaturkritik

Die Arbeit von WEGGLER et al. (2019) richtet sich eindeutig an ein wissenschaftliches Fachpublikum. Die Veröffentlichung erfolgte im Zuge der 63. Jahrestagung der AGGF auf welcher sich Wissenschaftler über die Zukunft des Grünlandes ausgetauscht haben. Das Thema NEL-Ertragssteigerung über die Nachsaat von Klee in Grünlandbeständen wurde bisher wissenschaftlich kaum betrachtet (siehe Abschnitt 2.3). In dem Artikel (WEGGLER et al. 2019: 33–36) sind einige kleinere handwerkliche Fehler enthalten.

Aufgrund der begrenzten Länge in dem Tagungsband erfolgt die Darstellung der Daten, wie in wissenschaftlichen Veröffentlichungen üblich, sehr kompakt und auf das Wichtigste reduziert. Für Wissenschaftler, welche das Fachgebiet kennen, sind solche Einschränkungen kein Problem. Allerdings ist es für Landwirte nur schwer die Ergebnisse korrekt zu interpretieren.

In WEGGLER et al. (2019: 35) ist die Legende sowie Achsbeschriftung, siehe Abb. 2, nicht korrekt umgesetzt. So wird zum Beispiel der NEL-Gehalt mit GJ ha^{-1} beschriftet, statt $\text{MJ kg}^{-1} \text{ TM}$.

Des weiteren wird die Abkürzung NEL in der Einleitung nicht als Netto-Energie-Laktation eingeführt sondern als *nutzbare Energie Laktation*. Im Kapitel Material und Methoden wird NEL als *Netto Energie Lactation* bezeichnet. In Abbildungsunterschriften wird wiederholt *nutzbare Energie Laktation* verwendet. Normalerweise wird im landwirtschaftlichen Kontext die Abkürzung NEL für Netto-Energie-Laktation verwendet. Des weiteren ist NEL eine wichtige Kenngröße in der Grundfuttermittelproduktion der Milchkuhhaltung und somit der Grünlandwirtschaft. Daher liegt es nahe einen Fehler in der Bezeichnung zu vermuten.

Seitenangabe

not-
wendig
wenn
die
kom-
plette
Arbeit
referen-
ziert
wird?

kursiv
okay
zum
markie-
ren von
Feh-
lern?

3.2 Sinnhaftigkeit einer Leguminosennachsaat

Wie in Abschnitt 2.2 gezeigt, können Leguminosen den XP-Ertrag vom Grünland erhöhen. Der Versuch von WEGGLER et al. (2019) wurde allerdings nur bis zu einer Düngung von $170 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ gesteigert. Daher ist es schwierig, einen Vergleich zwischen einer, in Norddeutschland üblichen, N-Düngung von über 200 kg N ha^{-1} sowie einer

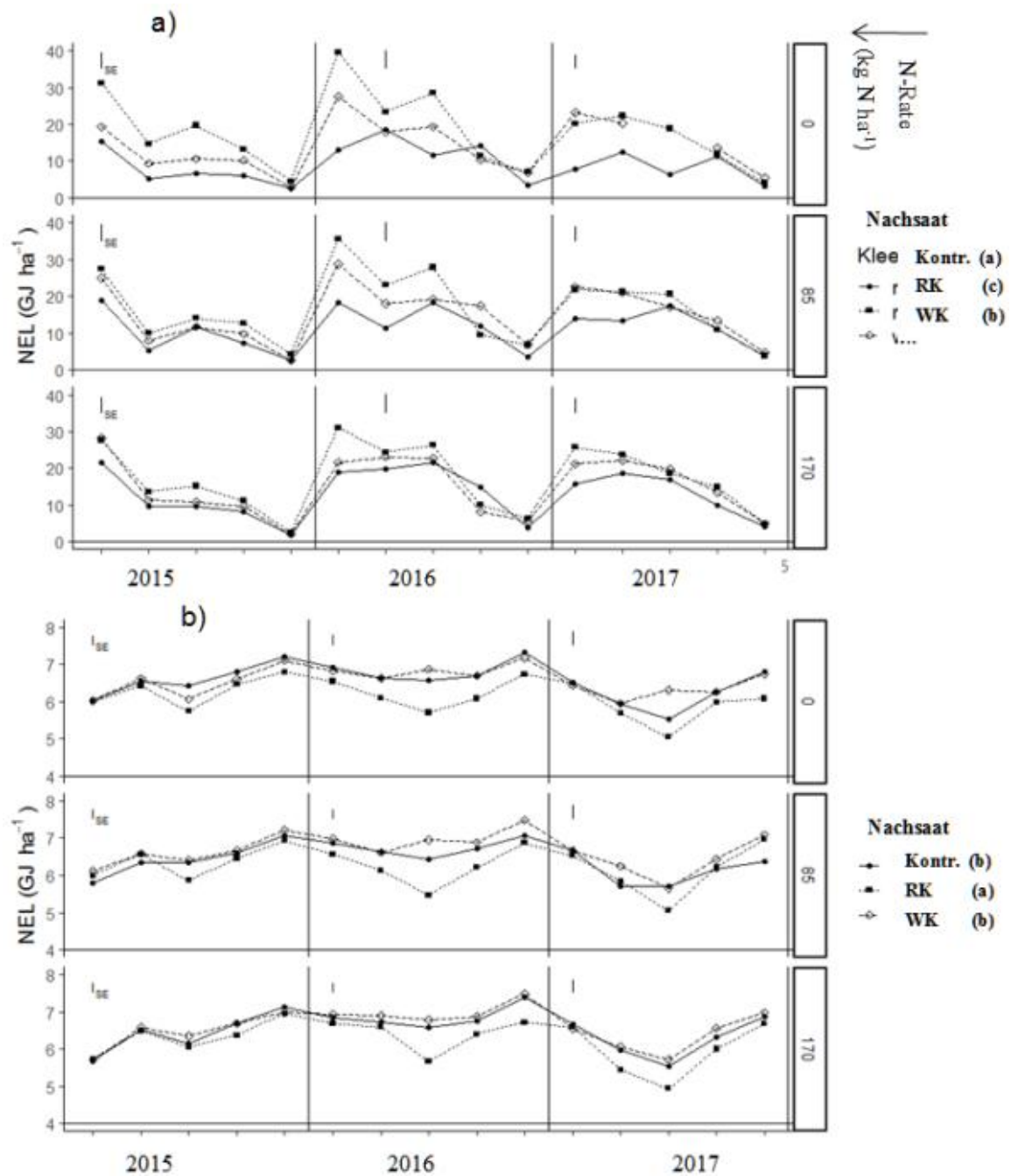


Abbildung 2: (a) NEL-Ertrag und (b) NEL-Konzentration in Abhängigkeit von der N-Düngung und Leguminosen Nachsaat über 3 Jahre (WEGGLER et al. 2019: 35)

minimierten N-Düngung mit Leguminosen zu ziehen. Eine Nachsaat mit Rotklee hatte häufig einen negativen Einfluss auf den XP-Gehalt des Aufwuchs, während eine Weißkleenachsaat tendenziell eine leichte Steigerung des XP-Gehaltes zur Folge hatte. Wie in Abschnitt 3.2.2 gezeigt wird, ist der NEL- und XP-Gehalt eine sehr wichtige Größe in der Milchkuhhaltung. Generell sind deutliche Steigerungen des NEL-Ertrages möglich, insbesondere bei (sehr) geringer N-Düngung, wobei insbesondere der Rotklee dies über die Steigerung der TM-Erträge (siehe Abschnitt 2.1) erreicht.

Das der Rotklee zu einer signifikanten Verringerung der NEL-Konzentration des Aufwuchs geführt hat, ist für Milchkuhbetriebe nachteilig. Aufgrund der geringeren NEL-Konzentration ist davon auszugehen, dass die Milchleistung der Milchkühe nachlässt. Bei Betrieben, welche eine etwas geringere Viehbesatzdichte haben, kann eine Weißkleenachsaat sinnvoller sein, da in diesem Fall geringere TM-Erträge nicht so stark ins Gewicht fallen, aber die leicht gestiegen XP- und NEL-Gehalte Vorteile bringen können. In weiteren Forschungen können die betriebswirtschaftlichen Einflüsse auf die Betriebe ausgearbeitet werden um den Beratern von milchkuhhaltenden Betrieben eine wissenschaftlich fundierte Empfehlung geben zu können. Des weiteren könnte untersucht werden, ob unterschiedliche Rotkleesorten unterschiedliche NEL-Gehalte aufweisen oder ob z.B. andere Schnittzeitpunkte den NEL-Gehalt steigern können.

3.2.1 Nährstoffkreislauf

In der Milchkuhhaltung besteht, wie in Abschnitt 2.4 gezeigt, ein Nährstoffkreislauf. Dabei ist eine sehr große N-Quelle das Kraftfutter und das Milcheiweiß eine entsprechende N-Senke.

Bei einer Reduzierung der N-Düngung auf den betriebseigenen Grünlandflächen ist, in den meisten Fällen, nicht mehr genügend (Acker-)Fläche vorhanden, um die eigenen Wirtschaftsdünger innerhalb des Betriebes zu verwerten. Aufgrund der hohen Transportkosten ist eine Verwertung im nahem Umkreis anzustreben. Insbesondere in Regionen mit einer hohen Tierdichte entsteht somit ein Überschuss an Wirtschaftsdüngern welcher auf Kosten der Tierhalter exportiert werden müsste. Dies ist für die dort angesiedelten Betriebe eine große wirtschaftliche Herausforderung. Nicht nur aufgrund der Transportkosten, welche in der Regel der abgebende Betrieb tragen muss, sondern auch, weil auch andere wichtige Nährstoffe abgegeben werden und somit wieder zugekauft werden müssten.

Das von WEGGLER et al. (2019: 33) angebrachte Argument, dass der Kraftfuttereinkauf gesellschaftlich kritisch gesehen wird und gesenkt werden sollte, muss umgesetzt

werden, damit die Leguminosennachsaat sinnvoll wird. Nur wenn weniger Stickstoff über das Kraftfutter in den Nährstoffkreislauf eingetragen wird, ist ein N-Eintrag über Leguminosen im Sinne der N-Bilanz sinnvoll.

3.2.2 Leguminosen als alternative zu Kraftfutter

Bei einem Einsatz von Leguminosen in der Grundfuttergewinnung ist, wie in Abschnitt 2.3 gezeigt, eine Steigerung der NEL-Erträge möglich. Aufgrund der relativ hohen Fixkosten für Stallgebäude und ähnliche Einrichtungen ist in der Milchkuhhaltung eine hohe Milchleistung sehr wichtig für die Wirtschaftlichkeit der Milchkuhhaltung. Eine Reduzierung der Kraftfuttermenge ist, zu mindestens für die meisten Betriebe mit intensiver Milchkuhwirtschaft, aufgrund der deutlich geringeren Milchleistung der Milchkühe, nicht wirtschaftlich. Für die Milchleistung ist der NEL-Gehalt der Ration ein sehr wichtiger Parameter welcher über das Kraftfutter deutlich erhöht wird. Wenn zudem das Grundfutter auch einen geringeren NEL- und XP-Gehalt hat, sinkt die Milchleistung noch stärker.

Falls die Kraftfutterkosten so weit steigen, dass dieses nur noch eingesetzt werden, um eine möglichst tiergerechte Ration zu erstellen, dann würde eine große N-Quelle für die Milchkuhhaltung zu einer kleinen werden. Ein ähnlicher Effekt würde entstehen, wenn aufgrund gesetzlicher Regelungen die Kraftfutterfütterung von Wiederkäuern eingeschränkt werden würde. Da insbesondere Soja aus Südamerika, momentan eine sehr gute XP-Quellen für die Milchkuhhaltung (LIEITGEB et al. 1996: 361), gesellschaftlich in der Kritik steht, kann es passieren, dass die EU entsprechende Schritte unternimmt.

Für den Fall dass der Eintrag von N über das Kraftfutter in den Nährstoffkreislauf deutlich reduziert wird, ändern sich die Voraussetzungen. Da der Verlust über den Verkauf von Milch bestehen bleibt, müssen neue N-Quellen erschlossen werden. Eine Möglichkeit ist der Einsatz von mineralischen N-Düngemitteln, eine andere Möglichkeit wäre der Einsatz von Leguminosen. In diesem Fall, je nach Entwicklung der Preise und basierend auf den Ergebnissen von WEGGLER et al. (2019: 33–36), könnte eine Leguminosennachsaat wirtschaftlich sinnvoll sein.

3.3 Effizienz der Konservierung

NEL-Verluste während der Ernte, Konservierung oder Lagerung verschlechtern die Wirtschaftlichkeit enorm. Nachdem der Landwirt aufwändig hochwertiges Futter er-

zeugt hat, verliert dieser etwa 20% des NEL-Ertrags von der Mahd bis zum Futtertisch. Eine Optimierung der Prozesse für eine bessere Konservierung könnte sehr positive Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit entsprechender Betriebszweige haben. Eine Verbesserung der Ernteverfahren bzw. Konservierungsmethoden ist daher anzustreben. Bestimmte Ernteverfahren stellen Ansprüche an den Grünlandaufwuchs, so muss eine Silage so gut verdichtet sein, dass keine Luft vorhanden ist bzw. eindringen kann. Bei einer Heutrocknung ist eine gute Durchlässigkeit der Luft im Heustock anzustreben, sodass z.B. der Einsatz von Rotklee den Trocknungserfolg positiv beeinflussen kann. Dies führt zu unterschiedlichen Ansprüchen an den Aufwuchs und somit auch an die Gräsermischung. Somit ist eine ganzheitliche Betrachtung der Grundfutterproduktion anzustreben, auch wenn der Aufwand sehr hoch ist.

4 Fazit

Mithilfe von Rotklee kann der NEL-Ertrag des Grünlandes deutlich gesteigert werden. Allerdings geht dies zu Lasten des NEL-Gehaltes, sodass unter den aktuellen Rahmenbedingungen der Einsatz einer Rotkleenachsaat für die meisten Betriebe keinen wirtschaftlichen Vorteil bringen dürfte. Für Betriebe, welche vor der Wahl stehen ihre TM-Erträge steigern zu müssen oder weniger Tiere zu halten, könnte eine Rotkleenachsaat sinnvoll sein. Alle Alternativen sollten allerdings betriebsindividuell wirtschaftlich durchgerechnet werden um eine gute Grundlage für eine Entscheidung zu haben.

Neben der Steigerung der NEL-Erträge wäre eine effizientere Konservierung dieser wünschenswert. Allerdings hat die Gräsermischung einen sehr großen Einfluss auf die Qualität der Futterkonservierung, sodass eine Betrachtung verschiedener Verfahren in Verbindung mit unterschiedlichen Grünlandbeständen sinnvoll erscheint. Aufgrund der Komplexität des Themas, ist ein Vergleich unterschiedlicher Strategien sehr schwierig.

5 Zusammenfassung

Insbesondere die Rotkleenachsaat hat das Potential die NEL-Erträge zu steigern. Aufgrund der Steigerung der TM-Erträge sinken bei einer Rotkleenachsaat die XP- und NEL-Gehalte des Aufwuchses. Der Weißklee hat eine kleinere Steigerung der NEL-Erträge mit geringem Einfluss auf die NEL-Konzentration erreicht.

Die zusätzliche N-Quelle stellt allerdings für viele Milchkuhbetriebe ein Problem da, da über das Kraftfutter in der Regel ein relativ hoher Eintrag an N vorhanden ist. Somit könnte der betriebseigene Wirtschaftsdünger in der Regel nichtmehr nach den Vorschriften der DüV innerhalb des Betriebes verwertet werden. Aufgrund der gesenkten N-Düngung des Grünlandes würde sich das Problem sogar weiter verschärfen.

Falls sich die Rahmenbedingungen ändern sollte, sodass Kraftfutter als N-Quelle deutlich an Bedeutung verlieren würde, wäre die Nachsaat von Leguminosen eine N-Quelle welche erschlossen werden könnte. Unabhängig von dem Aufwuchs sollte die Effizienz der Konservierung verbessert werden. Verluste von ca. 20% von der Mahd bis zum Futtertisch ist ein nicht unerheblicher Kostenfaktor welcher sicherlich optimiert werden kann.

Literaturverzeichnis

Black, A., Laidlaw, A., Moot, D., O'Kiely, P. (2009): Comparative growth and management of white and red clovers. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 48, 2: 149–166. ISSN: 07916833, 20099029.

Engel, S., Elsässer, M., Thumm, U. (2013): Protein vom Grünland-Potenziale nutzen. *Landinfo* 1, 2013: 9–14.

Frankow-Lindberg, B. E., Halling, M., Höglind, M., Forkman, J. (Sep. 2009): Yield and stability of yield of single- and multi-clover grass-clover swards in two contrasting temperate environments. *Grass and Forage Science* 64, 3: 236–245. DOI: 10.1111/j.1365-2494.2009.00689.x.

Fritz, C. (2018a): Ansatz zu einem ganzheitlichen Vergleich der Kosten und Erlöse von Bodenheu, Belüftungsheu und Grassilage. Tagungsband zur 45. Viehwirtschaftliche Fachtagung: 75–90.

Fritz, C. (2018b): Wirtschaftliche Bewertung von Heutrocknung und Silierung in der Milchproduktion. *Austrian Journal of Agricultural Economics and Rural Studies* 27: 25–34.

Gruber, L. (2013): Grundfutterqualität, Kraftfutterniveau und genetisches Potenzial als Schlüsselfaktoren für die Höhe der Milchleistung. *RINDERZUCHTAUSTRIA*: 21–40.

Gruber, L., Resch, R., Schauer, A., Steiner, B., Fasching, C. (2015): Einfluss verschiedener Heutrocknungsverfahren auf den Futterwert von Wiesenfutter im Vergleich zur Silierung. Tagungsband zur 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung 42: 57–66.

- Ledgard, S., Sprosen, M., Penno, J., Rajendram, G. (2001):** Nitrogen fixation by white clover in pastures grazed by dairy cows: Temporal variation and effects of nitrogen fertilization. *Plant and Soil* 229, 2: 177–187. DOI: 10.1023/a:1004833804002.
- Lellmann, A., Kühbauch, W., Schellberg, J. (2005):** Untersuchungen zum Nährstoffkreislauf, zur Leistung des Grünlands und der Rinder bei Nährstoff-extensiver Mutterkuhhaltung und ausschließlicher Grünlandnutzung im Mittelgebirge.
- Lieitgeb, R., Luger, K., Ulberth, F. (1996):** Einsatz von Soja- und Sonnenblumen-Extraktionsschrot und Sonnenblumensamen als Eiweißfuttermittel für Milchkühe. *Lipid/Fett* 98, 11: 360–362. DOI: 10.1002/lipi.19960981104.
- Loges, R., Kornher, A., Taube, F. (1998):** Ertrag, Futterqualität und N₂-Fixierungsleistung von Rotklee und Rotklee/Gras. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften*.
- Nyfeler, D., Huguenin-Elie, O., Suter, M., Frossard, E., Connolly, J., Lüscher, A. (2009):** Strong mixture effects among four species in fertilized agricultural grassland led to persistent and consistent transgressive overyielding. *Journal of Applied Ecology* 46, 3: 683–691.
- Quentin, K.-E. (1988):** Die Nitratsituation in der Bundesrepublik Deutschland. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica* 16, 4: 385–396. DOI: 10.1002/aheh.19880160405.
- Resch, R., Stögmüller, G. (2019):** Heuqualität auf österreichischen Praxisbetrieben unter besonderer Berücksichtigung der Feld- und Lagerpilzflora. *Tagungsband zur 46. Viehwirtschaftliche Fachtagung*: 111–125.
- Sauter, J., Latsch, R. (2008):** Bröckelverluste beim Raufutter. *Informationstag Landtechnik* 13: 1–27.
- Schramm, F., Sümening, F. (2017):** Halmgutbergung. *Jahrbuch Agrartechnik*.
- Weggler, K., Thumm, U., Elsässer, M. (2019):** Leguminosen Nachsaat: zusätzliches Protein aus dem Grünland. In: **Auerswald, K.**, Hrsg.: *Grünland 2050*. Bd. 20. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft: 33–36.
- Weggler, K., Thumm, U., Elsässer, M. (2020):** Langzeitbeobachtungen von Leguminosen Nachsaaten im Dauergrünland. *Berichte über Landwirtschaft-Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft* 48, 2: 1–22. DOI: 10.12767/BUEL.V98I2.291.
- Windisch, W., Müller, H. L., Kirchgessner, M. (Jan. 1989):** Stickstoffbilanz und Stickstoffverwertung bei der Milchkuh während und nach Energie- und Proteinmangel. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 61, 1-5: 206–213. DOI: 10.1111/j.1439-0396.1989.tb00101.x.