

Fachhochschule Kiel  
Hochschule für Angewandte Wissenschaften  
Fachbereich Agrarwirtschaft  
Osterrönfeld

**Seminar II**  
im Studienfach Landwirtschaft

---

# **Leguminosen für zusätzliches Protein aus dem Grünland**

Weggler, 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 TM-Erträge . . . . .	5
2.2 Einfluss auf Rohproteingehalt . . . . .	6
2.3 Stickstoff in der Milchproduktion . . . . .	6
2.4 Ernteverluste . . . . .	6
2.4.1 Silage . . . . .	7
2.4.2 Grascobs . . . . .	7
2.4.3 Heu . . . . .	7
3 Diskussion	7
3.1 Literaturkritik . . . . .	7
3.2 Leguminosen als Proteinlieferant . . . . .	9
3.2.1 Nährstoffkreislauf . . . . .	10
3.2.2 Leguminosen als alternative zu Kraftfutter . . . . .	10
3.3 Effizienz der Konservierung . . . . .	11
3.4 Fazit . . . . .	11
4 Zusammenfassung	11
Literaturverzeichnis	12

## Abbildungsverzeichnis

1 (a) NEL Ertrag und (b) NEL Konzentration in Abhängigkeit von der N-Düngung und Leguminosen Nachsaat über 3 Jahre . . . . .	8
--	---

## Abkürzungsverzeichnis

AGGF Arbeitsgemeinschaft Grünland und Feldfutterbau

**EU** Europäische Union

**NEL** Netto-Energie-Laktation

**TM** Trockenmasse

**XP** Rohprotein

# 1 Einleitung

Unter den strengeren Auflagen bzgl. der Düngung von landwirtschaftlich genutzten Flächen sowie einer Optimierung der Nutzung des Grünlandes in der Milchviehhaltung steigen die Anforderungen an das Grundfutter. Ein entscheidendes Qualitätsmerkmal der Grassilage in der Milchkuhfütterung ist der Netto-Energie-Laktation(NEL)-Gehalt. Ein höherer NEL-Gehalt im Grundfutter geht mit einer höheren Milchleistung einher. Somit ist eine Steigerung der NEL-Erträge der Grundfutterproduktion auch eine potentielle Steigerung des Milchertrags. Die Arbeitsgemeinschaft Grünland und Feldfutterbau (AGGF) hat sich 2019 im Rahmen Ihrer 63. Jahrestagung unter dem Motto "Grünland 2050" getroffen um über zukünftige Entwicklungen des Grünlandes zu diskutieren. WEGGLER et al. (2019:33–36) haben sich mit der Möglichkeit der Steigerung des Leguminosen-Anteils und der Reduzierung der N-Düngung beschäftigt.

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

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

Zielsetzung.

## 2 Literatur

Aufgrund der preiswerten Versorgung von Proteinen über importiertes Soja ist die Steigerung der NEL-Erträge zu Lasten der TM-Erträge bisher relativ uninteressant gewesen. 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 Vermarktung der Milch und diese Milcherzeuger müssen daher andere Proteinquellen erschließen.

Zielsetzung  
ver-  
nünftig  
aus-  
schrei-  
ben

## 2.1 Einfluss auf TM-Erträge

Die Grasbestände sind insbesondere auf einen hohen TM-Ertrag ausgelegt. Dieser wird über sehr ertragsreiche, 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 reduziere die  $N_2$ -Fixierung bei N-Düngung (LEDGARD et al. 2001), weswegen die N-Düngung zumindestens 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 ist daher zu befürchten, dass die TM-Erträge absinken werden. 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 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 angebrachter. Da betriebseigener Wirtschaftsdünger i.d.R. kostengünstig zur Verfügung steht, ist eine gewisse N-Düngung wirtschaftlich nur schwer 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.

Nach WEGGLER et al. (2019:35–36) sind die NEL Erträge je Hektar bei Rotklee größer als bei Weißklee, allerdings sinkt bei der Rotkleevariante der NEL-Gehalt des Aufwuchses. Dies bedeutet, dass mit einer Rotkleenachsaat nicht nur der NEL Ertrag gesteigert werden kann, sondern auch der TM Ertrag. Allerdings geht dies zu Lasten des NEL- und XP-Gehalts welches den Futterwert deutlich senkt. Da die Futteraufnahme der Tiere begrenzt ist, ist mit einem Rückgang der Milchleistung aus dem Grundfutter zu rechnen.

## 2.2 Einfluss auf Rohproteingehalt

Auch wenn Leguminosen generell die Möglichkeit haben höhere XP-Gehalte zu generieren, stellt sich die Frage ob eine Nachsaat von Leguminosen ausreicht um die XP-Gehalte bei einer Reduzierung der N-Düngung konstant zu halten. Nach ENGEL et al. (2013:11) ist es bei reduzierter N-Düngung möglich die XP-Gehalte leicht zu steigern. Natürlich hängen die XP-Erträge und -Gehalte von weiteren Faktoren ab, welche eventuell auch in eine Wechselwirkung treten können, hier aber nicht berücksichtigt werden können.

Generell setzen Pflanzen N in XP um, um über die Chloroplasten Photosynthese betreiben zu können. Daher ist eine ausreichende N-Versorgung essentiell für hohe Erträge.

## 2.3 Stickstoff in der Milchproduktion

Betriebe sind von der EU 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 zum einen über den Verkauf von Milch über das Milcheiweiß auf. Zum anderen entstehen beim Wirtschaftsdünger unvermeidbare N-Verluste bei der Lagerung und Ausbringung. Deweiteren entstehen auf den Feldern, insbesondere bei zu hoher N-Düngung, Nitratauswaschungen. Diese stehen immer stärker in der Kritik, da diese das Grundwasser erreichen können und Nitrat im Körper zum Nitrit umgewandelt wird. Da Nitrit giftig ist, hat die EU einen strengen Grenzwert von  $50\text{mg l}^{-1}$  Nitrat im Grundwasser festgelegt.

## 2.4 Ernteverluste

Nachdem die XP erfolgreich auf dem Feld produziert wurden, müssen diese konserviert werden. Jeder Verlust von XP in der Ernte muss entweder über den Zukauf oder über geringere Milchleistung bezahlt werden. Über lagen Feldliegezeiten, hohe Bröckelverluste und ähnliches steigen die XP-Verluste.

Hier ist noch ein bisschen was zu schreiben, evtl noch ein bisschen was zu lesen

Quelle Nitratauswaschungen

### 2.4.1 Silage

Bei der Silierung treten Silierungsverluste auf, desweiteren können bei nicht ausreichender Verdichtung, kein Luftabschluss oä Fehlgärungen auftreten. Die Ernteverluste betragen etwa 22% (FRITZ 2018:30).

### 2.4.2 Grascobs

Sehr aufwendig, geringe Verluste (ENGEL et al. 2013:12f)

### 2.4.3 Heu

Lange Feldliegezeit oder teure Heutrocknung, Ernteverluste NEL zwischen 33% und 21% (FRITZ 2018:30).

## 3 Diskussion

WEGGLER et al. (2019:33–36) hat Möglichkeiten zur Steigerung der NEL Erträge im Grünland aufgezeigt, allerdings ist zu beachten, dass aktuelle Verfahren der Futterkonxerierung zu hohen Verlusten führen, siehe Abschnitt 2.4. Mit zukünftigen Ernte- und Konservierungsverfahren werden Landwirte hoffentlich Möglichkeiten haben die Verluste zu reduzieren.

ausformuli

### 3.1 Literaturkritik

In dem Arikel (WEGGLER et al. 2019:33–36) sind einige kleinere handwerkliche Fehler enthalten. In WEGGLER et al. (2019:35) ist die Legende sowie Achsbeschriftung, siehe Abb. 1 nicht korrekt umgesetzt. So wird zum Beispiel der NEL Gehalt mit GJ ha<sup>-1</sup> beschriftet, statt MJ kg<sup>-1</sup> in TM.

Seitenangabe  
notwendig  
wenn die komplette Arbeit referenziert wird?

Desweiteren 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 Lactaion* bezeichnet. In Abbildungsunterschriften wird wiederholt *nutzbare Energie Laktation* verwendet. Normalerweise wird im landwirtschaftlichen die Abkürzung NEL für Netto-Energie-Laktation benutzt. Desweiteren ist NEL eine wichtige Kenngröße in der Grundfuttermittelproduktion der Milchviehhaltung

Numerierung  
ok?  
Verwendet

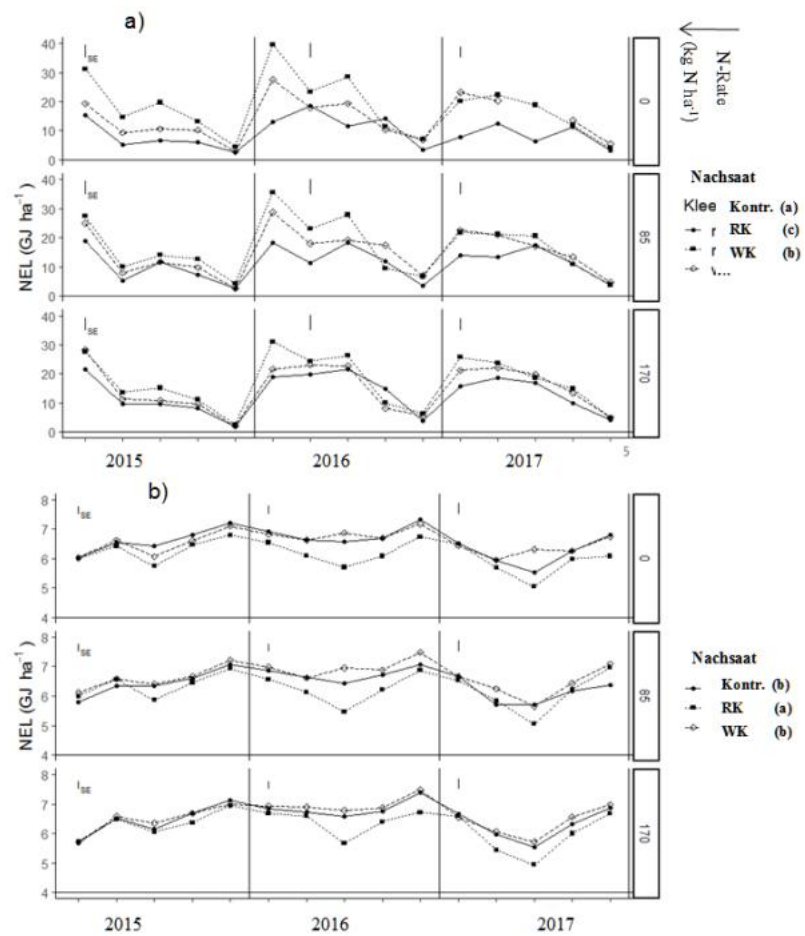


Abbildung 1: (a) NEL Ertrag und (b) NEL Konzentration in Abhängigkeit von der N-Düngung und Leguminosen Nachsaat über 3 Jahre (WEGGLER et al. 2019:35)



und somit der Grünlandwirtschaft. Es findet sich kein Hinweis auf eine Meßmethode welche die *nutzbare Energie Laktation* bestimmt. Daher liegt es nahe einen Fehler in der Bezeichnung zu vermuten.

Die Darstellung der Abb. 1 ist nicht ideal. Die verschiedenen Messpunkte beziehen sich auf die einzelnen Aufwüchse, diese per Linie miteinander zu verbinden hilft zwar beim erkennen welcher Punkt zu welcher Datenreihe gehört. Es gibt aber keine Datenpunkte welche zwischen den einzelnen Aufwüchsen liegt, welche man eventuell interpolieren könnte. Wenn die x-Achse die N-Düngung angeben würde und die verschiedenen Schnitte in mehrere Diagramme aufgeteilt worden wären, wobei bei jedem Schnitt jeweils der Durchschnitt der 3 Jahre genommen wird, wäre die Darstellung leichter verständlich.

### 3.2 Leguminosen als Proteinlieferant

Wie in 2.2 gezeigt, können Leguminosen den XP Ertrag vom Grünland erhöhen. Der Versuch von WEGGLER et al. (2019:33–36) 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  $200\text{kg N ha}^{-1}$  sowie einer minimierten N-Düngung mit Leguminosen zu ziehen. Eine Nachsaat mit Rotklee hatte häufig einen leicht negativen Einfluss auf den XP Gehalt des Aufwuchs, während eine Weißkleenachsaat tendenziell eine leichte Steigerung der XP Gehalte zur Folge hatte. Generell sind deutliche Steigerungen des NEL Ertrages möglich, insbesondere bei (sehr) geringer N-Düngung, wobei insbesondere der Rotklee (siehe 2.1) die TM Erträge deutlich steigert.

Da der Rotklee zu einer signifikanten Verringerung der NEL Konzentration des Aufwuchses geführt hat, ist für Milchviehbetriebe nachteilig. Daher scheint eine Strategie mit einer Rot- Weißklee Mischung als Nachsaat für die meisten Betriebe (zumindestens kurzfristig) sinnvoll zu sein. Bei Betrieben, welche eine etwas geringere Viehbesatzdichte haben, kann eine Weißkleenachsaat sinnvoller sein. In weiteren Forschungen können die betriebswirtschaftlichen Einflüsse auf die Betriebe ausgearbeitet werden um den milchviehhaltenden Betrieben eine wirtschaftliche Empfehlung geben zu können.

Zitat  
einfü-  
gen

N in  
Abkür-  
zungs-  
liste  
einfü-  
gen?

### 3.2.1 Nährstoffkreislauf

In der Milchkuhhaltung besteht ein Nährstoffkreislauf. Über den Verkauf von Milch verlassen Nährstoffe, insbesondere N in Form des Milcheiweißes, den Betrieb. Falls der Betrieb den Wirtschaftsdünger abgibt, bzw. abgeben muss, verlassen darüber weitere Nährstoffe den Betrieb, unter anderem N. Nährstoffeinträge sind insbesondere über den Zukauf von Kraftfutter sowie, in eher geringen Mengen, der Einsatz von mineralischen Düngemitteln. Der Einsatz von Kraftfuttern ist für eine Milchkuh zur Steigerung der Milchleistung sehr sinnvoll. Eine Reduzierung des Kraftfutters ist, in den meisten Fällen, unwirtschaftlich.

Bei einer Reduzierung der N-Düngung auf den betriebseigenen Grünlandflächen ist, in den meisten Fällen, nicht mehr genügend 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 Besatzdichte an Milchkühen entsteht somit ein Überschuss an Wirtschaftsdüngern welcher exportiert werden muss. 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 die anderen abgegeben Nährstoffe wieder zugekauft werden müssen.

### 3.2.2 Leguminosen als alternative zu Kraftfutter

Bei einem Einsatz von Leguminosen in der Grundfuttergewinnung ist eine Steigerung der NEL-Eträge möglich. Eine Reduzierung der Kraftfuttergabe ist, zumindestens für die meisten Betriebe, nicht wirtschaftlich. Über das Kraftfutter wird kein Raufutter substituiert, daher ist der Einsatz von Kraftfutter unabhängig von der Qualität des Raufutters zu bewerten.

Falls Kraftfutter deutlich teurer werden sollte, kann es sein, dass der Einsatz nicht mehr wirtschaftlich sinnvoll ist. Die EU könnte z.B. Importzölle auf Soja erheben, generell den Kraftfuttereinsatz einschränken oder ähnliche Einschränkungen beschließen. Da insbesondere Soja aus Südamerika gesellschaftlich in der Kritik steht, kann es passieren, dass die EU sich zum handeln gezwungen sieht.

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 Quellen erschlossen werden. Eine Möglichkeit ist der Einsatz von mineralischen N-Düngemitteln, eine andere Möglich-

keit wäre der Einsatz von Leguminosen. In diesem Fall, je nach Entwicklung der Preise und bessierend auf den Ergebnissen von WEGGLER et al. (2019:33–36), könnte eine Leguminosennachsaat kostengünstiger sein.

### **3.3 Effizienz der Konservierung**

NEL Verluste während der Ernte, Konservierung oder Lagerung sind besonders kritisch zu betrachten. Nachdem der Landwirt aufwändig hochwertiges Futter erzeugt hat, verliert dieses etwa 20% des NEL Ertrags. Diese Verluste sind aus betriebswirtschaftlicher Sicht langfristig nicht zu rechtfertigen. Die Reduzierung dieser Verluste wird immer wichtiger, da vermutlich größere Anteile der NEL über das Grundfutter abgedeckt werden muss. Eine Verbesserung der Ernteverfahren bzw. Konservierungsmethoden ist daher dringend geboten. Es bleibt somit zu hoffen dass die Forschung neue wirtschaftliche Verfahren entwickelt welche eine wirtschaftliche Nutzung des kompletten NEL Ertrags von landwirtschaftlichen Flächen erlaubt.

### **3.4 Fazit**

Leguminosen sind eine sinnvolle Variante um die NEL Erträge des Grünlandes zu steigern. Neben der Steigerung der Erträge wäre eine effizientere Verwertung dieser wünschenswert.

## **4 Zusammenfassung**

Die Steigerung der NEL Erträge von den Grünlandflächen ist für Milchvieh haltende Betriebe eine wichtige Aufgabe. Eine Nachsaat mit Weiß- und Rotklee kann NEL Erträge auch bei minimaler N Düngung etwas über dem Niveau einer Düngung mit 170 kg N ha<sup>-1</sup>a<sup>-1</sup> halten. Dies ist unter dem Gesichtspunkten der höheren Auflage an die N-Düngung eine wichtige Erkenntnis. So können Milchviehbetriebe auf dem Grünland den Einsatz von N-Düngemittel potentiell deutlich reduzieren. Allerdings erfolgt ein Großteil der N-Düngung bereits über den Wirtschaftsdünger der Betriebe. Eine Reduzierung der N-Düngung würde diese Betriebe dazu zwingen, einen Teil des Wirtschaftsdünger zu exportieren. Bei dem momentanen Einsatz von Düngemittel scheint eine Steigerung von ca. 10% möglich zu sein. Das Potential von einer Steigerung von 25% bei einer besseren Futterkonservierung ist nicht zu vernachlässigen.

## Literaturverzeichnis

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

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

**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. URL: <https://doi.org/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.

**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.

**Weggler, K., Thumm, U., Elsässer, M. (2019):** Leguminosen Nachsaat: zusätzliches Protein aus dem Grünland. Grünland 2050 63. Jahrestagung der AGGF:33–36.