

Leguminosen im Futterbau: Aktuelle und zukünftige Bedeutung sowie Forschungsbedarf

R. Loges

Christian-Albrechts-Universität Kiel, Institut für Pflanzenbau und –züchtung, Grünland & Futterbau/ Ökologischer Landbau, Hermann-Rodewald-Strasse 9, 24118 Kiel
rloges@email.uni-kiel.de

1 Einleitung und Problemstellung

Hohe Preise für Proteinfuttermittel und Stickstoffdünger haben in letzter Zeit das Interesse am Leguminosenanbau als kostengünstige Erzeugungsmöglichkeit für eigene proteinreiche Futtermittel geweckt. Zum Tragen kommt hier, dass Kleeartige und Körnerleguminosen über ihre Wurzelknöllchen in der Lage sind, sich selbst mit Luftstickstoff zu versorgen und somit im Gegensatz zu Mais, Ackergras und anderen Ackerkulturen keine zusätzliche N-Düngung benötigen. Besonders vor dem Hintergrund der langfristigen Verknappung der fossilen Energiereserven als wichtigster Rohstoff für die Erzeugung mineralischer Stickstoffdüngemittel stellt der Anbau von durch symbiotische N₂-Fixierung Stickstoff selbstversorgenden Leguminosen nach ([12], [14], [7]) sowie [13] in vielen Bereichen der pflanzlichen Produktion eine Alternative dar. Zu nennen sind hier weißkleebasiertes Dauergrünland, Grobleguminosen in Reinsaat oder Gemenge für die Körnerproduktion bzw. alternativ für die Nutzung als Ganzpflanzensilage, hinzu kommt die Nutzung von Kleeartigen im Haupt- bzw. Zwischenfruchtfutterbau.

Trotz der genannten Vorteile ist die aktuelle Bedeutung des Leguminosenanbaus im Vergleich zur Getreide-, Raps- bzw. Maisproduktion vergleichsweise gering (Tab. 1) und hat sich in den letzten Jahren nur unwesentlich geändert. Gründe hierfür sind in den stabilen und hohen Natural- bzw. Energieerträgen im Getreide- Raps- bzw. Silomaisanbau sowie den derzeit noch moderaten Stickstoffdüngerpreisen zu sehen.

Tab. 1: Anteile Flächenumfang ausgewählter Produktionsverfahren in der Bundesrepublik Deutschland (basiert auf AMI, 2013)

Produktionsverfahren	Deutschland insgesamt	Ökologischer Landbau	Öko-Anteil
Kleegras	263.000 ha	90.000 ha	34,2 %
Getreide-Körnerleguminosen-GPS	84.600 ha	11.500 ha	13,6 %
Grobleguminosen zur Körnernutzung	97.500 ha	25.500 ha	26,2 %
Zum Vergleich:			
Ackergras	397.500 ha	32.000 ha	8,1 %
Silomais + CCM	2.028.800 ha	7.000 ha	0,3 %
Getreide zur Körnernutzung	6.500.600 ha	294.000 ha	3,1 %
Raps zur Körnernutzung	1.370.000 ha	5.800 ha	0,1 %
Ackerland insgesamt	11.874.100ha	435.000 ha	3,7 %

Zur Zeit wird der Leguminosenanbau zu überproportional großen Anteilen von ökologisch bewirtschafteten Betrieben realisiert, auf denen Leguminosen aufgrund des Verbotes des Einsatzes mineralischer Stickstoffdüngemittel die bei weitem wichtigste N-Quelle darstellen.

Laut [4] wird die Konzentration der modernen Landwirtschaft auf sehr wenige intensive Kulturen von der Öffentlichkeit kritisch beäugt. Leguminosen könnten einen wichtigen Beitrag zur Auflockerung, der auch aus Pflanzenschutzsicht im Regelfall zu engen Fruchtfolgen, leisten [4]. Das [4] sieht in der Wiedereinführung des Leguminosenanbaus große ökologische und gesamtökonomische Potentiale. Dazu gehört die Erhöhung der biologischen Vielfalt der Agrarlandschaft und die Reduktion der Emission von Treibhausgasen. Die letztgenannte Klimafreundlichkeit beruht laut BMLEV, aus der Einsparung an CO₂-Freisetzung durch die für den Leguminosenanbau nicht erforderliche N-Düngerproduktion bzw. auf die durch Leguminosen hervorgerufene CO₂-Bindung durch Humusanreicherung des Bodens. Die aufgezählten Gründe veranlassten das [4] zur Formulierung der sog. Eiweißstrategie, die den Anbau von Leguminosen in den nächsten Jahren maßgeblich vorantreiben soll.

Der hier vorliegende Beitrag soll an Hand von Beispielen Potentiale und Grenzen des Leguminosenanbaus auf Ackerflächen beleuchten. Der Schwerpunkt hierbei wird auf die Leguminosen des Futterbaus gelegt. Auf Grobleguminosen wird nur am Rande eingegangen.

Potentiale und Grenzen des Leguminosenanbaus

Mit der Eiweißstrategie des [4] soll durch Forcierung des Anbaus von Körnerleguminosen versucht werden zur Schließung der sog. Eiweißlücke von sonst zu importierenden 3,6 Mill. Tonnen Proteinfuttermittel beizutragen. Laut [5] wurden 2012 in Deutschland mit Körnerleguminosen im Durchschnitt nur halb so hohe Kornerträge erzielt wie mit Getreide inklusive Körnermais (35 dt/ha im Vergleich zu 69,7 dt/ha). Die Erträge der Körnerleguminosen liegen dabei in etwa auf gleichem Niveau, wie die des gleichzeitig als Öl- und Eiweißpflanze fungierenden Körnererbses (36,9 dt/ha), der allerdings am Markt deutlich höhere Preise erzielt. Aufgrund der derzeit geringen Erträge misst [16] den Körnerleguminosen unter Deutschen Anbauverhältnissen nur ein vergleichsweise bescheidenes Potential in Bezug auf die Ausweitung ihrer Anbaufläche zu. Er gibt zu bedenken, dass bei zu den bundesdeutschen Körnerleguminosen gleichen Durchschnittserträgen in den Exportländern Soja mit deutlich geringeren Opportunitätskosten wesentlich kostengünstiger erzeugt werden kann. Hinzu kommt, dass an einigen Gunststandorten des Sojaanbaus oft sogar 2 Ernten je Anbaujahr möglich sind und kurzfristig noch kein erhöhter technischer Fortschritt im bundesdeutschen Körnerleguminosenanbau zu erkennen ist.

Laut [17] lassen sich Körnerleguminosen in Reinsaat und im Gemenge mit Getreide mit vergleichsweise geringem Aufwand zur Nutzung als Ganzpflanzensilage anbauen. Es ergeben sich leicht silierbare Bestände, die aus dem Stand gehäxelt werden und die die Fläche zur Etablierung von Ackergras bzw. Klee gras optimal früh räumen oder oft sogar als Deckfrucht für diese dienen. Im Vergleich zu Mais weisen Körnerleguminosen basierte Ganzpflanzensilagen deutlich höhere Rohproteingehalte auf. Auf einigen Grenzstandorten des Mais, wie z.B. der Marsch, wären solche Körnerleguminosen eine Nutzungsalternative. Der große Nachteil von Getreide- bzw. Körnerleguminosen-Ganzpflanzensilagen im Vergleich zum Mais liegt neben meist deutlich geringeren Erträgen in den wesentlich niedrigeren Energiekonzentrationen. Die „Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe“ [2] weist Getreideganzpflanzensilagen bzw. Ackerbohnsensilagen vergleichsweise geringe Energiekonzentrationen im Bereich von 5,69-5,71 MJ NEL je kg TM zu, Gleichzeitig werden in der gleichen Literaturstelle die Anbaualternativen Klee gras (bei rechtzeitiger Ernte) mit 5,91 bis 6,30, Ackergras mit 6 bis 6,3 sowie Mais mit 6,3 bis 6,7 MJ NEL je kg TM bewertet. Die geringen Energiekonzentrationen sind trotz einiger produktionstechnischer Vorteile die Begründung der nur geringen Bedeutung des Anbaus von Körnerleguminosen für die Nutzung als Ganzpflanzensilagen.

Neben den eben erwähnt höheren Energiekonzentrationen weisen Klee grasbestände gegenüber Körnerleguminosen einige Vorteile auf.

Tab. 2: Potentielle Ertragsleistung, N₂-Fixierung und Ernterückstände verschiedener ein- bis überjähriger Leguminosenbestände (Zusammenfassung von Versuchsergebnissen der CAU Kiel der Jahre 1994-2001, Versuchsstandorte Lindhof und Hohenschulen, Bodenart: IS, 45 bis 55 Bodenpunkte, durchschnittl. Jahrestemperatur 7,8 °C, Niederschlagsmittel 730 mm, a= geerntete Sprossmasse b= Körnertrag bei 0% Kornfeuchte [11])

Bestandstyp	Potentiell erntbare	N ₂ -Fixierung (kg N/ha)	Ernterückstände		
	Biomasse (dt TM/ha)		org. Substanz (dt OM/ha)	N-Menge (kg N/ha)	N-Konzentration (% d. OM)
einjähr. futterbaulich genutztes Klee-gras aus Blanksaat	50 – 70 ^a	100 – 200	35 – 05	75 – 110	1,4 – 2,4
überjähr. futterbaulich genutztes Klee-gras aus Untersaat	85 – 131 ^a	190 – 380	40 – 65	82 – 126	1,5 – 2,4
überjähr. futterbaulich genutztes Klee-gras aus Sommerblanksaat	80 – 122 ^a	165 – 340	42 – 68	80 – 122	1,6 – 2,3
Erbsen (Körnernutzung)	27 – 55 ^b	80 – 220	29 – 58	60 – 101	1,6 – 1,9
Erbsen-Gersten-Gemenge (Körner-nutzung)	28 – 51 ^a	60 – 150	30 – 55	35 – 70	1,0 – 1,4
Erbsen-Gersten-Gemenge (Silagenutzung)	60 – 90 ^a	60 – 150	14 – 23	20 – 35	1,2 – 1,8

Überjährige Klee-grasbestände bilden deutlich mehr erntbare Biomasse, fixieren in der Regel mehr Luftstickstoff und hinterlassen mit ihren Ernterückstände deutlich mehr organische Masse und Stickstoff als Körnerleguminosen, dieses ist unabhängig davon, ob letztere als Reinsaat oder Gemenge angebaut werden (Tab. 2).

Gegenüber Acker-grasbeständen zeichnen sich Futterleguminosen, wie Rotklee, Luzerne und Weißklee durch höhere Rohproteingehalte aus, dieses ergänzt die hohen Energiedichten des Maises in idealer Weise und führt in Kombination mit Mais zu einer optimalen Proteinausnutzung. Die Proteinabbaubarkeit von Weißklee ist mit der von rechtzeitig geernteten Weidel-grasbeständen vergleichbar und als vergleichbar gering zu bewerten. Im Gegensatz zu früheren Angaben wird in der Literatur das Rohprotein von Rotklee als für den Wiederkäuer deutlich hochwertiger eingestuft [3]. Polyphenole und Chinone schützen das Protein von Rotklee vor einer zu raschen Verdauung im Pansen, so dass sehr große Teile davon „geschützt“ den Pansen passieren und in optimalem Zustand in den Dünndarm als den Ort der Proteinaufnahme des Rindes gelangen (Tab. 3) Einige Futterleguminosen wie Hornklee und Esparssette weisen ähnlich hochwertiges Protein auf. Bei diesen Arten zeichnen sich hohe Tanningehalte verantwortlich für den Proteinschutz.

Tab. 3: Vergleich verschiedener Leguminosenarten in Bezug auf Tanninäquivalente, in vitro-Abbauraten des Rohproteins sowie UDP-Gehalte (letztere bei einer Passagerate von 6%/h) (nach [3])

	Tanninäquivalent	XP Abbauraten in vitro, %/h	UDP, % ¹⁾
Luzerne	0,0	23,7	19,2
Weißklee	0,0	26,9	17,5
Rotklee	0,0	15,0	27,2
Hornklee	7,0	18,6	23,0
Espartette	14,6	5,4	49,5

Im Vergleich zu Gras aber auch zu Silomais, zeichnen sich Kleearten bzw. Luzerne durch hohe Gehalte an Kalzium- und Magnesium aus, so dass deren Einsatz auch zu einem Ausgleich der Mineralstoffgehalte in Futtermischungen beiträgt (siehe auch Tab. 4). Kalzium- und Magnesium werden im Abbauprozess im Pansen langsam und gleichmäßig aus dem sich abbaubaren Leguminosen freigesetzt, was zu einer Stabilisierung des Pansen-PH-Wertes besonders bei kraftfutterintensiver Fütterung beiträgt.

Tab. 4: Mineralstoffgehalte ausgewählter Futterleguminosenarten im Vergleich zu Deutschem Weidelgras. (1. Schnitt 2010, Versuchsstandort Lindhof, unveröffentlicht)

Art	Calcium-Gehalt (gr/kg TM)	Phosphor-Gehalt (gr/kg TM)	Magnesium-Gehalt (gr/kg TM)	Kalium-Gehalt (gr/kg TM)
Rotklee	14,87	3,03	3,03	30,10
Espartette	9,17	3,33	2,07	23,93
Schwedenklee	14,50	4,30	2,70	36,07
Gelbklee	11,77	3,83	2,67	34,87
Hornklee	11,30	3,63	2,27	33,00
Luzerne	15,00	3,50	2,20	30,30
Weißklee	14,23	3,80	2,23	33,07
Dt. Weidelgras	3,30	2,50	0,97	21,53

Gerade in Jahren mit ausgeprägter Frühjahrs- und Frühsommertrockenheit, die in den vergangenen Jahren relativ häufig aufgetreten sind, überraschen Luzerne und Rotklee gegenüber Gras über hohe Aufwuchsleistungen im zweiten und dritten Aufwuchs. Diese ist im Wesentlichen auf deren tiefgehendes Pfahlwurzelsystem zurückzuführen, welches es diesen Pflanzen ermöglicht, Wasser aus deutlich größeren Tiefen als Gras aufzunehmen [10]. Von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist natürlich gerade in Trockenphasen, dass Kleeartige durch ihre Symbiose mit Luftstickstoff bindenden Bakterien sich jederzeit gleichmäßig mit Stickstoff versorgen können, während bei ausgeprägter Trockenheit organische und mineralische N-Dünger von Grasbeständen nur eingeschränkt aufnehmbar sind bzw. bei zu warmer Witterung oberflächlich ausgebrachter Gülle nicht zu unterschätzende Ammonium-N-Ausgasungen auftreten können.

Viele Untersuchungen, so auch die von [6] zeigen, dass sich mit Leguminosenarten wie der Luzerne trotz niedrigerer Energiedichten hohe Milchleistungen erzielen lassen und so Futterleguminosenprotein als kostengünstiger Ersatz für Sojaextraktionsschrot dienen kann. Hohe Passageraten in Kombination mit vermutlich hoher Schmackhaftigkeit führten bei Milchkühen, in den an der LFL von [6] durchgeführten Fütterungsversuchen bei der mit Luzerne gefütterten Gruppe, zu deutlich gesteigerten TM- bzw leicht höheren NEL-Aufnahmen sowie zu leicht höheren Milchleistungen gegenüber der mit Grassilage gefütterten Gruppe. (Beiden Gruppen wurde über entsprechendes Kraftfutter eine leistungsgerechte Futtermischung sichergestellt)

Alles in allem stellt das eben Aufgezählte eine Reihe von Argumenten dar, die es lohnend machen, sich näher mit dem Kleeertragsbau zu beschäftigen. Vor diesem Hintergrund ist die Erforschung des Anbaupotentials verschiedener Kleeertragsbestände seit Mitte der 90er Jahre einer der Forschungsschwerpunkte am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung – Grünland und Futterbau -. In diesen Arbeiten wurden vor allem der Effekt der Leguminosen- bzw. Begleitgrasart, der Nutzungsart (Schnittnutzung, Beweidung, Gründüngung) sowie der Nutzungsdauer und der Ansaatmethode auf die Erfolgskenngrößen: Ertragsleistung, Futterqualität, Luftstickstoffbindeleistung sowie Vorfruchtwert unter schleswig-holsteinischen Anbaubedingungen umfassend untersucht.

Zur näheren Prüfung inwieweit der Kleeertragsbau eine Anbaualternative in der Grundfutterproduktion darstellt, wurden an den Versuchstandorten Hohenschulen bzw. Karkendamm unterschiedlich intensiv mit N gedüngte Ackergrasbestände als Vergleichsvarianten geprüft. Ziel dabei war es, Landwirten, die beabsichtigen einen Teil ihrer Grundfutterproduktion über Kleeertrags abdecken, Vergleichsdaten für ihre Anbauplanung an die Hand zu geben. Im Folgenden wird das Anbaupotential von Luzerne, Rotklee und Weißklee in Reinsaat sowie im Gemenge mit Deutschem Weidelgras im Vergleich zu Dt. Weidelgras-Reinsaat, die alternativ 0, 100, 200, 300, 400 kg Stickstoff je Hektar und Jahr erhielten, besprochen.

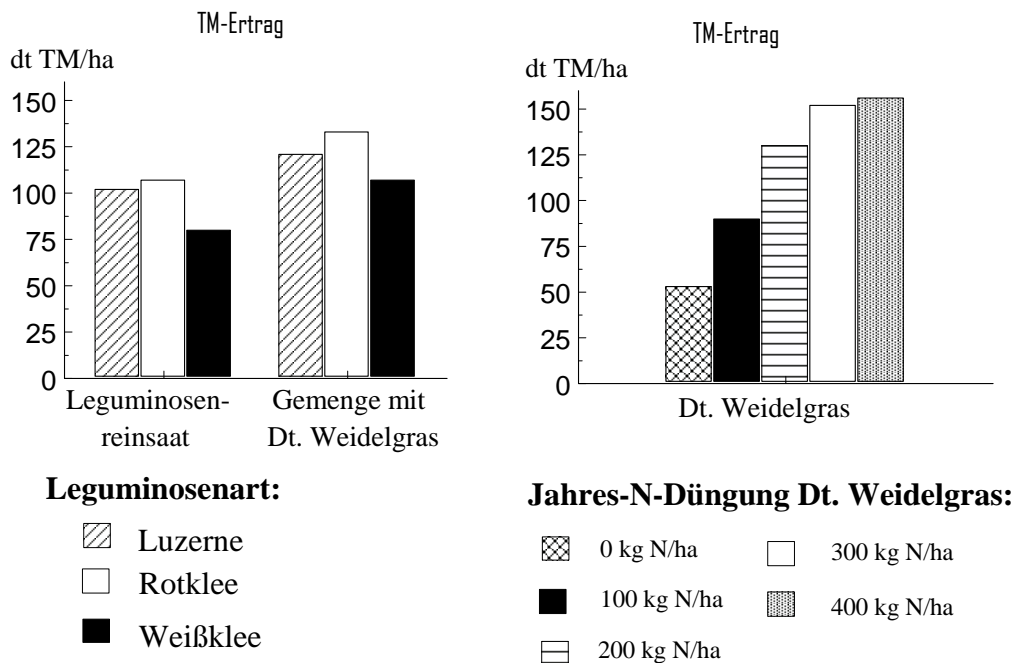


Abb. 1: Trockenmassenerträge von Luzerne, Rotklee und Weißklee in Reinsaat bzw. im Gemenge im Vergleich zu Erträgen von unterschiedlich gedüngten Dt. Weidelgras-Reinsaat.

Die dargestellten Daten entstammen aus einem zweijährigen Feldversuch auf dem Versuchsgut Hohenschulen (Bodenart: sandiger Lehm, 50-55 Bodenpunkte; Ø-Jahresniederschlag: 685 mm; Ø-Jahrestemperatur: 8,8°C) in dem jeweils Bestände im ersten Hauptnutzungsjahr (nach vorheriger etabliert als Augustblanksaat vergleichend geprüft wurden. Als Nutzungsregime wurde eine 4-

Schnittnutzung gewählt. Zu den Klee- und Luzernebeständen erfolgte keine zusätzliche N-Düngung. Die N-Düngung der Dt. Weidelgrasbestände erfolgte betont zum ersten Schnitt, wobei zum 1. Aufwuchs 35 %, zum 2. und 3. Aufwuchs jeweils 25 % und zum 4. Aufwuchs 15 % der oben genannten Jahres-N-Düngungsmenge appliziert wurden. Im Folgenden dargestellt sind jeweils die erhobenen Erträge und Futterqualitäten des ersten Hauptnutzungsjahres als Mittel der beiden Versuchsjahre. Bei der Einordnung des Ertragsniveaus ist zu berücksichtigen, dass es sich um Erträge von Versuchspartzen handelt, auf denen das Erntegut verlustlos geborgen wurde. Die festgestellten Energie- und Rohproteingehalte beziehen sich auf trockenes unsiliertes Frischmaterial. Erträge und Qualitäten von Futterleguminosen/Gras-Gemengen können von Standort zu Standort variieren. Zur Einschätzung, ob der Anbau von Klee gras eine Alternative für den jeweiligen Standort darstellt, sind die festgestellten Erträge und Qualitäten mit denen der jeweiligen Dt. Weidelgras-Reinbestände ortsüblicher Düngungsintensität zu vergleichen.

Abb. 1 zeigt Trockenmassenerträge von Luzerne, Rotklee und Weißklee sowie deren Gemenge mit Deutschem Weidelgras im Vergleich zu Erträgen von unterschiedlich gedüngtem Dt. Weidelgras. Bestände mit Rotklee oder Luzerne zeigten sich in Bezug auf ihre Ertragsleistung Beständen mit Weißklee überlegen. Leguminosen/Gras-Gemenge wiesen höhere Erträge als Leguminosenreinsaaten auf. Die Erträge der Leguminosen/Gras-Bestände entsprachen Ertragsleistungen von Dt. Weidelgrasreinsaaten, die mit ca. 200-250 kg N/ha gedüngt wurden.

In Abb. 2 sind die Futterqualitätsparameter Rohproteingehalt sowie Nettoenergiekonzentration der betrachteten leguminosenbasierten Bestände solchen von unterschiedlich mit Stickstoff versorgten Dt. Weidelgrasbeständen gegenübergestellt. Die geprüften Leguminosenreinsaaten wiesen im Durchschnitt Rohproteingehalte von 22 % auf. Die Proteingehalte dieser Bestände lagen deutlich über denen der Gemenge, die sich wiederum deutlich von denen aller geprüften Grasreinsaaten abhoben. Es ist festzustellen, dass mit zunehmender N-Düngung der Grasreinsaaten auch deren Rohproteingehalte zunehmen. Infolge der sehr hohen Erträge der Grasreinsaaten in beiden Versuchsjahren ist der durchschnittliche Proteingehalt der Grasbestände als relativ gering zu bewerten, was darauf hindeutet, dass am Standort Hohenschulen eine Mineraldünger-N-Gabe von 400 kg N/ha als nicht zu hoch bezeichnet werden kann. In Bezug auf die Nettoenergiekonzentration weisen Bestände mit Weißklee die höchsten NEL-Gehalte aller Bestände auf. Bestände mit Luzerne oder Rotklee liegen im Energiegehalt deutlich unter den von Grasreinsaaten erzielten Werten.

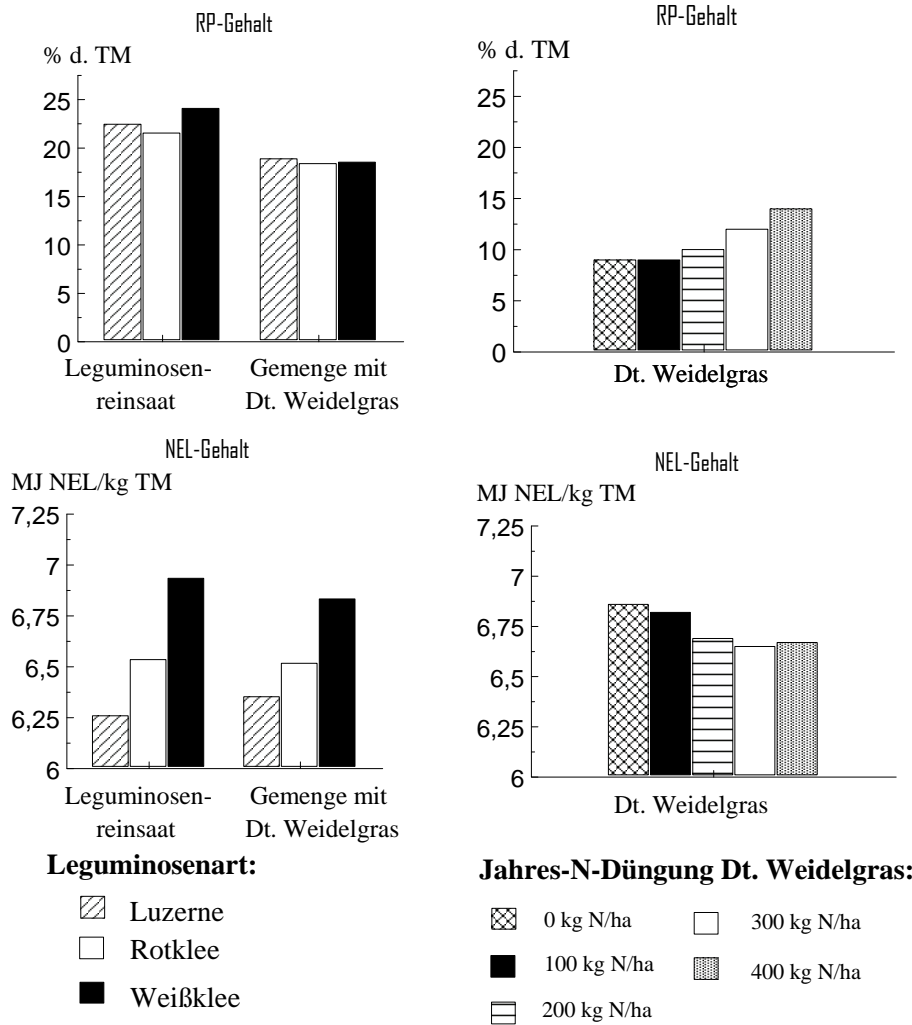


Abb. 2: Futterqualitätsparameter von Luzerne, Rotklee und Weißklee in Reinsaat bzw. im Gemenge im Vergleich zu unterschiedlich gedüngten Dt. Weidelgras-Reinsaat

Abb. 3 können vergleichend N- sowie Nettoenergie-Erträge von leguminosenbasierten Futterbaubeständen sowie Dt. Weidelgrasreinsaat entnommen werden. Bestände mit Rotklee oder Luzerne zeigen sich in Bezug auf ihre N- sowie Energieertragsleistung Beständen mit Weißklee überlegen. Hohe N-Erträge sind stellvertretend für hohe Proteinerträge. Mit hohen Rotklee- bzw. Luzerneanteilen in der Saatmischung lassen sich deutlich höhere N-Erträge erzielen als mit intensiv gedüngten Grasreinsaat. Zur Erreichung der N-Erträge der Bestände mit Weißklee müssen N-Düngungsmengen in einer Größenordnung von 400 kg N/ha zu Dt. Weidelgras appliziert werden. Im Gegensatz dazu erreicht keiner der leguminosenbasierten Bestände das Energieertragsniveau von mit 200 kg N/ha gedüngten Grasbeständen. Das Energieertragsmaximum der Grasreinbestände lag in den Versuchsjahren 1997 und 1998 bei etwa 300 kg N/ha, während maximale Proteinerträge mindestens 400 kg N/ha Zudüngung erforderten.

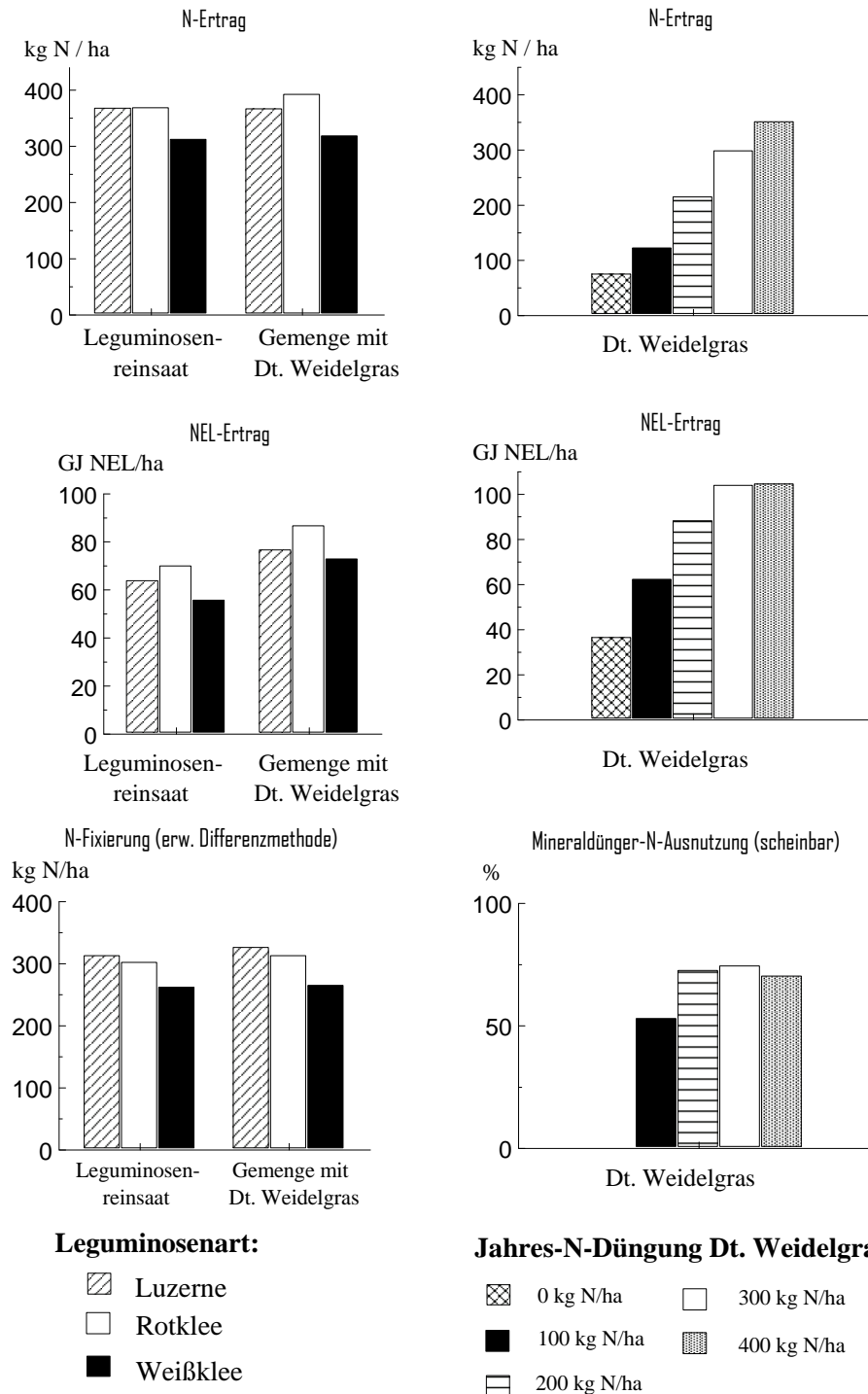


Abb. 3: N- bzw. Nettoenergieerträge von Luzerne, Rotklee und Weißklee in Reinsaat bzw. im Gemenge im Vergleich zu Erträgen von unterschiedlich gedüngten Dt. Weidelgrass-Reinsaaten bzw. Luftstickstoff-Bindeleistung von Luzerne, Rotklee und Weißklee in Reinsaat sowie im Gemenge und scheinbare Mineraldünger-N-Ausnutzung verschieden gedüngter Dt. Weidelgrass-Reinsaaten

Der untere Teil von Abb. 5 zeigt die Akkumulation von Luftstickstoff der leguminosenhaltigen Saatmischungen. Unabhängig davon, ob die Bestände als Reinsaat oder Gemenge mit Dt. Weidelgrass angebaut wurden, weisen die Bestände mit Luzerne bzw. Rotklee N₂-Fixierungsleistungen im Bereich von ca. 300 kg N ha⁻¹ auf. Diese fielen damit um ca. 40 kg höher aus als die vergleichbarer Weißkleebestände. Ebenfalls in Abb. 5 dargestellt ist die scheinbare Ausnutzung der zu den Dt.

Weidelgrasbeständen applizierten N-Düngermenge. Für die Berechnung wurde vom N-Ertrag der jeweils gedüngten Variante der N-Ertrag der ungedüngten abgezogen und die Differenz in Beziehung zum N-Düngereinsatz gesetzt. Während die mit 100 kg N ha gedüngte Variante nur eine N-Effizienz von 50 % aufwies, wurde bei den höher gedüngten Grasbeständen die mineralische Zudüngung zu 70 % direkt in N-Ertrag umgesetzt.

Zwischenfazit 1: Zur Erzeugung rohproteinreicher Grundfuttermittel bieten sich Leguminosenreinsaatensorten sowie deren Gemenge mit Weidelgräsern als Produktionsalternative zum Ackergrasanbau an.

Rotklee- und luzernehaltige Saatmischungen erzielen ohne zusätzliche N-Düngung Proteinerträge, die sonst nur mit sehr hoch gedüngten Ackergrasbeständen erreicht werden können.

Bezüglich der Energieerträge erzielen leguminosenbasierte Ackerfutterbaumischungen maximal 75 % des Ertragspotentials intensiv gedüngter Grasbestände, dieses bedeutet, dass zur Erzielung gleicher Nettoenergiemengen 25 % mehr Grundfutterfläche aufgewandt werden muss.

Unter Einbeziehung der Stickstoffdüngersparnis, der oben angeführten hohen wertvollen Kalzium- und Magnesiumgehalte bzw. der Hochwertigkeit des Proteins, stellen Rotklee- bzw. Luzernegras auf ackerfähigen Standorten eine interessante Produktionsalternative zu Ackergras in Betrieben mit maisbasierter Grundfütteration dar.

Umweltaspekte des Anbaus von Klee gras

Neben hohen Rohproteingehalten und der Einsparung von Stickstoffdünger zeichnet sich Klee gras gegenüber Mais auch durch die mehrjährige Nutzbarkeit derselben Ansaat, dem geringeren Pflegeaufwand sowie dem höheren Potential in Bezug auf Bodenschutzaspekte, begründet durch eine geringere Erosionsanfälligkeit bzw. eine deutlich größere Humusbildung, aus. Laut den Anhangstabellen zur Cross-Compliance-Verordnung (z.B. [8]) zehrt Mais jährlich 560 kg Humuskohlenstoff je Hektar, während Klee gras und Ackergras dem Boden in jedem Hauptnutzungsjahr 600 kg humuswirksamen Kohlenstoff zuführt (Hierbei ist die jeweilige Rückführung des verfütterten Erntegutes in Form von Wirtschaftsdüngemitteln nicht mit eingerechnet). Der deutliche Unterschied zwischen den Anbaualternativen ist von großer Klimarelevanz, denn der Abbau von Humus führt zwangsläufig zur Freisetzung von klimarelevanten Kohlendioxid, während Humusaufbau durch Ackergras bzw. Klee gras im Ackerfutterbau bzw. Dauergrünland Kohlendioxid bindet. Dieser Aspekt wird in der Zukunft bei der umweltpolitischen Bewertung von Landnutzung eine immer stärkere Rolle spielen. Politik, Wissenschaft und Verbraucher diskutieren intensiv die CO₂-Bilanz vieler Nahrungsmittel und Gebrauchsgegenstände. International haben Supermarktketten begonnen auch Milch in Form des „Carbon-Footprint“ Klimarelevanzfaktoren zuzuweisen. Ein Beispiel stellt die englische Supermarktkette TESCO dar, die 1 Liter fettarme Frischmilch eine CO₂-Belastung der Umwelt von 1400 Gramm pro Liter zuweist. Wobei laut TESCO 75% des CO₂-Ausstoßes für die Produktion eines Liters Milch aus der Rohmilcherzeugung stammen. Die restlichen 25 % verursachen Molkereien und Handel. Das ist deutlich mehr als für andere Getränke wie Fruchtsaft oder Kaffee veranschlagt werden muß. Somit kommt der humusmehrenden Wirkung von Klee gras eine klimarelevante Bedeutung zu, die sich dadurch verstärkt, dass Klee gras sich selbst mit Stickstoff versorgt und keiner N-Düngung bedarf. 1 kg mineralischer Stickstoff schlägt in der CO₂-Bilanz mit einer Freisetzung von rund 3 kg CO₂ bei der energieaufwändigen Herstellung zu Buche. Klee grasbestände können wie gezeigt klimaneutral mit ihren Wurzelknöllchen 200 – 350 kg ha⁻¹ Luftstickstoff in Rohprotein umsetzen. Eine Beispielberechnung zur Überlegenheit von mehrjährigem Klee gras gegenüber ertragsgleichem Ackergras in Bezug auf die CO₂-Bilanz wurde von [15] im Rahmen der Tagung der AGGF 2009 präsentiert und soll hier nicht noch einmal wiederholt werden. Die Besonderheit der Studie von Taube war, dass neben der Herstellung der mineralischen N-Düngemittel auch im Feldversuch gemessene Lachgas-(N₂O)-Emissionen in Form von CO₂-Äquivalenten Berücksichtigung fanden. In diesen am vorhin beschriebenen Versuchsstandort Hohenschulen durchgeführten Versuchen wies Klee gras im 3-jährigen Durchschnitt jährliche N₂O-Emissionen in einer

Größenordnung von 2,4 kg N₂O ha⁻¹ auf, während diese Werte bei einem mit 360 kg N/ha gedüngten Ackergras bei ca. 9.9 kg N₂O ha⁻¹ lagen.

Herausforderungen im Kleegrasanbau

Die Konservierung von Kleegras gilt besonders bei unstabilen Witterungsverhältnissen als schwierig. Kleeartige verfügen über relativ leicht trocknende Blätter bei relativ schwer trocknenden Stängeln. Muss mehrfach gewendet werden sind hohe Bröckel- und Bergungsverluste vorprogrammiert [18].

Tab. 5: *pH-Wert, Milchsäure- bzw. Essigsäuregehalt, Anteil NH₃ am Gesamt-N sowie Gärverluste von Leguminosengrassilagen im Vergleich zu reiner Grassilage (Versuchsstandort Lindhof, 1998, im Mittel über 2 Aufwüchse und im Falle der Leguminosen-Bestände als Mittel über 4 verschiedene Mischungen mit einem durchschnittlichen Leguminosenanteil von 50%. Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant unterschiedlich)*

Leguminosenart	pH-Wert	Milchsäure (% d. TM)	Essigsäure (% d. TM)%	NH ₃ in % vom Gesamt-N	Gärverlust (%)
Rotklee-Gras-Gemenge	4.38 ^b	9.4 ^a	1.5 ^a	16.4 ^b	6.78 ^a
Luzerne-Gras-Gemenge	4.80 ^a	7.5 ^b	1.3 ^a	25.8 ^a	7.79 ^b
100% Dt. Weidelgras	4.4 ^c	6.3 ^c	0.8 ^c	12.3 ^c	5.56 ^d

Wird nicht mit Mähgutaufbereitern geerntet und aufgrund der genannten Bröckelverluste auf wiederholtes Zettwenden verzichtet, ist im Regelfall mit längeren Feldliegezeiten zu rechnen. Längere Feldliegezeiten führen zu großen Verlusten an leicht abbaubaren Kohlenhydraten, was die Silierfähigkeit von Kleegras zusätzlich erschwert. Aufgrund von im Vergleich zu Mais und Ackergras ohnehin niedrigen Gehalten an wasserlöslichen Kohlenhydraten und gleichzeitig hohen Gehalten an pH-Wert abpuffernden Rohprotein bzw. Mineralstoffen wird Kleegras als deutlich schwerer silierbar eingestuft. Dieses verdeutlichen auch die Ergebnisse des in Tab. 5 dargestellten Silierversuches von [9]. Nach 36stündiger Feldliegezeit wurden bei Leguminosen-Grasbeständen deutliche höhere Gärverluste als bei reinen Grasbeständen konstatiert. Besonders Luzerne zeigte sich als sehr schwer silierbar, die hohen Anteile von NH₃ am Gesamt-N deuten auf einen überproportional hohen Abbau des im Siliergut enthaltenen Rohproteins hin.

Zwischenfazit 2:

Aus der Literatur ist bekannt, dass die Selbstversorgung mit Stickstoff durch hohen Verbrauch von Kohlenhydraten zu Mindererträgen von 20-25% gegenüber optimal versorgten Nichtleguminosen führt. Der 20-25% Mehrbedarf an Fläche zur Erzeugung der gleichen Futtermenge stellt eine große Herausforderung bei hohen Flächenpreisen dar.

Die Konservierung von Leguminosen gestaltet sich als besonders schwierig, der Grund sind gleichzeitig hohe Bergungs- wie auch Silierverluste. Hier sind innovative Verfahren gefragt.

Forschungsbedarf

Aufgrund der vergleichsweise geringen Anbaubedeutung von fein- und grobkörnigen Leguminosen, setzen sich nur wenige Unternehmen und Institutionen mit der Optimierung der Produktionsverfahren dieser Pflanzen auseinander. Es geschieht deutlich weniger technischer Fortschritt als bei anderen Kulturarten, hier könnte die Eiweißstrategie Schützenhilfe leisten.

Der Entwicklung innovativer Konservierungsmethoden, evtl unter Einbeziehung von Unterdach-trocknung z.B. auf Basis von bisher nicht ausgenutzter Abwärme aus Biogasanlagen kommt meiner Ansicht nach große Bedeutung zu. Denn z.B. Luzerne kann nur bei optimaler Konservierung die Futterqualitäten zu erzielen, die in der Fütterung hochleistender Milchkühe verlangt werden. Zum

Forschungsbedarf im Komplex Konservierung gehören meiner Meinung nach auch etwaig geeignetere Silierhilfsmittel für Leguminosen.

Es fehlt meines Informationsstandes nach an geeigneten Energieschätzformeln für Getreide- bzw. Körnerleguminosen-Getreidegemenge-GPS. In dänischen Vergleichsversuchen (z.B. www.Landsforsoegene.dk) schneiden Ganzpflanzensilagen in der Energiebewertung relativ besser ab als in deutschen (allerdings erreicht auch dort GPS nicht die hohen Energiekonzentrationen des Silomaises).

In sommertrockenen Lagen wären Winterformen von Körnerleguminosen, die vereinzelt schon regional im Anbau sind von Interesse, da wie beim Wintergetreide auch hier sich mit einem früher entwickeltem Wurzelwerk Fröhsommertrockenheitsphasen besser überbrücken ließen. Kahlfröste führten in allerdings Anbauversuchen mit aktuell zu gelassenen Wintererbsen auf dem Versuchsgut Lindhof in der Saison 2010/2011 zu Totalausfällen.

Sowohl die Silierfähigkeit als auch die Höhe der Luftstickstoffbindeleistung ist gegenläufig vom Kleeanteil am Gesamtbestand abhängig. Untersuchungen, die sich mit einer besseren Steuerung der Kleeanteile z.B. durch Variation der Begleitgrasart, der Saatmischung bzw. des Etablierungsverfahrens sowie der gezielten Ausbringung von Wirtschaftsdüngemitteln auseinander setzen, werden zu selten durchgeführt.

Zur Erarbeitung regionaler Anbauempfehlungen zu Klee gras fehlt es meiner Meinung nach derzeit an koordinierten Anbauversuchen, die die Einflüsse regional spezifische Steuergrößen (wie z.B. Witterung und Boden) unter sonst gleichen Bedingungen testen.

Auch um die Umweltwirkungen verschiedener Futterproduktionsverfahren wie. z.B. Humusbildung, etwaige Treibhausgasemissionen bzw. Nährstoffauswaschungen vergleichend zu testen, fehlt es meiner Ansicht nach an koordinierten regionalen Versuchsanstellungen.

2 Literatur

- [1] AGRARMARKT INFORMATIONSGESELLSCHAFT (AMI) (2013), Marktbilanz Öko-Landbau 2013. AMI, BONN (ISSN 1869-9499).
- [2] BAYRISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (LFL) (2012): Gruber Tabelle zur Fütterung Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe, Ziegen 35. Auflage, www.LfL.bayern.de.
- [3] BRODERICK, G.A., ALBRECHT, K.A. (1997): Ruminant in vitro degradation of protein in tannin-free and tannin containing forage legume species. *Crop Science* 37, 1884- 1891.
- [4] BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT und VERBRAUCHERSCHUTZ (BMELV) (2012): Eiweißpflanzenstrategie des BMELV, Stand 27. November 2012, www.bmelv.de.
- [5] BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT und VERBRAUCHERSCHUTZ (BMELV) (2013): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2012. Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.
- [6] ETTLE, T., OBERMEIER A., WEINFURTNER, S., SPIEKERS, H. (2011): Luzernesilage im Austausch gegen Grassilage bei der Milchkuh. www.LfL.bayern.de, Dokument 24972.
- [7] FUSTEC, J., LESUFFLEUR, F., MAHIEU, S., CLIQUET, J. B. (2010): Nitrogen rhizodeposition of legumes. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 30, 57-66.
- [8] LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NORDRHEIN-WESTFALEN (LWK NRW) (2013): Cross-Compliance 2013, Informationen über die Einhaltung andersweitigen Verpflichtungen, CC-Infobroschüre, www.landwirtschaftskammer.de.
- [9] LOGES R., THAYSEN J., TAUBE F. (2002): Untersuchungen zur Silagequalität und Siliereignung von Rotklee und Luzerne sowie deren Gemenge mit Dt. Weidelgras. Mittei-

- lungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau. Bd. 3, Tagungsband der 46. Jahrestagung der AGFF in Rostock 268-276.
- [10] LOGES R., WESTPHAL D., TAUBE F. (2009): Ertragsleistung und Futterqualität von extensiv bewirtschafteten Leguminosen-Gras-Beständen im ökologischen Ackerfutterbau. *Pflanzenbauwissenschaften* 13 1. 37-48.
- [11] LOGES, R., WICHMANN, S., DREYMAN, S. TAUBE. F. (2002): Leguminosenanbau richtig machen. *bioland - Fachzeitschrift für den ökolog. Landbau*(1): pp. 14-15.
- [12] POSTGATE, J. (1978): Nitrogen Fixation. *Studies in Biology*, 92, E. Arnold (Publishers) Ltd., London.
- [13] RASMUSSEN, J., GYLFADÓTTIR, T. LOGES, R., ERIKSEN, J., HELGADÓTTIR Á. (2013): Spatial and temporal variation in N transfer in grass-white clover mixtures at three Northern European field sites. *Soil Biology and Biochemistry* 57, 654–662.
- [14] SMIL, V. (1999): Nitrogen in crop production. An account of global flows. *Global Biogeochemical Cycles* 13, 647-662.
- [15] TAUBE, F. (2009): Klimawandel und Futterbau. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau. Bd. 10, Tagungsband der 53. Jahrestagung der AGFF in Kleeve* 7-24.
- [16] TAUBE, F. (2012): Der zukünftige Europäische Weg, ist nachhaltige Intensivierung möglich. *DLG-Kolloquium 2012: Nitratausträge aus derr Landwirtschaft, Problem von gestern und Hypothek für morgen. DLG-Verlag, Frankfurt am Main* 17-42.
- [17] WICHMANN S., LOGES R., TAUBE. F. (2005): Ertragsbildung und Qualitätsentwicklung von Körnerleguminosen zur Ganzpflanzennutzung in Reinsaat und im Gemenge mit Getreide. *Pflanzenbauwissenschaften* 9, 61-74.
- [18] WYSS U. (2009): Der Nährwert ist wichtig. *Bauernzeitung (CH)* 31, S. 13.